

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN
MESTRADO EM DESIGN**

LUIZ MARCELO STRALIOTTO

**CICLOS:
ESTUDO DE CASOS DE ECODESIGN DE JÓIAS**

Porto Alegre
2009

STRALIOTTO, L. M.

Ciclos: estudo de casos de ecodesign de jóias.

Dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Design, pelo Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Evelise Anicet Rüttschilling

Porto Alegre
2009

S896c Straliozzo, Luiz Marcelo

Ciclos: estudo de casos de ecodesign de jóias / Luiz Marcelo Straliozzo
– 2009.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-
Graduação em Design. Porto Alegre, BR-RS, 2009.

Orientador: Profa. Dra. Evelise Anicet Rüttschilling

1. Ecodesign. 2. Design de produto. 3. Jóias. 4. Reciclagem I.
Rüttschilling, Evelise Anicet, orient. III. Título.

CDU-744(043)

AGRADECIMENTOS

À Deus, aos meus antepassados e aos meus pais, Luiz e Eli Ires Stralio, pela oportunidade de viver e a minha irmã Claudia, pelo amor incondicional, apoio e generosidade.

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Evelise Anicet Rüttschilling, por indicar com competência o caminho do conhecimento em arte, em design e na vida, e pelo carinho, compreensão e amizade dedicados desde os tempos da minha graduação.

Ao Programa de Pós-graduação em Design (PGDesign) desta universidade, ao seu coordenador, o Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior, e ao corpo docente, discente e funcionários, pela oportunidade de realização, na primeira turma, do mestrado em Design e Tecnologia.

Às Prof^{as}. Dr^{as}. Maria Ivone dos Santos e Tânia Luísa Koltermann da Silva, pelo auxílio na qualificação deste trabalho e por participarem da banca examinadora da defesa desta dissertação.

Ao programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), pela bolsa concedida.

Ao Núcleo de Design de Superfície da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NDS-UFRGS), e sua equipe, pelas oportunidades de pesquisa e vivência, acadêmicas e profissionais. Ao Laboratório de Design e Seleção de Materiais da UFRGS (LdSM – UFRGS), e sua equipe, pelo auxílio técnico e científico prestado nesta pesquisa.

À Argenteria & Ourivesaria Gaudencio Orso, pela abertura e espaço cedidos na empresa e pelo apoio incondicional do amigo e parceiro profissional Gaudencio Francisco Flores Gonçalves. À Promm Indústria de Materiais Cirúrgicos LTDA. pelo fornecimento dos resíduos de titânio usados nas jóias confeccionadas.

RESUMO

Esta dissertação demonstra a possibilidade de aplicação dos princípios ecológicos no design de jóias com o objetivo de contribuir para a sistematização do conhecimento sobre o ecodesign de jóias. Num primeiro momento, a fundamentação teórica foi realizada por meio de pesquisa exploratória e descritiva, apoiada pela revisão e discussão da literatura técnica e científica sobre jóia, design de jóias e ecodesign de produtos. Essa etapa forneceu os subsídios para o desenvolvimento das jóias ecológicas realizadas pelo autor entre 2007 e 2009 e constituintes dos três casos estudados. A revisão da literatura, contraposta à experiência do autor como designer de jóias, possibilitou a construção do instrumento de análise ecológica de produtos joalheiros. Após a descrição dos casos, passou-se a analisá-los sob a ótica do conhecimento teórico sobre o ecodesign de jóias, através da aplicação do instrumento de análise construído, a fim de verificar a pontuação ecológica e os limites e vantagens ambientais constatados no desenvolvimento dos produtos, bem como os níveis de eficácia, eficiência e ecoeficiência das jóias, comprovando a possibilidade real do ecodesign de jóias. Como resultados, a pesquisa obteve: três conjuntos diferentes de jóias ecológicas, realizados com metais advindos de reciclagem e de resíduos sólidos industriais; uma proposta de conceito de jóia na sociedade contemporânea; a análise do ciclo de vida específico do produto joalheiro e a sistematização do design de jóias em relação ao perfil do profissional, às especificidades do projeto, aos meios de produção e aos impactos ambientais envolvidos. A pesquisa indicou caminhos possíveis para o desenvolvimento de jóias ecológicas, especificando os critérios e requisitos que o projeto de produto joalheiro ecologicamente correto deve satisfazer.

Palavras-chave: Ecodesign de jóias. Reuso. Reciclagem.

ABSTRACT

This dissertation demonstrates the possibility of application of ecological principles on the jewelry design of with the aim to contribute to knowledge systematization about jewelry eco-design. Initially, the theoretical foundation came from exploratory and descriptive research, supported by review and discussion of technical and scientific literature on jewelry, jewelry design and product eco-design. This step provided subsidies for the development of ecological jewels made by the author between 2007 and 2009, constituting the three cases studied. A review of the literature, as opposed to the author experience on jewelry design, drove the construction of the instrument to ecological analysis on jewelry products. After a description of the cases, they were analysed from the perspective of theoretical knowledge on eco-design jewelry, by applying the analysis tool built in order to check the score and the ecological limits and environmental benefits observed in the development products, beyond the level of effectiveness, efficiency and eco-efficiency of jewelry, proving the real possibility of jewelry eco-design. As a result, the research found three different sets of ecological jewels, processed with recycled metal and industrial solid waste; a proposed concept of jewelry in contemporary society; the analysis of specific life cycle of jewelry product and systematic knowledge about jewelry design in relation to the professional profile, the design specificities, the means of production and environmental impacts involved. Research has indicated possible ways to develop ecological jewels, specifying the criteria and requirements that the jewelry product eco-friendly design must meet.

Keywords: Jewelry eco-design. Reuse. Recycling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1*:** Funções e dimensões da jóia.....32
- Figura 2:** Sistema-produto jóia.....33
- Figura 3:** Conchas com mais ou menos 100.000 anos, encontradas em Israel e na Argélia, provavelmente parte de colares ou pulseiras. Fonte: RINCON, 2006, *online*.
.....35
- Figura 4:** Broche chinês em prata, na forma de uma serpente estilizada. Foto: Museu de Shangai, Shangai, China. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 48..37
- Figura 5:** Amuleto egípcio de ouro com turquesa, cornalina e lapis lazuli, em forma de falcão, datado de 254 a.C., encontrado em uma tumba em Memphis (Egito). Foto: Museu do Louvre, Paris, França. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 56.....38
- Figura 6:** Tiara grega datada de 300 a.C., de ouro com esmalte, cornalina e lápis lazuli, encontrada na Ucrânia. Foto: Antikensammlung Munich, Munique, Alemanha. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 64.....39
- Figura 7:** Anel bizantino de noivado, do século VII d.C., em ouro e bronze, com motivos cristãos. Foto: Museu do Louvre, Paris, França. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 78.40
- Figura 8:** Broche espanhol do século VI d.C., em forma de águia, feito de bronze com vidro. Foto: Museu Arqueológico Nacional, Madri, Espanha. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 80..40
- Figura 9:** Três broches franco-germânicos circulares do período merovíngio (séculos V a VIII d.C.) em ouro, decorados com filigrana e pequenas gemas incrustadas.

* Todas as imagens que não apresentam a fonte foram realizadas pelo autor desta pesquisa.

Foto: Biblioteca Nacional da França – Gabinete das Medalhas, Paris, França. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 88.....41

Figura 10: Camafeu com perfil de Cláudio, em sardônix e ouro, de autoria do Atelier de Roma, do século XVI. Foto: Biblioteca Nacional da França – Gabinete das Medalhas, Paris, França. Fonte: HALL, 1997, p. 35..42

Figura 11: Colar peitoral em ouro e esmalte de René Lalique. Foto: Museu Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal. Fonte: CARTLIDGE, 1986, p. 85.47

Figura 12: Broche em platina, ouro, diamantes e safiras, da casa americana da Cartier, de 1925. Foto: Coleção Cartier. Fonte: CARTIER b, 2009, *online*.48

Figura 13: Anel de prata 950 e madeira peroba rosa, de autoria de Prata da Mata. Foto: Almir Pastore. Fonte: GHARIMPEIRA, 2009, *online*.58

Figura 14: Colar de ouro e acrílico de Silvia Beildeck. Foto: Almir Pastore. Fonte: GHARIMPEIRA, 2009, *online*. 59

Figura 15: Pingente de vidro. Fonte: SWAROVSKI, 2009, *online*.61

Figura 16: Passo a passo do processo de fundição por cera perdida.65

Figura 17: Processo de laminação. 66

Figura 18: Usinagem por fresamento.68

Figura 19: Lapidação.69

Figura 20: Brasagem e soldagem.71

Figura 21: Cravação com garras.72

Figura 22: Etapas do processo de design.80

Figura 23: Etapas manuais da confecção de uma jóia Dior. A) desenho final da peça; B) escultura em cera; C) e D) usinagem com fresa e lima, respectivamente; E) e F) cravação das gemas; G) esmaltagem e H) montagem final da jóia. Fonte: DIOR, 2009, *online*.89

Figura 24: Pulseira feita por Adeguimar Arantes, com algodão, iolita, quartzo e prata. Fonte: PORTAL JÓIA BR a, 2009, *online*.92

Figura 25: Aliança “Liga” de Antonio Bernardo, feita de ouro, prata e cobre puros, em quantidades proporcionais à liga de ouro amarelo 750. Fonte: ANTONIO BERNARDO, 2009, *online*.94

Figura 26: Anel desmontável “Puzzle”, de Antonio Bernardo, em ouro amarelo 18k. Fonte: ANTONIO BERNARDO, 2009, *online*.95

Figura 27: Pulseira “Terra”, de Bettina Terepins, em ouro 18k, pérola do Taiti, topázio imperial e madeira imbuia. Foto: Almir Pastore. Fonte: PORTAL JÓIA BR b, 2009, *online*.96

Figura 28: Pulseira composta de fitas de ouro e madeira sobrepostas, de Bettina Terepins. Foto: Almir Pastore. Fonte: PORTAL JÓIA BR b, 2009, *online*.97

Figura 29: Colar “Boleadeiras”, Gloria Corbetta. Feito em ouro branco 18k, couro, diamantes e cianita verde. Fonte: GLORIA CORBETTA, 2008, *online*.98

Figura 30: Colar de Gloria Corbetta, em ouro 18k, aço inoxidável e diamante. Fonte: GLORIA CORBETTA, 2008, *online*.99

Figura 31: Colar “Borboleta”, de Gloria Corbetta, em ágata, ametista e prata. Fonte: GLORIA CORBETTA, 2008, *online*.99

Figura 32: Colar de titânio e nióbio de Miriam Mirna Korolkovas. Fonte: BIENAL BRASILEIRA DE DESIGN, 2009, *online*.101

- Figura 33:** Anel giratório "Big Bang" (2000) de Ralf Schinke, em prata 925 e 21 cones com pedras brasileiras, simbolizando a entrada do século 21. Fonte: RALF SCHINKE, 2008, *online*.102
- Figura 34:** Anel giratório "Girassol", de Ralf Schinke, em ouro branco e amarelo 18k e quartzo. Fonte: RALF SCHINKE, 2008, *online*.102
- Figura 35:** Colar em prata 925 e madeira, realizado por Ralf Schinke e Mauro Fuke. Foto: Ralf Schinke. Fonte: RALF SCHINKE, 2008, *online*.103
- Figura 36:** Anel de Rita Prossi, feito com palha de arumã e prata 950. Fonte: RITA PROSSI, 2009, *online*.104
- Figura 37:** Desenho (em cima) e par de brincos em ouro branco 18k, quartzo e diamante de Valéria Sá. Fonte: JEWELRYREFORMATION, 2008, *online*.106
- Figura 38:** Anel "Egratigna Chipie", de ouro branco 18k, espinélio, diamante e laca, da coleção "Belladone Island" da Dior, criado por Victoire de Castellane. Fonte: DIOR, 2009, *online*.108
- Figura 39:** Anéis de prata 950 e titânio oxidado de Virgínia Moraes. Fonte: BIENAL BRASILEIRA DE DESIGN, 2009, *online*.109
- Figura 40:** Ciclo de vida ideal do produto da empresa joalheira.136
- Figura 41:** Pingente "Bolacha Maria", 2006. Prata 950 e diamante.138
- Figura 42:** Etapas do processo de design da empresa joalheira.139
- Figura 43:** Duas peças de alumínio obtidas da desmontagem de um disco rígido de computador.142
- Figura 44:** Esquema gráfico do funcionamento do elemento de junção (mola de prata). A) vista frontal da mola em repouso; B) vista lateral da mola em repouso; C)

abertura da mola pela entrada da peça de alumínio; D) fechamento natural da mola, dado pela elasticidade (memória) do material, já envolvendo a peça de alumínio..145

Figura 45: Esquema gráfico, em escala 1:1, da montagem da jóia a partir da união das peças selecionadas e/ou confeccionadas.145

Figura 46: Chaveiros e / ou pingentes, evidenciando diversas combinações entre os elementos da jóia.146

Figura 47: Pulseira com 3 argolas de madrepérola, 4 de alumínio e 7 molas de prata.147

Figura 48: Colar montado com todas as peças.147

Figura 49: “Tudo te é falso e inútil V”, 1993, óleo sobre tela, Iberê Camargo (esquerda); logomarca da Fundação Iberê Camargo (direita, em cima) e desenho vetorizado do pingente.149

Figura 50: A) Posição original do pino de fixação do broche (em vermelho); B) posição do pino no novo projeto.150

Figura 51: Interface do programa ArtCAM Jewelry.151

Figura 52: Usinagem automatizada dos modelos no bloco de cera.152

Figura 53: Modelos de cera usinados.152

Figura 54: Modelo finalizado em prata 950 (esquerda) e peças em prata 950 no estado em que saíram da fundição.153

Figura 55: Brasagem do pino ao broche.153

Figura 56: Limagem do broche.154

Figura 57: Escovação do broche em politriz elétrica.	154
Figura 58: Polimento final do broche em politriz elétrica.	154
Figura 59: Broche finalizado (vista frontal).	155
Figura 60: Resíduos sólidos de titânio da indústria Promm.	157
Figura 61: Interseção de dois ciclos produtivos, pelo uso de resíduos sólidos de titânio em jóias, tornando o ciclo ideal do produto da empresa joalheira ainda mais eficiente.	158
Figura 62: Estudo de figura-fundo para determinação da forma do anel e do pingente 1 desta coleção (parte superior da imagem) e fragmento de chapa de titânio, com indicação da parte aproveitada para o anel (parte inferior da imagem).	161
Figura 63: Ficha técnica do projeto do anel.	162
Figura 64: Ficha técnica do projeto do pingente.	163
Figura 65: Fragmento na chapa de titânio (esquerda) e combinações formais dos elementos selecionados.	164
Figura 66: Ficha técnica do projeto do par de brincos.	165
Figura 67: Partes componentes do anel de prata e titânio (em cima) e as duas possibilidades de uso da jóia (embaixo).	167
Figura 68: Pingente de prata e titânio em três possibilidades de configuração para o uso.	168
Figura 69: Par de brincos de prata 950 e titânio, frente (direita) e verso (esquerda).	169

Figura 70: Colar 1 de ouro 750, titânio e couro.	170
Figura 71: Possibilidades de configuração do colar 1.....	171
Figura 72: Colar 2 de prata 950, titânio e borracha.	172
Figura 73: Possibilidades de configuração do colar 2.....	173

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1: Relação entre milésimos, quilatagem e porcentagem de ouro na liga.	52
Quadro 1: Cores de ligas de ouro 750. Fonte: ANGLOGOLD ASHANTI, 2006, <i>online</i>	53
Quadro 2: Processos de fabricação utilizados na produção de jóias, agrupados em cinco categorias, segundo os resultados esperados.	62
Quadro 3: Oposição entre os valores do luxo tradicional em oposição ao “novo” luxo.	77
Quadro 4: Instrumento de análise ecológica de jóias.	175
Quadro 5: Aplicação do instrumento no caso do colar “Ciclos”.	180
Quadro 6: Aplicação do instrumento no caso do broche da Fundação Iberê Camargo.	184
Quadro 7: Aplicação do instrumento no caso do anel da coleção “Titânio”.	187
Quadro 8: Aplicação do instrumento no caso do pingente da coleção “Titânio”. ...	190
Quadro 9: Aplicação do instrumento no caso do brinco da coleção “Titânio”.	192
Quadro 10: Aplicação do instrumento no caso do colar 1 da coleção “Titânio”.	195
Quadro 11: Aplicação do instrumento no caso do colar 2 da coleção “Titânio”.	198
Tabela 2: Comparação da ecoeficiência dos produtos.	200
Quadro 12: Cálculo da ecoeficiência do colar “Ciclos”.	220

Quadro 13: Cálculo da ecoeficiência do broche da Fundação Iberê Camargo.	221
Quadro 14: Cálculo da ecoeficiência do anel “Titânio”.	221
Quadro 15: Cálculo da ecoeficiência do pingente “Titânio”.	221
Quadro 16: Cálculo da ecoeficiência do brinco “Titânio”.	221
Quadro 17: Cálculo da ecoeficiência do colar 1 da coleção “Titânio”.	222
Quadro 18: Cálculo da ecoeficiência do colar 2 da coleção “Titânio”.	222

LISTA DE SIGLAS

AJORIO – Associação dos Joalheiros do Rio de Janeiro

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ASM – *International American Society for Metals* (Sociedade Internacional Americana de Metais)

CDCC – Centro de Divulgação Científica e Cultural

CIESP – Centro das Indústrias do Estado de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DfA – *Design for Assembly* (Design para a montagem)

DfD – *Design for Disassembly* (Design para a desmontagem)

DfE – *Design for Environment* (Design para o meio ambiente)

DfM – *Design for Manufacturing* (Design para a manufatura)

DfR – *Design for Recycling* (Design para a reciclagem)

DfS – *Design for Service* (Design para serviços)

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

EPA – *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América)

FAUUSP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

IBGM – Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos

ICSID – *International Council of Societies of Industrial Design* (Conselho Internacional das Associações de Design Industrial)

ISO – *International Standards Organization* (Organização Internacional de Estandarização)

LCA – *Life Cycle Assessment* (Avaliação do Ciclo de Vida)

LCD – *Life Cycle Design* (Design do Ciclo de Vida)

MODELAGE – Laboratório de Modelagem Geológica e Ambiental

NDS-UFRGS – Núcleo de Design de Superfície da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

NDSM-UFRGS – Laboratório de Design e Seleção de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ONU – Organização das Nações Unidas

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ULBRA – Universidade Luterana Brasileira

UNB – Universidade de Brasília

UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

USP – Universidade de São Paulo

WBCSD – *World Business Council for Sustainable Development* (Conselho Econômico Mundial para o Desenvolvimento Sustentável)

WCED – *World Commission on Environmental Development* (Comitê Mundial sobre Desenvolvimento Ambiental)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	22
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA.....	23
1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	25
1.3 PROBLEMA DA PESQUISA.....	25
1.4 OBJETIVOS.....	26
1.4.1 Objetivo geral	26
1.4.2 Objetivos específicos	26
1.5 JUSTIFICATIVA.....	27
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
2.1 JÓIA.....	28
2.1.1 Aspectos conceituais e históricos da joalheria	34
2.1.2 Aspectos materiais	51
2.1.2.1 Ouro e ligas de ouro.....	51
2.1.2.2 Prata e ligas de prata.....	53
2.1.2.3 Metais do grupo da platina e suas ligas.....	54
2.1.2.4 Titânio.....	55
2.1.2.5 Gemas.....	56
2.1.2.6 Polímeros.....	57
2.1.2.7 Cerâmicas e vidro.....	59
2.1.3 Processos de fabricação	61
2.1.3.1 Prototipagem.....	62
2.1.3.2 Conformação.....	64
2.1.3.3 Separação.....	67
2.1.3.4 União.....	70
2.1.3.5 Acabamento.....	73
2.1.4 Aspectos econômicos e socioculturais do consumo de jóias	75
2.2 DESIGN DE JÓIAS.....	78
2.2.1 Panorama brasileiro da produção industrial de jóias ..	82
2.2.2 Perfil histórico do designer de jóias	85

2.2.3 Produção artesanal e design autoral	87
2.2.4 Designers contemporâneos de jóias	91
2.2.4.1 Adeguimar Arantes.....	91
2.2.4.2 Antonio Bernardo.....	93
2.2.4.3 Bettina Terepins.....	96
2.2.4.4 Glória Corbetta.....	98
2.2.4.5 Miriam Mirna Korolkovas.....	100
2.2.4.6 Ralf Schinke.....	101
2.2.4.7 Rita Prossi.....	104
2.2.4.8 Valéria Sá.....	105
2.2.4.9 Victoire de Castellane.....	107
2.2.4.10 Virgínia Moraes.....	108
2.3 ECODESIGN	110
2.3.1 Breve histórico da relação ecologia x design	111
2.3.2 <i>Life Cycle Design (LCD) e Design for Environment (DfE)</i>	116
2.3.3 Reduzir, reutilizar e reciclar (3R's)	119
2.3.4 Ecoeficiência	121
2.3.5 Resíduos sólidos	123
2.3.6 Aspectos ecológicos do ciclo de vida das jóias	126
3. MÉTODOS	131
3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E DOCUMENTAL.....	131
3.2 PESQUISA APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	132
3.3 ESTUDO DE CASOS.....	132
4. ESTUDO DE CASOS	134
4.1 AMBIENTE DE TRABALHO.....	135
4.2 CASOS.....	140
4.2.1 Caso I – Colar “Ciclos”	140
4.2.1.1 Estímulo.....	141
4.2.1.2 Conceito.....	141
4.2.1.3 Materiais e processos.....	142

4.2.1.4 Produto.....	145
4.2.2 Caso II – Broche Institucional – Fundação Iberê Camargo.....	148
4.2.2.1 Estímulo.....	148
4.2.2.2 Conceito – Redesign.....	148
4.2.2.3 Materiais e processos.....	151
4.2.2.4 Produtos.....	155
4.2.3 Caso III – Coleção “Titânio”.....	156
4.2.3.1 Promm Indústria de Materiais Cirúrgicos.....	156
4.2.3.2 Estímulo.....	158
4.2.3.3 Conceito geral da coleção.....	159
4.2.3.4 Materiais e processos.....	160
4.2.3.4.1 Anel.....	161
4.2.3.4.2 Pingente.....	163
4.2.3.4.3 Brinco.....	164
4.2.3.4.4 Colar 1.....	165
4.2.3.4.5 Colar 2.....	166
4.2.3.5 Produtos.....	166
4.2.3.5.1 Anel.....	167
4.2.3.5.2 Pingente.....	168
4.2.3.5.3 Brinco.....	169
4.2.3.5.4 Colar 1.....	170
4.2.3.5.5 Colar 2.....	172
5. RESULTADOS.....	174
5.1 CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO DE ANÁLISE ECOLÓGICA DE JÓIAS.....	174
5.2 ANÁLISE DOS CASOS.....	179
5.2.1 Colar “Ciclos”.....	180
5.2.2 Broche institucional – Fundação Iberê Camargo.....	184
5.2.3 Coleção “Titânio” – Anel.....	187
5.2.4 Coleção “Titânio” – Pingente.....	190
5.2.5 Coleção “Titânio” – Brinco.....	192
5.2.6 Coleção “Titânio” – Colar 1.....	195

5.2.7 Coleção “Titânio” – Colar 2.....	198
5.3 COMPARAÇÃO DA ECOEFICIÊNCIA DAS JÓIAS.....	200
6. CONCLUSÕES.....	202
6.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	202
6.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	204
6.3 DESDOBRAMENTOS FUTUROS.....	205
REFERÊNCIAS.....	206
GLOSSÁRIO.....	215
APÊNDICE A – Cálculo da ecoeficiência das jóias estudadas.....	220

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação está pautada na fundamentação teórica sobre jóia, design de jóias e ecodesign e no estudo de três casos que corroboram com a possibilidade do ecodesign de jóias, desde que preenchidos os requisitos inerentes a um projeto de jóia ecológica. Os requisitos que determinam o design de uma jóia ecológica foram levantados a partir do cruzamento da fundamentação teórica com a experiência profissional do autor desta pesquisa como designer de jóias. A partir daí foi construído um instrumento para análise objetiva e avaliação ecológica dos três conjuntos de produtos joalheiros realizados pelo autor da pesquisa entre 2007 e 2009. Tal instrumento serve também como orientação prática para novos projetos de ecodesign de jóias.

O título da dissertação toma o nome “Ciclos”, da jóia do primeiro caso estudado, para representar simbolicamente os ciclos naturais, o ciclo de vida das jóias, e também o fechamento de ciclos de materiais que o ecodesign, quando aplicado à joalheria, pode proporcionar.

O capítulo 1 “Introdução” apresenta a distribuição dos conteúdos da dissertação, bem como apresenta a contextualização do tema, o problema, os objetivos e as justificativas da pesquisa.

Os termos e noções principais são definidos no capítulo 2 “Fundamentação teórica”, segundo revisão e discussão da literatura trazida por diferentes autores que tratam dos alicerces teóricos fundamentais desta pesquisa. Além disso, alguns termos gerais adotados nessa dissertação, básicos para a compreensão do campo de estudo, são apresentados no glossário.

O capítulo 3 “Métodos” descreve a metodologia científica adotada para a pesquisa e para o estudo de casos.

O capítulo 4 “Estudo de casos” apresenta e descreve os casos estudados, constituídos pelas jóias criadas e desenvolvidas pelo autor da pesquisa. A descrição

dos casos foi organizada segundo os critérios de estímulo gerador da jóia ou coleção, o conceito norteador adotado no design das jóias, os materiais e processos selecionados e utilizados na produção das jóias e os resultados obtidos em termos de produtos.

As análises do(s) produto(s) de cada caso são apresentadas no capítulo 5 “Resultados”, onde são indicadas também a construção e a aplicação do instrumento de análise ecológica de jóias. Os limites e vantagens encontrados na criação e produção das jóias também são discutidos e apresentados nesse capítulo.

O capítulo 6 “Conclusões” aponta as conclusões em relação ao problema da pesquisa e aos objetivos propostos, assim como apresenta as considerações finais e discute desdobramentos futuros para a pesquisa e prática do design de jóias orientado por critérios ecológicos.

Finalmente, no apêndice A é apresentado o cálculo da ecoeficiência das jóias confeccionadas e estudadas.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Esta dissertação trata da possibilidade do ecodesign de jóias e, para tanto, fundamenta-se em diversos teóricos e profissionais que discorrem sobre os aspectos técnicos, histórico-conceituais, simbólicos e estéticos da joalheria; sobre o processo de design de jóias e sobre os paradigmas atuais de ecodesign de produtos.

A jóia, como adorno corporal, tem acompanhado a história da humanidade desde os seus primórdios e evoluído no sentido de que suas dimensões técnica, estética, simbólica e econômica têm alternado a sua importância na concepção e produção das jóias. No século XXI, o valor monetário dos materiais que constituem os produtos da joalheria não é mais determinante na caracterização de um adorno corporal como jóia. Outros valores entram em evidência, como os aspectos de identificação cultural; as noções de exclusividade e raridade, trazidas pela confecção

de peças únicas produzidas artesanalmente; aspectos ergonômicos de usabilidade, conforto físico e bem-estar psicológico; e também aspectos ecológicos, cada vez mais ponderados no desenvolvimento de produtos.

O design de jóias extrapola a circunscrição industrial do design de produtos, na medida em que ainda se vale de métodos produtivos manuais e artesanais, inclusive quanto à escala limitada desse tipo de produção. Isso remonta às fases anteriores à Revolução Industrial, onde o projeto de uma jóia era uma atividade vinculada à sua produção, sendo exercida freqüentemente pelo mesmo artesão ourives que confeccionava a peça. Hoje, no Brasil, muitos designers ainda executam manualmente seus projetos de jóias, o que acarreta um ciclo de desenvolvimento de produtos mais longo, mas permite maior pesquisa de formas e materiais, auxiliando na concepção de jóias mais criativas e esteticamente inovadoras, com mais valores simbólicos atrelados.

A preocupação quanto à crescente e destrutiva interferência do ser humano no meio ambiente tem, desde os anos 1970, segundo Bürdek (2006), influenciado e alterado os paradigmas de desenvolvimento de produtos, direcionando-o para a incorporação da dimensão ambiental já na concepção e projeto de novos produtos. Assim, diversos setores industriais têm modificado seus processos produtivos e seus produtos, a fim de atender os requisitos ecológicos que o desenvolvimento de um produto envolve. Aspectos como a escassez de recursos naturais, o consumo crescente e o aumento da poluição ambiental são problemas que afetam também a produção joalheira. Uma vez que utiliza principalmente recursos materiais naturais raros, cuja extração e beneficiamento impactam negativamente o meio ambiente, a joalheria deve acompanhar essas mudanças, atualizando seus conceitos e paradigmas a fim de desenvolver-se de acordo com cenário de sustentabilidade ambiental que se estabelece.

Uma possibilidade de desenvolvimento de jóias ecologicamente corretas é o emprego de materiais diferenciados dos tradicionais (metais preciosos e gemas naturais) na sua produção, incluindo uma vasta gama de resíduos sólidos industriais passíveis de reuso e reciclagem hoje disponíveis.

1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa fundamentou-se nos campos teóricos e práticos da joalheria, do design de jóias e do ecodesign para indicar e avaliar os caminhos e possibilidades do desenvolvimento de jóias contemporâneas, orientadas por critérios ecológicos.

Apresenta-se, como demarcação de variáveis para a pesquisa e para o desenvolvimento de produtos dentro do escopo deste trabalho, os materiais utilizados no processo de design de jóias com a inserção de resíduos sólidos inertes, pré e pós-consumo, originados de processos industriais e de descarte de produto; e a adequação de processos de tratamento e beneficiamento desses resíduos para agregar valor aos produtos joalheiros.

Através do estudo de três casos que são conjuntos de jóias ecológicas realizadas pelo autor da pesquisa, pôde-se verificar a possibilidade efetiva do ecodesign de jóias.

1.3 PROBLEMA DA PESQUISA

Como resíduos sólidos industriais (pré e pós-consumo) tratados adequadamente podem ser utilizados como material para o desenvolvimento de jóias ecologicamente eficientes, além de agregar valores funcionais e estéticos aos produtos?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é implementar e analisar o desenvolvimento de jóias ecologicamente eficientes através da re-significação de resíduos sólidos industriais.

1.4.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- Caracterizar a ocorrência do fenômeno jóia em diferentes sociedades e períodos históricos, buscando atualizar o conceito de jóia na sociedade brasileira contemporânea.
- Investigar o processo de criação de designers contemporâneos de jóias, identificando seus conceitos norteadores, os tipos de produção, e se e como contemplam os preceitos ambientais no desenvolvimento de seus produtos.
- Sistematizar o ciclo de vida do produto jóia, através da análise e discussão das fases desse ciclo e as implicações ambientais inerentes a ele.
- Construir um instrumento de análise objetiva para avaliação e orientação de projetos de jóias ecológicas.
- Desenvolver jóias com resíduos sólidos industriais e avaliar os produtos gerado através da aplicação do instrumento de análise ecológica desenvolvido.
- Promover a conexão e colaboração entre setores industriais distintos,

através do design de jóias, estimulando o desenvolvimento de produtos mais ecológicos e viabilizando uma alternativa nobre para o aproveitamento de resíduos sólidos industriais, fechando ciclos de materiais.

- Apontar diretrizes práticas para o ecodesign de jóias.

1.5 JUSTIFICATIVA

A principal motivação para a realização desta dissertação é a necessidade de mudança dos paradigmas de design e desenvolvimento de produtos joalheiros para se atingir o desenvolvimento ambientalmente sustentável de jóias, incluindo a necessidade de se re-avaliar o processo de design de jóias sob a ótica do ecodesign que se estabelece.

A existência de resíduos sólidos industriais oriundos de processos produtivos e de produtos descartados, a necessidade de processos adequados de tratamento e beneficiamento de resíduos bem como a possibilidade de integração dos resíduos tratados como matéria-prima no processo de desenvolvimento de produtos com alto valor agregado justificam o trabalho desta dissertação.

Também motiva este trabalho a crescente e inadvertida popularização do termo jóia ecológica, abarcando produtos nem sempre passíveis de classificação como jóia, muito menos como ecológica.

Além disso, a carência de conhecimento sistematizado sobre o design brasileiro de jóias e sua relação com os materiais, os meios de produção e o meio ambiente, justifica a execução desta dissertação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo objetiva circunscrever o campo de inserção do tema abordado, procurando compreender melhor os conceitos e termos presentes nesse cenário: jóia, design de jóias e ecodesign são os pontos fundamentais deste trabalho.

Para tanto, utilizou-se de pesquisa exploratória e descritiva, em fontes diversas (livros, manuais técnicos, artigos científicos, documentos eletrônicos, etc.) buscando sistematizar os aspectos conceituais, técnicos e históricos das áreas abordadas. Os autores das fontes selecionadas apresentam domínio e diferentes abordagens sobre os temas envolvidos, gerando uma base consistente de conhecimento que, quando necessário, foi confrontada à experiência do autor desta pesquisa a fim de eleger os posicionamentos mais pertinentes ao desenvolvimento desta dissertação.

A seguir, nos itens 2.1, 2.2 e 2.3, apresenta-se os resultados da pesquisa exploratória realizada, isto é, os conceitos e seus sentidos produzidos e adotados na presente dissertação. Esses conceitos formam indicadores para auxiliar na posterior análise objetiva dos casos estudados.

2.1 JÓIA

É amplamente difundida e aceita a denotação do termo “jóia” como sendo um objeto, usado junto ao corpo, que complementa ou ressalta esteticamente a aparência de quem o usa, isto é, um **adorno corporal*** feito com materiais naturais raros, em geral **metais nobres*** e/ou **gemas*** (mais conhecidas como pedras preciosas). Na joalheria tradicional¹, tais materiais são trabalhados minuciosamente,

¹ Campo ou atividade da indústria de transformação que aplica processos de ourivesaria a metais preciosos e gemas naturais para a produção de jóias. **Ourivesaria***, por sua vez, consiste no trabalho minucioso e artesanal do ouro e outros metais preciosos na confecção de diversos objetos, inclusive jóias. **Argentaria*** consiste no mesmo trabalho, só que feito exclusivamente na prata.

com rigor e qualidade técnica, de maneira a acentuar os atributos visuais e algumas das propriedades mecânicas e físicas destes materiais, criando **produtos*** de uso pessoal de elevado conteúdo **estético*** e, muitas vezes, de alto valor econômico.

Segundo a pesquisadora e designer de jóias, Eliana Gola (2008), esse tipo de **artefato*** tornou-se “moeda universal que não perde seu valor material, documento que resiste ao tempo e patrimônio impregnado de sentimento e história” (GOLA, 2008, p. 15). Ou seja, por conter **metais preciosos*** e gemas, materiais economicamente caros e bastante resistentes ao uso junto ao corpo, estes objetos possuem valor monetário intrínseco e uma durabilidade tal que permite às jóias preservarem, através dos tempos, os aspectos históricos e socioculturais do contexto de sua produção e consumo, tornando-se registro e documento da época em que foram produzidas. Além disso, por serem objetos de uso pessoal, muitas vezes adquiridos para marcar ocasiões significativas das vidas dos seus usuários, e que acabam passando de geração para geração, as jóias carregam significados e valores subjetivos de afeto, estima e estilo pessoal.

Para evitar a confusão e a banalização do termo jóia, bem como a sua depreciação frente a uma vasta gama de adornos corporais possíveis e existentes, como as **bijuterias*** e as **semi-jóias*** - essas duas tidas como adornos em que se utilizam materiais comuns (no sentido de mais abundantes e acessíveis, na natureza ou no comércio) e pouco resistentes, para imitar materiais mais raros, nobres, e duráveis -, atualiza-se o significado de jóia na sociedade contemporânea.

Essa atualização é feita apoiando-se em diversos autores contemporâneos que abordam o tema da joalheria sob diferentes enfoques, como Codina (2000), Corbetta (2007), Faggiani (2005), Gola (2008) e Untracht (1985), e também na experiência profissional do autor desta pesquisa no design e confecção de jóias, chegando-se à classificação de uma jóia como sendo: um adorno corporal fabricado com rigor e qualidade técnica para atingir uma qualidade estética e semântica, sendo um objeto expressivo visualmente, autêntico, usável e durável. Pode agregar

* As palavras destacadas no texto por negrito e seguidas de asterisco remetem ao glossário de termos, no final da dissertação, onde são explicadas de uma maneira mais genérica. Quando incluídas no corpo do texto, procurou-se explicitar seu sentido específico.

metais preciosos, gemas naturais e outros materiais, desde que apresentados autenticamente.

A autenticidade, aqui, refere-se à veracidade em algo expressar o que realmente é, e não, depreciativamente, tentar imitar ou simular o que não é. A jóia deve expressar a beleza própria dos materiais que a compõem, de acordo com Codina (2000). Daí a diferença entre jóias e semi-jóias ou réplicas, pois estas usam processos de fabricação específicos e materiais mais comuns para simular outros materiais mais nobres e raros, seja através de revestimentos (**banhos metálicos*** e **folheados***) ou gemas sintéticas, por exemplo.

No contexto da joalheria, a usabilidade remete ao conforto (físico, fisiológico e psicológico) propiciado por uma jóia que possa ser usada no corpo, muitas vezes em contato com a pele, sem causar danos ou ferimentos ao usuário. Aqui a usabilidade é relacionada com a elevada inércia química dos materiais nobres, como metais preciosos e gemas naturais, que não reagem quimicamente com a maioria dos ácidos, bases e outras condições extremas dos meios em que eventualmente as jóias possam entrar em contato (IBGM; DNPM, 2005). Numa jóia, é necessário que as peças sejam leves ou, no mínimo, portáteis, ainda que usem materiais densos, como o ouro.

A durabilidade, no caso de jóias, pode ser definida como a capacidade que um material ou peça possui de manter sua forma e acabamento originais, resistindo aos constantes esforços mecânicos aos quais um produto usado junto ao corpo é submetido. Dureza ou resistência mecânica elevadas e boa resistência à abrasão são as principais propriedades mecânicas dos materiais, que conferem durabilidade a este tipo de produto, de acordo com Salem (2007) e Codina (2000).

Além disso, as jóias devem ser tecnicamente bem construídas para manterem-se estruturalmente estáveis por muito tempo (UNTRACHT, 1985). Isso quer dizer que os processos de fabricação devem ser específicos e bem executados, garantindo um longo ciclo de uso do produto. Soldas e engastes (fixação mecânica permanente) de partes e elementos constituintes são processos típicos utilizados em jóias para assegurar a durabilidade do produto.

A durabilidade dos materiais e da estrutura física de uma jóia é o que a diferencia das bijuterias que têm, geralmente, materiais menos resistentes e processos de fabricação e de acabamento elaborados através de métodos condizentes com os materiais empregados, resultando em uma estrutura física frágil.

Na sociedade contemporânea, conforme Faggiani (2006), nota-se que diminuiu a importância sobre o valor monetário dos materiais usados na caracterização do que é jóia, abrindo espaço para a entrada de novos valores: estéticos, ecológicos, sociais, simbólicos, etc.

Neste trabalho, a autenticidade, a usabilidade e a durabilidade foram adotados como critérios objetivos constituintes do produto jóia, além dos critérios subjetivos de beleza estética e significado agregado. Esses critérios são características ou adjetivos que acabam por envocar, em última instância, as funções da jóia como produto.

A sistematização dos dados de pesquisa aponta como pertinentes ao conceito contemporâneo de jóia tais funções, que podem ser sintetizadas pelos verbos a seguir, indicando condições fundamentais para que um adorno corporal seja designado como jóia, e relacionadas às dimensões da jóia como produto, que serão explicitadas logo após.

Adornar: refere-se à forma da jóia, que deve ser esteticamente atraente e, ainda, expressar a autenticidade dos materiais constituintes, segundo Gola (2008). Esta função caracteriza a dimensão estética da jóia.

Significar: referente à propriedade da jóia carregar valores intangíveis, que lhe são atribuídos pelo seu criador/produtor, no projeto conceitual do produto, e também pelos seus consumidores, atrelando valores subjetivos e emocionais a partir do seu uso (FAGGIANI, 2006). Esta função – de significar – define a dimensão simbólica do produto jóia, e também pode ser relacionada com a dimensão estética.

Durar: os materiais e processos envolvidos na produção de uma jóia devem promover a durabilidade dela perante o seu uso, garantindo o seu desempenho

(GOLA, 2008; SALEM, 2007). Uma vez que materiais mais nobres são mais duráveis, e, conseqüentemente mais caros, esta função tem estrita relação com as dimensões técnica e econômica da jóia.

Usar: depende da forma e dos materiais da jóia, conforme Untracht (1985). As dimensões, configurações e a seleção de materiais usados numa jóia devem propiciar o seu uso junto ao corpo. Esta função abrange a dimensão estética, por estar relacionada com os atributos físicos da jóia, e também a dimensão técnica, por envolver certos aspectos produtivos e **ergonômicos*** (conforto, prazer, mobilidade, etc.).

Vender: como produto, como afirma Coelho (2008), a jóia deve ser produzida e consumida. Para tanto deve adequar-se a um sistema produtivo e comercial, de oferta e procura, e, por isso, esta função integra as dimensões técnica e econômica da jóia.

A figura 1, elaborada pelo autor desta pesquisa, aponta como se inserem as funções da jóia no seio de suas dimensões estética, simbólica, técnica e econômica.

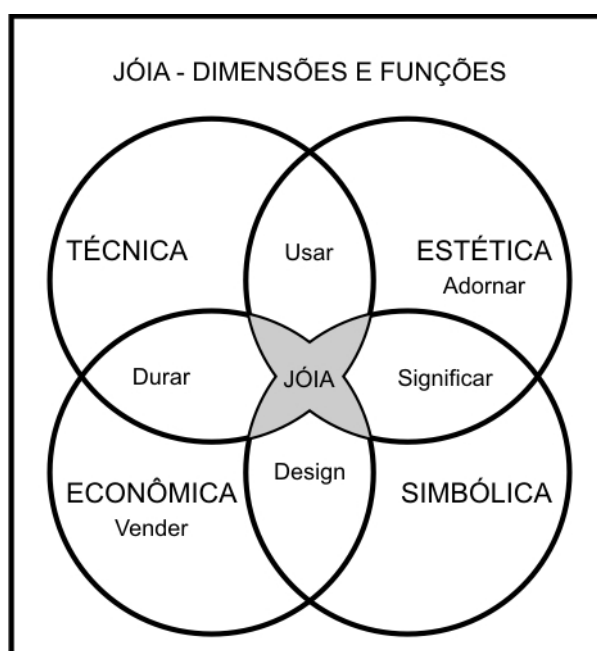


Figura 1: Funções e dimensões da jóia.

Quando contêm metais preciosos e gemas naturais, as jóias possuem valor

monetário intrínseco. Ainda que menor em relação ao preço de venda, esse valor monetário, juntamente com a portabilidade destes produtos, é o que caracteriza essas jóias como reserva de valor e moeda (GOLA, 2008). Isto delimita a dimensão econômica da jóia, sendo que essa já foi a fundamental, quando diferenciava a jóia dos outros adornos corporais (FAGGIANI, 2006).

A outra dimensão, e talvez a principal nos dias de hoje, da jóia como produto, é dada pela sua própria aparência que, relacionada com seus atributos físicos, materiais, visuais e formais, pode ser aqui determinada como a dimensão estética da jóia (FAGGIANI, 2006). Para adornar, os materiais que compõem uma jóia são trabalhados esteticamente de maneira a ressaltar ou complementar também a beleza da pessoa que a usa e/ou o prazer dessa pessoa portar uma forma de seu agrado, constituindo um elemento importante na expressão da identidade de cada pessoa.

Como produto de uso pessoal, conforme Löbach (2001), a jóia se insere num contexto sociocultural e carrega uma carga de informações e valores simbólicos atrelados, denotando raridade, preciosidade, luxo e riqueza, além de valores sentimentais e emocionais agregados pelos usuários, (FAGGIANI, 2006). Demonstra-se aí a dimensão simbólica da jóia.

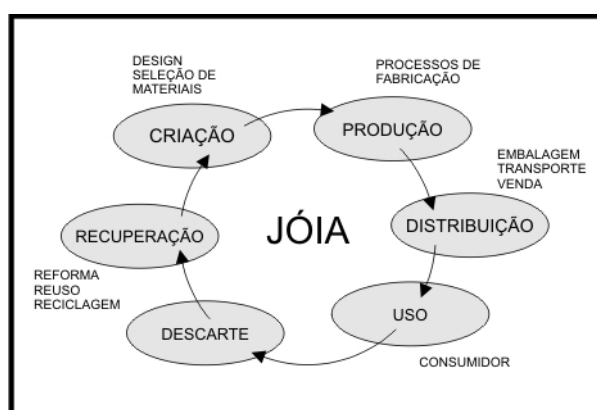


Figura 2: Sistema-produto jóia.

Sendo um produto, a jóia delinea um ciclo de produção e consumo, que pode ser esquematizado conforme a figura 2, realizada pelo autor, demonstrando o sistema-produto jóia, formado pelos serviços e ações dos atores envolvidos em suas

etapas. Este ciclo explicita a dimensão técnica do produto joalheiro, relacionada com a viabilidade de produção de uma jóia.

Adiante, na seção 2.1.2 esse ciclo será abordado com mais detalhes no que concerne aos aspectos materiais e, de sua produção (processos de fabricação), na seção 2.1.3. Os aspectos do uso e consumo de jóias serão tratados na seção 2.1.4. Na seção 2.2 deste capítulo, serão abordados os aspectos relativos à criação e projeto do produto jóia. Finalmente, na seção 2.3.6, os aspectos ecológicos envolvidos em todas as fases do ciclo de vida do produto jóia serão explicitados.

2.1.1 Aspectos conceituais e históricos da joalheria

Esta seção sistematiza os resultados da pesquisa bibliográfica em que foram levantados os aspectos históricos, materiais, técnicos e conceituais que permearam e permitiram a manifestação do fenômeno jóia através dos tempos em diversas sociedades. Não se trata de uma historiografia completa da jóia, restringindo-se aos fatos e dados mais relevantes relativos à criação e produção de jóias e que melhor caracterizam a evolução da jóia, dos primórdios da humanidade até os dias de hoje.

Estudos publicados pelo arqueólogo Chris Stringer do Museu de História Natural de Londres, em 2006, na revista americana *Science*, indicam as jóias mais antigas encontradas como sendo colares ou pulseiras de contas feitas de conchas, datadas entre 90.000 e 100.000 anos a. C., segundo Rincon (2006, *online*, tradução nossa). Três conchas foram encontradas em Israel e na Algéria e, ao que tudo indica, elas foram deliberadamente perfuradas e configuradas em colares, conforme indica a figura 3.



Figura 3: Conchas com mais ou menos 100.000 anos, encontradas em Israel e na Algéria, provavelmente parte de colares ou pulseiras. Fonte: RINCON, 2006, *online*.

Acredita-se que, conforme Rincon (2006), estes primeiros indícios de ornamentos corporais tenham evoluído de dispositivos feitos de conchas, madeiras, ossos e dentes, usados para a união de peças de peles de animais, com fins de vestimenta, na proteção contra o frio, desde as últimas glaciações.

Os motivos que ilustram esses artefatos são geralmente zoomorfos, e alguns são tão detalhados que possibilitaram a posterior identificação das espécies animais representadas, de acordo com Gola (2008, p. 26). Fica evidente a associação simbólica e mística vinculada a esses ornamentos, frutos de uma época em que se representavam os animais com o intuito de dominá-los mais facilmente na hora da caçada, ainda conforme Gola (2008).

Do Paleolítico (100.000 a.C. – 10.000 a.C.), a maioria dos ornamentos encontrados podem ser agrupados em pingentes, ornamentos de contorno recortado e rodela, ou discos esculpido, além de colares; esses artefatos indicam que o homem dessa época tenha recorrido a materiais e objetos abundantes e de fácil manipulação: conchas e pequenos crustáceos, pedras, fósseis, ossos, dentes e chifres, além de sementes, amarrados com cordões de fibra vegetal, como afirma Gola (2008, p. 26).

Do Neolítico (10.000 a.C. – 2.000 a.C.) e do Calcolítico (2.500 a.C. – 1.800 a.C.) ainda existem exemplos de jóias feitas de cobre, com ou sem gemas incrustadas e também de cerâmica, como afirmam diversos autores, entre eles Gola (2008), Hall (1997) e Swarbrick (1996). Gradativamente, os motivos realistas-

naturalistas foram sendo estilizados e substituídos por motivos mais geométricos, até atingirem a total abstração na decoração das jóias.

Segundo Hall (1997), Llorente (1995) e Swarbrick (1996), na Idade do Bronze (2.500 a.C. – 1.800 a.C.), as primeiras técnicas de manipulação do ouro foram estabelecidas. Os assentamentos humanos já demonstravam elevada estratificação social, e o comércio e a navegação propiciaram a difusão progressiva da metalurgia básica. O ouro, pela sua **ductilidade***, isto é, sua maleabilidade, era trabalhado principalmente em lâminas, obtidas pelo martelamento do metal. Na Europa Ocidental, por volta dessa época, “excepcionalmente, peças em ouro já eram obtidas por fundição” (SWARBRICK, 1996, p. 11, tradução nossa).

Swarbrick (1996) cita que no Iraque foram encontradas ferramentas de ourivesaria, datadas de 1738 a. C, numa oficina de joalheria, e dão o registro de como eram feitas as jóias nesta época. Esta oficina estava anexada a um templo, mas era comum também o vínculo a cortes e palácios. Esta associação evidencia, além da complexidade da rede social, como o uso de jóias foi representativo da dominação econômica e religiosa exercida pelas elites sociais da época (Idade do Bronze).

Próximo à Idade do Ferro, já que em algumas culturas esta não ocorreu na mesma época, destacam-se, das civilizações orientais, a Índia e a China. Nesta, segundo Schumann (2006), há 2.500 anos atrás já existia um consolidado comércio de pérolas. Os chineses preferiam o trabalho em prata para as jóias.

A figura 4 apresenta um broche chinês de prata em forma de serpente estilizada. Os motivos decorativos eram, em geral, religiosos e figurativos, ainda que estilizados.



Figura 4: Broche chinês em prata, na forma de uma serpente estilizada. Foto: Museu de Shangai, Shangai, China. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 48.

Da Índia vinham os rubis e safiras que, mais tarde, decoraram as jóias nas cortes européias. Os indianos também começaram nesse período (mais ou menos a partir de 1.500 a. C) a dominar a metalurgia do ouro e os motivos decorativos eram também religiosos e figurativos.

Na Idade do Ferro (1.200 a.C. – 1.000 d.C), já consolidada na Europa, norte da África e Oriente Médio, segundo Swarbrick (1996), com o advento de ferramentas deste metal, o grau de precisão e refinamento das técnicas joalheiras evoluiu, iniciando pela granulação (técnica de ourivesaria que utiliza pequenas esferas, ou grãos de metal, na decoração das peças) e outras técnicas decorativas do ouro, no trabalho dos fenícios. Os etruscos e persas assimilaram e refinaram ainda mais estas técnicas, conforme Gola (2008). Os celtas, povos e tribos bárbaras, também desenvolveram técnicas similares, chegando ao nível do domínio total sobre o metal. Os motivos que decoravam as jóias desses povos eram freqüentemente religiosos e também representavam aspectos da vida diária nas sociedades, servindo até hoje como registro histórico dessas culturas. Formas e padrões geométricos também parecem ter sido uma constante na decoração de jóias e adornos corporais desse período e dessas culturas.

No Egito antigo, conforme Hall (1997) e Swarbrick (1996), o ouro passou a ser preferido dentre outros metais, pela sua cor, representativa do Sol, raridade e

ductilidade. Em composição com esse metal, também na Mesopotâmia, eram mais usadas as gemas: cornalina, turquesa, feldspato verde e lapis lazuli, além de esmeralda. O vidro era empregado para imitar gemas naturais ou como material autêntico e expressivo, através dos processos de coloração do vidro, que eram relativamente bem desenvolvidos pelos egípcios, conforme Schumann (2006) e Swarbrick (1996).

A figura 5 ilustra um amuleto egípcio em forma de falcão datado de 254 a.C. encontrado numa tumba em Memphis, Egito. O amuleto é composto de ouro com turquesa, cornalina e lapis lazuli e demonstra os motivos religiosos freqüentes nas jóias dos egípcios da época.



Figura 5: Amuleto egípcio de ouro com turquesa, cornalina e lapis lazuli, em forma de falcão, datado de 254 a.C., encontrado em uma tumba em Memphis (Egito). Foto: Museu do Louvre, Paris, França. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 56.

Na Grécia clássica, o domínio escultórico das formas humanas ditava a preferência por trabalhos mais orgânicos e fluídos, em ouro com ou sem esmalte, mais do que com gemas. Foi nessa época que os gregos desenvolveram complexas e decoradas peças em filigrana (técnica que utiliza fios muito finos de metal para a decoração de uma superfície), “arranjadas em forma de espirais, ondas e flores” (SWARBRICK, 1996, p. 17, tradução nossa).



Figura 6: Tiara grega datada de 300 a.C., de ouro esmaltado e gemas, encontrada na Ucrânia. Foto: Antikensammlung Munich, Munique, Alemanha. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 64..

A figura 6 apresenta uma tiara grega, datada de aproximadamente 300 a.C. e encontrada na Ucrânia. A tiara é feita de ouro esmaltado, contém cornalina e lapis lazuli, e é um ilustrativo exemplo das complexas formas decoradas das jóias gregas do período.

Em Roma, já predominava um estilo mais simples, geométrico e sem muitos elementos decorativos. Com a cunhagem de moedas em metal precioso, o consumo de ouro passou a ser mais corriqueiro, difundindo o uso deste metal em jóias em camadas sociais menos abastadas, conforme Swarbrick (1996). As moedas passaram a ser, inclusive, diretamente engastadas em jóias, prevalecendo uma espécie de produção seriada, em detrimento da criação artística, como afirma Gola (2008).

Na Europa, a partir do século IV d.C., motivos cristãos passaram a substituir ou adaptar motivos pagãos no período bizantino, como mostra a figura 7, que ilustra um anel de noivado em ouro e bronze, do século VII d. C., decorado com imagens sacras.



Figura 7: Anel bizantino de noivado, do século VII d.C., em ouro e bronze, com motivos cristãos. Foto: Museu do Louvre, Paris, França. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 78.

Segundo Swarbrick (1996), as gemas coloridas, especialmente esmeraldas, safiras e pérolas, além do vidro, compunham ornamentos com ouro, prata e bronze na Europa da Idade Média. Formas intrincadas, com superfícies decoradas com filigranas, granulação e recobertas de pequenas gemas eram características nos ornamentos europeus do período medieval, como mostram as figuras 8 e 9, que apresentam, respectivamente: um broche espanhol em forma de águia, feito de bronze e vidro, do período visigótico (século VI d.C.); e três broches franco-germânicos circulares do período merovíngio (séculos V a VIII d.C.) em ouro, decorados com filigrana, granulações e pequenas gemas.



Figura 8: Broche espanhol do século VI d.C., em forma de águia, feito de bronze com vidro. Foto: Museu Arqueológico Nacional, Madri, Espanha. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 80.



Figura 9: Três broches franco-germânicos circulares do período merovíngio (séculos V a VIII d.C.) em ouro, decorados com filigrana e pequenas gemas incrustadas. Foto: Biblioteca Nacional da França – Gabinete das Medalhas, Paris, França. Fonte: UNTRACHT, 1985, p. 88.

A partir do século XIII, quando as leis medievais europeias ditavam que somente diamante, rubi, safira, esmeralda e pérola poderiam ser cravadas em ouro, enquanto a prata só poderia receber as gemas menos valiosas, como granada e ametista, de acordo com Swarbrick (1996) e Gola (2008), instaurou-se uma pejorativa divisão entre gemas preciosas e semi-preciosas, que perdurou até o século XX.

Conforme escreve Schumann (2006), as gemas passaram a ser cortadas e facetadas no final do século XIV. Até então, apenas as facetas naturais dos cristais eram polidas ou as gemas eram esculpidas e/ou talhadas na forma de cabochão (um tipo de lapidação sem facetas, em que as gemas recebem a forma de domo).

No Renascimento, renomados artistas, patrocinados pela aristocracia e pela Igreja, realizaram jóias que avançaram o desenvolvimento das técnicas tradicionais de joalheria. O entalhe em gemas e a escultura de camafeus produziam os símbolos desta época, em que as gemas eram enfatizadas, em detrimento do metal, como afirma Swarbrick (1996), e como ilustra a figura 10, um camafeu esculpido em sardônix e montado em ouro, de autoria do Atelier de Roma, com a imagem do perfil de Cláudio, do século XVI d.C.



Figura 10: Camafeu com perfil de Cláudio, em sardônix e ouro, de autoria do Atelier de Roma, do século XVI. Foto: Biblioteca Nacional da França – Gabinete das Medalhas, Paris, França. Fonte: HALL, 1997, p. 35.

Ainda em relação ao trabalho com gemas no Renascimento, um grande avanço técnico foi conseguido na **lapidação*** do diamante e outras gemas com a introdução do uso do rebolo² para o seu facetamento e polimento; surgindo, por exemplo, segundo Schumann (2006), a lapidação “8/8”, no século XVI e a “brilhante antiga” logo em seguida, constituindo as bases para o posterior desenvolvimento da lapidação “brilhante” atual. A produção de correntes, na Europa, também demonstrou grande avanço e difusão no Renascimento, continuando no Barroco, com o desenvolvimento, cada vez mais preciso, de ligas metálicas para as soldas, conforme Swarbrick (1996).

Nesta época, com a dominação política européia sobre diversos povos e territórios, ocorreu uma grande difusão do uso de materiais descobertos e explorados nas colônias. Ouro, prata e diamantes foram explorados na América Central e do Sul, inundando o mercado europeu. Topázio imperial e turmalina Paraíba, segundo Schumann (2006), são gemas genuinamente brasileiras que passaram a fazer parte de jóias européias a partir desse período.

² Disco de material abrasivo, movido por força giratória, sobre o qual se desbasta ou usina o material gemológico a ser lapidado.

Dos povos americanos pré-colombianos conhece-se os objetos e adornos que resistiram ao tempo: peças feitas de liga de ouro e cobre e de prata decoradas com turquesas, lapis lazuli, esmeraldas e outras gemas abundantes nestas terras, bem como com penas coloridas de espécies de aves nativas.

Nas Américas, também cabe considerar como jóia os adornos em arte plumária que, ainda hoje, fascinam pelas cores vivas e pelo apurado senso estético das composições destes exóticos artefatos, feitos com penas, plumas, sementes e fibras vegetais. Cercados de simbolismo, tais adornos eram usados em rituais e cerimônias das tribos indígenas. Ainda hoje, segundo Gola (2008), uma pulseira de penas, para os indígenas, tem tanto ou mais valor que uma pulseira de diamantes para a cultura europeia, e esse valor é proporcional à raridade do pássaro.

Com a chegada dos portugueses e espanhóis nas Américas no século XVI, começou um intenso intercâmbio local de mercadorias e materiais e os povos nativos passaram, pouco a pouco e não facilmente, a assimilar e a produzir jóias também com metais preciosos e gemas, como escreve Gola (2008). No caso do Brasil, naturalmente foi se formando uma mão-de-obra especializada, inicialmente seguindo o trabalho de mestres ourives vindos com a corte portuguesa ou de outras nacionalidades. Aos poucos, esses mestres foram passando o conhecimento das técnicas de ourivesaria para os negros e indígenas escravos, e, mais tarde, para trabalhadores livres, mas sempre controlados e submetidos às leis da coroa portuguesa, que fiscalizava a produção colonial de ouro e gemas, de acordo com Magtaz (2008).

Na região de Minas Gerais, centro da riqueza aurífera do século XVII, a criação artística e de adornos acompanhou a abundância do metal. A joalheria colonial servia para adornar os membros das famílias abastadas dos senhores de engenho e dos burgueses. Destaca-se também as pesadas jóias em ouro feitas para a escravaria, que deveria ostentá-las nas festas promovidas por seus proprietários, segundo Gola (2008) e Magtaz (2008).

Com o passar do tempo e com o desenvolvimento do trabalho dos ourives no Brasil, as diferenças entre as jóias daqui e as europeias acentuaram-se. Tais

diferenças culminaram na representação, em jóias, de objetos típicos da cultura brasileira: cocos, balangandãs, cuias e bombas, estribos, sinete, facas e punhais, conforme Gola (2008).

Voltando ao continente europeu, já no século XVIII, foi lá que ocorreram as primeiras interações entre moda e joalheria, segundo Swarbrick (1996). Complementando o estilo da nobreza, jóias eram criadas para serem usadas sobre os ricos tecidos das roupas. Preocupava-se da sintonia com as cores e temas em voga, gerando relações simbólicas e de uso mais fugazes e dinâmicas para a jóia. Gola (2008) afirma que metais e ligas menos preciosas, marcassita imitando diamante e vidros coloridos em camadas simulando gemas naturais foram usados para acompanhar as mudanças daqueles tempos, naquelas cortes.

Tais materiais eram mais usados de dia, para combinar com os vestidos na corte. Nos bailes à noite, afirma Swarbrick (1996), deveriam ser usadas jóias com gemas verdadeiras, pérolas naturais e metais nobres, únicos materiais capazes de manterem-se belos e exuberantes sob a baixa intensidade luminosa dos ambientes, ainda sem luz elétrica.

Em constante evolução técnica e estética, refletindo o desenvolvimento dos campos do saber, a joalheria continuou, como ainda continua, a expressar idéias e culturas vigentes durante o passar dos séculos. Na Europa do início do século XIX, além dos materiais já consagrados na joalheria, destacam-se as jóias alemãs de ferro fundido, imitando peças góticas e ornadas com camafeus; e também os artigos mais esportivos feitos de marfim esculpido, segundo Gola (2008). Na Suíça, também no século XIX, a esmaltagem de peças de jóias e relógios tecnicamente se desenvolveu bastante e a Itália se destacou pelas contas de vidro, correntaria, filigrana em prata e esculturas e camafeus em coral. É curioso notar que até 1829, quando o químico alemão Wöhler publicou seu método, menos complexo, para isolar alumínio metálico a partir do óxido de alumínio, o alumínio era um metal considerado precioso e chegava a custar mais caro que o ouro, como afirma Venetski (1969, *online*).

A Revolução Industrial, em suas diferentes fases, a partir do século XIX, permitiu uma produção em série que tornou acessível o consumo de jóias de materiais preciosos para uma parcela maior da sociedade. A classe média do século XIX glorificava jóias de ouro, platina e diamantes porque o estágio econômico e tecnológico industrial daquele momento possibilitava a ela, comprá-las. Isso estimulou o desenvolvimento da indústria de jóias na Europa e nos Estados Unidos. Conforme Faggiani (2006, p. 33), em outras épocas, o luxo foi associado ao acesso a mercadorias raras. Depois da revolução industrial, produtos que antes eram vistos como bens de luxo (incluindo camas e colchões) se tornaram triviais e corriqueiros, e acessíveis a uma maior parcela da sociedade.

Porém, segundo Cartlidge (1986) e outros autores, a massificação da produção começava a preocupar certos artistas e artesãos que viam na produção seriada industrial a criação de objetos decorativos impessoais, desprovidos de significado e desenhados sem criatividade e imaginação. Diante de uma avalanche de produtos industriais, estes artistas acreditavam que o toque humano, o respeito pelos materiais e a satisfação de se fazer um produto a mão acabariam por sucumbir. William Morris, John Ruskin e outros visionários do final do século XIX, taxados de românticos e idealistas, ensejavam produzir artefatos únicos para o grande público, com materiais mais acessíveis, mas com o mesmo empenho que um hábil ourives teria na produção de uma jóia para uma clientela rica e aristocrática.

Os adeptos do movimento Arts & Crafts sentiam que era urgente um retorno àquela relação particular da produção medieval de utensílios, das peças feitas uma a uma e com o artesão tendo pleno controle sobre o processo produtivo. Codina (2000) afirma que eles consideravam muito importante que os artesãos se comprometessem do design e da confecção dos objetos, se quisessem produzir um objeto mais significativo, fosse ele um móvel, uma cerâmica ou, sobretudo, uma jóia.

O movimento Arts & Crafts, a despeito da forma não agressiva e nem comercial de abordar o fazer, exerceu influência preponderante nas artes aplicadas e no design mesmo após sua “morte” precoce. Cartlidge (1986) afirma que as associações internacionais, os ideais de integração entre artistas e artesãos e a consciência social do Arts & Crafts influenciaram gerações posteriores. É irônico, no

entanto, que, no final, somente os ricos e cultos apreciavam as obras extraordinárias, os desenhos interessantes e o uso não convencional e ingênuo dos materiais característicos do movimento Arts & Crafts e de seus representantes do Art Nouveau.

Nascido de uma reação ao historicismo estilístico da época e de uma oposição direta à produção em série, o objetivo declarado do Art Nouveau, compartilhando os conceitos libertários do movimento Arts & Crafts, é o de tornar os valores estéticos acessíveis ao homem comum, ou seja, levar a arte às massas ao introduzi-la nos produtos funcionais do cotidiano. Afastando-se das decorações sobrecarregadas do passado, pretende reintroduzir o respeito pelos artigos feitos à mão, em vez de produtos feitos pela máquina, pelo emprego de novas formas, mais naturais, executadas em linhas fluídas e elegantes.

Apesar de compartilhar alguns posicionamentos intelectuais com o Arts & Crafts, o Art Nouveau, segundo Moraes (1997), a fim de atingir um público consumidor cada vez maior, revelou-se um estilo mais industrializável, utilizando materiais como o ferro, o bronze e o vidro, mais fáceis de serem produzidos e reproduzidos, alimentando a indústria ávida por novidades e com métodos produtivos cada vez mais eficientes. A inspiração para os motivos representados nas jóias do Art Nouveau vinha das recentes descobertas nas ciências naturais, como da biologia (botânica e fisiologia) bem como da flora e fauna dos países orientais e também do estudo da mente humana, dos sonhos e da imaginação.

O francês René Jules Lalique (1860 - 1945) é o principal artista representante do Art Nouveau e seu trabalho em jóias, de elevada qualidade estética, técnica e simbólica, é reconhecido e valorizado até os dias de hoje.

Aos 16 anos, Lalique estudou as técnicas de ourivesaria com o também conhecido joalheiro francês Louis Aucoq, em Paris, e mais tarde em Londres. Ao regressar para a França, Lalique trabalhou em grandes joalherias: Aucoq, Cartier e Boucheron. Mais tarde, a partir de 1882, criou e projetou, independentemente, jóias para diversas empresas e em 1886, criou sua própria fábrica de jóias e objetos de decoração.

Seguindo as fontes de inspiração do estilo Art Nouveau, Lalique criou jóias e outros objetos exóticos representando fauna e flora. Inovou utilizando materiais pouco comuns à joalheria da época, como vidro, esmalte, couro, marfim, madrepérola e gemas menos valorizadas economicamente. A figura 11 mostra um colar peitoral feito em ouro e esmalte, de dimensões e desenho extravagantes, representando serpentes, muito bem trabalhadas tecnicamente e integradas na composição da jóia.



Figura 11: Colar peitoral em ouro e esmalte de René Lalique. Foto: Museu Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal. Fonte: CARLIDGE, 1986, p. 85.

As reviravoltas econômicas e políticas do início do século XX que culminaram com a Primeira Guerra Mundial (1914 - 1918), propiciaram que uma nova classe rica substituísse a classe então dominante. Além dos nobres e aristocratas europeus, essa nova classe da alta burguesia, dos novos milionários americanos e dos príncipes orientais foi responsável pelo grande desenvolvimento que as joalherias tradicionais, como as francesas Cartier e Fouquet, e novas casas, como a italiana Bvlgari e a americana Tiffany, atingiram naquele período. Para a nova classe econômica, o dinheiro não impunha limites para a criação de jóias exuberantes, feitas de metais e pedras preciosas, o que acabou por difundir e valorizar o gosto por esse tipo de jóias. Por consequência, a arte da joalheria tradicional floresceu nessa época, e estas empresas continuaram a crescer na década de 1920.

Os criadores da Cartier parisiense, sob o comando de Louis Cartier, aventuravam-se em formas abstratas e geométricas, inspirados claramente pela arquitetura do novo século, o século da velocidade. Os códigos estilísticos estavam rompidos: havia a explosão de cores do Fauvismo, as novas expressões artísticas do cubismo e as pesquisas dos construtivistas russos e do abstracionismo.



Figura 12: Broche em platina, ouro, diamantes e safiras, da sede americana da Cartier, de 1925. Foto: Coleção Cartier. Fonte: CARTIER b, 2009, *online*.

Pode-se dizer que a Cartier inaugurou, na joalheria, o estilo Art Déco, como mostra o broche de platina, ouro, safiras e diamantes, apresentado na figura 12, feito em 1924, pela Cartier de Nova Iorque, com motivos góticos renovados em alto contraste, mais simétricos e geométricos, em oposição às formas sinuosas do Art Nouveau.

De acordo com Codina (2000) e Cartlidge (1986), a partir de 1920, no período da Art Déco, elaborou-se jóias em que voltava a predominar o valor dos materiais, mas também se produziu joalheria industrializada que utilizava os novos materiais sintetizados pela indústria: os primeiros **polímeros***, como o baquelite, produzido comercialmente a partir de 1907, segundo Canevarolo Júnior (2002), e metais

industriais como o níquel, o cromo e o alumínio, que, de modo algum, pretendiam imitar a joalheria preciosa.

Destaca-se deste período os acessórios produzidos pela estilista francesa Gabrielle Bonheur Chanel (1883 – 1971), mais conhecida como Coco Chanel, precursora do que veio a se chamar joalheria de costumes. A joalheria de costumes caracteriza a produção de acessórios e ornamentos corporais com materiais mais baratos, menos raros e menos duráveis e em sintonia com as dinâmicas trocas de valores e produtos, ditadas pela moda, de acordo com Pulleé (1997). Nascia o que conhecemos hoje como bijuteria.

Devido à Primeira Guerra Mundial, que gerou a escassez de materiais nobres à disposição para uso em jóias e roupas, Chanel inovou agregando materiais economicamente mais acessíveis em produtos considerados de luxo, rompendo em definitivo com o paradigma do luxo como ostentação de valor material, segundo Pulleé (1997) e Segura (2007).

Nas palavras de Segura (2007), cuja dissertação de mestrado trata das relações de marketing e design da empresa Chanel, “diferente dos *couturieres* de seu tempo, Chanel procurou criar um estilo, rompendo com o que era mais forte na época: a ostentação, o exagero” (SEGURA, 2007, p. 101).

Essas bijuterias, feitas para acompanhar os modelos, as cores e os padrões da roupa que estava em voga, deram condições às suas consumidoras de acompanhar o ritmo acelerado do consumo e descarte, imposto pela indústria da moda, conforme Pulleé (1997). Isso ocorreu não só na Europa, mas também na América do Norte. Nos Estados Unidos, pelo florescimento e desenvolvimento ímpar da indústria de bijuterias, considera-se as décadas de 1930, 1940 e 1950 como as décadas de ouro deste tipo de produtos.

Já no Brasil, a indústria joalheira é relativamente nova. Seu crescimento se deu a partir da Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), com o surgimento das primeiras empresas que se somaram aos fabricantes de jóias artesanais, ou seja, os tradicionais ourives, segundo o Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos

(IBGM) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (IBGM; DNPM, 2005, p. 12).

Segundo Codina (2000, p.10) o desenvolvimento industrial e econômico mundial dos anos 1960 provocou a democratização dos bens de consumo e a implantação generalizada da sociedade do bem-estar, iniciando-se, a partir de então, uma redefinição da função social da jóia.

Nesse contexto, e sob a influência de algumas das idéias de William Morris, acerca do valor do ofício e do artesanato, assim como da Bauhaus, sobre a integração do desenho na indústria, apareceu aquilo que tem sido chamado de “nova joalheria” ou “joalheria de arte” (CODINA, 2005). Nela, interessa mais a expressão estética e simbólica da jóia, do que seu valor material ou adequação às demandas da sociedade.

Nos anos 1970, com a elevação súbita do valor comercial do ouro, no mercado internacional, conforme o IBGM e DNPM (2005) e Codina (2005), outros materiais, tidos como alternativos, passaram a integrar o repertório de possibilidades para a produção de jóias.

Conforme Codina (2000), entre 1980 e os finais dos anos 1990, a joalheria convencional perde as conotações de ostentação e riqueza, generalizando-se o gosto pelas jóias de ouro e pedras preciosas de desenho simples e elegante.

No início do século XXI, segundo Codina (2000), a joalheria de criação divide-se em duas tendências bem distintas, que marcaram o final do século XX. “Por um lado, a jóia de desenho orientada para o mundo da moda e do desenho industrial e que tem como objectivo agradar à demanda do mercado” (CODINA, 2000, p.11). Esta corrente de desenvolvimento de jóias estaria mais concentrada na produção de jóias tradicionais, como artigos de luxo, com materiais preciosos. Já a outra tendência, que seria mais evoluída, sustentavelmente falando, busca satisfazer o que Faggiani (2006) caracteriza como as aspirações do novo luxo, como o conforto, a preocupação com o meio ambiente, etc. Esta é a joalheria de arte, que permite

espaço para a experimentação com novos materiais e para a criação livre, efetiva e sem preconceitos de produtos inovadores.

Segundo Codina (2000), a joalheria de arte é uma:

...joalheria empenhada em expressar-se através dos valores universais da arte como forma de expressão pessoal e que procura uma cumplicidade com o usuário. [...] uma joalheria que tenta adequar os valores simbólicos e espirituais, que, desde as suas origens, caracterizam a joalheria, a uma sociedade tecnológica que se defronta com o desafio de um novo milênio. (CODINA, 2000, p. 11)

Assim pode-se afirmar que a joalheria de arte é a que mais se relaciona com o design, e que permite uma maior pesquisa de referências, formas e materiais, levando a soluções criativas e inovadoras em jóias.

2.1.2 Aspectos materiais

A seguir é exposta uma breve descrição dos materiais freqüentemente utilizados em jóias.

2.1.2.1 Ouro e ligas de ouro

Conhecido desde a pré-história, conforme Gola (2008) e Hall (1997), o ouro atualmente é utilizado de forma generalizada em joalheria, medicina, indústria eletrônica e aeroespacial, segundo Callister (2002), e é o principal metal comercial utilizado como reserva de valor monetário.

O ouro é um metal nobre, de símbolo Au, número atômico 79 e elevada densidade (19,32g/cm³).

Quando puro, possui cor amarelo-ouro, brilho metálico, e dureza 2.5 na escala de Mohs, conforme Schumann (2006). É o mais maleável e o mais dúctil (capaz de ser facilmente conformado) de todos os metais e não reage com a grande maioria dos produtos químicos, sendo sensível, no entanto, ao cloro e ao bromo, de acordo com Callister (2002). À temperatura ambiente, apresenta-se no estado sólido, com estrutura cristalina cúbica de faces centradas e seu ponto de fusão é de aproximadamente 1063°C, conforme ASM International (1992) e Callister (2002).

Por ser muito maleável para a aplicação em jóias (que passam por esforços constantes durante o uso junto ao corpo), o ouro é ligado a outros metais em porcentagens estabelecidas a fim de que os elementos de liga se precipitem numa segunda fase, aumentando sua resistência mecânica, segundo Callister (2002). Para esse propósito, de acordo com Salem (2007), geralmente se usa cobre (Cu), que, no entanto, diminui a resistência do ouro à oxidação.

A relação entre quilatagem, porcentagem e milésimos de ouro na liga é mostrada na tabela 1.

Quilates (ct ou k)	Porcentagem (%)	Milésimos (/1000)
24	100	1000/1000
22	91,6	916/1000
18	75	750/1000
16	66,6	666/1000
12	50	500/1000
6	25	250/1000
1	4,17	41,66/1000

Tabela 1: Relação entre milésimos, quilatagem e porcentagem de ouro na liga.

No Brasil, a porcentagem de ouro nas ligas normalmente usadas na confecção de jóias é 75%, isto é, ouro 750 ou 18ct, de acordo com IBGM (2005). Diversas tonalidades podem ser obtidas variando-se a natureza e as concentrações dos elementos de liga dentro destes 25% possíveis numa liga de ouro 750, segundo Anglogold Ashanti (2006) e Codina (2000).

A empresa multinacional AngloGold Ashanti Mineração LTDA., uma das maiores mineradoras de ouro no mundo indica o quadro 1 para a obtenção de diversas tonalidades de ligas de ouro 750 com diferentes metais, para uso em joalheria.

TABELA DE LIGAS DE OURO – 18K											
	COMPOSIÇÃO DA LIGA (%)										
	Au	Cu	Ag	Cd	Fe	Al	Pt	Pd	Ni	Zn	Co
VERMELHO	75	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ROSA	75	22,25	2,75	-	-	-	-	-	-	-	-
PINK	75	20	5	-	-	-	-	-	-	-	-
VERDE SUAVE	75	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-
VERDE CLARO	75	23	-	2	-	-	-	-	-	-	-
VERDE	75	5	20	-	-	-	-	-	-	-	-
VERDE ESCURO	75	6	15	4	-	-	-	-	-	-	-
AZUL	75	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-
VIOLETA	80	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-
BRANCO (1)	75	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-
BRANCO (2)	75	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-
BRANCO (3)	75	-	-	-	-	-	-	10	10	5	-
ACINZENTADO	75	8	-	-	17	-	-	-	-	-	-
AZULADO	75	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-
NEGRO	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25

Quadro 1: Cores de ligas de ouro 750. Fonte: ANGLOGOLD ASHANTI, 2006, *online*.

2.1.2.2 Prata e ligas de prata

A prata é conhecida desde a antiguidade, conforme Hall (1997) e hoje é usada numa vasta gama de aplicações: jóias, utensílios domésticos, equipamentos óticos, elétricos, eletrônicos e fotográficos, amálgama dental, etc., segundo a ASM International (1992).

É um metal nobre, de símbolo Ag, número atômico 47, densidade de 10,49g/cm³, dureza 2.5 na escala de Mohs, segundo Hall (1997) e ponto de fusão em 962°C. Possui cor branco-prateado, brilho metálico, alta refletividade e excelente condutividade elétrica e térmica. Em temperatura ambiente, a prata pura apresenta-se no estado sólido e sua estrutura cristalina é cúbica de faces centradas, conforme ASM International (1992) e Callister (2002).

Para o uso em joalheria, geralmente se liga a prata ao cobre (Cu) ou ao zinco (Zn), o que aumenta a sua resistência mecânica, de acordo com Callister (2002). Por padrão, utiliza-se principalmente duas ligas de prata na confecção de jóias: prata esterlina (92,5%Ag na liga) e prata britânica (95,8%Ag na liga), que garante uma oxidação mais uniforme e aderente. O teor de prata numa liga é dado em milésimos, como no ouro. Portanto uma liga de prata esterlina possui 925 milésimos de prata e 75 milésimos de elemento de liga.

2.1.2.3 Metais do grupo da platina e suas ligas

Platina (Pt), paládio (Pd), ródio (Rh), rutênio (Ru), irídio (Ir) e ósmio (Os) são metais de transição raros com propriedades físicas e químicas similares, que compõem o grupo metálico da platina.

Estes metais são largamente utilizados na indústria química, em conversores catalíticos, pela excelente resistência à corrosão e seus altos pontos de fusão e freqüentemente são encontrados juntos na mineração, segundo ASM International (1992) e Callister (2002).

Em joalheria, a platina e o paládio são os metais mais usados deste grupo, conforme Codina (2000). O teor de metal do grupo da platina em uma liga é dado por milésimos, como no ouro e na prata.

A platina freqüentemente é usada pura ou ligada com paládio ou outro metal do grupo, na proporção de 90 a 95% de platina na liga, para aumentar sua resistência mecânica, conforme All About Jewels (2009, *online*). A platina é um metal de cor branca, mais claro que a prata, e brilho metálico; sua densidade é de 21,45 g/cm³ e seu ponto de fusão é 1768°C, como afirma Callister (2002). Segundo a ASM International (1992), a platina não oxida sob temperatura e em temperatura ambiente é sólida e sua estrutura cristalina é cúbica de faces centradas.

O paládio é menos brilhante que a platina e sua cor é cinza claro. Sua densidade é de 12,023 g/cm³, e o seu ponto de fusão é em 1554°C. Oxida com a temperatura e, em condições normais de temperatura e pressão, apresenta-se sólido com estrutura cristalina cúbica de faces centradas, segundo ASM International (1992) e Callister (2002).

Foi usado em jóias pela primeira vez durante a Segunda Guerra Mundial, como substituto da platina (usada na época na indústria bélica), conforme All About Jewels (2009, *online*). Hoje, o paládio é usado como elemento de liga na platina e no ouro, na produção de ouro branco, segundo Aglogold Ashanti (2006, *online*).

O ródio também é usado em joalheria, geralmente como revestimento de peças de prata e ouro branco, por galvanização, para garantir a uniformidade da cor (aparentando platina), a resistência à oxidação (da prata), bem como a resistência à abrasão, como afirmam All About Jewels (2009, *online*) e Callister (2002).

2.1.2.4 Titânio

O titânio é um metal de símbolo Ti, número atômico 22, baixa densidade (4,51 g/cm³) e alta resistência mecânica, com dureza 6 na escala de Mohs. Em temperatura ambiente o titânio é sólido, com estrutura cristalina hexagonal e sua cor é cinza de brilho metálico. Seu elevado ponto de fusão (1668°C), elevadas resistência à corrosão e inércia química e baixa densidade o tornam especialmente aplicável na indústria aeroespacial, marítima e em implantes cirúrgicos, assim como na joalheria, conforme ASM International (1992) e Callister (2002).

Descoberto na Inglaterra em 1791, sua utilização comercial e industrial começou a expandir por volta de 1950, nos Estados Unidos, primeiramente na indústria aeronáutica, conforme Callister (2002). Em joalheria o titânio vem sendo usado geralmente oxidado (colorido) e engastado em outros metais, por ser dificultoso soldá-lo, segundo Acioly e Freitas (2008) e McGrath (1998).

Sua oxidação por calor ou eletrólise produz uma camada de óxido resistente, aderente e de coloração variável do amarelo pálido até o cinza escuro, o que o torna excepcionalmente atraente para o uso em jóias, como afirma McGrath (1998). Segundo Callister (2002), a variação da coloração é devida à espessura da camada transparente de óxido produzida, que refrata a luz em diferentes frequências de ondas, gerando diferentes cores e mantendo o brilho do metal subjacente.

2.1.2.5 Gemas

Os materiais gemológicos naturais, ou gemas³, são minerais inteiramente formados pela natureza por diferentes processos de solidificação e/ou cristalização, podendo ser de origem inorgânica, como macrocristais de minerais e rochas, e orgânica, produzidos naturalmente por animais (pérola, coral e marfim) ou vegetais, como âmbar (resina vegetal fossilizada) e madeira petrificada, segundo autores como Hall (1997) e Schumann (2006).

A gema mais conhecida e valorizada comercialmente é o diamante e as demais gemas utilizadas em jóias são denominadas gemas de cor ou gemas coradas, segundo IBGM e DNPM (2005) e Schumann (2006).

Para o uso em jóias, geralmente, mas não exclusivamente, se utilizam as gemas de maior dureza (diamante, rubi, safira, etc.), freqüentemente lapidadas e polidas, engastadas ou cravadas em metal, conforme Schumann (2006).

Por constituírem uma vasta gama de espécies minerais, as gemas naturais podem ser agrupadas de acordo com sua composição química. Diamante, grupo do coríndon (rubi e safira), grupo do berilo (esmeralda e água-marinha), topázio, grupo da turmalina, grupo da granada, grupo do quartzo (ametista e citrino) e as gemas

³ Para um contato abrangente e simplificado sobre gemas, é indicada a leitura de “Gemas do Mundo”, escrito por Walter Schumann (2006), que expressa, ilustra e sintetiza, de forma clara e objetiva, as principais espécies de gemas, suas características, processos de extração, produção e aplicação em jóias.

orgânicas (pérola, marfim, azeviche e coral) são alguns exemplos da classificação de gemas naturais amplamente usadas em jóias.

Gemas tratadas, segundo IBGM e DNPM (2005), são gemas naturais que receberam algum beneficiamento para melhorar suas características (cor, transparência, pureza, etc.). O citrino é obtido da ametista, submetida a tratamento térmico, a mais ou menos 500°C, e constitui um exemplo de gema tratada bastante difundido no comércio.

Gemas sintéticas são materiais gemológicos produzidos totalmente em laboratório, que possuem a mesma composição química e estrutura cristalina de suas correspondentes naturais. Exemplos de gemas sintéticas são os rubis e safiras Vermeil, produzidas desde o início do século XX, conforme explica Schumann (2006).

Gemas artificiais são materiais gemológicos produzidos em laboratório que não possuem similares na natureza, conforme IBGM e DNPM (2005). Um exemplo conhecido é a zircônia cúbica, usada como imitação do diamante, exemplifica Schumann (2006).

2.1.2.6 Polímeros

Polímeros são substâncias compostas de macromoléculas formadas a partir da reação química de polimerização de unidades químicas estruturais menores, os monômeros, de acordo com Callister (2002).

Polímeros naturais, de origem animal ou vegetal, têm sido usados na joalheria desde os primórdios da humanidade até hoje, retomando Gola (2008). Inclui-se entre os polímeros naturais: peles e ossos (colágeno), couros e chifres (queratina), madeira (lignina) e diversas fibras como a seda (fibroína e sericina), lã (queratina) e algodão (celulose), conforme Callister (2002). As fibras são utilizadas na forma de fios e cabos, como elementos de união e suporte para contas ou pingentes.

Madeiras e sementes, por suas cores e formas, são utilizadas como elementos decorativos, esculpidos e / ou polidos e engastadas às jóias como as gemas, segundo Acioly e Freitas (2008) e Schumann (2006). Porém, o uso desses materiais em jóias exige tratamentos específicos para garantia da durabilidade, como aplicação de vernizes e produtos químicos que evitem a sua decomposição.

A figura 13 apresenta um exemplo de aplicação de madeira (peroba rosa) engastada em anel de prata, de autoria da empresa brasileira Prata da Mata, de acordo com o exposto em Gharimpeira (2009, *online*).

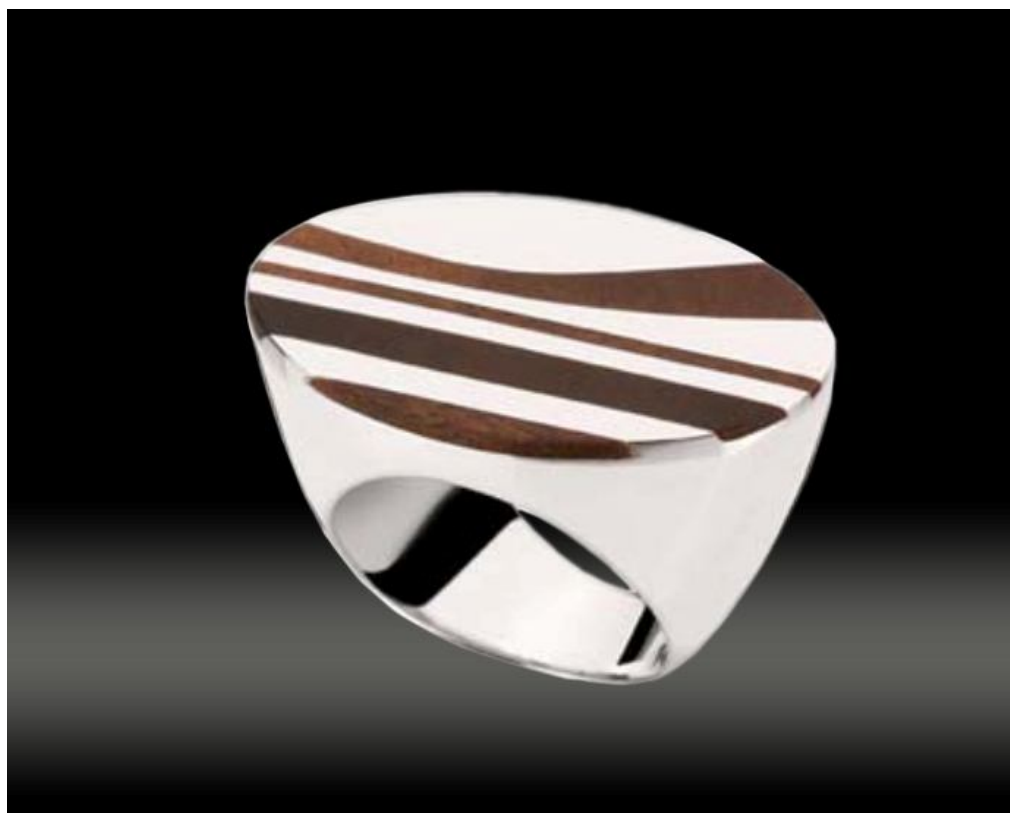


Figura 13: Anel de prata 950 e madeira peroba rosa, de autoria de Prata da Mata. Foto: Almir Pastore. Fonte: GHARIMPEIRA, 2009, *online*.

Os polímeros sintéticos, produzidos artificialmente pela polimerização de compostos orgânicos advindos do petróleo, têm sido fabricados desde o final do século XIX, e usados em jóias desde que a sua produção passou a ser em escala comercial, já no século XX. Incluem-se aí os plásticos, fibras e borrachas sintéticas, segundo Callister (2002).

Em joalheria o uso de materiais poliméricos sintéticos atualmente é representado principalmente pelo acrílico, ou polimetil-metacrilato (PMMA), de acordo com Acioly e Freitas (2008).

Com densidade de $1,19 \text{ g/cm}^3$, o acrílico é extremamente leve, capaz de ser colorido, variando de opaco à transparente, mas possui pouca resistência à abrasão, como o alumínio, segundo Callister (2002).

A figura 14 apresenta um colar de acrílico e ouro criado por Silvia Beildeck.



Figura 14: Colar de ouro e acrílico de Silvia Beildeck. Foto: Almir Pastore. Fonte: GHARIMPEIRA, 2009, *online*.

2.1.2.7 Cerâmicas e vidro

Cerâmicas e vidros têm sido usados em jóias desde a antiguidade, como material expressivo autêntico ou como imitação de gemas naturais, conforme diversos autores como Schumann (2006) e Swarbrick (1996). Os egípcios foram

exímios vidreiros, desenvolvendo técnicas de produção e coloração bastante avançadas para a época, retomando Swarbrick (1996).

Essas substâncias possuem elevada resistência à corrosão e são muito inertes quimicamente. Apesar de resistentes mecanicamente, cerâmicas e vidros são bastante frágeis, pois não são maleáveis (dúcteis), partindo-se com um impacto mais intenso, como afirma Lesko (2004).

Porcelana, terracota, vidros e esmaltes vítreos são exemplos desses materiais, que são modelados, fundidos ou esculpidos e aplicados em peças metálicas; ou são furados e usados para a composição de colares, da mesma maneira como as gemas o são, segundo All About Jewels (2009, *online*) e Codina (2005).

Porcelana é um tipo de cerâmica branca composta de caolim e queimada a altas temperaturas, conforme All About Jewels (2009, *online*). É vertida líquida em moldes e, após desmoldagem e secagem, é queimada, podendo ser colorida com esmaltes vítreos numa segunda queima, melhorando o acabamento final e impermeabilizando a superfície, segundo Lesko (2004). Em geral, a porcelana participa na composição de colares como contas decoradas.

Os esmaltes são compostos vítreos de silicatos, boratos, aluminatos e diferentes óxidos metálicos que lhe conferem a cor, de acordo com Callister (2002) e Codina (2000). Essas substâncias são misturadas em pastas e aplicadas sobre superfícies metálicas e posteriormente queimadas em forno para aderirem ao substrato metálico. Esse processo é chamado de esmaltagem, e será descrito na seção 2.1.3, a seguir, juntamente com os outros processos de fabricação de jóias.

Vidros são compostos basicamente de sílica fundida e algum pigmento para lhe conferir coloração. Alguns elementos como o boro (B) e o chumbo (Pb), são adicionados a vidros especiais para aumentarem a sua transparência e resistência mecânica e térmica, conforme Callister (2002), formando o que se chama comum e erroneamente de “cristal”.

Vidros podem ser fundidos e modelados sob temperatura, e os “cristais” são geralmente lapidados. A figura 15 apresenta um exemplo de vidro lapidado usado como pingente, produzido pela empresa tcheca Swarovski, fundada em 1895 e atuante até hoje, segundo Swarovski (2009, *online*).



Figura 15: Pingente de vidro lapidado. Fonte: SWAROVSKI, 2009, *online*.

2.1.3 Processos de fabricação

Nessa parte são descritos os principais métodos de fabricação aplicados na produção de jóias. Conforme o que apresenta o quadro 2, esses processos foram agrupados pelo autor desta pesquisa em cinco categorias (prototipagem, conformação, separação, união e acabamento), cujos nomes refletem os resultados almeçados ou obtidos quando se utiliza um ou mais processos da categoria.

PROTOTIPAGEM MODELAGEM	CONFORMAÇÃO FUNDIÇÃO	SEPARAÇÃO CISALHAMENTO	UNIÃO BRASAGEM	ACABAMENTO OXIDAÇÃO
CAD/CAM/CAE	LAMINAÇÃO	USINAGEM	SOLDAGEM	DECAPAGEM
PROTOTIPAGEM RÁPIDA	FORJAMENTO	LIXAMENTO	FILIGRANA	REVESTIMENTO
ELETRO- FORMAÇÃO	TREFILAÇÃO	FURAÇÃO	GRANULAÇÃO	TEXTURIZAÇÃO
SINTERIZAÇÃO		FRESAMENTO	CRAVAÇÃO	ESMALTAGEM
		TORNEAMENTO	AMARRAÇÃO	POLIMENTO
		GRAVAÇÃO	ADESÃO	
		LAPIDAÇÃO		
		GLÍPTICA		

Quadro 2: Processos de fabricação utilizados na produção de jóias, agrupados em cinco categorias.

Esse agrupamento foi feito buscando facilitar o entendimento dos processos de fabricação, que são variados e numerosos e, por isso mesmo, não abrange todos os processos existentes, apenas aqueles efetivamente envolvidos na produção de jóias. Assim, esta seção delimitou-se aos processos metalúrgicos e, em dois ou três casos, a processos aplicados às gemas.

2.1.3.1 Prototipagem

A prototipagem pode ser entendida nesta pesquisa como o processo de obtenção de protótipos tridimensionais feitos de diversos materiais, que posteriormente serão reproduzidos em metal. Os modelos obtidos, uma vez convertidos em metal, passam ainda por uma série de processos agrupados nas outras categorias de processos de fabricação. A prototipagem, para obtenção de formas primárias, pode ser realizada manualmente, esculpindo-se o modelo, ou ser auxiliada por computador, na prototipagem rápida, como será exposto adiante, o que possibilita maior precisão e rapidez na obtenção dos modelos (LESKO, 2004).

A modelagem consiste na confecção de modelos de jóias em diferentes materiais, que posteriormente servirão para a confecção de moldes ou formas para a

fundição de metais. Em geral se confecciona os modelos em cera, que será derretida, saindo de dentro do molde, dando espaço para a entrada do metal fundido (SALEM, 2007). Este processo é conhecido como fundição por cera perdida, que será descrito mais adiante.

Com o avanço da tecnologia informática sobre os processos de fabricação, hoje é possível a confecção virtual de jóias em programas computacionais de modelagem tridimensional. Através de tecnologias como *Computer Aided Design* (CAD), *Computer Aided Manufacturing* (CAM) e *Computer Aided Engineering* (CAE) essas jóias podem ser criadas, visualizadas, prototipadas e produzidas em um tempo bastante curto e com muita precisão. A prototipagem rápida consiste na concretização do protótipo, num intervalo de tempo limitado, a partir de um modelo virtualmente confeccionado (LESKO, 2004). Diversos métodos de prototipagem rápida são hoje possíveis. Na produção de jóias, o mais difundido e utilizado é a usinagem controlada por comando numérico, num processo CAD/CAM.

Eletroformação é basicamente a confecção de peças e jóias ocas, através da deposição de metal sobre um modelo prototipado em cera e revestido de material condutor de eletricidade. Como ocorre na galvanização, o metal é depositado sucessivamente em camadas finas sobre o modelo, que depois é retirado, resultando numa peça metálica oca (CODINA, 2005).

Sinterização, de acordo com Lesko (2004), é um processo conhecido na fabricação de cerâmicas e consiste na queima de um material a fim de que este adquira resistência. Hoje a sinterização também pode ser realizada em metais, através de processos de metalurgia do pó, onde grãos de metal são prensados e aquecidos até a obtenção de um sólido compacto. Na joalheria, utiliza-se a sinterização na confecção de jóias a partir de argila de metal precioso (*Precious Metal Clay – PMC*), desenvolvida pelo grupo japonês Mitsubishi. Trata-se de uma argila composta de metal precioso granulado (prata ou ouro) e uma resina celulósica que evapora na queima, gerando uma peça sólida de metal precioso praticamente puro (99,9%).

2.1.3.2 Conformação

A conformação engloba grande parte de toda a produção metalúrgica e consiste em dar forma a uma porção de material. Pode se dar sobre o material em estado líquido (fundição), em estado plástico⁴ (forjamento, trefilação), ou em estado sólido (laminação, forjamento), conforme Lesko (2004).

A fundição é um dos processos de fabricação mais antigos e, em geral, é a maneira mais econômica de fabricar ou reproduzir um objeto complexo. Basicamente não há desperdício de metal e poucos processos secundários são necessários para o acabamento de uma peça fundida (CODINA, 2000).

É realizada quando um metal na forma líquida é vertido em um molde da forma negativa da peça que se pretende obter. O modelo da peça que se quer produzir, e que dará a forma negativa do molde, pode ser confeccionado em diversos materiais: metal, plástico, madeira, gesso e / ou cera (SALEM, 2007).

A fundição é freqüentemente utilizada como processo para a reprodução de jóias, seja em pequena ou em larga escala, utilizando para tal fim, um modelo que pode ser uma jóia que se queira replicar ou um protótipo, muitas vezes esculpido em cera, do qual se queira fundir uma ou muitas unidades (CODINA, 2000).

A figura 16 apresenta, passo a passo, a reprodução de jóias utilizando esse processo, conhecido como fundição por cera perdida.

No passo 1, vê-se o modelo em metal, a forma de silicone gerada a partir dele e as peças reproduzidas em cera. Em 2, tem-se a confecção da “árvore” de fundição, em cera, que servirá para a confecção da forma em gesso. No passo 3, tem-se a forma de gesso e, no 4, a retirada da cera derretida da forma, sob aumento de temperatura. Em 5, tem-se a forma vazia e em 6, o preenchimento desta com metal fundido. No passo 7, a forma de gesso é quebrada, liberando a “árvore” de

⁴ Estado em que o metal se torna mais maleável, em geral, numa temperatura imediatamente inferior ao ponto de fusão do metal ou liga.

fundição, agora de metal. No passo 8, a “árvore” é cortada, obtendo-se as peças reproduzidas e o excedente de metal, que pode ser totalmente reciclável.

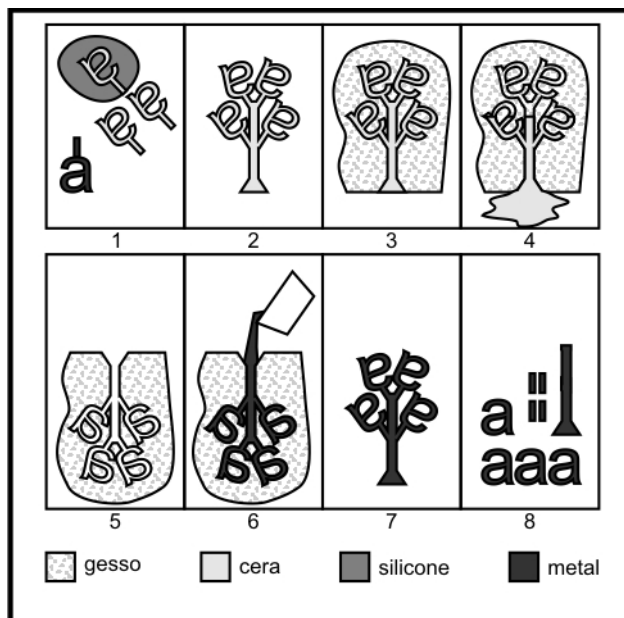


Figura 16: Passo a passo do processo de fundição por cera perdida.

Na joalheria, também se utiliza a fundição para obter a liga metálica na proporção desejada, que é vertida numa lingoteira, que dará ao metal a forma de um lingote. Este é o ponto de partida para os outros processos de conformação, que gradativamente darão à peça a forma desejada.

A laminação consiste em reduzir a seção transversal de uma porção de material, um lingote, por exemplo, por meio da compressão deste material através da sua passagem por entre dois ou mais cilindros paralelos, que giram em sentido contrário, com a distância entre eles cada vez menor (LESKO, 2004).

A figura 17 mostra, esquematicamente, o processo de laminação.

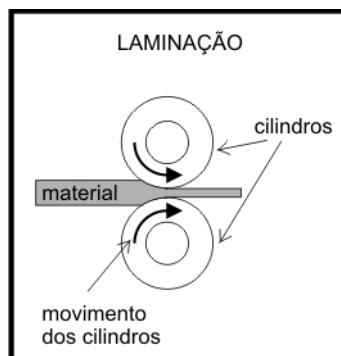


Figura 17: Processo de laminação.

A laminação pode ser realizada a quente (numa temperatura pouco abaixo do ponto de fusão do material) ou a frio (à temperatura ambiente), como afirma Lesko (2004). Na joalheria se lamina o material a frio, recozendo-o quando necessário, isto é, quando o trabalho de deformação realizado a frio enrijecer demais o material (SALEM, 2007).

A laminação, conforme Lesko (2004), permite a conformação de chapas, fitas, folhas, perfis e outras formas simples pré-fabricadas, bem como a conformação de padrões decorativos em relevo em superfícies.

A fundição e a laminação são consideradas processos primários de fabricação, pois geram produtos pré-fabricados, muitas vezes padronizados, que ainda serão submetidos a outros processos de conformação, separação, união e / ou acabamento (LESKO, 2004).

O forjamento caracteriza a conformação de formas pré-fabricadas em formas mais complexas, usando martelos, tenazes, prensas, gabaritos e matrizes para o embutimento, o repuxamento, o dobramento, a curvatura, bem como a estampagem (dobramento e corte) de chapas, tubos, fios, etc. Pode ser realizado a quente e a frio. Na ourivesaria e argenteria, quando se trabalha com metais preciosos como a prata e o ouro, ambos bastante dúcteis, pode-se forjar as peças a frio e recozê-las eventualmente, conforme Salem (2007).

Trefilação é o processo de obtenção de fios, a partir da passagem sucessiva de um material pré-fabricado, como um lingote ou um fio mais grosso, por uma

matriz (fieira) com orifícios de seção transversal cada vez menor (LESKO, 2004). O fio é puxado pela fieira e, à medida que esta reduz a seção transversal do fio, este se alonga. Em geral, na joalheria, a trefilação é realizada a frio, com recozimento intercalando os sucessivos passes na fieira.

Os trabalhos de conformação em estado plástico e sólido endurecem o material trabalhado, requerendo o recozimento deste para continuar a ser conformado. O recozimento, segundo Callister (2002), consiste em aquecer o metal até uma temperatura pouco abaixo do ponto de fusão, o que permite que os grãos do metal se rearranjem e se transformem, aliviando as tensões internas e o enrijecimento do material, gerados pelo trabalho a frio, e tornando o metal mais dúctil.

2.1.3.3 Separação

Nessa categoria encontram-se agrupados os processos de fabricação que dão forma a uma peça através da retirada de material.

Cisalhamento, segundo Lesko (2004), corresponde ao corte de chapas metálicas através de matrizes, punções ou mesmo tesouras, que separam grandes partes de material. Geralmente é realizado em chapas, folhas, fios e fitas de metal, mediante um golpe abrupto da punção sobre o material, que é separado imediatamente do excedente. Na joalheria, para cortes precisos de chapas, geralmente se recorre às serras, configurando um processo de usinagem.

Usinagem é o processo de retirada lenta e gradativa de material para se obter a forma desejada, segundo Lesko (2004). Essa retirada pode se dar através de ferramentas de geometria definida (serras, ferramentas de desbaste, limas, fresas, brocas, etc.) ou de geometria não definida (lixas, rebolos, abrasivos em geral), gerando ou não cavaco (limalhas, aparas e sobras do material usinado). Em geral a usinagem é um processo secundário de fabricação, pois sucede um processo de conformação e antecede os processos de união e acabamento.

Além do corte por serra, outra aplicação essencial da usinagem na produção de jóias, é o desbaste das peças através de limas, realizado constantemente para remover as marcas das ferramentas e dos trabalhos dos outros processos (SALEM, 2007).

Lixamento é a usinagem com lixas e abrasivos (ferramentas de geometria não definida porque os grãos do material abrasivo têm formas irregulares). Segundo McGrath (1998), faz-se o lixamento numa seqüência decrescente de abrasivos de grãos maiores até os de grãos mais finos, em muitos casos chegando quase ao acabamento final das peças, quando se quer um acabamento fosco na prata, por exemplo.

Furação é a execução de orifícios nas peças metálicas ou nas gemas, através do movimento giratório de brocas helicoidais. Limita-se à produção de orifícios circulares, de variadas dimensões, conforme Lesko (2004). No trabalho com metal, é utilizada broca para metal e o local a ser perfurado não necessita de resfriamento. Já no trabalho com gemas, pela sua dureza, é utilizada broca diamantada e o resfriamento se faz necessário.

Fresamento, segundo Lesko (2004), é a remoção de material através de uma fresa (ferramenta de formas variadas que gira sobre um eixo e movimenta-se com relativa liberdade sobre os lados da peça a ser usinada, que fica fixa). É utilizada para o aplainamento de superfícies, bem como para a confecção de padrões decorativos, relevos e texturas nas peças.

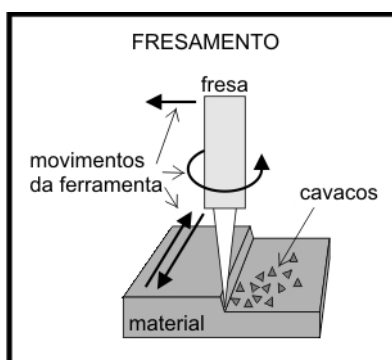


Figura 18: Usinagem por fresamento.

A figura 18 apresenta esquematicamente, o processo de fresamento, com uma ferramenta (fresa) cônica.

Torneamento é a usinagem rotativa em cilindros e tubos metálicos. Geralmente utiliza tornos e ferramentas de geometria definida. Diferente do fresamento, no torneamento a peça gira sobre um eixo e a ferramenta de corte apenas desliza horizontalmente ao longo do eixo giratório, desbastando a peça. Alguns produtos da indústria joalheira, como alianças, são realizados por torneamento em tubos, cilindros ou chapas redondas de metal precioso (LESKO, 2004).

Gravação é um tipo de usinagem que não forma cavacos (LESKO, 2004). É conhecida como usinagem química, pois um agente químico promove um ataque seletivo em um material, ataque este controlado por meio de máscaras e películas protetoras, ou imersão parcial do material no agente corrosivo. Em metais preciosos, os agentes químicos usados para a gravação são ácidos ou misturas de ácidos inorgânicos específicos, cada um atacando um tipo de metal.

Lapidação é a usinagem, e posterior polimento, de gemas com o objetivo de ressaltar as propriedades óticas dos materiais gemológicos (HALL, 1997; SCHUMANN, 2006). É freqüentemente realizada pressionando-se a gema contra um disco giratório de material abrasivo (rebolo), que vai gradativamente retirando material da gema.

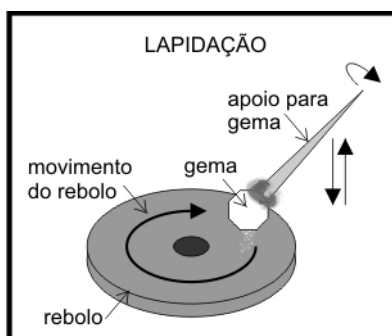


Figura 19: Lapidação.

A figura 19 mostra o processo de lapidação com rebolo. Controlando-se e alternando-se o posicionamento da gema contra o rebolo, pode-se gerar lapidações em facetas ou lapidações lisas.

Lapidação em facetas (polígonos regulares) é a usinagem das gemas para formar poliedros, que refletem e refratam de maneira peculiar a luz incidente sobre as gemas (SCHUMMAN, 2006).

Lapidação lisa é a usinagem de gemas em forma de placas, domos (cabochão) ou outras formas não regulares, geralmente arredondadas, em que não se distinguem facetas (HALL, 1997). Pode-se realizar a lapidação de gemas através de outros processos de usinagem, como o fresamento e a furação, por exemplo.

Glíptica, de acordo com Schumann (2006), compreende a escultura de gemas e pedras, utilizando diversos processos de usinagem mecânica, como o fresamento e o lixamento, para obtenção de formatos diferenciados, como camafeus (retratos em baixo relevo) e contas de formato irregular. É o processo precursor do que conhecemos hoje como lapidação.

Existem outros métodos de corte e usinagem mais avançados em termos de tecnologia, como o corte a laser, o corte à água, a usinagem por eletroerosão e a usinagem por jato abrasivo, mas estes ainda são pouco aplicados em jóias.

2.1.3.4 União

A união consiste na justaposição e / ou sobreposição, permanentes ou não, de peças, partes ou porções de material. Pode se dar através de três tipos: união térmica, união mecânica e adesão (LESKO, 2004). Embora cada uma destas maneiras de unir materiais englobe variadas possibilidades, aqui se elencou os principais meios de união de peças e materiais em jóias.

A união térmica se dá através do aumento da temperatura, que funde a solda ou parte dos materiais que se queira unir. Brasagem e soldagem são as duas formas de união térmica de metais e o aumento da temperatura pode se dar através de chama (maçarico, tocha) ou eletricidade (indução, forno). A união térmica é tida como permanente, pois dificulta a separação das peças unidas, segundo Lesko (2004).

Brasagem consiste na união de metais metalurgicamente similares através da fusão de um outro metal ou liga metálica (solda) entre os metais de base (LESKO, 2004). Os metais a serem unidos não fundem, permanecendo pouco alteradas as suas propriedades. É o processo de união térmica mais utilizado em metais preciosos e permite uma união de excelente durabilidade, pois a solda acaba penetrando por entre os grãos dos metais unidos, garantindo resistência mecânica à junção. A solda utilizada é uma liga metálica feita do mesmo metal a ser unido com a adição de outros elementos que diminuem seu ponto de fusão, permitindo que a solda se funda antes que o metal das peças a serem unidas.

A soldagem, conforme Lesko (2004), é mais complexa que a brasagem, pois freqüentemente altera as propriedades dos metais, que se fundem, unindo-se. Exige maior controle e destreza por parte do soldador, a fim de não deformar as peças sob o calor excessivo. A figura 20 contrapõe os processos de soldagem e brasagem, esquematizando a sua diferença.

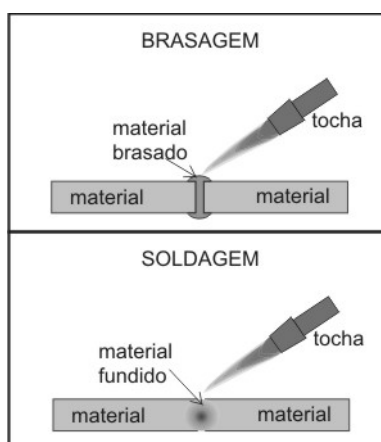


Figura 20: Brasagem e soldagem.

Filigrana e granulação são duas técnicas cujo principal processo de fabricação envolvido é a união térmica por brasagem entre partes metálicas previamente conformadas.

Filigrana é uma técnica antiga de confecção de peças metálicas pela justaposição e brasagem de fios finos de metal, formando desenhos e estruturas complexas (CODINA, 2000). Utiliza basicamente trefilação e união térmica por brasagem na sua confecção.

Granulação é uma técnica decorativa de superfícies metálicas, segundo Codina (2000) em que pequenas esferas de metal são unidas por brasagem a uma superfície, formando desenhos e/ou padrões decorativos. Pode ser entendida como um tipo de texturização.

Na fabricação de correntes, os elos são unidos um a um por brasagem. Atualmente, esse processo é mecanizado e realizado com muita velocidade em grandes indústrias de correntaria (CODINA, 2005).

A união mecânica se dá através da conformação de peças metálicas sobre os materiais ou peças que se queira unir, formando um engate mecânico que os fixa. Conforme Salem (2007), diversos elementos de união mecânica podem ser usados em jóias: parafusos, garras, argolas, elos, engastes e rebites promovem a união durável, porém não permanente (permite a separação), de materiais diferentes em jóias. Em joalheria, a união mecânica através de garras e engastes é conhecida como cravação, e é freqüentemente usada para a fixação de gemas a peças metálicas.

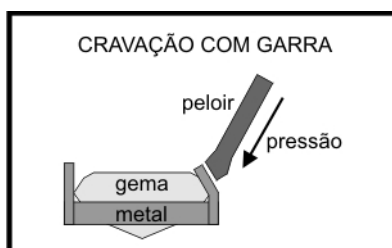


Figura 21: Cravação com garras.

A figura 21 mostra esquematicamente o processo de união mecânica através da cravação com garras de metal, conformadas sob pressão com uma ferramenta chamada peloir.

Encordoamento e amarração, segundo McGrath (1998) e Codina (2000), são processos de união mecânica de peças metálicas e gemas perfuradas utilizando fios e cabos que podem ser de metal, fibras naturais e polímeros sintéticos. Na confecção de colares de contas, esses processos são especialmente empregados.

A união química é realizada através de adesivos que colam as partes e materiais a serem unidos (LESKO, 2004). É tida como união permanente, pois dificulta a total separação dos elementos unidos. Pode se dar através de adesivos naturais (goma, dextrina, etc.), inorgânicos (silicato de sódio) e sintéticos orgânicos (resinas poliméricas). Em jóias são usados potentes adesivos sintéticos que permitem uma união durável em peças que não se podem unir mecanicamente ou termicamente. A união química também é muito usada em bijuterias, para a fixação de plásticos em metais. Porém, nesses casos, pela grande diferença de propriedades dos materiais, a união freqüentemente não é duradoura.

2.1.3.5 Acabamento

Os processos de acabamento consistem nas etapas finais da produção de jóias e restringem-se aos tratamentos das superfícies da estrutura de uma jóia (SALEM, 2007).

Segundo Lesko (2004), revestimentos diversos em peças metálicas podem ser obtidos por transformação da superfície (oxidação) ou por deposição de materiais sobre a superfície dos metais (galvanização, esmaltagem).

A oxidação de metais é utilizada para o efeito decorativo de coloração de áreas e/ou detalhes nas jóias. Pode ser conseguida através de produtos químicos

que reagem com metais preciosos (pátinas) ou pelo aumento de temperatura, ambos formando óxidos coloridos sobre a superfície do metal (CODINA, 2000).

Decapagem química é um processo utilizado para a limpeza de óxidos e sujeiras formados nas superfícies das peças metálicas, com ácidos inorgânicos diluídos. Em geral, na joalheria, se emprega ácido sulfúrico diluído para a decapagem de peças de metal precioso (SALEM, 2007).

A galvanização, de acordo com Codina (2000), é muito utilizada na produção de banhos metálicos em semi-jóias e folheados, em que se deposita eletroquimicamente uma fina camada de metal precioso sobre uma estrutura metálica ou base condutora.

A texturização decorativa de uma superfície metálica pode ser obtida mecanicamente ou termicamente (CODINA, 2005). A texturização mecânica envolve processos de conformação (laminação, martelamento) e usinagem (fresamento) dos metais, para a produção de texturas, desenhos e padronagens sobre as peças. A texturização térmica, realizada através de chama de maçarico, permite a formação de uma superfície enrugada e reticulada, conhecida como textura de fogo, em metais como a prata e o ouro. Granulação também pode ser entendida como um processo de texturização térmica, já que produz a decoração de superfícies metálicas com o emprego de temperatura.

A esmaltagem consiste no recobrimento ou deposição de massas vítreas (cerâmica, vidro e pigmentos) pela sua fusão sobre peças metálicas. Em geral é realizada em fornos elétricos e sobre as peças já confeccionadas, polidas e com as gemas já engastadas (CODINA, 2000).

O polimento, segundo Salem (2007), é a última etapa da produção de uma jóia e consiste na suavização de uma superfície até que esta atinja um acabamento brilhante e espelhado. Os discos ou correias de polimento são feitos de couro, tecido ou feltro impregnados com algum material oleoso e abrasivo finamente granulado.

2.1.4 Aspectos econômicos e socioculturais do consumo de jóias

Aqui são descritas a evolução e as transformações da importância dada às dimensões da jóia no passar dos tempos.

Por ser a joalheria uma atividade produtiva milenar, é compreensível que o consumo de jóias tenha se modificado, acompanhando as mudanças econômicas, sociais e culturais que a humanidade tem passado ao longo de sua existência.

A jóia, ou melhor, o adorno corporal inicia como sendo um produto ou artefato ritual, nos primórdios da jornada humana, pois marcava situações ou passagens das fases da vida do homem primitivo, conforme Gola (2008). Nesse estágio, em que não havia um sistema econômico instituído com excedentes produtivos e trocas de bens e valores materiais, os adornos possuíam a dimensão estética e a dimensão simbólica como fundamentais.

A dimensão estética tem estrita relação com os materiais utilizados na época, pois freqüentemente eram usados assim como encontrados, mantendo sua forma original, como afirma Gola (2008). A dimensão simbólica relaciona-se por outro lado com a associação de valores imateriais a determinada forma ou material, segundo Codina (2000). Nesse sentido, era importante para o homem pré-histórico, que os ornamentos corporais representassem a natureza que pretendia dominar, os animais que pretendia caçar ou os valores ou emoções que queria vivenciar ou possuir.

Já com o início da agricultura e pecuária, começa a se formar um sistema de trocas da produção excedente. A utilização dos metais em ferramentas permitiu maior complexidade no trabalho com os materiais, e as jóias passaram a ser mais bem elaboradas tecnicamente, de acordo com Codina (2000) e Swarbrick (1996).

As primeiras civilizações promoveram trocas de valores materiais e culturais entre os diferentes povos, através da dominação política. O intercâmbio de materiais e tecnologias expandiu o repertório de trabalho dos primeiros ourives. A cunhagem

de moedas difundiu o uso do ouro e da prata entre diferentes povos e entre diferentes classes sociais, conforme Swarbrick (1996).

Começou a se formar aí uma terceira dimensão do produto jóia: a dimensão econômica, constatada por Codina (2000). Esta é estritamente ligada ao valor monetário adquirido ao longo do tempo pelos metais nobres e as gemas naturais raras, de acordo com Schumann (2006). Esta dimensão passou a ser almejada juntamente com as dimensões estética e simbólica do deste tipo de artefato.

Por muito tempo, os atributos estéticos, simbólicos e econômicos guiaram a produção e o consumo de jóias. Isso permitiu a vinculação do uso de jóias com o poder ou classe social dominante em cada sociedade, conforme Faggiani (2006), o que caracteriza, ainda hoje, as jóias como artigos de luxo.

Já no século XX, após a Revolução Industrial e com as guerras mundiais, uma sucessão de mudanças abalou drasticamente as estruturas do consumo de jóias e outros produtos de luxo, segundo Faggiani (2006) e Pulleé (1997).

Primeiramente, a variedade crescente de materiais advindos da indústria em franca expansão e a escassez de materiais nobres devida às guerras fizeram as sociedades buscarem alternativas materiais para o uso em jóias, como exposto por Cartlidge (1986). As classes dominantes passaram a buscar materiais mais expressivos e menos nobres. Porém, nos casos de períodos de guerras, a dimensão econômica da jóia, feita de materiais preciosos, prevaleceu, permitindo que as jóias financiassem o recomeço da vida de diversas famílias, afetadas pelas guerras, ainda conforme Cartlidge (1986).

Por outro lado, as classes menos favorecidas também passaram a ter oportunidade de consumo de jóias com materiais tradicionais, graças à produção industrial massificada, apontada por Faggiani (2006).

A produção em massa também afetou a dimensão simbólica da jóia. Para se diferenciar numa sociedade inundada por produtos industriais uniformizados, o homem do século XX passou a valorizar mais a exclusividade e a expressividade de

uma idéia concretizada na forma de uma jóia única, que o diferenciase na sociedade.

Atualmente, na sociedade ocidental capitalista e pós-industrial, uma outra mudança de paradigma está em curso no consumo de jóias. Existe a tendência de que a dimensão econômica não prevalece no produto jóia, uma vez que este não prescinde mais dos materiais nobres e, portanto, caros. Segundo Faggiani (2006), o próprio conceito de luxo está mudando:

[...] a palavra 'luxo' ganha outros sentidos e, agora, reúne características até então fora das tradicionais proposições, tais como, a valorização de uma consciência e atitude ecológicas, a utilização do tempo escasso, tranquilidade, segurança, conforto, praticidade, qualidade de vida, respeito à diversidade cultural, compromisso social, respeito ao semelhante, lazer, distração, entre outras, que da mesma forma que as demais características do luxo, hoje são consideradas escassas e raras. Um indivíduo, hoje em dia, dá mais valor a estas características do que às aparências e ao acúmulo de riquezas. (FAGGIANI, 2006, p. 33-34)

O quadro 3, criado pelo autor com base em Faggiani (2005; 2006), demonstra as características do “novo” luxo, em oposição ao luxo tido como tradicional até o século passado.

LUXO	NOVO LUXO
Tradição	Inovação
Ostentação	Conforto / qualidade de vida
Exagero	Simplicidade
Ênfase no material	Ênfase na forma
Raridade	Exclusividade
Prestígio	Conquista

Quadro 3: Oposição entre os valores do luxo tradicional em oposição ao “novo” luxo.

Sendo assim, hoje, jóias são consumidas por um público variado. Público este que busca uma expressão de estilo e identidade através do uso de jóias, mais do que a ostentação de posse e riqueza material.

Verifica-se, portanto, que as dimensões estética e simbólica da jóia estão novamente dominando a produção e o consumo deste tipo de produto. A satisfação

destas dimensões pode ser atingida através do design, que agrega valores e significados imateriais, para além da forma do produto.

2.2 DESIGN DE JÓIAS

Atualmente o design de jóias é considerado design de produtos principalmente quando comprometido com o processo produtivo industrial, normalmente em larga escala. Porém, pode-se dizer que o design de jóias extrapola a dimensão industrial por abarcar projetos de jóias também para a produção artesanal em pequena escala, como será visto nas seções seguintes.

Por design de produtos compreende-se genericamente a atividade de materializar idéias, conceitos e funções em produtos, mediante a configuração de sua forma e o seu projeto; devendo os produtos ser passíveis de fabricação, distribuição e uso/consumo, para a satisfação de determinadas necessidades de indivíduos, entidades e grupos sociais.

Cabe salientar que o termo produto é tido aqui como a consequência material de um processo produtivo, caracterizado por uma seqüência lógica de etapas: concepção, projeto, fabricação e distribuição para o consumo ou uso. E o ciclo de vida do produto engloba ainda o uso e o descarte desse produto.

O design de jóias trata especificamente da criação e projeto de “produtos de uso individual” (LÖBACH, 2001), voltados prioritariamente para a ornamentação corporal. Além disso, Löbach (2001) aponta como característica marcante dos produtos de uso, o seu longo tempo de vida útil, em geral maior que o de produtos de consumo. Sendo assim, acabam por criar uma ligação pessoal com o usuário. Essa ligação pessoal se torna ainda mais evidente no caso das jóias, quando se observa o apego afetivo do consumidor com esse tipo de produto, que acaba por fazer parte da identidade do seu portador, manifestada na sua aparência pessoal.

Sendo possível a identificação entre o usuário e o produto de uso, é essencial que o designer de produtos possibilite e facilite essa identificação por meio da configuração adequada, expressando, nas formas e funções de um produto, valores estéticos, funcionais e simbólicos que venham ao encontro das necessidades apontadas. No caso de jóias, entende-se ainda que esses produtos devam satisfazer às condições de qualidade técnica e estética, durabilidade, usabilidade e autenticidade, apresentadas na seção 2.1, deste capítulo.

No design de jóias, por estas se tratarem de produtos de uso pessoal, “as características a serem incluídas no produto devem ser escolhidas a partir do estudo do comportamento do usuário e da percepção humana” (LÖBACH, 2001, p. 48). Sendo assim, é necessário diversificar a forma dos produtos para atender à multiplicidade de comportamentos e desejos dos consumidores. Muitas vezes “esses produtos de uso pessoal são submetidos a mudanças de aparência, através da manipulação formal, que não se relaciona com o seu funcionamento” (LÖBACH, 2001, p. 49). Exemplificando, se pode citar os inúmeros modelos de jóias existentes e notar que sua função principal é a mesma – adornar o corpo – mas sua forma varia imensamente.

No entanto, a configuração formal das jóias, como produtos duráveis de uso pessoal, deve permanecer esteticamente válida por longos períodos de tempo, evitando-se a obsolescência estética, segundo Sugiyama, Watanabe e Zafarmand (2006), que acaba por diminuir consideravelmente o tempo de vida útil de tais produtos. E uma vez em desuso, novos produtos são necessários para substituí-los, aumentando o consumo e, conseqüentemente, o uso de materiais não renováveis.

Destaca-se aqui a primeira condição para o design de jóias: que seja buscada a qualidade estética do produto. Tal qualidade estética pode ser entendida como uma forma atraente aos sentidos que signifique algo coerente com o seu tempo de uso, expressando visualmente conceitos e valores imateriais correntes nesse período.

Indo além da mera configuração da aparência de um adorno, o design de jóias, como o design de produtos, é um processo interdisciplinar de solução de

problemas que se encontra nos “interstícios das áreas artística e tecnológica” (COELHO, 2008, p. 11). Isso porque o processo de design deve contemplar um processo criativo para a geração de soluções inovadoras (área artística) no projeto de produtos comercialmente competitivos, adequados às suas funções e ao meio produtivo em que serão produzidos (área tecnológica), seja a produção industrial ou artesanal. As seções 2.2.2 e 2.2.3 tratam com mais profundidade a questão do tipo de produção e sua relação com o design de jóias.

Estudiosos do design, como Baxter (2000), Bonsieppe (1992), Löbach (2001) e Munari (1998), elaboraram esquemas que detalham as diferentes etapas inerentes ao processo de design, sendo possível sistematizá-lo e relacioná-lo diretamente ao design de jóias.

Na figura 22, elaborada pelo autor da pesquisa com base na sua experiência profissional na área de design de jóias e nos autores acima citados, apresentam-se as quatro etapas principais do processo de design: pesquisa, análise, síntese e projeto. Embora nem sempre explícitas e seqüenciais, estas etapas são sucessivas à identificação das necessidades que um produto deve suprir, comunicadas ao designer ou equipe de design por meio do *briefing*, e antecedem a produção propriamente dita do produto.

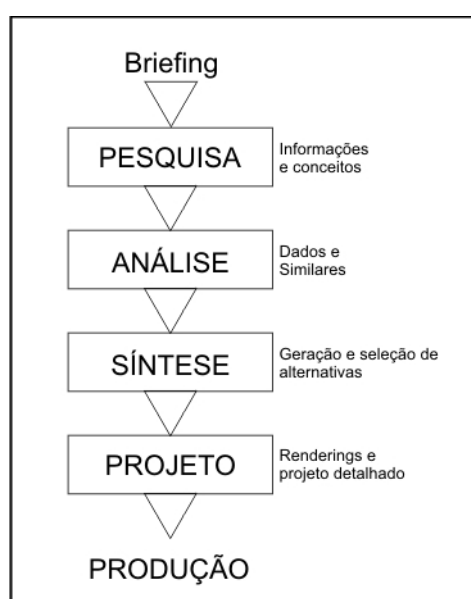


Figura 22: Etapas do processo de design.

O *briefing* consiste na enunciação dos requisitos, funções e restrições que o desenvolvimento de um novo produto deverá levar em consideração, e pode partir da indústria, da empresa produtora ou do próprio designer de jóias, quando desejam criar uma nova coleção ou peça.

Na etapa de pesquisa são levantados informações e conceitos, em diversas fontes, relacionados às necessidades identificadas, às inspirações e referências do tema da coleção, ao público consumidor do produto, ao contexto produtivo, às tendências do mercado, etc.

Realizada a etapa de pesquisa, passa-se à análise dos dados coletados, dos produtos similares e soluções já existentes no mercado. Essas análises fornecem informações sobre caminhos a serem seguidos ou evitados para a geração de um novo produto.

Em seguida, na fase de síntese, os dados analisados e selecionados são sintetizados na geração de alternativas possíveis que venham a suprir, em sua forma e nas suas funções, a lacuna identificada pelas necessidades e interesses descritos no *briefing*. A síntese se dá através da realização de esboços e esquemas prévios que expressem possíveis alternativas visuais e conceituais, de onde são selecionadas as que melhor satisfaçam o exigido pelo *briefing*.

Inicia-se a seguir a etapa de projeto propriamente dita, que contempla a geração de visualizações (*renderings*) e modelos (protótipos) dos produtos ou alternativas selecionadas, bem como a descrição completa e o detalhamento do projeto de produto visando a sua produção. Corresponde à fase chamada por Kaminski (2000) de projeto executivo, que parte do projeto básico até a especificação completa de um produto testado e que pode ser produzido.

Segundo Mancebo (2008), o projeto técnico, como é chamado comumente na indústria de jóias, é composto de: desenhos artísticos, demonstrando uma situação de uso da jóia; desenhos técnicos em escala das vistas frontal, lateral, superior e em perspectiva, com a descrição de dimensões, materiais e processos de fabricação; e pode ou não incluir modelos e protótipos.

Com a crescente informatização da indústria, detentora de processos automatizados de prototipagem, todo o projeto técnico pode ser desenvolvido com maior precisão em meio digital, através de softwares de computação gráfica: da manipulação de imagens, modelagem bi e tridimensional e desenhos técnicos das jóias até a programação de sistemas CAD/CAM que concretizarão os protótipos para a fundição ou as matrizes para a estampagem e embutimento.

Por outro lado, em pequenas empresas e ateliês de joalheria, que são a maioria no mercado joalheiro nacional, o designer especifica o projeto escolhido diretamente ao executor das jóias, através de um diálogo bilateral que pode inclusive alterar o projeto inicial tornando-o mais adequado à produção.

Assim, a complexidade do projeto de design de jóias vai depender do tipo de produção prevista, variando de caso a caso. E é de fundamental importância que o design de uma jóia seja adequado à sua produção.

Dessa maneira, o design de jóias é a atividade de projetar e executar soluções criativas para produtos de joalheria, que contemplem a ponderação do ciclo de vida mais longo do produto jóia, e materializem e expressem, em jóias, conceitos e valores que venham ao encontro das necessidades e desejos dos consumidores em determinada época, cultura e contexto social.

Concluindo, nesta pesquisa a qualidade estética (aspectos formais e simbólicos incorporados), a funcionalidade (correto desempenho das funções de jóia) e a produtividade (adequação à produção), inerentes a um característico projeto de design de jóias, foram selecionados como critérios objetivos de design para a análise dos casos estudados.

2.2.1 Panorama brasileiro da produção industrial de jóias

A indústria nacional de jóias é relativamente recente, tendo iniciado logo após a Segunda Guerra Mundial, segundo IBGM (2005), a partir de empresas especializadas na mineração, lapidação e comércio de gemas brasileiras, como a

Lapidação Amsterdam (hoje Amsterdam Sauer) fundada em 1941, em Belo Horizonte – MG, e a H. Stern, fundada no Rio de Janeiro – RJ, em 1945.

Essas empresas são tidas como as precursoras do design de jóias no Brasil, a partir do momento que passaram também a fabricar jóias para e com as gemas brasileiras que vendiam. Anteriormente a elas, o design das jóias européias e norte-americanas era copiado e adaptado para as jóias produzidas aqui por ourives, lapidários e cravadores de gemas.

Esses artesãos continuaram como figuras importantes no cenário brasileiro da joalheria até os anos 1960. Eles atuavam como médicos de família, isto é, cada família abastada tradicionalmente delegava a um determinado ourives a criação, a avaliação e o conserto de suas jóias.

Em 1958, a H. Stern foi a primeira joalheria da América Latina a instituir internamente um laboratório gemológico para analisar gemas e metais e pesquisar novas matérias-primas. Nessa mesma época, as grandes oficinas de ourivesaria tornaram-se fábricas e novos joalheiros começaram a despontar nas principais cidades do país. A mecanização da produção era ainda incipiente e a produção em série era garantida pela divisão do trabalho entre artesãos.

Pouco a pouco, com o desenvolvimento industrial brasileiro e com sucessivas gerações de artistas, arquitetos e estilistas brasileiros atuando também como designers de produtos, e de jóias, a indústria joalheria nacional passou a ter identidade própria manifestada no seu design. A partir de 1970, essa identidade foi difundida e reconhecida internacionalmente através do trabalho de artistas-joalheiros como o paulista Caio Mourão (1933 – 2005). Esses designers de jóias criaram peças cinéticas, modulares e escultóricas com materiais inusitados como cobre e aço, rompendo os paradigmas europeus e americanos da joalheria tradicional, e oxigenando a indústria joalheira com as aspirações da joalheria de arte.

No final da década de 1980, conforme o IBGM (2005), as incertezas políticas e econômicas prejudicaram o consumo de jóias no Brasil e no mundo; enquanto o ouro, como ativo financeiro, prosperava como opção de investimento. No entanto, a

demanda por jóias começou recentemente a demonstrar potencial de crescimento à medida que a economia se tornou mais estável. Por conseguinte, a procura por ouro como investimento se retraiu e o setor de joalheria no Brasil e no mundo se tornou o responsável pela maior parcela de consumo industrial de ouro. Hoje, a indústria de joalheria é responsável por cerca de 76% da demanda mundial deste metal.

Já na última década do século XX, a indústria joalheira nacional, incentivada pela possibilidade de importação de maquinário, pelo crescimento do consumo interno de jóias e pela estabilidade econômica e política do país, demonstrou desenvolvimento ímpar, criando novas fábricas e diversificando a produção.

Especificamente, a indústria de jóias empregava diretamente 26.256 pessoas no ano 2000, sendo assim distribuídas entre os estados de: São Paulo (66%), Minas Gerais (11%), Rio de Janeiro (8%), Rio Grande do Sul (7%) e Bahia (3%). Em 2006, havia 730 empresas de fabricação de jóias de prata e ouro legalmente registradas, de acordo com o IBGM (2005).

O setor de gemas, jóias e bijuterias, considerando toda a sua cadeia produtiva, atualmente é constituído basicamente por micro e pequenas empresas (96% do total) e estas respondem por quase 70% dos empregos gerados, conforme IBGM (2005). O pequeno porte da indústria influencia na sua vulnerabilidade a crises, mas lhe permite maior flexibilidade, pois as empresas podem adequar-se mais rapidamente a mudanças de moda e gosto do consumidor, a pequenas variações de demandas e a novos modos de produção. A tendência de terceirização neste setor é marcante: 63% das indústrias de jóias de ouro e 71% das de prata e folheados praticam a terceirização em alguma etapa da cadeia produtiva.

Para o segmento de gemas, o mercado interno ainda é bastante reduzido, absorvendo apenas de 5 a 10% da produção. Já para jóias, o mercado nacional adquire mais de 80% da produção interna. O perfil das jóias aqui produzidas ainda é de preços acessíveis e com pouco valor agregado, consequência da pouca especialização da mão-de-obra e da forte tendência e tradição brasileira de exportação de materiais em forma bruta.

Constata-se a ausência de mão-de-obra especializada e de novas tecnologias na fase de acabamento das jóias. No Brasil, esta fase ainda é predominantemente manual, o que gera acréscimo de custos e leva à baixa produtividade/qualidade. A baixa qualificação da mão-de-obra também é considerada um grave problema nos setores de modelagem, concepção de jóias e cravação de gemas.

Os produtores estão cientes da necessidade de tecnologia de ponta para aplacar essas lacunas, no entanto, o setor produtivo é completamente informatizado somente em 27% das indústrias nacionais. Ainda é muito utilizado o método de fundição por cera perdida na reprodução em larga escala das jóias, e a brasagem é realizada principalmente por maçaricos a gás, técnicas defasadas em relação à indústria internacional. Os setores de matrizaria já apresentam maior desenvolvimento com aplicação de tecnologias digitais no fresamento e / ou torneamento das matrizes.

Com ações governamentais e de entidades de classe integradas, a indústria de jóias do Brasil busca agora um novo posicionamento: os empresários decidiram superar a condição de fornecedores de matéria-prima e tornar o país um centro criador de tendências. Hoje, o marketing das empresas brasileiras se baseia no uso dos símbolos da nossa cultura em peças com matérias-primas do país. Com isto, mostra-se a força da brasilidade: misturar materiais inusitados, como sementes e marfim vegetal aos metais e pedras preciosas.

2.2.2 Perfil histórico do designer de jóias

A história da joalheria, abrangendo mais de 7.000 anos de civilização, é composta por sucessivas gerações de artesãos que responderam ao desafio de criar adornos corporais com materiais raros e que expressassem os estilos artísticos vigentes em cada sociedade, de acordo com Swarbrick (1996).

Até a Idade Média, as jóias e outros produtos de uso eram feitos um a um, artesanalmente. Nesse período, nas cidades mais desenvolvidas e ricas da Europa

Ocidental começaram a surgir laboratórios que desenvolviam em nível artesanal e limitado uma variada gama de utensílios de uso doméstico, que possuíam elevado valor artístico e considerável qualidade produtiva.

Cabe lembrar que até antes da Revolução Industrial, da cunhagem do termo design e da separação entre projeto e produção de um produto, o artesão ourives era quem criava, projetava e executava as jóias.

O progresso e a racionalização da industrialização, já no século XX, trouxe a separação da função do criador e do produtor de jóias. O criador passou a ser conhecido como projetista ou designer, e o produtor continuou sendo o ourives, agora com um perfil mais técnico, quase como um engenheiro mecânico. As escolas alemãs Bauhaus e Ulm influenciaram a formação de designers mundo afora e sedimentaram a separação entre projeto e produção.

O avanço da tecnologia da segunda metade do século XX, e a posterior e crescente informatização da produção industrial, levaram ao que muitos autores chamam de era pós-industrial, conforme Moraes (1997). Nesse cenário, dá-se mais valor à qualidade dos produtos que a quantidade produzida pela massificação industrial. Assim, o desafio passou a ser a geração de produtos mais diversificados, exigindo maior pesquisa e conhecimento aplicado à criação dos produtos, e não tanto a racionalização da produção, visando à produtividade. A flexibilização da produção industrial, conseguida pela informática comandando as máquinas e os processos de fabricação, endossou essa prática.

O designer de jóias hoje é, na maioria dos casos, um indivíduo que não só cria e projeta jóias, alheio à produção, mas também as executa, como mostram os dados apresentados na seção 2.2.4 logo adiante, integrando habilidades de artesão ourives, remontando aos estágios produtivos integrados de criação, projeto e execução de produtos, do período anterior à Revolução Industrial.

Essa reintegração de funções permite a maior pesquisa de soluções para o design de jóias, levando à geração de produtos mais inovadores.

2.2.3 Produção artesanal e design autoral

Nesta pesquisa, o termo artesanal, refere-se ao tipo de produção que envolve etapas e processos manuais de fabricação normalmente em tiragens limitadas de produtos, estes muitas vezes únicos e / ou bastante diferenciados entre si. Opondo-se à produção industrial, que gera um grande número de produtos rigorosamente iguais, onde a tolerância à diferenciação é quase nula, a produção artesanal admite variações nas configurações dos produtos advindos de um mesmo processo produtivo. Essas variações, características do fazer artesanal, agregam o valor simbólico do “feito à mão” aos produtos.

Apesar de certos autores considerarem o design exclusivamente como uma atividade de criação e projeto de produtos industriais, como Bürdek (2006) e Löbach (2001), visando à produção em série e em larga escala, o design de jóias ainda é voltado fortemente também para a produção artesanal, como será visto mais adiante. Além disso, a indústria joalheira contemporânea, flexibilizada pela informatização nos processos de fabricação, não abre mão das características próprias do processo artesanal, sejam elas referentes aos aspectos formais (personalização dos produtos), produtivos (produção em escala reduzida) e / ou simbólicos (raridade, autoria) do produto feito à mão.

Por outro lado, segundo Vyas (1991), nenhum trabalho manual hoje é totalmente realizado sem um grau de mecanização, envolvendo sempre alguma tecnologia, seja em forma de ferramentas manuais ou máquinas controladas manualmente.

Coelho (2008) identifica as mudanças de paradigmas do design em relação aos meios produtivos dos produtos. O paradigma cultural e industrial do início do século XX questionava a validade da produção de obras ou objetos únicos numa sociedade que se empenhava em construir uma cultura mais democratizada, pela produção de bens em massa. No paradigma cultural e industrial do início do século XXI, o objeto único e o fazer artesanal se apresentam sob uma nova perspectiva: não são vistos mais tanto como instâncias exclusivas de privilégio, mas antes como

resistentes ao senso comum do mercado e à homogeneização do pensamento, além de possibilitarem a sobrevivência de valores e conhecimentos esquecidos pela massificação industrial.

Continuando, Coelho (2008) também destaca a independência do meio de produção, industrial ou artesanal, para o design de produtos, desde que os produtos artesanais tenham sido efetivamente projetados, fabricados e estejam disponíveis para o consumo, e não somente para a fruição do público como uma obra de arte.

Muitas etapas do design e produção das jóias de diversas joalherias e designers são realizadas, ainda hoje, artesanalmente. Inclui-se aí desde os esboços prévios, os desenhos e *renderings* das alternativas criadas, a escultura de *mock-ups* e protótipos dos projetos escolhidos para a reprodução em larga escala até a confecção completa de uma jóia única. Até mesmo na lapidação de uma gema de alta qualidade, o serviço é feito manualmente por lapidários experientes, cuja habilidade ainda não foi superada por softwares nem máquinas computadorizadas. O mesmo ocorre para a cravação de gemas em metais preciosos.

A figura 23, composta pelo autor da presente pesquisa, com base em imagens veiculadas no *website* da empresa Dior (DIOR, 2009, *online*), demonstra diversas etapas, realizadas à mão, na confecção de uma jóia da sua última coleção. Em A tem-se o desenho artístico (*rendering* manual); em B, a escultura do protótipo em cera para a fundição; em C, a usinagem com fresa e em D, com lima; em E e F, a cravação das gemas; em G, a esmaltagem da peça e em H, a montagem final da jóia.

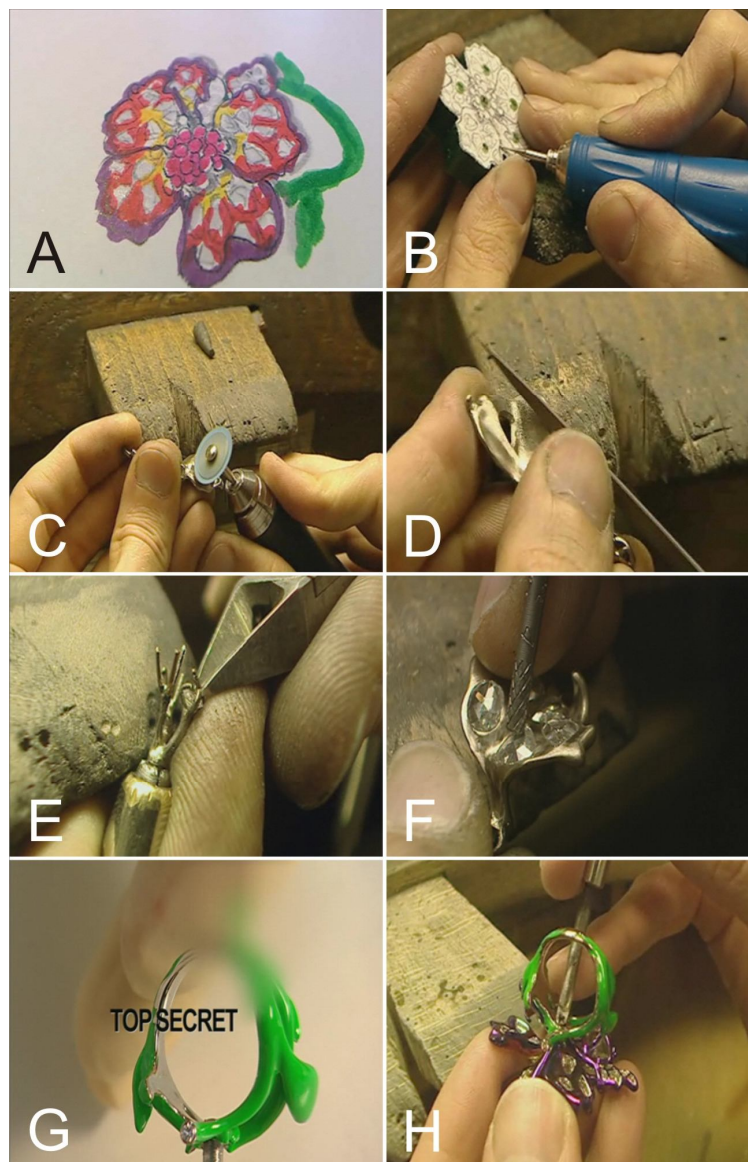


Figura 23: Etapas manuais da confecção de uma jóia Dior. A) desenho final da peça; B) escultura em cera; C) e D) usinagem com fresa e lima, respectivamente; E) e F) cravação das gemas; G) esmaltagem e H) montagem final da jóia. Fonte: DIOR, 2009, *online*.

Conforme Cartier (a, 2008, *online*), são os processos manuais que dão características e valores especiais às jóias. Codina (2000) destaca a importância do trabalho artesanal na joalheria, onde o trabalho manual e o processo criativo permitem a construção de objetos unitários com grande liberdade de experimentação e que acabam refletindo o seu criador.

O fazer artesanal, no design e na produção de jóias, tem a capacidade de agregar valores intangíveis até mesmo aos materiais mais comuns, aumentando, em consequência disso, o seu valor econômico. Hoje em dia, produtos feitos à mão,

parecem resistir à massificação e uniformidade dos bens de consumo e os consumidores têm buscado por itens exclusivos, no sentido de únicos e originais, que carregam valores simbólicos e significância para além de suas funções práticas, segundo SEBRAE (2004).

Nesse sentido o fazer artesanal aproxima o design de jóias do design autoral, onde o designer tem o controle de todas as etapas de criação dos produtos e acaba por imprimir traços expressivos individuais que permitem a identificação do criador dos produtos.

Conforme Chaimovich (2009), a tendência autoral no design contemporâneo leva o criador de objetos utilitários a aproximar-se de modo crescente do artista; desenvolvendo, ambos, um universo estético que singulariza a própria trajetória profissional, conferindo-lhe identidade.

Do mesmo modo, Codina (2000) relaciona a atividade do design contemporâneo de jóias com a arte, na medida em que a joalheria contemporânea também trabalha com valores como a expressividade, a provocação e a relação conceitual e simbólica com o objeto. No entanto, cabe ressaltar que o trabalho do artista é subjetivo e auto-referente, e o do designer deve responder a questões e problemas objetivos, externos a ele, visando a geração de produtos utilitários funcionais.

Acredita-se, portanto, que a inovação no design de jóias hoje não está calcada somente no avanço de tecnologia produtiva voltada para a produção industrial, mas sempre na experimentação criativa, concreta e direta com os materiais e técnicas disponíveis na configuração de um artefato inovador de ornamentação corporal, que se proponha eficaz em todas as suas funções, mesmo que produzido artesanalmente.

2.2.4 Designers contemporâneos de jóias

Nesta seção destaca-se a atuação profissional de alguns designers contemporâneos de jóias com o intuito de identificar os conceitos norteadores de seus processos criativos e produtivos, e assim comprovar o vínculo do design de jóias com a produção artesanal e a possibilidade da prática do ecodesign de jóias.

Os designers são apresentados em ordem alfabética apenas para facilitar a construção do texto.

2.2.4.1 Adeguimar Arantes

Adeguimar Martins Arantes Moura (1961 -) é goiana e trabalha em Caldas Novas – GO. Joalheira desde 1985 e designer de jóias desde 2002, atualmente 90% de sua produção de jóias é vendida em São Paulo – SP e o restante em outros estados e países.

Ela trabalha com materiais tradicionais à joalheria, quais sejam: ouro, prata, paládio e gemas naturais, aliados a materiais diversos como tecido, couro, madeira, fibras vegetais, pneus, cipós e ossos na busca por expressar impacto visual e conceitos de multiplicidade cultural e singularidade numa jóia.

A figura 24 apresenta uma pulseira de sua autoria, feita de algodão agroecológico, ou orgânico, tramado em tear manual, e prata, com quartzo hialino (incolor) e iolitas. A jóia expressa, em sua rusticidade, a natureza do cerrado brasileiro e evidencia o valor cultural regional agregado constantemente nas jóias de Adeguimar.



Figura 24: Pulseira feita por Adeguimar Arantes, com algodão, iolita, quartzo e prata. Fonte: PORTAL JÓIA BR a, 2009, *online*.

O design e a fabricação de suas jóias são realizados na empresa/atelier de sua família, utilizando processos artesanais em todas as etapas da produção, que compreendem, em ordem: croqui, desenho técnico, confecção, montagem, acabamento e assinatura da peça. Dependendo da jóia, ainda realiza a representação artística da mesma, depois de finalizada. Produz, por ano, de 400 a 1000 jóias, todas únicas. Quando lança uma nova coleção, duas outras já estão sendo pesquisadas.

Adeguimar revela-se ecológica e sustentável em suas ações, sem radicalismos, na vida cotidiana. Em seu trabalho aproveita os materiais naturais e **renováveis*** abundantes no cerrado brasileiro justapondo-os a metais nobres **reciclados***. Seus produtos são vendidos em embalagens solidárias, reutilizáveis e biodegradáveis. Conforme Adeguimar, as embalagens são solidárias porque são feitas por associações de mulheres da região onde atua, priorizando mães que são arrimo de família.

Constata-se, na análise do trabalho de design e produção artesanal de jóias de Adeguimar Arantes, que ela pratica o ecodesign de jóias porque, como jóias, seus produtos são esteticamente significantes, bem construídos e duráveis; como

fruto de design, são objetos com valor simbólico agregado, projetados e adequados aos processos de fabricação escolhidos, à venda e ao uso como adorno corporal; e, como ecológicos, evitam o consumo de metais preciosos virgens, utilizam materiais naturais renováveis e suas embalagens são biodegradáveis. Além disso, sua atuação profissional engendra ações de sustentabilidade, promovendo a cultura regional e a geração de renda e melhoria da qualidade de vida social local.

2.2.4.2 Antonio Bernardo

Antonio Bernardo (1947 -), carioca, é ourives e designer de jóias internacionalmente conhecido. Há 30 anos cria peças de joalheria que transcendem o mero ornamento e, segundo ele próprio, são jóias feitas para pensar. Dedicase à criação e ao desenvolvimento de cada jóia, pesquisando movimentos, texturas e formas, quebrando fronteiras entre designer e artesão. Já ganhou diversos prêmios de design pelo mundo afora, com destaque a oito prêmios “iF Design Awards”, reconhecido prêmio mundial de design.

A inspiração para o design das jóias de Antonio Bernardo vem de referências mitológicas a narrativas pessoais, abordando com freqüência, questões similares às da arte contemporânea e recebendo influência direta da arte concretista. Um dos mais bem-sucedidos designers de jóias brasileiros, Antonio Bernardo “enfrentou todos os tabus do gosto e do comércio: trocou o figurativo pelo abstrato, o ornamento pelo conceito, a empostação pela ironia, a tradição pela inovação” (ANTONIO BERNARDO, 2009, *online*).

O ouro é o principal material trabalhado e, da fundição do metal ao acabamento, utilizando equipamentos de avançada tecnologia, o rigor e a fidelidade ao projeto inicial são mantidos, certificando a qualidade das valiosas peças assinadas por Antonio Bernardo.

Na aliança “Liga” (figura 25), é possível observar a força conceitual e simbólica do seu trabalho. Nessa peça, ele trabalhou os metais puros que compõem

a liga de ouro 18k de maneira inesperada. A aliança exibe, justapostas, uma faixa de ouro puro (24k), uma de cobre e outra de prata nas exatas proporções da liga. Em sua concepção, a aliança fala de relacionamentos e, com o passar do tempo, de quem a usa, segundo Antonio Bernardo (2009, *online*).



Figura 25: Aliança “Liga” de Antonio Bernardo, feito de ouro, prata e cobre puros, em quantidades proporcionais à liga de ouro amarelo 750. Fonte: ANTONIO BERNARDO, 2009, *online*.

Assim como toda relação que nunca permanece intacta, os metais puros, por serem mais macios, adquirem sutilmente texturas pessoais, impressões que representam a história de cada um.



Figura 26: Anel desmontável “Puzzle”, de Antonio Bernardo, em ouro amarelo 18k. Fonte: ANTONIO BERNARDO, 2009, *online*.

A figura 26 apresenta o anel “Puzzle” em ouro 18k. Totalmente desmontável esse anel recebeu em 2006, um dos maiores prêmios internacionais de design: o “iF Design Award”, e atesta, na limpeza da forma, a inventividade e a vocação para a reprodução industrial das jóias de Antonio.

Na sua fábrica no Jardim Botânico, cidade do Rio de Janeiro – RJ, onde trabalham 80 pessoas, o designer cria de 60 a 80 novas peças por ano. Seu escritório-ateliê é repleto de instrumentos de manipulação e protótipos de jóias, “feitos com fios de ferro, cera de dentista e massinha de modelar” (ANTONIO BERNARDO, 2009, *online*), evidenciando a pesquisa criativa e técnica que desenvolve para cada nova jóia de suas coleções.

Embora não apresente nenhuma preocupação ecológica evidente no design de jóias, a atuação profissional de Antonio Bernardo é um importante registro da interseção entre design de jóias, artesanato e produção industrial.

2.2.4.3 Bettina Terepins

Bettina Terepins (1959 -), é paulista, administradora de empresas formada em 1980 e designer-joalheira desde 1988. Suas jóias integraram diversas exposições nacionais e internacionais que referenciam o design brasileiro de jóias.

Conquistou o primeiro lugar na etapa nacional do concurso “Tahitian Pearl Trophy” em 2005, com a pulseira “Terra”, de madeira imbuia, pérola do Taiti, topázio imperial e ouro 18k.

A pulseira é ilustrada na figura 27 e sua forma revela forte geometrização e contraste de materiais.



Figura 27: Pulseira “Terra”, de Bettina Terepins, em ouro 18k, pérola do Taiti, topázio imperial e madeira imbuia. Foto: Almir Pastore. Fonte: PORTAL JÓIA BR b, 2009, *online*.

Para Bettina, a “jóia é ornamento que traduz personalidade” (BETTINA TEREPINS, 2009, *online*) e o seu trabalho em jóias, reconhecido internacionalmente, é caracterizado pelas composições geométricas de madeira imbuia ecologicamente certificada e gemas brasileiras com ouro 18k e 24k.

As fontes de inspiração e referências para a criação de jóias, Bettina afirma trazer de suas viagens, tanto as profissionais, quando busca matéria-prima diferenciada, quanto as de lazer, sendo interessada em visualidades e culturas diversas. Estas inspirações são traduzidas em jóias simples e geométricas de apurado senso estético.

A figura 28 apresenta outra peça emblemática de sua carreira como joalheira. Trata-se de uma pulseira, que pode virar duas, composta de fitas de madeira e ouro apenas sobrepostas. A forma expressa simplicidade e flexibilidade numa jóia sofisticada.



Figura 28: Pulseira composta de fitas de ouro e madeira sobrepostas, de Bettina Terepins.

Foto: Almir Pastore. Fonte: PORTAL JÓIA BR b, 2009, *online*.

A preocupação ecológica no trabalho de Bettina Terepins é satisfeita pelo uso de madeiras nativas certificadas como elemento estrutural principal das jóias, possibilitando um menor consumo de metais nobres.

2.2.4.4 Glória Corbetta

Glória Corbetta (1959 -), nasceu e trabalha em Porto Alegre – RS. É escultora e designer de jóias, graduada em artes pelo Instituto de Artes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IA - UFRGS) e design de jóias pela Universidade Luterana Brasileira (ULBRA), tendo vasto currículo de exposições realizadas no Brasil e exterior. Em 2004, recebeu o Prêmio IBGM de Design de Jóias “Retratos Brasileiros”, com a peça “Colar Boleadeiras”, ilustrada na figura 29.

Entre seus trabalhos de arte e design estão esculturas em bronze, alumínio, resina e aço inox, design e arte aplicada em objetos e móveis, bem como jóias, que a própria autora define como escultóricas, em ouro 18k e gemas naturais.



Figura 29: Colar “Boleadeiras”, Glória Corbetta. Feito em ouro branco 18k, couro, diamantes e cianita verde. Fonte: GLORIA CORBETTA, 2008, *online*.

A figura 30 ilustra uma peça da sua linha de jóias em aço, que foi comercializada de 1996 a 1999, na Memo Art, Galerie du Carrousel du Louvre, em Paris, França.



Figura 30: Colar de Glória Corbetta, em ouro 18k, aço inoxidável e diamante. Fonte: GLORIA CORBETTA, 2008, *online*.

As jóias escultóricas de Glória Corbetta mesclam couro, madeira, aço inoxidável, e outros materiais comuns, com materiais nobres, como o ouro e as gemas naturais. Os materiais nobres são utilizados mais pelas suas propriedades estéticas, numa busca pela expressão de valores artísticos, e não pelo valor monetário dos materiais.



Figura 31: Colar “Borboleta”, de Gloria Corbetta, em ágata, ametista e prata. Fonte: GLORIA CORBETTA, 2008, *online*.

Na figura 31 apresenta-se o colar “Borboleta”, de prata, ágata e ametista, que integra a coleção do museu do Gemmological Institute of America (GIA).

Segundo Corbetta, suas jóias são esculturas de uso pessoal, “pequenas o suficiente para serem usadas como adornos, refletem a alma, o estilo e a técnica de quem as criou” (GLORIA CORBETTA, 2008, *online*). Para ela, uma jóia artística é eterna e atemporal.

Nestes depoimentos e no conhecido trabalho de Glória Corbetta, fica clara a relação estreita entre o design de jóias e a criação artística. No caso dela, essas áreas compartilham o mesmo processo criativo, resultando num produto único e exclusivo, a jóia de arte, que, segundo Codina (2000), reflete diretamente os valores e a intenção artística do seu criador.

Ainda que não seja explícita a preocupação ecológica em suas jóias, o uso de materiais diferenciados e a produção artesanal limitada, desonera a exploração de recursos naturais e o impacto ao meio ambiente.

2.2.4.5 Miriam Mirna Korolkovas

Miriam Mirna Korolkovas (1953 -) é paulista e atua em São Paulo – SP. É doutora em arquitetura pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), graduada em arquitetura pela mesma universidade e em belas artes, com especialização em escultura e joalheria, pelo Pratt Institute de Nova Iorque – EUA.

Suas coleções de jóias são inspiradas na modernidade dos grandes centros urbanos brasileiros mesclada à ornamentação dos primeiros habitantes de nosso país: os índios. Seu trabalho é voltado ao uso de metais da classe dos refratários, como o titânio e o nióbio.

A figura 32 mostra um colar de Miriam feito de titânio e nióbio oxidado. A geometrização da forma remete aos adornos indígenas e os aspectos materiais remetem à inovação e tecnologia no design de jóias. A peça foi apresentada na exposição “Brasil faz Design” em Milão, Itália, em 2002.

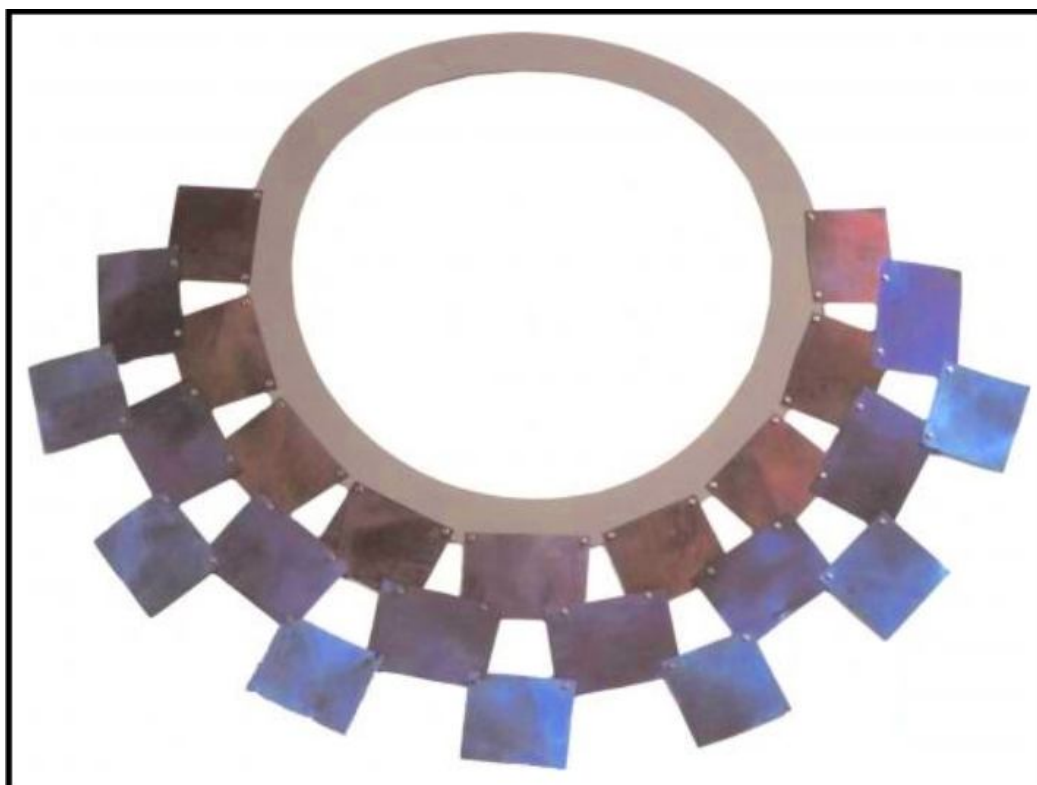


Figura 32: Colar de titânio e nióbio de Miriam Mirna Korolkovas. Fonte: BIENAL BRASILEIRA DE DESIGN, 2009, *online*.

A atuação de Miriam é ecologicamente válida por trazer metais refratários para as jóias. O Brasil é o maior produtor mundial de nióbio e o trabalho de Miriam promove a difusão e a diversificação dos recursos materiais brasileiros, bem como a identidade de nosso povo.

2.2.4.6 Ralf Schinke

Ralf Schinke (1959 -), gaúcho, é joalheiro designer há mais de 20 anos e atualmente trabalha em Porto Alegre – RS. Ralf confecciona jóias em ouro, prata,

gemas naturais e outras matérias-primas.

Todas as suas jóias são criadas por ele e desenvolvidas por ele e um ourives em seu atelier, num “processo totalmente artesanal que garante a elas exclusividade e acabamento aprimorado” (RALF SCHINKE, 2008, *online*). As figuras 33 e 34 ilustram dois de seus trabalhos, em prata 925, ouro 18k e gemas naturais, evidenciando os valores simbólicos agregados pelo design: a passagem para o novo milênio, o dinamismo dos anos 2000, demonstrado pelos movimentos giratórios dos anéis.



Figura 33: Anel giratório "Big Bang" (2000) de Ralf Schinke, em prata 925 e 21 cones com pedras brasileiras, simbolizando a entrada do século 21. Fonte: RALF SCHINKE, 2008, *online*.



Figura 34: Anel giratório "Girassol", de Ralf Schinke, em ouro branco e amarelo 18k e quartzo. Fonte: RALF SCHINKE, 2008, *online*.

O trabalho de Ralf em jóias atualmente pode ser encontrado em diversos países do mundo, sendo ele reconhecido como um representante do design brasileiro contemporâneo de jóias.

A mistura cultural parece ser um fator determinante no trabalho de Ralf. Suas peças caracterizam-se pela originalidade e total diversidade de estilos, que vão do clássico ao moderno, da simplicidade das formas à total assimetria. O conhecimento artístico que possui faz com que muitas de suas jóias pareçam “verdadeiras esculturas” (RALF SCHINKE, 2008, *online*). Destacam-se, entre elas, uma coleção de jóias em madeira e prata desenvolvidas em conjunto com o escultor Mauro Fuke. A figura 35 ilustra um produto dessa coleção, um colar em prata 925 e madeira.



Figura 35: Colar em prata 925 e madeira, realizado por Ralf Schinke e Mauro Fuke. Foto: Ralf Schinke. Fonte: RALF SCHINKE, 2008, *online*.

Ralf não utiliza gemas naturais orgânicas que provêm de extrativismo predatório como corais e marfim. Isso, juntamente com a reutilização de metais nobres e gemas e o uso de materiais como madeira e ferro, dão indício de uma provável preocupação ambiental no trabalho de Ralf.

2.2.4.7 Rita Prossi

A designer de jóias Rita Prossi (1965 -) nasceu e trabalha em Manaus – AM. Poetisa, artesã e designer, ela foi precursora no uso de materiais da natureza amazônica em jóias, através de pesquisas junto a tribos indígenas, inspirando-se pelas suas lendas e mitos e pelo folclore de sua região.

Rita promove a riqueza auto-sustentável da Amazônia com extremo respeito ao meio ambiente. Suas criações harmonizam sementes amazônicas, couro de peixe, madeira, palha de arumã e outras fibras naturais com gemas naturais e sintéticas e metais preciosos.

O respeito ao meio ambiente é comprovado pela preocupação com a origem e forma de obtenção das matérias-primas. A técnica de transformação de peles de peixes em couro proporciona o aproveitamento de material orgânico, além de evitar a poluição ambiental. Comumente, a pele de peixes amazônicos é jogada de volta nos rios pelos comerciantes e processadores de pescado. As madeiras e fibras vegetais que utiliza são fruto da extração controlada, isto é, de acordo com o ritmo de crescimento das plantas e advindas de regiões diferentes, selecionadas por rodízio. As sementes são extraídas de frutos consumidos pela população local ou são retiradas da floresta quando não germinam.

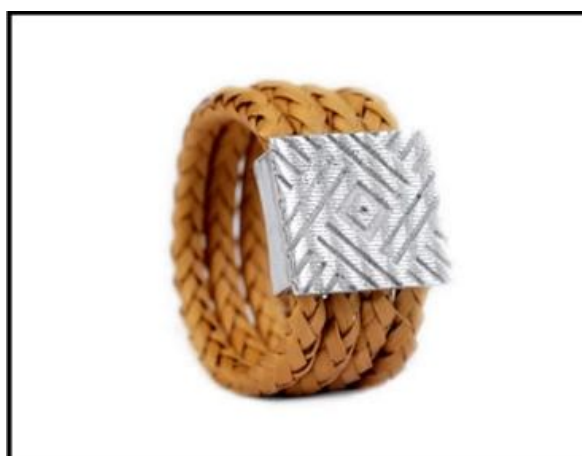


Figura 36: Anel de Rita Prossi, feito com palha de arumã e prata 950. Fonte: RITA PROSSI, 2009, *online*.

A figura 36 apresenta um anel de sua autoria em prata 950 e palha de arumã trançada por indígenas da tribo Waimiri-Atroari. A jóia expressa a cultura da cestaria indígena e os valores locais através de sua forma.

Quando usa os materiais típicos da Amazônia em jóias, torna-se evidente a sua preocupação ecológica, promovendo e difundindo a sustentabilidade ambiental, econômica e social da região. Pode-se assim classificar o trabalho de Rita Prossi como ecodesign de jóias.

2.2.4.8 Valéria Sá

Valéria Sá (1968 -), gaúcha, é designer de jóias desde 1996, e estudou escultura no Museu Alfredo Andersen, em Curitiba – PR. Ela cria, desenha e confecciona jóias em cera (prototipagem) e em metais nobres ou não (titânio e alumínio), bem como com gemas naturais (de origem conhecida) e sintéticas, couro e madeira certificada.

Trabalhando artesanalmente e aliando tecnologia industrial, como prototipagem rápida, Valéria cria jóias exclusivas ou em série, para empresas ou consumidores finais, com muitos valores simbólicos e significados agregados, inspirando-se em temas pré-determinados ou criando diretamente a partir da experimentação prática com os materiais no atelier.

Sempre procurando se especializar e conhecer profundamente o setor joalheiro, Valéria considera a atividade profissional do designer de jóias, como a prestação de um serviço “completo” de resolução de problemas para o cliente, englobando desde a lapidação e cravação de gemas, a criação e confecção dos produtos até a limpeza e a manutenção das jóias. Assim, presta ao cliente, desde a consultoria sobre como utilizar as peças que produz, reformas, consertos e o desenho de novas peças, respeitando a individualidade e a personalidade de cada um e aumentando o ciclo de vida das jóias.



Figura 37: Desenho (esquerda) e par de brincos em ouro branco 18k, quartzo e diamante de Valéria Sá. Fonte: JEWELRYREFORMATION, 2008, *online*.

A figura 37 apresenta o desenho e o resultado final de uma jóia exclusiva, feita sob encomenda para o casamento de uma de suas clientes. A jóia é confeccionada em ouro branco 18k, quartzo e diamante e foi criada a partir da estilização livre das letras iniciais dos nomes do casal.

Quando realiza reformas e transformações em jóias antigas, o que vem acontecendo cada vez mais devido à crise econômica e ambiental pela qual passamos atualmente, Valéria procura manter ou recuperar, além do material, o conjunto de valores intangíveis, simbólicos e históricos que uma jóia possui, ou representa, para o seu proprietário.

De acordo com entrevista concedida ao Portal das Jóias, em 2004, Valéria declarou que ser designer, muitas vezes está na alma de artista que algumas pessoas carregam, mas “sem o mínimo de conhecimento, anos de experiência ou cursos de capacitação, ninguém consegue trabalhar sério e ser integralmente profissional” (PORTAL DA JÓIAS b, 2009, *online*). E finaliza, dizendo que um designer de jóias deve ser sério e competente e, para o resultado de seu trabalho, não deve se contentar com nada menos que o melhor.

Para ela, o design brasileiro de jóias tem características e traços marcantes, que atualmente estão muito valorizados no exterior. Segundo Valéria, o design de jóias não deve ser dominado totalmente pelas tendências de moda, devendo-se buscar sempre inspirações originais nas mais diversas situações, de viagens a sonhos.

Pela recuperação de materiais nobres, pelo uso de materiais alternativos de origem certificada e por promover e oferecer serviços de manutenção de suas jóias, Valéria demonstra preocupação ecológica no seu trabalho de designer de jóias.

2.2.4.9 Victoire de Castellane

Victoire de Castellane (1966 -), francesa, é designer de jóias responsável pela alta joalheria da renomada marca de produtos de luxo Dior desde 1998. Trabalhou com o estilista Karl Lagerfeld (1933 -), durante os 14 anos anteriores, na criação das jóias e bijuterias da marca Chanel.

Para Victoire, o processo criativo é semelhante quando projeta uma coleção comercial para uma grande marca ou quando cria uma peça única ou mesmo uma mais acessível economicamente, misturando materiais da joalheria tradicional com materiais sintéticos industrializados. O processo pode começar no seu imaginário, a partir de referências da cultura pop, da literatura e do cinema de contos de fadas, que acompanham o seu percurso social e que traduz tacitamente em jóias exuberantes; ou partir do apelo visual de determinado material, seja uma gema única ou plásticos de cores saturadas.

As jóias são criadas por ela em desenhos e esboços rápidos, projetadas por seus desenhistas e desenvolvidas uma a uma por equipes de ourives, lapidadores e artesãos, que recebem diretamente dela instruções precisas e especificações para a produção, garantindo o rigor à idéia original.

Interessada em formas inusitadas e lúdicas, Victoire busca expressão através de contrastes de volumes e cores, em jóias feitas com materiais nobres, porém saturados de cor, quase confundindo a visão. A figura 38 ilustra uma das jóias da coleção “Belladone Island”, de 2007, da Dior. O anel “Egratigna Chipie” é feito de ouro branco 18k com aplicação de laca, espinélio e diamante.



Figura 38: Anel “Egratigna Chipie”, de ouro branco 18k, espinélio, diamante e laca, da coleção “Belladone Island” da Dior, criado por Victoire de Castellane. Fonte: DIOR, 2009, *online*.

Inserida num contexto industrial de grandes dimensões e trabalhando quase exclusivamente com materiais naturais nobres e não-renováveis, Victoire não demonstra preocupação ecológica ao criar suas jóias. Ainda assim, o trabalho que desenvolve é importante no sentido de trazer inovação na criação de jóias, conseguida principalmente pela manutenção do trabalho artesanal na produção industrial de jóias.

2.2.4.10 Virgínia Moraes

Virgínia Moraes (1965 -), carioca, é formada em artes plásticas pela Universidade de Brasília (UNB) e cursou design de jóias e gemologia na Associação dos Joalheiros do Rio de Janeiro (AJORIO). Já atuou em diversas cidades e atualmente integra o corpo docente da Universidade Veiga de Almeida e do Serviço Nacional do Comércio (SENAC), no Rio de Janeiro, onde participou do “Seminário

de Design Sustentável”, ministrando palestras com o tema "Utilização de Refugos na Produção de Jóias", segundo o Portal Jóia BR (c, 2009, *online*).

Preocupada com questões ecológicas, já realizou coleções de jóias com refugos de madeiras certificadas da Amazônia, provenientes de indústrias moveleiras e na SIERRAD, uma das maiores feiras de joalheria contemporânea da Europa, Virginia conheceu o titânio. Após pesquisas e experimentações, desenvolveu uma técnica particular no trabalho com esse metal. A figura 39 apresenta três anéis de titânio com prata 950 de sua autoria.



Figura 39: Anéis de prata 950 e titânio oxidado de Virgínia Moraes. Fonte: BIENAL BRASILEIRA DE DESIGN, 2009, *online*.

Suas jóias são confeccionadas por ela artesanalmente ou aliando tecnologia informatizada para a usinagem das peças, e a inspiração para seus trabalhos parte da pesquisa e experimentação com os materiais diferenciados.

O trabalho de Virginia com jóias que aliam refugos industriais a metais nobres pode ser considerado como ecológico na medida que agrega valor monetário a resíduos sólidos, evitando a sua deposição direta no meio ambiente.

2.3 ECODESIGN

Como conceito geral, ecodesign é entendido como o projeto de produtos orientado por critérios ecológicos. Em outras palavras, trata-se da atividade de design voltado para o desenvolvimento de produtos ecologicamente amigáveis, através da aplicação de princípios como a redução do uso de material e de energia e a redução da geração de resíduos, envolvidos em todo o ciclo de vida dos produtos, segundo Manzini e Vezzoli (2002).

Ecologia, como ciência, é o estudo e o conhecimento das relações econômicas da natureza. Citando Haeckel (1870), tido como o criador do conceito científico de ecologia, que é válido até hoje, ecologia é “[...] a investigação de todas as relações entre o animal e seu ambiente orgânico e inorgânico” (HAECKEL, 1870, apud CDCC, 2008, *online*). Nesse contexto é admitida a interdependência irrestrita dos seres vivos, incluindo o homem, com o seu meio ambiente.

Assim o desenvolvimento de produtos, como atividade produtiva humana, está intrinsecamente ligado à ecologia, na medida em que a sua ocorrência depende, necessita e interfere no meio ambiente. O design contemporâneo, de maneira geral, reconhece esse paradigma ecológico, mas na sua *práxis*, os requisitos ambientais nem sempre são satisfeitos. A dimensão ambiental do desenvolvimento de produtos no Brasil é ainda, muitas vezes, restrita apenas à adequação aos padrões impostos pela legislação ambiental vigente, revelando uma posição de inércia frente às emergentes implicações ambientais da produção e consumo de produtos em escala global.

Em sua especificidade, o ecodesign engloba metodologias e estratégias de design que consideram profundamente a relação do produto com o meio ambiente, e que, como resultado, geram produtos ecológicos. Essas metodologias e estratégias específicas serão detalhadas após a revisão da evolução histórica do binômio ecologia-design, a seguir.

2.3.1 Breve histórico da relação ecologia *versus* design

O manifesto de fundação da Academia de Design de Ulm, na Alemanha, de 1952, já preconizava o desenvolvimento de produtos com menos desperdício.

Porém, a relação de interdependência entre o desenvolvimento de produtos e o meio-ambiente veio à tona com as mudanças tecnológicas, econômicas e sociais ocorridas principalmente nos Estados Unidos e Europa, entre os anos 1960 e 1970, segundo Bürdek (2006).

Naquela época, a constatação do rápido esgotamento das matérias-primas, o crescimento continuado da taxa populacional e a conseqüente degradação do meio ambiente contribuiriam para a desestabilização e quebra da sociedade industrial. A partir desse cenário, destaca-se, a atuação do “Clube de Roma”, fundado em 1968, que reuniu diversas entidades internacionais para a discussão, entre outros itens, do modelo de desenvolvimento industrial da época, e como ele afetava prejudicialmente o meio ambiente global. A atuação do “Clube de Roma” foi importante, pois despertou a consciência ecológica mundial e colaborou para que, em julho de 1972, fosse realizada a “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”, em Estocolmo, na Suécia.

Segundo Nascimento (2008), após a conferência de Estocolmo, as nações começaram a estruturar seus órgãos ambientais e a estabelecer suas legislações, visando o controle da poluição ambiental. Na mesma época, a crise energética, causada pelo aumento do preço do petróleo, trouxe à discussão a racionalização do uso de energia e a busca por combustíveis renováveis. Em 1978, na Alemanha, surgiu o primeiro selo ecológico, o “Anjo Azul”, para a rotulagem de produtos considerados ambientalmente corretos.

Com o início da globalização, nos anos 1980, principalmente no eixo Ásia-Europa-América do Norte, os critérios ecológicos relacionados ao design e à produção industrial foram sendo disseminados internacionalmente, primeiramente no contexto industrial, e posteriormente em diferentes níveis sociais, criando uma

consciência ambiental que se fortaleceu com o passar do tempo. Os consumidores passaram a ser mais criteriosos e exigentes em relação às conseqüências ambientais dos produtos e serviços que consumiam, tendo sentido na pele alguns efeitos da industrialização desenfreada com os acidentes ambientais ocorridos, por exemplo, na Índia (explosão da indústria química Bhopal, em 1984) e na Ucrânia (vazamento na usina nuclear de Chernobyl, em 1986).

Paralelamente, leis e políticas ambientais, passaram a remodelar as atividades industriais, a fim de regular ou diminuir os impactos ambientais descontrolados. No entanto, os modelos produtivos da época, quando consideravam os impactos ambientais decorrentes, buscavam solucioná-los com medidas paliativas aos seus efeitos, não evitando, apenas remediando-os. Conhecidas como soluções *end-of-pipe* (fim de linha), essas medidas revelaram-se ineficazes e fruto de uma atitude reativa frente às conseqüências ambientais do desenvolvimento de produtos, revelando-se ineficientes para o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, a definição jurídica de impacto ambiental data de 1986, e veio expressa no artigo 1º da Resolução 1, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nos seguintes termos:

[...] considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente, afetam-se: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais. (CONAMA, 1986, apud KRAEMER, 2003)

O conceito de ecodesign propriamente deriva do design para o meio ambiente (DfE) e surgiu nos final da década de 1980, na indústria eletrônica norte-americana, preocupada com as conseqüências ambientais da sua produção. Essa indústria reuniu esforços para desenvolver uma base de conhecimentos em projetos voltados para a proteção do meio ambiente. Após esse primeiro estágio, a crescente demanda pelo conhecimento desse conceito deu-se, primeiramente, em empresas que já desenvolviam programas de gestão ambiental e de prevenção à degradação do meio ambiente.

A década de 1980 encerrou trazendo a globalização da preocupação ambiental. Dois documentos elaborados em 1987 pela Organização das Nações Unidas (ONU) atestam essa disseminação global: o “Protocolo de Montreal”, que banuiu os produtos que continham clorofluorcarbonos (CFCs) e o “Relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento”, apresentado pela World Commission on Environmental Development (WCED). Esse último, conhecido também como “Relatório Bruntland” (devido ao nome de sua coordenadora), é considerado um marco para a relação meio ambiente *versus* desenvolvimento, pois congrega a união das nações em busca do desenvolvimento que não acarrete a degradação do meio ambiente, de acordo com Nascimento (2008). É nesse documento que foi definido o conceito de desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras, segundo a WCED (1987, *online*). Em síntese, o desenvolvimento sustentável é apoiado em três dimensões: ambiental, social e econômica.

Já no início da década de 1990, surgiram as normas ISO 9000 e ISO 14000, redigidas pela International Standards Organization (ISO). A primeira dita os requisitos gerais para um sistema de gerenciamento de qualidade da produção e é tida como pré-requisito para a segunda, que considera as questões de qualidade em relação ao meio ambiente. Pouco a pouco, indústrias e empresas dos mais diversos segmentos passaram a modificar seus processos produtivos, otimizando-os para que causassem o menor impacto ambiental possível temendo tanto as sanções dos órgãos de controle quanto a rejeição da sociedade perante seus produtos.

Nessa década também foram organizadas reuniões internacionais que tratavam do argumento ecológico, gradativamente mais presente nos debates sobre o desenvolvimento industrial. Dentre essas reuniões destaca-se a “Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” (Rio 92), ocorrida no Rio de Janeiro – RJ em 1992, onde o conceito de desenvolvimento sustentável foi debatido e passou a ser almejado, tendo a sociedade em geral e as empresas entendido a importância de se atingir o desenvolvimento econômico, atendendo as necessidades das pessoas e garantindo a preservação do meio ambiente.

No final do século XX, de acordo com Nascimento (2008), já se percebia uma mudança de posicionamento de sociedade industrial frente aos problemas ambientais. Passou-se de uma atitude reativa, com medidas paliativas sobre a poluição, para uma atitude ativa de buscar soluções de prevenção, que evitassem a poluição e a degradação do meio ambiente natural, otimizassem o uso de recursos materiais e energéticos não-renováveis e implementassem tecnologias de reciclagem e produção limpa. Foram difundidos também os conceitos de ecodesign e de ciclo de vida dos produtos, como importantes ferramentas para se atingir a sustentabilidade ambiental.

No início do século XXI, conforme Nascimento (2008), a questão ambiental passa a ser vista não mais como uma forma de responder às exigências legais, mas como fator de competitividade, conquista de mercado e manutenção da produção a médio e longo prazo. Percebe-se então um posicionamento pró-ativo das empresas e sociedade, onde o efeito da produção é avaliado desde a seleção da matéria-prima até o descarte dos resíduos pelo consumidor, passando pelo melhor aproveitamento de insumos e redução do volume de resíduos lançados no ambiente. Esse tipo de atitude traz mais que benefícios ambientais: diminui custos de produção e derruba a barreira entre economia e ecologia, isto é, o mito de que uma produção ambientalmente responsável é economicamente mais cara.

No entanto, esse posicionamento pró-ativo ainda não é hegemônico e, como afirmam os estudiosos do design e da produção, como Manzini e Vezzoli (2002) e Santos (2009) a sustentabilidade ambiental, dentro do desenvolvimento sustentável, configura um caminho complexo que deve ser percorrido em etapas, pois envolve mudanças profundas no comportamento social. Assim pode-se afirmar que o desenvolvimento de produtos ainda não se encontra totalmente adequado aos preceitos ecológicos e também não está nivelado em um mesmo patamar de sustentabilidade ambiental.

Em relação ao design de produtos, Manzini e Vezzoli (2002, p. 20) destacam quatro níveis de interferência do design no desenvolvimento de produtos sustentáveis, em ordem crescente de eficácia ambiental: a) o redesign ambiental do existente; b) o projeto de novos produtos ou serviços que substituam os atuais; c) o

projeto de novos produtos-serviços intrinsecamente sustentáveis e d) a proposta de novos cenários que correspondam ao estilo de vida sustentável.

Santos (2009), afirma que evoluir para um estágio ou nível mais avançado de desenvolvimento de produtos requer o entendimento e o exercício do nível anterior. Assim, ele demonstra cinco níveis evolutivos para o desenvolvimento ambientalmente sustentável: 1) melhoria ambiental dos fluxos de produção e consumo; 2) redesign ambiental dos produtos; 3) projeto de novos produtos intrinsecamente mais sustentáveis; 4) projeto de sistemas produto-serviço e 5) implementação de cenários de consumo “suficiente”.

Percebe-se uma nítida identificação entre os quatro níveis apontados por Manzini e Vezzoli (2002) e os quatro últimos níveis destacados por Santos (2009). O primeiro nível destacado por Santos (2009) dá ênfase à seleção adequada de materiais e energia, sem modificar os produtos. Pode-se traçar um paralelo deste nível com as soluções do fim de linha, preconizados pela atitude reativa das indústrias frente às legislações ambientais. O segundo nível, assim como o nível “a” de Manzini e Vezzoli (2002), refere-se à mera readequação ambiental dos produtos existentes, caracterizada por algumas melhorias nos produtos (seleção de materiais e energia renováveis, reciclagem), resultando em maior eficiência no consumo de recursos materiais e energéticos ao longo do ciclo produtivo. Esse nível, ainda dominante no Brasil, exige somente uma sensibilização do consumidor para a opção por produtos ambientalmente mais responsáveis.

O terceiro nível apontado por Santos (2009), e o segundo apontado por Manzini e Vezzoli (2002), procura estabelecer soluções, já na fase de projeto, para melhorar o desempenho ambiental dos produtos em todo o seu ciclo de vida, começando pelo próprio conceito do produto. É nesse nível que o ecodesign tem a maior capacidade de atuação e é nele que se encontra atualmente o estado geral do desenvolvimento de produtos.

O nível 4 apontado por Santos (2009) e o nível “c” apontado por Manzini e Vezzoli (2002), buscam a satisfação do usuário e a desmaterialização do consumo através do oferecimento de serviços associados ao produto, instituindo a noção de

sistemas produto-serviço como soluções ambientalmente satisfatórias. Pontualmente, algumas indústrias já avançam para esse nível no desenvolvimento de produtos. É o caso de empresas que oferecem serviços de aluguel, *leasing* e manutenção de seus produtos.

Já o último nível apontado por esses autores exige uma mudança mais radical da sociedade, de uma atitude consumista para a idéia de um consumo suficiente. Em oposição ao consumo eficiente, conseguido pelos quatro primeiros níveis de interferência citados por Santos (2009), o consumo suficiente significa a revisão geral dos atributos de satisfação, estilo de vida e hábitos de consumo, buscando aproximar o consumo das necessidades reais dos indivíduos e dos limites de resiliência do planeta. Por isso mesmo, é um nível de interferência no desenvolvimento de produtos ainda por demais avançado para os padrões industriais atuais, apresentando-se como um estágio futuro.

2.3.2 Life Cycle Design (LCD) e Design for Environment (DfE)

O primeiro aspecto fundamental para a realização do ecodesign, independentemente da estratégia que se use, é a análise cuidadosa do ciclo de vida dos produtos, identificando as etapas desse ciclo que causam os maiores impactos negativos ao meio ambiente, e concentrando esforços nessas etapas, a fim de gerar soluções que evitem ou pelo menos minimizem tais impactos.

A *Life Cycle Assessment* (LCA) é uma metodologia difundida para a análise quantitativa do ciclo de vida dos produtos. As normas ISO 14040 e ISO 14044 normatizam essa tarefa que trata de calcular, da maneira mais completa possível, as entradas e saídas de materiais, energia e resíduos no ciclo de vida dos produtos. Tal tarefa torna por demais complexo o ecodesign de produtos, uma vez que o designer depende de muitos dados quantitativos relacionados às entradas e saídas de materiais, energia e resíduos envolvidos em toda a cadeia de desenvolvimento de produtos, mas nem sempre tem acesso a eles. Esses dados são imprescindíveis para o cálculo da avaliação do ciclo de vida do produto, segundo a LCA.

Já o *Life Cycle Design* (LCD), segundo Manzini e Vezzoli (2002), é uma maneira de conceber o desenvolvimento de novos produtos tendo como objetivo que, durante o projeto, sejam consideradas, e buscadas soluções para as possíveis implicações ambientais ligadas às fases do ciclo de vida do produto (pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte), buscando minimizar os efeitos negativos possíveis sobre o meio ambiente.

Dessa maneira, o LCD, por meio de *checklists*, torna a implementação do ecodesign de produtos mais simples para o designer, através de uma abordagem mais qualitativa das questões relacionadas ao ciclo de vida dos produtos. Diversas instituições, como o Ecoinvent Centre (Suíça), o Product Ecology Consultants (Holanda) e a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency – EPA), promovem a construção dessas listas de perguntas voltadas aos mais diferentes setores industriais americanos e europeus, no entanto, a presente pesquisa não encontrou nenhum *checklist* referente especificamente ao design do ciclo de vida das jóias. Para suprir essa necessidade, a pesquisa desenvolveu um *checklist* específico, com base nos aspectos ecológicos do ciclo de vida das jóias. Esses aspectos, apresentados na seção 2.3.6, são norteadores para a construção do instrumento de análise, apresentado no capítulo 5 desta dissertação.

Segundo Manzini e Vezzoli (2002), por meio de listas de perguntas fechadas dicotômicas (de resposta afirmativa ou negativa) relacionadas aos recursos materiais e energéticos envolvidos no desenvolvimento de produtos, pode-se atingir o ecodesign destes na medida que quanto mais respostas afirmativas a avaliação do produto ou projeto obter, mais ecológico ele será. A cada resposta afirmativa soma-se um ponto ao score de pontuação, e a cada resposta negativa, subtrai-se um ponto. Quando o aspecto abordado pela pergunta não for relevante para o caso avaliado, o valor da resposta é nulo e não altera a pontuação.

O design para o meio ambiente, especificamente, engloba categorias ou estratégias de projeto que de certo modo contribuem para a efetivação do ecodesign. Destaca-se, dentre essas estratégias, segundo Cândido e Kindlein Júnior (2009), o design para a manufatura (*Design for Manufacturing – DfM*), o design para

a montagem (*Design for Assembly – DfA*), o design para a manutenção (*Design for Service – DfS*), o design para a desmontagem (*Design for Disassembly – DfD*) e o design para a reciclagem (*Design for Recycling – DfR*).

O design para a manufatura contempla a correta seleção de materiais e processos, o projeto de componentes modulares, padronizados e multifuncionais, objetivando facilitar a produção e otimizar o tempo de vida útil dos produtos.

O design para a montagem incorpora o projeto de sistemas e componentes simplificados, que contribuam para a redução do tempo e da complexidade de montagem dos produtos, reduzindo conseqüentemente os gastos de recursos materiais e energéticos envolvidos nesse processo.

O design para a manutenção prevê os serviços de manutenção executáveis durante o período de uso dos produtos, facilitando as tarefas de conserto, reforma e substituição de partes defeituosas (**remanufatura***), e prolongando a vida útil dos produtos.

O design para a desmontagem por sua vez contempla o projeto de sistemas de união (de componentes e de materiais) que facilitem ou diminuam o esforço e o tempo necessários para a realização da separação desses elementos, visando a manutenção ou a reciclagem das partes dos produtos (CÂNDIDO; KINDLEIN JÚNIOR; LUZ, .2006).

O design para a reciclagem visa à maximização do interesse em reciclar os materiais dos produtos, no fim da vida útil dos mesmos, através da correta identificação dos materiais componentes e de sua fácil separação.

Todas essas categorias ou estratégias de projeto podem ser utilizadas, em conjunto ou não, para o ecodesign de produtos. No entanto, é improvável que apenas uma estratégia garanta a satisfação de todos os requisitos ambientais de um produto ecologicamente correto, devendo-se fazer uso de um *set* dessas estratégias sempre que possível, segundo Manzini e Vezzoli (2002).

2.3.3 Reduzir, reutilizar e reciclar (3R's)

Uma outra abordagem possível para se atingir o ecodesign de produtos reside na aplicação desses três verbos, os “3 R's” como são popularmente conhecidos. Em sua aplicação prática no âmbito do desenvolvimento de produtos, encontra-se o cerne de atuações daquilo que pode se chamar de redução na fonte, ou seja, os princípios para a redução de resíduos gerados pela fabricação e consumo de produtos, conforme a definição da Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos (2008, *online*), corroborada com as exposições de Cândido e Kindlein Júnior (2009), Manzini e Vezzoli (2002), Annes (2003) e Platcheck (2003).

Reduzir refere-se tanto à redução de materiais e energia envolvidos na fabricação e uso, pela simplificação dos produtos, quanto à redução de resíduos gerados, através de processos produtivos com menos desperdício, estendendo-se também à redução do consumo de produtos pelo público. Para a redução do consumo geral de produtos, pode-se optar por um recurso comum em produtos eletrônicos: a multifuncionalidade, ou convergência de funções diversas num mesmo produto.

A multifuncionalidade, segundo Santos (2009), é simultânea, quando as diferentes funções podem ser executadas ao mesmo tempo; ou seqüencial, quando o produto supre diversas funções, mas uma de cada vez. Além de promover a redução do consumo de produtos variados pelo público, a multifuncionalidade garante menor consumo de recursos que a fabricação de diversos produtos com funções únicas.

Para redução do consumo de novos produtos, por sua vez, uma opção é a remanufatura de produtos usados. A remanufatura se torna possível através da substituição, reforma ou conserto de partes ou subsistemas de produtos, aumentando a sua vida útil. Para tanto, as partes a serem substituídas devem ser perfeitamente separáveis do resto do produto, a fim de possibilitar a troca sem danificar o produto como um todo. Verifica-se aí a relação direta com o design para a desmontagem (DfD).

O **reuso*** se caracteriza por dar uma nova função ou aplicação para sistemas e subsistemas de produtos. Para garantir a sustentabilidade ambiental, não basta direcionar esforços somente visando a remanufatura e a reciclagem de produtos. Torna-se necessário investigar com mais profundidade, novas formas de reutilização de partes, algumas ainda funcionais, de certos produtos, contribuindo para a diminuição do impacto ambiental gerado pelos mesmos no seu descarte direto e indiscriminado.

A reciclagem consiste na recuperação da matéria-prima constituinte dos produtos a fim de se beneficiá-la novamente para a produção de novos produtos, segundo a EPA (2008, *online*). Para este fim, os materiais devem ser identificáveis e relativamente puros, evitando-se materiais compósitos, materiais cerâmicos que não o vidro, e polímeros termofixos. Esses materiais, em sua maioria, não são recicláveis, conforme Callister (2002).

Geralmente, os custos de reciclagem são bastante altos frente aos custos da matéria-prima **virgem***, e a qualidade daquela é menor que desta; além disso, os processos de reciclagem exigem o consumo de energia que, pelos padrões atuais brasileiros, é advinda de fontes não renováveis, como a termoelétrica. Por isso a reciclagem é muitas vezes tida como uma alternativa de fim de linha, ou *end-of-pipe*, menos ecológica que as alternativas de redução e reuso, conforme o exposto por Manzini e Vezzoli (2002), Platcheck (2003) e Annes (2003).

Dentre os benefícios da redução na fonte no desenvolvimento de produtos, a EPA (2008, *online*) elenca os principais: economia de recursos naturais, redução da toxicidade do lixo e redução de custos econômicos com o transporte e o tratamento dos resíduos.

A aplicação prática dos princípios dos “3 R’s” no desenvolvimento de produtos pode se dar através das mesmas estratégias de design para o meio ambiente (DfE) que, conforme já dito, é compreendido como um conjunto de estratégias para a concretização do ecodesign em produtos. A avaliação objetiva dessa aplicação pode ser medida em termos de ecoeficiência.

2.3.4 Ecoeficiência

Antes de determinar o que é a ecoeficiência de um produto, deve-se compreender o que seria a eficácia e a eficiência desse produto.

A eficácia corresponde à capacidade do produto em contemplar todas as suas dimensões e propriedades características, ainda que estas sejam minimamente atendidas (MANZINI; VEZZOLI, 2002). Em outras palavras, um produto eficaz é aquele capaz de servir regularmente às funções a que se destina.

A eficiência diz respeito a um produto que apresenta plena eficácia no desempenho de suas funções e, ainda, que seu projeto preveja e atenda satisfatoriamente, ou melhore, as condições de produtividade e funcionalidade, tornando-o mais lucrativo para a empresa produtora (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Pode-se, ainda, entender a ecoeficiência de um produto como a capacidade dele atender razoavelmente a critérios ecológicos estabelecidos em seu projeto, que nem sempre pondera todas as etapas de ciclo de vida do produto. Ou quando, no seu projeto e produção, se utiliza estratégias de fim de linha para remediar o impacto ambiental gerado, conforme Santos (2009). Portanto, um produto ecoeficaz não representa grandes avanços em direção à sustentabilidade ambiental, de acordo com Manzini e Vezzoli (2002).

Por sua vez, a ecoeficiência no desenvolvimento de produtos significa agregar mais valor aos produtos com menor consumo de recursos materiais e energéticos e menor emissão de resíduos ao meio ambiente, isto é, com menor impacto ambiental.

Segundo o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2000, *online*) a ecoeficiência concentra-se em três objetivos gerais:

- 1 - redução do consumo de recursos: incluindo a minimização do uso de energia, material, água e terra, implementando a reciclagem e a durabilidade do produto, e fechando ciclos de materiais;

2 - redução do impacto na natureza: pela redução de emissões no ar, água e terra, evitando-se a dispersão de substâncias tóxicas, pela correta disposição de resíduos e lixo, bem como pelo incentivo do uso de recursos renováveis;

3 - aumento de valor agregado nos produtos e serviços: trazendo maiores benefícios aos consumidores através de maior funcionalidade, flexibilidade e modularidade nos produtos, provendo serviços de manutenção e focando a produção nas reais necessidades dos consumidores.

O WBCSD (2000, *online*) elencou também sete princípios que podem ser usados para aumentar a ecoeficiência em qualquer processo produtivo: redução de material; redução de energia, redução de dispersão de substâncias tóxicas, aumento da reciclabilidade, aumento do uso de materiais renováveis, extensão da durabilidade dos produtos e aumento da intensidade de serviços oferecidos. Esses princípios definem também critérios ecológicos, que podem orientar projetos de produtos para que resultem em ecodesign.

A ecoeficiência relaciona os valores agregados em um produto e a sua influência ambiental, e, segundo o WBCSD (2000, *online*), pode ser medida objetivamente pela aplicação da fórmula:

$$\text{Ecoeficiência} = \text{Valor do produto} / \text{influência ambiental}$$

Na fórmula acima descrita, o termo “valor do produto” corresponde ao valor monetário obtido com a venda do mesmo, menos o valor total do custo de sua produção (material / energia / mão-de-obra), e é expresso em unidades de moeda corrente no país ou em unidades de volume e massa vendidos. Já o termo “influência ambiental” pode representar diferentes fatores, ou indicadores, dependendo do enfoque da análise ou do processo produtivo. Alguns exemplos de indicadores da influência ambiental são: o consumo de material não renovável (em gramas - g, quilogramas - kg, metros cúbicos - m³, etc); o consumo de energia (em quilojoules - kJ, watts - W, etc.), a quantidade de resíduos gerados (também em g, kg, m³, etc). A escolha do indicador e de sua unidade de medida é feita de acordo com os produtos dos quais se quer avaliar a ecoeficiência e com os processos envolvidos.

Quanto maior for o resultado da equação, segundo o WBCSD (2000, *online*), maior será a ecoeficiência do produto analisado. Por exemplo, agregando-se mais valor a um produto (melhorando o seu design ou inserindo-lhe novas funções) e mantendo-se o mesmo volume de material utilizado na sua fabricação, aumenta-se a sua ecoeficiência. Vale lembrar que esse resultado é sempre relativo e varia de empresa para empresa, e de produto para produto, de acordo com os processos envolvidos e o enfoque dado (indicadores selecionados). Assim, a ecoeficiência pode ser medida em R\$/kg, R\$/W, R\$/m³, etc.

A avaliação da ecoeficiência, por sua vez, conforme o WBCSD (2000, *online*), pode se dar por comparação à ecoeficiência de um outro produto em que nenhuma estratégia ou uma estratégia diferente de ecodesign tenha sido tomada, ou, ainda, que o produto tenha passado por um processamento diferente. Para se comparar a ecoeficiência entre produtos, os indicadores e unidades de medida escolhidas devem ser consistentes, isto é, os indicadores e suas unidades devem ser os mesmos para todos os casos analisados.

2.3.5 Resíduos sólidos

São variadas as definições de resíduos, porém todas convergem em considerá-los como subprodutos, ou substâncias geradas em qualquer processo produtivo e que devem ser manejadas corretamente, evitando danos aos indivíduos envolvidos, ao processo produtivo e ao meio ambiente.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pela NBR-10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação, de 1987, determina como resíduos sólidos todos os resíduos, no estado sólido ou semi-sólido, resultantes da atividade da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de limpeza urbana ou agrícola; incluindo ainda lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAS) e Estações de Tratamento de Esgotos (ETES), resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, e líquidos que não possam ser

lançados na rede pública de esgotos, em função de suas particularidades, citando Bidone (1999, p. 1).

A referida norma classifica ainda os resíduos sólidos, segundo seu grau de degradabilidade, em:

[...] a) facilmente degradáveis: é o caso da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos de origem urbana; b) moderadamente degradáveis: são os papéis, papelão e material celulósico; c) dificilmente degradáveis: são os pedaços de pano, retalhos, aparas e serragens de couro, borracha e madeira; d) não-degradáveis: incluem-se aqui os vidros, metais, plásticos, pedras, terra, entre outros. (BIDONE, 1999, p. 2)

A ABNT, pelas normas NBR-10.005 – “Lixiviação de resíduos – Procedimento”, NBR-10.006 – “Solubilização de resíduos – Procedimento” e NBR-10.007 – “Amostragem de resíduos – Procedimento”, desenvolveu critérios e ensaios segundo os quais os resíduos sólidos são classificados em classes, sendo: resíduos classe I – perigosos; resíduos classe II – não-inertes e resíduos classe III – inertes.

Batiz (2005), citando dados do Ministério da Saúde e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), afirma que no final do século passado eram produzidas 241.614 toneladas de resíduos por dia no Brasil, e apenas 10,1% desse volume foi descartado e depositado corretamente, sendo que 66% dos municípios brasileiros não possuía coleta apropriada de resíduos. Em 2000, o destino geral dos resíduos sólidos no Brasil era assim distribuído: 74,7% depósitos a céu aberto; 16,4% aterros controlados; 6,3% aterros sanitários; 1,3% compostagem; 1,1% reciclagem e 0,1% incineração.

Atualmente, a quantidade de resíduos sólidos gerados tende a aumentar, considerando-se o aumento do consumo, decorrente do crescimento populacional iminente nos países em desenvolvimento como o Brasil, conforme Barbosa (2007).

Para Bidone (1999, P. 10) “a solução para o problema [do aumento da geração de resíduos] passa necessariamente pela definição de um programa de

gerenciamento geral de resíduos, com ênfase para a redução de geração na fonte, reutilização e reciclagem, com efetivo reaproveitamento”.

Batiz (2005) aponta as vantagens da reciclagem de resíduos sólidos que podem ser reaproveitados: redução do volume de resíduos em aterros e depósitos; menor extração de material virgem; menor consumo de energia na transformação e beneficiamento, em relação a material virgem; população mais consciente e preocupada com o lixo que produz e geração de empregos formais e informais.

Em Bidone (1999), temos que um programa efetivo de minimização de resíduos passa necessariamente pela análise de dois aspectos principais: a redução de resíduos na fonte geradora e a reciclagem de resíduos.

No que se refere ao primeiro aspecto, os objetivos podem ser alcançados em um primeiro momento mediante a substituição e purificação de matérias-primas, em acordo com o processo industrial envolvido. A substituição de tecnologias, com a modernização dos processos, otimização dos arranjos dos equipamentos e tubulações e redução nos consumos de água e energia elétrica, também são fatores a considerar na busca da minimização de resíduos. O treinamento de pessoal por meio de programas de educação ambiental e a separação de resíduos para reaproveitamento são procedimentos importantes para a minimização de resíduos na fonte, ainda segundo Bidone (1999).

Em relação à reciclagem dos resíduos industriais, esta depende de alguns fatores: a proximidade das instalações de processamento, custo de transporte dos resíduos, volume de resíduos disponíveis para o processamento e custos de estocagem. Bidone (1999) também afirma que a recuperação de um resíduo está intrinsecamente associada ao preço dele no mercado, e será justificada se resultar em um produto mais barato ou se for mais econômico recuperar que transportar, tratar ou dispor adequadamente.

Para o desenvolvimento de produtos dentro do escopo deste trabalho, consideraram-se os resíduos sólidos industriais inertes, pré e pós-consumo, que pudessem ser reutilizados ou reciclados, para a produção de jóias.

2.3.6 Aspectos ecológicos do ciclo de vida das jóias

Nesta seção são descritos os preceitos ecológicos ou requisitos ambientais referentes a cada etapa do ciclo de vida do produto jóia. Tais requisitos foram identificados na revisão da literatura sobre o ecodesign (SANTOS, 2009; MANZINI, VEZZOLI, 2002; WBCSD, 2000, *online*) e cruzados com o conhecimento empírico da prática profissional do autor da pesquisa no setor joalheiro. Esse cruzamento forneceu os subsídios para a construção de uma lista de perguntas que orienta o ecodesign de jóias e, ao mesmo tempo, possibilita a sua avaliação qualitativa. Esse instrumento de análise está explicitado no capítulo 4 da presente dissertação, onde também é discutida a sua aplicação para a avaliação dos casos estudados.

As fases do ciclo de vida do produto jóia podem ser ordenadas da seguinte maneira: pré-produção, design, produção, distribuição, uso, descarte e recuperação.

A fase de pré-produção abrange a obtenção e o beneficiamento da matéria-prima. O design compreende a criação, o projeto e, quando for o caso, a prototipagem da jóia. Na produção entram os processos de fabricação sobre a matéria-prima beneficiada, com o emprego de energia e materiais consumíveis, além da geração de resíduos. A distribuição compreende a embalagem, o transporte e a comercialização das jóias. A fase de uso, a mais longa do produto jóia, é a que menos impacta o meio ambiente, quando não consome energia e material, nem polui. O descarte pode compreender o descarte direto da jóia por perda, venda, etc. A recuperação pode se dar através da remanufatura ou reforma de uma jóia e também da reciclagem de seus materiais para o fabrico de uma nova jóia.

Nota-se que o ciclo de vida da jóia pode realmente se fechar, quando une a etapa final de recuperação e a etapa inicial de pré-produção pela reciclagem ou remanufatura. Quando isso ocorre, tem-se um ciclo de vida mais ecologicamente correto, conhecido como “do berço ao berço” (*cradle to cradle*, em inglês), em vez de um ciclo linear e aberto, conhecido como “do berço ao túmulo” (*cradle to grave*, em inglês), que moldou a produção industrial até os dias atuais.

O principal impacto ambiental negativo gerado no ciclo de vida do produto jóia está na etapa de pré-produção, isto é, na extração e beneficiamento de matérias-primas naturais, raras e não renováveis como gemas e metais preciosos, conforme Kraemer (2003) e Schumann (2006).

Em geral a extração e o beneficiamento em escala industrial e comercial desses materiais é imensamente danosa ao meio-ambiente. Isto se dá, principalmente, pela devastação gerada pela mineração através da remoção de grandes quantidades de terreno e pela geração de resíduos poluentes resultantes da purificação destes materiais, como afirma Kraemer (2003). O ouro no Brasil, por exemplo, é separado da areia dos rios pela adição e posterior queima de mercúrio metálico (Hg_2), o que contamina o ar, o solo e a água.

Frente às outras fases (produção, distribuição, uso e descarte), essa etapa inicial do ciclo de vida das jóias é tão prejudicial ao meio ambiente, que qualquer esforço no sentido de se realizar o ecodesign de jóias, deve passar impreterivelmente pela seleção consciente e comedida de materiais não renováveis. Entendido como a minimização de recursos no desenvolvimento de produtos, esse esforço pode ser medido, e comparado a outros produtos similares, em termos de grau de economia de recursos materiais naturais não renováveis utilizados.

Para reduzir o volume de matéria-prima natural, rara, não renovável e virgem usada nas jóias pode-se:

- recorrer ao uso de metais preciosos reciclados, principalmente por fundição (processos de purificação e recuperação química de metais preciosos costumam gerar muitos resíduos poluentes, pois são realizados mediante o uso de ácido sulfúrico – H_2SO_4);
- substituir materiais naturais raros por outros mais abundantes, cujos processos de obtenção e produção tenham menor custo ambiental.

Atualmente, tem-se verificado uma difusão de tecnologias e processos para a recuperação de metais preciosos advindos dos mais diversos produtos descartados, de aparelhos microeletrônicos até chapas de radiografia. No Brasil, uma empresa pioneira neste sentido é a REICLAGe, que fornece prata metálica pura, obtida a

partir da reciclagem da prata contida nos fixadores de fotografia, raios X médico e industrial, microfilmagem, cinema, etc. através de eletrólise. Apesar de tratar-se de um processo químico de recuperação de metal precioso, a alternativa é ecologicamente válida por não utilizar ácido sulfúrico.

Com relação a materiais de menor custo ambiental, uma possibilidade é o emprego de resíduos sólidos industriais inertes, principalmente metais e gemas, disponíveis em diversos setores industriais e numa vasta gama de formatos. Outra possibilidade é o uso de materiais alternativos como vidro, plásticos, metais e outros materiais, desde que mantida a sua autenticidade e que sejam duráveis e usáveis junto ao corpo.

Já na fase da produção de jóias, pode-se destacar o uso de cádmio (Cd), em ligas para solda, e zinco (Zn), como elemento de liga na prata ou ouro, como uma prática altamente poluente, gerando gases nocivos à saúde e emissões tóxicas ao meio ambiente. Em alguns países europeus, o uso desses metais nas ligas é proibido. No Brasil, o zinco já foi banido da produção joalheira, permanecendo em algumas indústrias de bijuterias. O cádmio, no entanto, tem seu uso difundido na fabricação das soldas de prata e ouro.

Outro ponto problemático, do ponto de vista ambiental, a ser ressaltado na produção de jóias é a decapagem química. Consiste na limpeza das peças de ouro e prata pela imersão em ácido sulfúrico (H_2SO_4) diluído e posterior neutralização do ácido por imersão em solução de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$). Os metais nobres resistem à ação do ácido, enquanto óxidos e outros resíduos da produção são atacados, deixando as peças livres de manchas, gordura e sujeira.

Um processo menos prejudicial ao meio ambiente e possível substituto para a decapagem química, que gera efluentes perigosos, é a limpeza por ultrassom, em que as peças são submersas em tanque com água, que vibra por ultrassom, liberando as peças dos resíduos.

Outra questão ecológica relacionada à produção de jóias é a energia elétrica e térmica utilizada nos processos. Ferramentas elétricas são uma constante em

quase todos os processos produtivos de jóias, sejam artesanais ou industriais. Uma alternativa ambientalmente correta seria a utilização de energia elétrica advinda de fontes renováveis, como a eólica e a solar. Porém, no Brasil, a produção e a distribuição dessas energias ainda são limitadas.

Em relação à energia térmica, maçaricos alimentados a gás liquefeito de petróleo são muito utilizados para a fundição e brasagem das ligas metálicas das jóias, principalmente no Brasil. Uma alternativa mais ecológica a isso é o uso da energia térmica advinda do processo de dissociação da água, que não gera emissões. No entanto, equipamentos que realizam essa reação não são produzidos no Brasil, devendo ser importados, o que acarreta o aumento indesejado de custos para os produtores de jóias. Uma alternativa ecológica e economicamente viável é a substituição do gás liquefeito de petróleo por gás natural.

Quanto à distribuição e comercialização das jóias, do ponto de vista ambiental ou ecológico, essas etapas são consideradas irrisórias. Uma vez que as pequenas dimensões das jóias não acarretam grandes volumes a serem transportados, pode-se inclusive ser usado o transporte coletivo para a sua distribuição.

A questão das embalagens, no entanto, é um ponto a ser considerado. Embalagens duráveis devem ser priorizadas, pois acabam sendo mantidas pelo consumidor, mesmo após a comercialização, servindo de estojo para a jóia. Quando feitas de material frágil, tornam-se descartáveis, contribuindo para a geração de resíduos sólidos e a deposição desses no meio ambiente. Quando for esse o caso, deve-se primar por embalagens feitas com material renovável, reciclado, biodegradável ou reciclável, como papel ou tecidos naturais, em vez de plástico e tecidos sintéticos.

Sem dúvida a grande vantagem da jóia frente a outros adornos corporais é que seu ciclo de vida enquanto produto é bastante longo, chegando a ultrapassar muitas vezes o tempo de vida do consumidor.

Outro aspecto positivo, e que diz respeito ao fim do longo ciclo de vida desse tipo de produto, é que o metal nobre utilizado em peças de joalheria é efetivamente reciclado; já que é uma matéria-prima cara, dificilmente é descartado.

As gemas naturais, mesmo quando não reutilizáveis / recicláveis, podem ser descartadas na natureza, sem grande impacto ambiental adicional, uma vez que foram somente polidas e/ou lapidadas e o impacto principal já se deu na sua extração.

3 MÉTODOS

Esta dissertação contempla a pesquisa exploratória e descritiva realizada para a fundamentação teórica do campo do ecodesign de jóias e a pesquisa aplicada no desenvolvimento de três conjuntos de produtos joalheiros que, por sua vez, caracterizam o estudo de três casos.

3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E DOCUMENTAL

A presente dissertação partiu de uma pesquisa exploratória e descritiva onde se caracterizou o fenômeno jóia sob seus aspectos técnicos, histórico-conceituais, simbólicos e estéticos. Da mesma maneira, as noções contemporâneas de design de jóias e de ecodesign de produtos foram levantadas e discutidas.

Os dados obtidos provêm de fontes bibliográficas e eletrônicas, de autoria reconhecida nos campos de interesse e, sempre que possível, foram triangulados com dados de outras fontes de mesmo teor, para assegurar a sua validade e objetividade.

Os dados referentes à atuação dos designers contemporâneos de jóias foram obtidos diretamente com eles através de comunicação oral ou via e-mail, bem como por pesquisas bibliográfica e documental. A seleção de designers restringiu-se àqueles cujo acesso foi permitido ao autor no decorrer do período de desenvolvimento desta dissertação. Por isso não abrange todo o universo de expoentes designers contemporâneos de jóias, mas apenas o necessário para a compreensão dos valores mais evidentes na criação e execução de jóias hoje em dia, dando ênfase a designers brasileiros atuantes hoje que, além de projetarem jóias, também as executam, e que consideram fatores ambientais e ecológicos na sua produção.

Os resultados dessa pesquisa exploratória foram confrontados com a

experiência do autor como designer de jóias, resultando na proposição de um instrumento para a análise objetiva da pontuação ecológica dos casos estudados.

3.2 PESQUISA APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Concomitantemente à pesquisa exploratória, foram desenvolvidos três conjuntos de jóias no ambiente de trabalho de uma empresa joalheira gaúcha, entre os anos de 2007 e 2009. O projeto desses produtos foi orientado pelos preceitos do ecodesign de jóias estabelecidos na fundamentação teórica e contemplou a utilização de metal reciclado (prata) ou advindo de resíduos sólidos industriais pré e pós-consumo (titânio e alumínio, respectivamente).

3.3 ESTUDO DE CASOS

Essas jóias formaram os três casos estudados e foram submetidas à avaliação ecológica objetiva, segundo a aplicação do instrumento de análise construído, e à análise de seus níveis de eficácia, eficiência e ecoeficiência, para verificar se realmente são jóias ecológicas.

Trata-se do estudo de casos múltiplos que corroboraram com o padrão teórico levantado na revisão da literatura. As unidades de análise dos casos estudados são os produtos gerados pelo autor da pesquisa e os casos são descritos segundo o estímulo gerador do(s) produto(s), os conceitos norteadores da concepção da(s) jóia(s), os materiais e processos utilizados na sua produção e os resultados em termos de produtos obtidos.

As evidências para o estudo de casos foram obtidas de fontes diversas, contemplando: entrevistas focais com os representantes da(s) empresa(s) envolvida(s); documentos (*websites* das empresas); observação direta dos processos produtivos; observação participante do desenvolvimento dos produtos; e

também análise direta dos artefatos físicos, isto é, dos produtos desenvolvidos.

4 ESTUDO DE CASOS

Neste capítulo da presente dissertação, são descritos os três casos estudados. Os casos selecionados para estudo constituem três coleções ou grupos de produto(s) realizados pelo autor da pesquisa no ambiente de trabalho da Argenteria & Ourivesaria Gaudencio Orso, nos anos de 2007 a 2009. Os dados descritos a seguir provêm de diferentes fontes e foram coletados através de: entrevistas focais com os representantes da(s) empresa(s) envolvida(s); documentos (*websites* das empresas); observação direta dos processos produtivos; observação participante do desenvolvimento dos produtos; e também análise direta dos artefatos físicos, isto é, os produtos gerados que constituem as unidades de análise dos casos estudados.

Optou-se pela descrição, e posterior análise no capítulo 5, desses três casos por dois motivos principais. Primeiro, pelo acesso irrestrito a essa empresa joalheira, advindo de uma parceria profissional entre o autor desta pesquisa e o proprietário da empresa em questão, o que permitiu que se desenvolvesse os produtos no ambiente real de produção joalheira. Segundo, porque esses casos mostraram-se relevantes, tendo em vista a adequação ao padrão teórico levantado na revisão da literatura sobre o ecodesign de jóias.

Os dados apresentados são agrupados em categorias para facilitar a análise posterior e compreendem: o estímulo gerador da coleção ou do(s) produto(s); o(s) conceito(s) selecionado(s) para aplicação; os materiais e processos produtivos envolvidos na fabricação das jóias e os resultados em termos de produtos obtidos. Quando necessário, se apresenta informações sobre as demais empresas envolvidas nos casos estudados, além da empresa em que foram desenvolvidas as jóias.

4.1 AMBIENTE DE TRABALHO

Conforme o exposto anteriormente, os casos estudados foram desenvolvidos na Argenteria & Ourivesaria Gaudencio Orso, que é um atelier de joalheria, estabelecido em Porto Alegre – RS, desde o ano de 2001. Desde a sua fundação, a empresa produz e comercializa jóias em ouro 750, prata 950 e gemas naturais lapidadas. Oferece também serviços de design, reformas e transformação de jóias.

O quadro de funcionários é composto pelo proprietário, um designer e um auxiliar de atelier. O proprietário, que também é o ourives responsável pela confecção das jóias da empresa, tem formação técnica de joalheria no Serviço Nacional do Comércio (SENAC) de Porto Alegre e cravação de gemas na Escola de Joalheria Bell'arte Benvenuto Cellini de São Paulo. Também já ministrou cursos de joalheria no SENAC de Porto Alegre. O atual designer da empresa é graduado em artes plásticas – escultura, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), especialista em design gráfico pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) e mestrando em Design e Tecnologia, pela UFRGS.

É política da empresa fornecer a seus clientes jóias com excelente qualidade técnica aplicada a materiais nobres, com valores simbólicos e estéticos agregados pelo design.

A empresa comercializa seus produtos em lojas multimarcas, exposições e feiras comerciais nos estados do Rio Grande do Sul e de São Paulo, bem como atende seu público consumidor no próprio atelier, ou a domicílio, em Porto Alegre – RS.

O público consumidor é composto por indivíduos de ambos os sexos, de diversas classes econômicas e faixas etárias e o seu perfil, em geral, caracteriza-se por pessoas que possuem relativo conhecimento cultural e nível social, de moderado para cima, tendo as suas necessidades básicas satisfatoriamente supridas. A empresa também produz jóias por atacado sob encomenda para instituições privadas e empresas de micro e pequeno porte.

O sistema de produção é artesanal, isto é, os processos produtivos empregados são, em grande parte, realizados manualmente, auxiliados por ferramental elétrico e mecânico tradicional de joalheria. Já a escala de produção varia de artesanal, com a fabricação de peças únicas, até semi-industrial, com pequenas tiragens seriadas de produtos. A empresa terceiriza os processos de reprodução por fundição, prototipagem rápida, lapidação e outros processos industriais ora necessários.

A empresa apresenta um posicionamento ecológico em dois aspectos principais. O primeiro é em relação à reciclagem de parte do seu próprio resíduo produtivo, na medida que todo o metal precioso excedente, sobras dos processos de fabricação, como aparas, fragmentos, cavacos e limalha, é reciclado por fundição na própria empresa, e reutilizado em novos produtos, com as mesmas propriedades do metal ligado virgem.

O segundo aspecto do posicionamento ecológico da empresa é mais amplo e diz respeito ao ciclo de vida das jóias. Quando oferece o serviço de transformação de jóias de clientes, a empresa aceita o metal precioso advindo de peças antigas e o utiliza em novos produtos, evitando o descarte do produto e o consumo de material virgem. Esse procedimento acaba por fechar um ciclo de vida relativamente ideal do produto, que pode ser esquematizado conforme a figura 40.



Figura 40: Ciclo de vida ideal do produto da empresa joalheira.

Nesse ciclo, o material que não é mais utilizado (como em peças antigas e sem conserto) entra, pela reciclagem, como material virgem na pré-produção. Se as peças têm condições de serem consertadas, entram, pela remanufatura, novamente na produção, para os consertos ou reformas necessários, alargando seu tempo de vida útil.

As novas coleções são lançadas sazonalmente, em intervalos variando de três a seis meses, e compostas de número variado de peças e linhas de produtos. As jóias únicas são lançadas mais freqüentemente, sempre que um cliente requisi-te o design de uma jóia exclusiva, ou nos intervalos entre os lançamentos de coleções.

O processo de design de novos produtos na empresa se dá pelo diálogo democrático dos conhecimentos profissionais do ourives e do designer, resultando muitas vezes em produtos únicos, protótipos ou experimentos, cujos projetos variam em seu nível de detalhamento: desde um simples esboço e explicitação dos materiais e da categoria de produtos, até fichas e desenhos técnicos detalhados, incluindo representações visuais manuais (desenhos) e digitais (modelagem tridimensional), para a visualização do produto pelo cliente e para a especificação para produção industrial, quando for o caso.

Um exemplo desta colaboração pode ser explicitado no pingente “Bolacha Maria” de 2006, ilustrado na figura 41. Ele foi feito à mão em prata 950 e diamante, na forma do famoso biscoito em tamanho natural, com o característico friso decorativo em relevo na borda e os diamantes representando os furinhos do biscoito.

Feito especialmente para o evento de moda Porto Alegre Fashion Show, realizado naquele ano em Porto Alegre, a inspiração surgiu da Pop Art, com sua lógica da apropriação artística de formas da comunicação social de massa, para a geração de imagens e objetos. Essa inspiração levou à escolha do biscoito como produto consumido em larga escala, que seria tornado exclusivo pela transposição para a forma de jóia. Em seguida passou-se às adequações para os processos produtivos da empresa. Apesar de seqüencial, este processo ocorreu pela

colaboração efetiva do designer e do ourives, desde a inspiração, a escolha da forma até a produção.



Figura 41: Pingente “Bolacha Maria”, 2006. Prata 950 e diamante.

O processo de design da empresa joalheira pode ser ilustrado pela figura 42. As etapas estão marcadas em seqüência nos blocos retangulares por uma questão descritiva, para englobar todo o processo, no entanto, elas nem sempre são bem delimitadas, tampouco seqüenciais, podendo às vezes sobrepor-se, antepor-se ou mesmo forçarem o retorno ou avanço a um ponto anterior ou posterior do processo.

À direita dos blocos marcou-se as fases correspondentes do processo de design de jóias conforme o sistematizado na fundamentação teórica; ressalta-se a sutileza dos limites entre as fases, evidenciado pela sua sobreposição (pesquisa e análise; síntese e projeto).

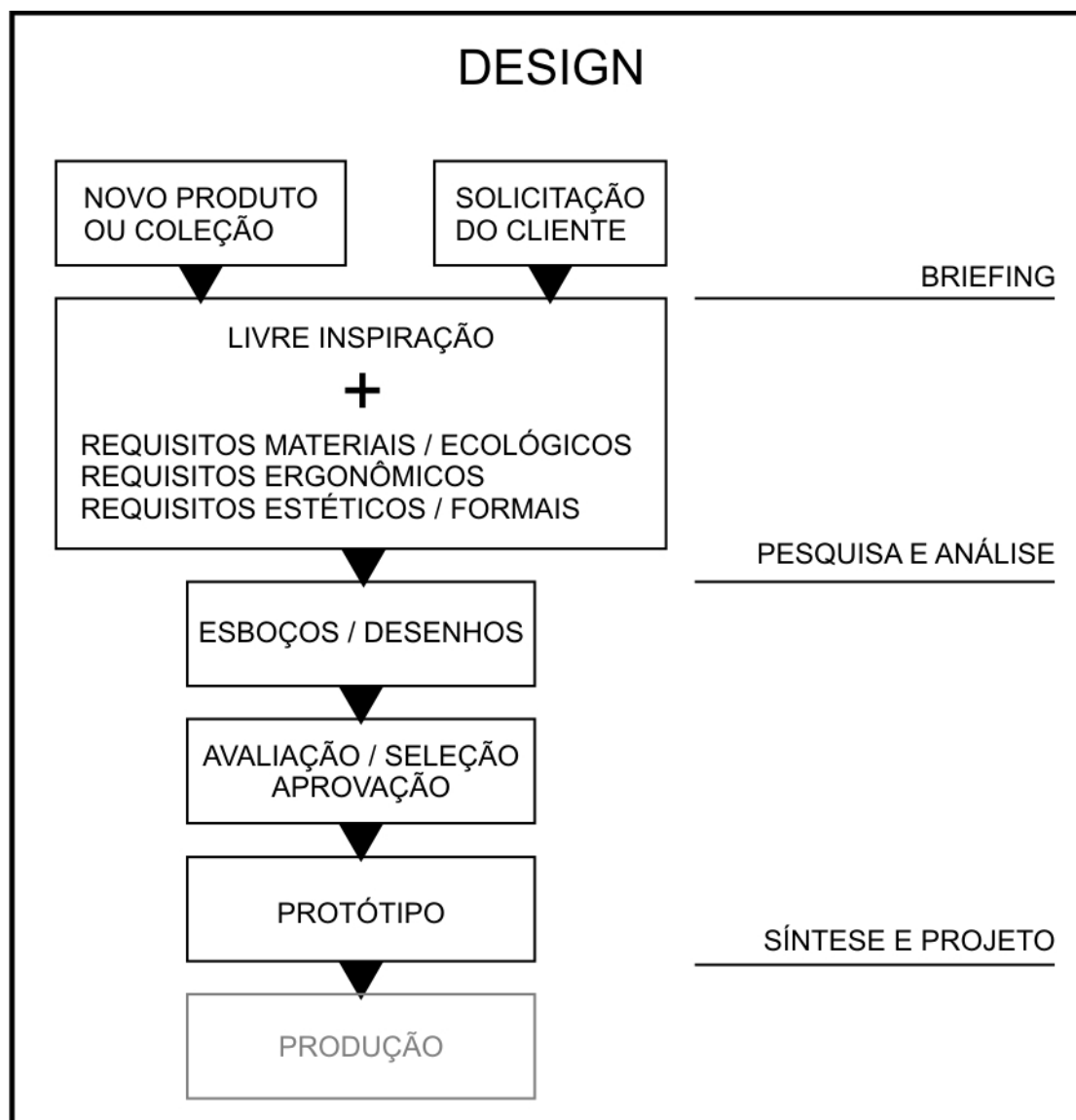


Figura 42: Etapas do processo de design da empresa joalheira.

O processo inicia-se com especificação da necessidade do cliente ou da empresa por um novo produto. Essa necessidade é descrita quanto aos aspectos materiais, formais, econômicos, simbólicos e/ou de uso do novo produto ou coleção. Essa fase corresponde ao *briefing* do projeto.

A partir daí, nas fases de pesquisa e análise, busca-se inspiração nas mais variadas instâncias da cultura, da arte e da ciência para a geração de possíveis soluções conceituais e formais para os aspectos necessários ou requisitos do projeto, levantados no *briefing*.

Parte-se então para as fases de síntese e projeto, quando são realizados os primeiros esboços ou as representações visuais de soluções formais para o projeto. Os desenhos livres são sucessivamente estilizados e detalhados, sobrepõe-se a eles, novas vistas, cores e indicações de medidas. Os desenhos podem ser construídos por computação gráfica ou feitos à mão, sempre buscando-se a melhor representação visual e técnica do produto vindouro.

As opções em desenhos são então selecionadas de acordo com a melhor satisfação possível dos requisitos propostos, bem como pelo gosto do cliente que encomendou o produto, quando for o caso. Sendo aprovado, passa-se ao detalhamento do projeto, à produção do protótipo em prata ou cera para posterior fundição, ou diretamente para a execução da peça pelo ourives.

Em relação ao projeto detalhado dos produtos, a empresa pode desenvolver um arquivo digital com instruções para a prototipagem rápida, quando for necessária a reprodução em série. O nível de detalhamento desse tipo de projeto varia de peça para peça, sendo influenciado diretamente pelos processos de fabricação a serem realizados.

Nota-se, pelo exposto acima, que a empresa transita entre os âmbitos artesanais e industriais de produção joalheira, bem como entre as tecnologias informacionais disponíveis para o projeto e confecção de jóias, desde *softwares* de computação gráfica e modelagem tridimensional, até sistemas CAD/CAM de prototipagem rápida.

4.2 CASOS

4.2.1 Caso I – Colar “Ciclos”

Este produto foi realizado no segundo semestre de 2007, como trabalho final da disciplina de “Ecodesign”, ministrada pelo Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior, no

mestrado em Design e Tecnologia da UFRGS⁵.

4.2.1.1 Estímulo

A idéia partiu do conhecimento da existência de peças de alumínio internas aos discos rígidos de computadores. Numa análise mais apurada da forma dessas peças, concluiu-se serem adequadas para a aplicação em jóias, trazendo inovação em relação aos materiais freqüentemente utilizados na joalheria.

Esse estímulo provocou a reflexão que gerou o nome do produto. “Ciclos” refere-se simbolicamente ao fechamento de ciclos de materiais, ao ciclo de vida dos produtos, às formas circulares em geral e ao movimento circular que as peças de alumínio selecionadas fazem quando em operação nos discos rígidos.

4.2.1.2 Conceito

As peças de alumínio obtidas através da desmontagem destrutiva dos discos rígidos apresentam um excelente rigor dimensional e ótimo acabamento superficial, e as suas formas circulares remetem a uma aparência tecno-industrial, neutra e capaz de manter-se esteticamente válida, adequada ao tempo de vida útil esperado para o produto. A figura 43 apresenta duas das referidas peças de alumínio.

⁵ O colar “Ciclos” gerou um artigo científico resumido, intitulado “Ecodesign de Jóias”, escrito pelo autor desta pesquisa, e publicado e apresentado no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design – P&D Design 8, em São Paulo – SP, em outubro de 2008.



Figura 43: Duas peças de alumínio obtidas da desmontagem de um disco rígido de computador.

Partindo dessa noção estética tecno-industrial durável, elencou-se o círculo como conceito formal norteador para os elementos constitutivos desse produto. Buscou-se então outros materiais e elementos que se harmonizassem compositivamente com as referidas peças em alumínio, dando prioridade a materiais de baixo impacto ambiental negativo.

Outro conceito levado em conta na criação dessa jóia foi a multifuncionalidade. Em joalheria, a multifuncionalidade se caracteriza pela versatilidade funcional de uma peça, através da qual, um produto pode ter mais de uma função de ornamentação corporal. Um anel que vira pingente ou um colar que vira pulseira são exemplos de jóias multifuncionais seqüenciais.

4.2.1.3 Materiais e processos

Da pesquisa por materiais de baixo impacto ambiental requisitada no briefing, os materiais selecionados para essa jóia, além das argolas de alumínio, foram: prata 950 e madrepérola.

A prata é o metal precioso mais acessível do ponto de vista econômico, possibilitando o seu uso já na etapa de confecção dos protótipos das jóias. A prata

também é mais fácil de ser trabalhada artesanalmente, porque seu ponto de fusão é menor que o dos outros metais preciosos, além de poder ser reciclada.

Madrepérola é a denominação geral da camada de nácar interna das conchas de moluscos perlíferos. O brilho iridescente da madrepérola, resultado da refração da luz causada pelo nácar, é similar ao das pérolas, capaz de causar contraste visual expressivo com os metais selecionados. Além disso, a madrepérola é um material gemológico natural e renovável, proveniente do aproveitamento de fragmentos usinados e polidos de conchas de moluscos criados em fazendas de pérolas, resultante, portanto, de processos industriais de extração e beneficiamento de baixo impacto ambiental negativo.

Após a seleção e obtenção das peças circulares, tanto de alumínio, quanto de madrepérola (encontradas no comércio especializado numa vasta gama de formatos), passou-se à escolha de um elemento de junção que unisse as argolas de madrepérola e as argolas de alumínio sem a necessidade de soldas, tradicionalmente usadas em joalheria.

Por ser um material difícil de soldar artesanalmente, com um baixo ponto de fusão (660°C) frente à prata, o alumínio, bem como a madrepérola utilizados, exigiram um elemento de junção que não utilizasse aumento de temperatura no processo de confecção da jóia.

Tal elemento de junção deveria ainda permitir a fácil montagem e desmontagem da jóia, a fim de garantir a almejada multifuncionalidade do produto.

Por isso escolheu-se o elemento de junção do tipo mola, cujo princípio atuante é a memória do material, que neste caso é a prata 950. Esta escolha permite não só a montagem e desmontagem da jóia com relativa facilidade (sem necessidade de ferramentas), como também abre o leque de funções de ornamentação corporal da mesma, tornando-a, neste sentido, multifuncional. Além disso, esse elemento de junção tem atributos estéticos compatíveis com as outras peças constituintes.

Os elementos de junção foram artesanalmente confeccionados. A seguir descreve-se esse processo:

- a) A prata pura foi ligada ao cobre, na proporção de 95%Ag-5%Cu, por meio de fusão dos metais em cadinho, com um maçarico comum alimentado com gás liquefeito de petróleo (GLP), e posteriormente foi vertida ainda em estado líquido, numa lingoteira para a obtenção do lingote (sólido). Esperou-se até que o lingote resfriasse a temperatura ambiente, resultando numa amostra de material recozido, ideal para o trabalho mecânico a que seria submetida.
- b) Laminou-se a frio o lingote em laminador manual, até adquirir espessura e largura desejadas, que neste caso foi de 1,5 x 3mm, respectivamente. Recozeu-se a peça eventualmente, quando a prata havia enrijecido demasiadamente pelo trabalho mecânico de laminação.
- c) Obtidas as dimensões desejadas, recozeu-se novamente a barra e passou-se para o forjamento desta, na forma de mola de chaveiro, uma espiral helicoidal achatada. Isso se deu pelo martelamento e conformação da peça recozida num tribulé redondo. O diâmetro interno da mola obtida mede aproximadamente 16mm e a sobreposição de suas extremidades cobre aproximadamente 1/4 da circunferência da espiral.
- d) Passou-se para a usinagem das peças, através de limas e lixas de diversas granulações, até que atingissem uma superfície lisa e uniforme.
- e) Temperou-se as peças em óleo à temperatura ambiente para aumentar sua resistência mecânica.
- f) Passou-se ao polimento em alto brilho (em politriz de motor rotativo com escovas e buchas com cera vermelha e verde cromo em barra) e à limpeza das peças em prata 950 (em água e desengordurante doméstico).

A figura 44 demonstra graficamente o princípio de memória que propicia a abertura e o fechamento da mola de prata a fim de unir as peças de alumínio e/ou madrepérola. Em A tem-se a vista frontal da mola em repouso; em B, a vista lateral da mola em repouso; em C, a abertura da mola pela entrada da peça de alumínio e em D, o fechamento natural da mola, dado pela elasticidade (memória) do material, já envolvendo a peça de alumínio. O mesmo ocorre para as peças de madrepérola.

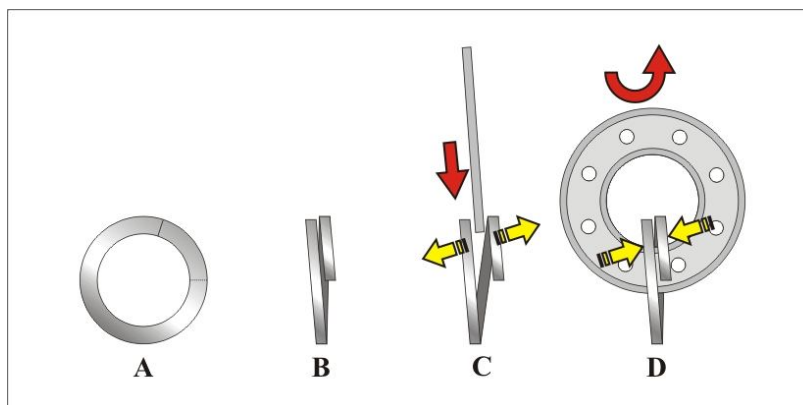


Figura 44: Esquema gráfico do funcionamento do elemento de junção (mola de prata). A) vista frontal da mola em repouso; B) vista lateral da mola em repouso; C) abertura da mola pela entrada da peça de alumínio; D) fechamento natural da mola, dado pela elasticidade (memória) do material, já envolvendo a peça de alumínio.

Uma vez confeccionadas as molas, montou-se a jóia através do encaixe das diferentes peças, segundo uma disposição alternada de mola / argola / mola / argola, e assim por diante, conforme a figura 45.

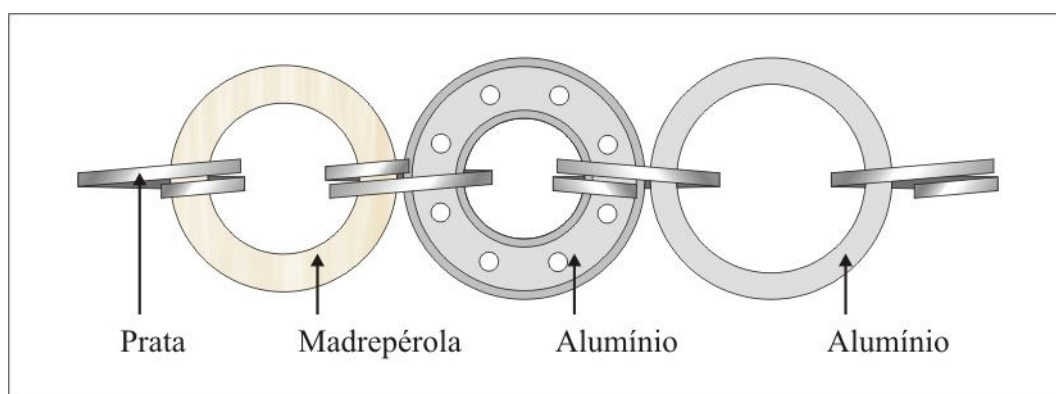


Figura 45: Esquema gráfico, em escala 1:1, da montagem da jóia a partir da união das peças selecionadas e/ou confeccionadas.

4.2.1.4 Produto

O colar “Ciclos” é composto de 4 argolas de madrepérola (totalizando 53,5 quilates), 8 argolas de alumínio (18,1g) e 14 elementos de junção confeccionados em prata 950 (aproximadamente 53,7g).

As argolas de madrepérola medem 3cm de diâmetro externo, 2cm de diâmetro interno e 1,5mm de espessura. As argolas de alumínio variam no formato, sendo de dois tipos básicos indicados na figura 43. O diâmetro externo é de 32mm e a espessura varia de 1,2mm até 3mm. As dimensões das molas de prata já foram descritas no item anterior.

Através da simples manipulação (abrir/fechar) do elemento de junção pelo usuário, a jóia em questão pode vir a ser um colar ou uma pulseira e diversos pingentes e / ou chaveiros. As figuras 46 a 48 ilustram algumas possibilidades de (re)configuração dos elementos constituintes, gerando diferentes jóias.



Figura 46: Chaveiros e / ou pingentes, evidenciando diversas combinações entre os elementos da jóia.

O resultado é um produto visualmente limpo, neutro e atual; além de ser uma jóia atemporal, por suas formas geométricas e materiais duráveis, é também personalizável e multifuncional.

Alguns inconvenientes foram notados quando do uso e manipulação do produto. As molas tornam-se rígidas demais com o passar do tempo, necessitando-se muita força para abrir e fechá-las, o que dificulta a interatividade proposta. Esse problema pôde ser amenizado, diminuindo-se a espessura da mola de prata para 1mm, aumentando a sua flexibilidade.



Figura 47: Pulseira com 3 argolas de madrepérola, 4 de alumínio e 7 molas de prata.



Figura 48: Colar montado com todas as peças.

Advindas de sucatas, as peças de alumínio adquirem, através do reuso nessa jóia, um aumento no seu ciclo de vida, que é estendido por tempo indeterminado, enquanto durar o produto. Evidencia-se aqui uma efetiva otimização do ciclo de vida

de um produto (ou parte dele), conforme propõem a maioria dos estudos em ecodesign.

4.2.2 Caso II – Broche Institucional – Fundação Iberê Camargo

Essa jóia foi solicitada à empresa joalheira por intermédio da empresa Paris Livros e Presentes LTDA para a Fundação Iberê Camargo, ambas de Porto Alegre – RS, em 2008.

4.2.2.1 Estímulo

Este trabalho consistiu no redesign de um broche institucional originalmente feito em latão com banho de prata, realizado por ocasião da inauguração da sede da referida fundação e comercializada na empresa citada.

4.2.2.2 Conceito – Redesign

O broche original, bem como um pingente no mesmo formato, é parte integrante da identidade visual de Fundação Iberê Camargo, realizada pela empresa Danowski Design, do Rio de Janeiro – RJ. A forma do broche resultou da adaptação da logomarca da Fundação Iberê Camargo, inspirada numa bicicleta estilizada, representada pelo pintor Iberê Camargo em sua obra “Tudo te é falso e inútil V”, de 1993. A figura 49 apresenta a pintura original (à esquerda), a logomarca da instituição (detalhe à direita em cima) e o desenho vetorizado (à direita em baixo) com a forma do pingente, que serviu de ponto de partida também para a prototipagem em cera do broche.

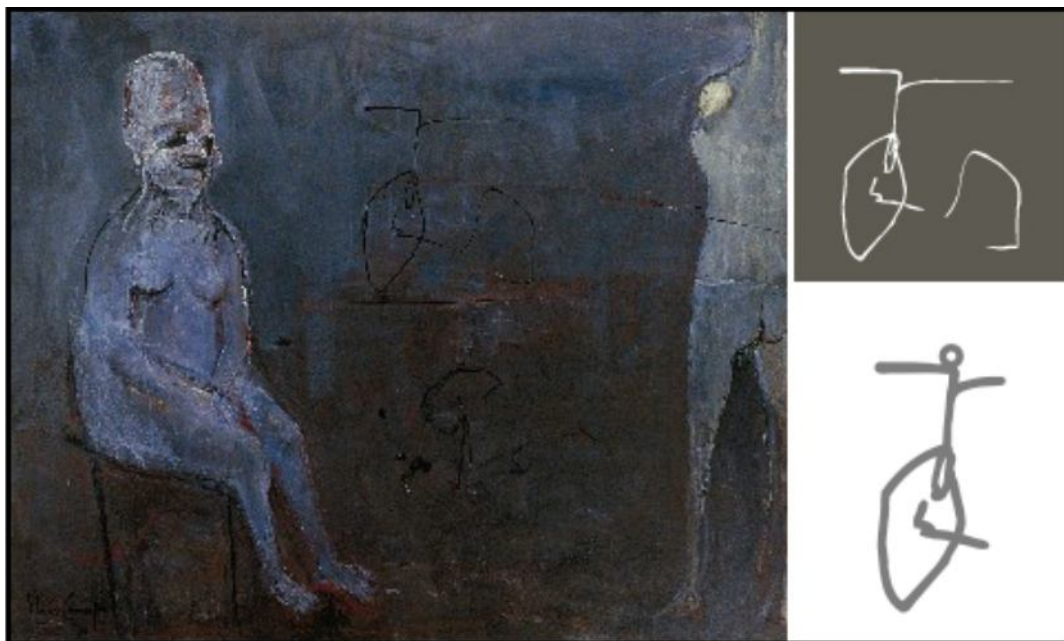


Figura 49: “Tudo te é falso e inútil V”, 1993, óleo sobre tela, Iberê Camargo (esquerda); logomarca da Fundação Iberê Camargo (direita, em cima) e desenho vetorizado do pingente.

Os broches originais apresentaram três problemas técnicos que deveriam ser resolvidos no novo projeto. O primeiro dizia respeito à durabilidade do acabamento das peças. Feitos em latão com banho de prata, após um breve período de uso esses produtos perdiam o revestimento e apresentavam manchas amareladas ou óxidos coloridos que prejudicavam a sua aparência.

O segundo problema apresentado era a pouca resistência estrutural do broche. O projeto original previa a colocação do pino de fixação do broche à roupa na parte traseira superior, o que causava a deformação do broche caso fosse afixado num tecido muito espesso.

O terceiro problema relacionava-se à autenticidade desses produtos, uma vez que simulavam ser de prata, sendo na verdade de outro metal. Isso acarretava um questionamento ético por parte da empresa comerciante das peças.

Para resolver esses impasses, a Argenteria & Ourivesaria Gaudencio Orso propôs que o novo broche fosse produzido em prata 925 maciça. Assim, caso oxidasse, a jóia adquiriria um aspecto mais natural, com óxido mais resistente e

menos contrastante, garantindo a durabilidade estética da jóia, bem como a possibilidade do seu eventual conserto.

Ainda assim a jóia poderia ser deformada no seu uso em tecidos grossos. Isso porque a prata é mais maleável que o latão. Para corrigir esse problema, decidiu-se fazer o broche numa espessura 50% maior que a do original e fixar o pino na parte traseira central do broche. O original em latão possuía a espessura de 1mm e a nova versão teria 1,5mm. A figura 50 mostra em “A” a posição do pino (em vermelho) no broche original e em “B” a nova posição. Isso garantiu a durabilidade estrutural da jóia, tornando-a mais resistente ao uso.

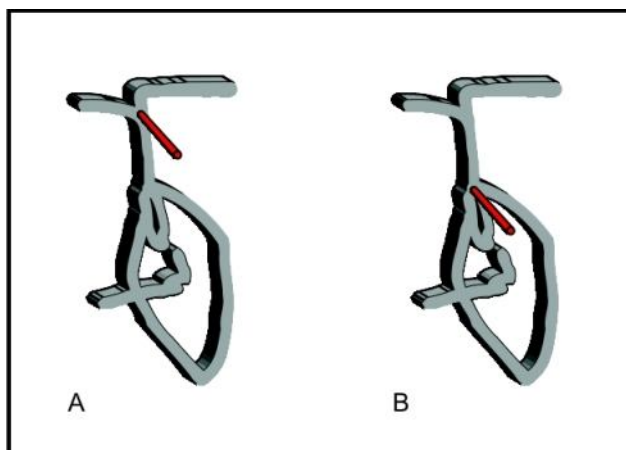


Figura 50: A) posição original do pino de fixação do broche (em vermelho); B) posição do pino no novo projeto.

Essas decisões acarretariam um maior consumo de prata virgem para a produção das novas peças. Do ponto de vista econômico, o custo de produção seria praticamente o mesmo que no broche original. Do ponto de vista ecológico, no entanto, o custo ambiental do maior consumo de recursos materiais naturais (prata) seria compensado pela maior vida útil do produto (durabilidade e possibilidade de conserto) e porque dispensaria o uso de galvanoplastia, cujos efluentes são extremamente danosos ao meio-ambiente.

4.2.2.3 Materiais e processos

A questão do maior consumo de prata que o novo projeto acarretaria foi solucionada também recorrendo-se ao uso de prata reciclada na confecção das peças. A reciclagem em escala industrial de prata a partir de filmes fotográficos e radiografias foi patenteada pela empresa RECICLAGÉ, do Rio de Janeiro – RJ. Essa empresa forneceu a prata utilizada na nova tiragem das jóias.

A partir do desenho vetorial realizado pela Danowski Design e apresentada na figura 49, passou-se à modelagem da parte principal do broche no programa computacional específico para joalheria ArtCAM Jewelry, visando a prototipagem rápida do modelo em cera.

A figura 51 mostra a interface do programa ArtCAM Jewelry, no qual se configurou as instruções para a prototipagem rápida, ou seja, os parâmetros para a usinagem do modelo no bloco de cera, de acordo com a ferramenta que foi utilizada.

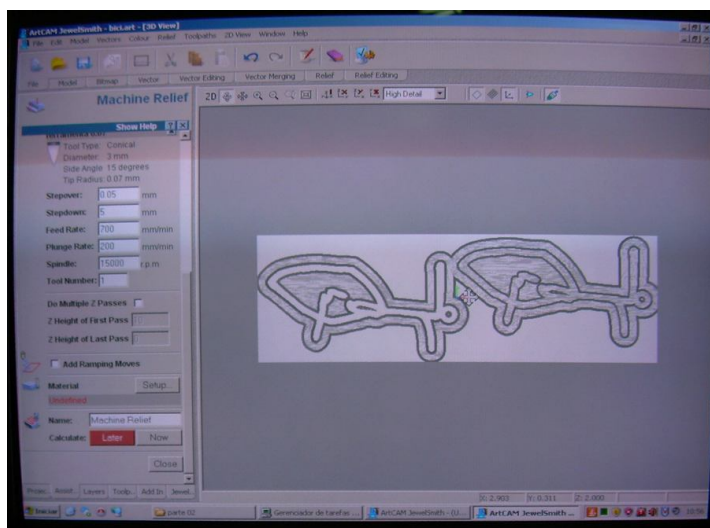


Figura 51: Interface do programa ArtCAM Jewelry.

Depois disso passou-se para a usinagem do modelo, trabalho que foi realizado na fresadora automatizada DIGIMILL 3D no Laboratório de Design e Seleção de Materiais da UFRGS (LDSM-UFRGS). Por precaução, foram prototipados dois modelos idênticos, em bloco de cera especial para joalheria File-A-

Wax azul, da marca americana Ferris. A figura 52 mostra uma etapa desse processo e a figura 53, os dois modelos já usinados.

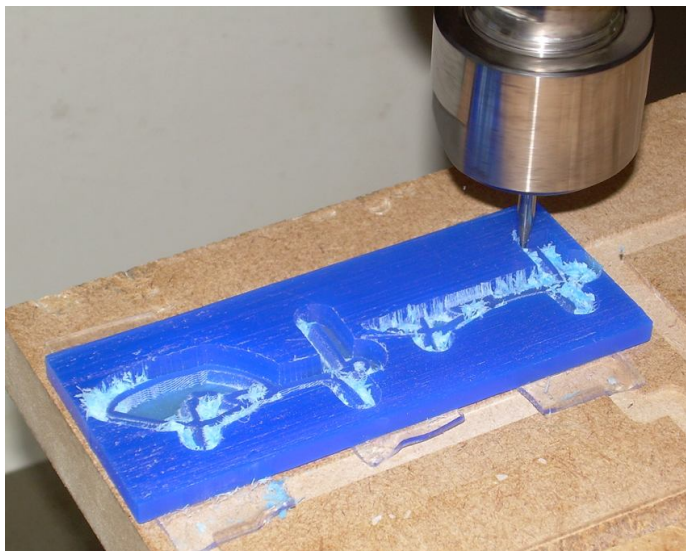


Figura 52: Usinagem automatizada dos modelos no bloco de cera.



Figura 53: Modelos de cera usinados.

A separação dos modelos do bloco de cera foi realizada manualmente, quando removeu-se os excessos (a argolinha do pingente) e as marcas da ferramenta de usinagem, com auxílio de um bisturi. Em seguida os modelos foram enviados para a fundição em prata, para a subsequente realização da forma de silicone que serviu para a reprodução dos modelos na quantidade solicitada pela Fundação Iberê Camargo (50 peças).

A fundição da prata 925 foi realizada em cadinho com auxílio de maçarico alimentado por gás oxi-acetilênico e a injeção do metal no molde de gesso foi realizada a vácuo, otimizando o processo e evitando defeitos causados por bolhas

de ar nas peças. A figura 54 ilustra o modelo acabado em prata (à esquerda) para a forma de silicone e três peças em prata mostrando como saíram da fundição.

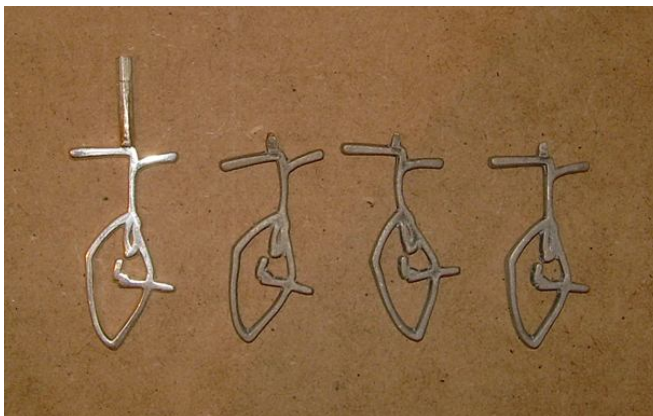


Figura 54: Modelo finalizado em prata 950 (esquerda) e peças em prata 950 no estado em que saíram da fundição.

Obtidas as peças básicas, passou-se à conformação destas nos formato correto e à brasagem do pino de fixação do broche. Esse processo foi realizado manualmente, com auxílio de alicates, limas e maçarico alimentado por GLP. O fio que serviu de pino foi confeccionado por trefilação de lingote de prata 925. O pino mede cerca de 10mm e o diâmetro de sua seção transversal é de 1mm. A figura 55 mostra a brasagem do pino no broche.



Figura 55: Brasagem do pino ao broche.

Depois de fixados os pinos nos 50 broches, limou-se e lixou-se as peças até adquirirem superfícies lisas e uniformes. Os broches foram então polidos em politriz elétrica com escovas e buchas de feltro e pastas de polimento vermelha e verde

cromo, até atingirem uma superfície espelhada, e lavados com água e desengordurante doméstico. As figuras 56, 57 e 58 mostram respectivamente a limagem do broche, a escovação e o polimento final.



Figura 56: Limagem do broche.



Figura 57: Escovação do broche em politriz elétrica.



Figura 58: Polimento final do broche em politriz elétrica.

As presilhas que engatam nos pinos dos broches pesam 1,6g, são feitas de aço inoxidável, com revestimento de cromo e foram adquiridas em empresa especializada.

4.2.2.4 Produtos

A coleção contempla 50 broches do mesmo modelo, cada um pesando 3,5g de prata 925 e com 4,5 cm de comprimento. A figura 59 mostra o produto final em vista frontal.



Figura 59: Broche finalizado (vista frontal)

Conforme já citado anteriormente, a prata utilizada na produção dos broches foi obtida pela recuperação do metal a partir de filmes fotográficos e radiografias, realizada por uma empresa brasileira.

Assim o impacto ambiental dessa coleção acaba sendo positivo, uma vez que diminui a quantidade de resíduos tóxicos (sais de prata das películas e efluentes de banhos galvânicos) descartados no meio-ambiente. Por serem de prata 925, os novos broches podem ser consertados e apresentam um período de vida útil muito maior que o dos correspondentes originais.

O preço de custo dessas jóias foi o mesmo que o das anteriores, porém o preço final praticado pôde ser mais adequado à realidade do produto em questão, devido à agregação de valores materiais (metal nobre = maior durabilidade) e imateriais (jóia autêntica e ecológica).

4.2.3 Caso III – Coleção “Titânio”

Esta coleção é fruto da interação profissional entre a Argenteria & Ourivesaria Gaudencio Orso e a Promm Indústria de Materiais Cirúrgicos LTDA de Porto Alegre – RS, e foi realizada entre os anos de 2008 e 2009.

4.2.3.1 Promm Indústria de Materiais Cirúrgicos

A Promm Indústria de Materiais Cirúrgicos LTDA, localizada em Porto Alegre – RS, foi fundada em 1993, na cidade de Canoas – RS, pelos sócios proprietários, e produz implantes cirúrgicos, principalmente fixadores rígidos para osteossíntese usados em cirurgias bucomaxilofaciais, conhecidos como mini-parafusos, mini-placas e mini-telas.

A sua atuação no setor é nacional, comercializando seus produtos em estabelecimentos especializados em produtos médicos e hospitalares e também, sob encomenda, diretamente para hospitais.

Tendo um dos sócios mestre em engenharia mecânica, a “Promm visa o desenvolvimento, apoiando pesquisas científicas e tecnológicas, no intuito de manter e aprimorar sempre a qualidade de seus produtos” (PROMM, 2008, *online*). Tem seus produtos registrados e certificados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

A principal matéria-prima dos seus produtos é titânio comercialmente puro (99,9%Ti), sendo os insumos importados, pré-fabricados na forma de chapas de 0,7 e 1 mm e barras de 7 mm de diâmetro. Atualmente a empresa faz a usinagem e a conformação mecânica dos produtos, bem como a posterior decapagem química dos mesmos. Está em vias de implementação o setor de tratamento superficial na empresa, que produzirá oxidação eletrolítica (anodização) nas peças de titânio.

Os resíduos sólidos do processo produtivo da empresa constituem-se basicamente de: aparas e pedaços irregulares das placas e barras que, por alguma irregularidade ou pela necessidade de margem de trabalho da ferramenta, não puderam ser usinadas; e de cavaco fragmentado do metal.



Figura 60: Resíduos sólidos de titânio da indústria Promm.

A figura 60 mostra os resíduos de titânio da empresa, acumulados durante o ano de 2008. Evidencia-se a irregularidade do material descartado e também a quantidade modesta de resíduos, no entanto, é um material bastante nobre que deve e pode ser melhor aproveitado.

Esses resíduos são estocados na empresa para posterior recolhimento por uma empresa especializada pelo descarte, no entanto, um dos sócios da Promm afirma não saber o destino final desses resíduos, e demonstra a vontade de dar um fim mais proveitoso a esse material.

Já foram realizadas parcerias entre a Promm e profissionais liberais e acadêmicos, inclusive do setor joalheiro, que geraram diversos produtos com esse material descartado.

Uma das possibilidades de atuação do designer de jóias em parceria com a empresa é a ocorrência, nesta, de horas em que as máquinas fresadoras estão ociosas. Nesses momentos poderiam ser produzidas peças usinadas dos próprios resíduos da empresa, conforme um projeto em CAD.

A empresa, na figura de um de seus sócios, mostrou-se extremamente receptiva ao autor deste trabalho e aceitou fornecer gratuitamente amostras de seus resíduos, na forma de aparas e recortes das chapas, para esta pesquisa.

4.2.3.2 Estímulo

Após o contato feito na Promm e com diversos exemplares de resíduos de chapas de titânio em mãos, e o aceite da Argenteria & Ourivesaria Gaudencio Orso em trabalhar com esse material, visto que este não era habitual para a empresa até então, passou-se a trabalhar conceitualmente na criação desta coleção.

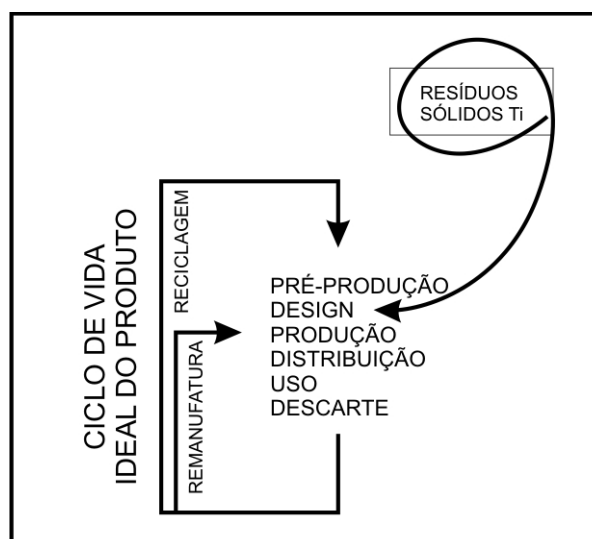


Figura 61: Interseção de dois ciclos produtivos, pelo uso de resíduos sólidos de titânio em jóias, tornando o ciclo ideal do produto da empresa joalheira ainda mais eficiente.

Ao adotar e inserir os resíduos sólidos de outro ciclo produtivo no ciclo de vida ideal do produto da empresa joalheira, conforme a figura 61, este ciclo torna-se ainda mais eficiente, pois renova a vida útil de um material nobre, leve, inerte, extremamente durável e esteticamente interessante, sem grandes custos energéticos e ambientais. Verifica-se aí o fechamento de um ciclo de material, um dos fatores que determinam se um produto é fruto de ecodesign.

O desafio passou a ser como trabalhar os resíduos, para que nos produtos a serem gerados, fossem agregados diversos valores funcionais, simbólicos, estéticos e ecológicos, a fim de compensar a depreciação econômica desse material, tendo sido lixo e, portanto, até então, sem valor comercial.

4.2.3.3 Conceito geral da coleção

Jóias de titânio não são novidade, pois diversos designers já exploraram suas propriedades de coloração pela oxidação, ou mesmo sua leveza e alta resistência mecânica, em relação aos metais preciosos. A novidade, nesse caso específico, foi a possibilidade de se trabalhar um material potencialmente expressivo e útil para a joalheria, pelas suas propriedades, e mais ecológico, já que foi descartado pela indústria, e seu retorno ao meio ambiente será retardado ao máximo.

Geralmente vinculado à produção de jóias masculinas, relógios e óculos, pela sua alta resistência mecânica, o titânio permite peças de grande volume com pouco peso, além de efeitos visuais impressionantes resultantes da camada de óxido de titânio (TiO_2) formada na superfície do metal quando oxidado.

As formas resultantes do processo produtivo da indústria de próteses e implantes cirúrgicos, que são basicamente o negativo dessas próteses, recortadas das chapas, revelam uma geometria peculiar. Tal geometria remete ao que se pode chamar de um estilo ou estética pós-industrial, onde a tecnologia informatizada conforma a matéria, com extrema e econômica exatidão, sem margens para

excessos e ornamentos, porém com liberdade suficiente para criar variações formais infinitas a baixos custos.

Esse foi o ponto de partida para o processo criativo da coleção produzida com os resíduos de titânio na indústria joalheira. Em todas as jóias da coleção a forma dos resíduos foi mantida e determinou as escolhas formais dos outros elementos constitutivos das peças, todos esses feitos em prata 950 e/ou ouro 750. Essa escolha possibilitou que a energia (humana e elétrica) e o tempo gastos no trabalho de modelagem das peças fossem bem menores que os empregados numa jóia tradicional, geométrica e simétrica, por exemplo. O trabalho de modelagem, nesses casos, limitou-se a um ou dois cortes com serra e à subsequente usinagem das marcas de corte com limas.

Além do uso de resíduos sólidos, nessa coleção buscou-se criar produtos interativos, que permitissem a reconfiguração de seus elementos, a fim de ampliar as possibilidades de uso das jóias, diminuindo indiretamente o consumo de novos produtos.

Para que se tornasse possível e evidente a recombinação das peças componentes, primou-se para que elas fossem facilmente separáveis e contrastantes umas às outras. Para tanto, tratamentos de superfície diversos foram aplicados às peças, desde oxidação térmica até texturização mecânica e um elemento de junção foi explorado de forma inusitada no anel da coleção.

4.2.3.4 Materiais e processos

Optou-se por distinguir e limitar-se a duas categorias de materiais a serem usados na coleção, aqui entendidos como “materiais expressivos” e “materiais acessórios”. Os “expressivos” constituem-se das aparas de titânio, cujas superfícies foram trabalhadas a fim de atingirem uma expressão visual, compondo as partes principais das jóias. Os “materiais acessórios” restringiram-se ao ouro 750 e a prata 950, e compuseram apenas a estrutura (argolas, garras, pinos de fixação e tarraxa)

e os elementos de união dos componentes das jóias. Esses dois metais “acessórios” foram escolhidos por serem habitualmente trabalhados na empresa joalheira, por serem duráveis, manterem-se visualmente inalterados e inertes ao contato com a pele durante o uso. Além dos metais citados anteriormente, couro e borracha integraram a categoria dos “materiais acessórios” nessa coleção de jóias, por serem materiais naturais, renováveis e relativamente duráveis.

A seguir são descritos os materiais e processos utilizados na confecção de cada jóia da coleção. Os equipamentos utilizados para a produção das jóias dessa coleção foram, basicamente, ferramentas manuais de ourivesaria, furadeira, fresadora, maçarico a gás GLP e politriz elétrica.

4.2.3.4.1 Anel

O material expressivo escolhido para essa jóia foi um fragmento de chapa de titânio de 1mm de espessura, ilustrado na parte inferior da figura 62. Na parte superior da figura é apresentado um estudo de forma positiva e negativa, ou de figura-fundo, feito na busca para a solução formal do anel e também do pingente desta coleção.

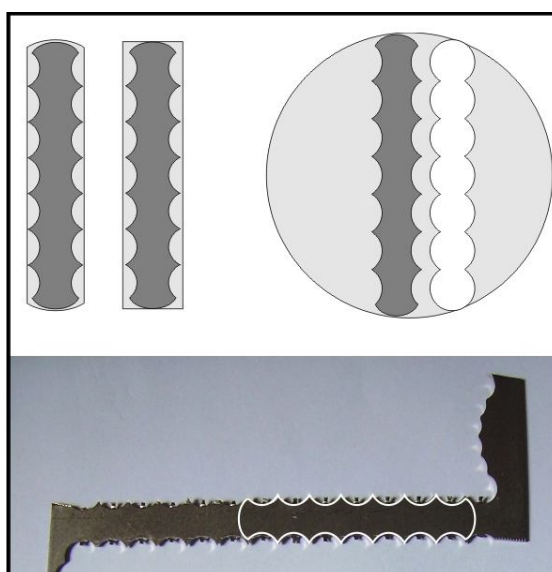


Figura 62: Estudo de figura-fundo para determinação da forma do anel e do pingente 1 desta coleção

coleção (parte superior da imagem) e fragmento de chapa de titânio, com indicação da parte aproveitada para o anel (parte inferior da imagem).

Para permitir a desmontagem do anel e a separação dos materiais, projetou-se um elemento de junção na forma de um elo retangular que prende a parte de titânio apenas quando o anel está sendo usado.

Selecionados os materiais e a forma do anel, passou-se ao seu projeto detalhado, que consiste na ficha técnica composta pelos desenhos, quantidades e medidas de suas partes. Essa ficha técnica é sucintamente apresentada na figura 63.

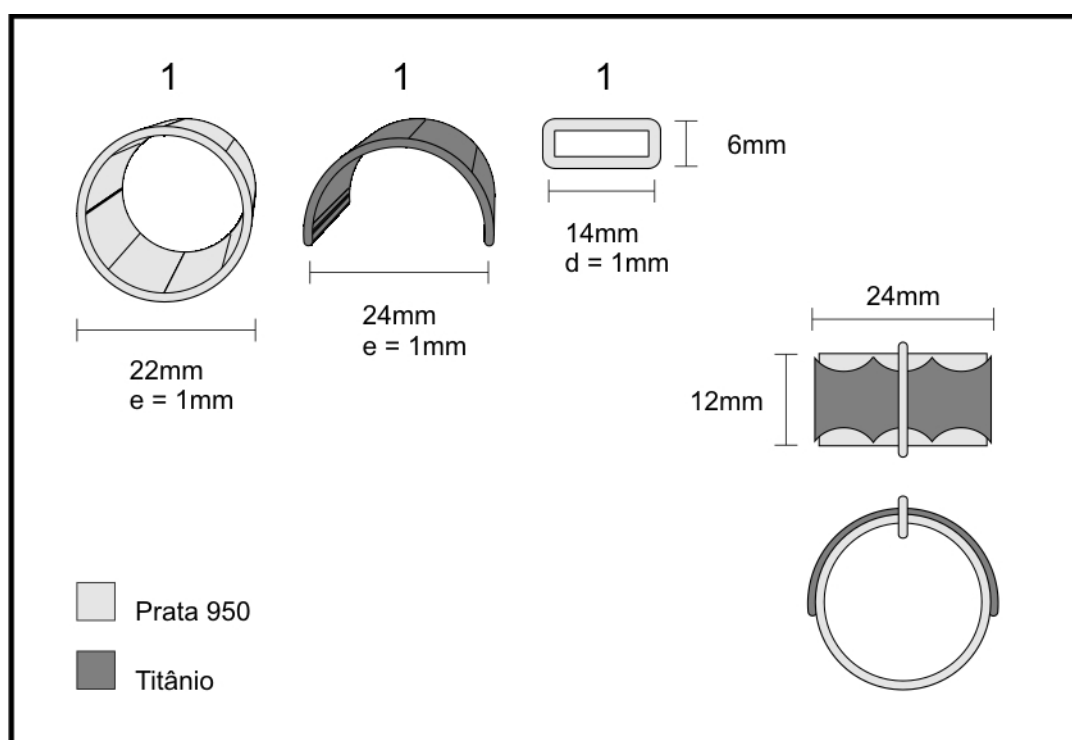


Figura 63: Ficha técnica do projeto do anel.

Os processos de fabricação aplicados à chapa de titânio foram os seguintes, em ordem de aplicação: corte da chapa, usinagem das rebarbas e das marcas de corte com limas e acabamento (lixamento e polimento).

Para a confecção do aro do anel em prata 950, os processos aplicados foram, em ordem: fundição da liga Ag95%-Cu5%, laminação do lingote, corte da chapa,

conformação mecânica da aliança, brasagem, usinagem do excesso de solda e das marcas de conformação e corte, texturização mecânica da aliança, com limas e fresa, e polimento. Para o elo de prata 950 que engata a parte de titânio no anel, os processos utilizados foram: trefilação do fio a partir do lingote laminado, corte, conformação, soldagem, usinagem e polimento do elo. A seguir montou-se o anel.

4.2.3.4.2 Pingente

Esta jóia segue as mesmas diretrizes projetuais do anel anteriormente descrito e pode formar conjunto com o mesmo. A parte de titânio provém de uma chapa semelhante à apresentada na figura 62 e o mesmo estudo de figura-fundo foi aqui utilizado. No entanto, no caso do pingente, as peças constituintes (chapas) não se separam e a mudança de configuração é possível apenas invertendo-se a ordem das chapas.

A ficha técnica desse projeto é apresentada na figura 64, a seguir.

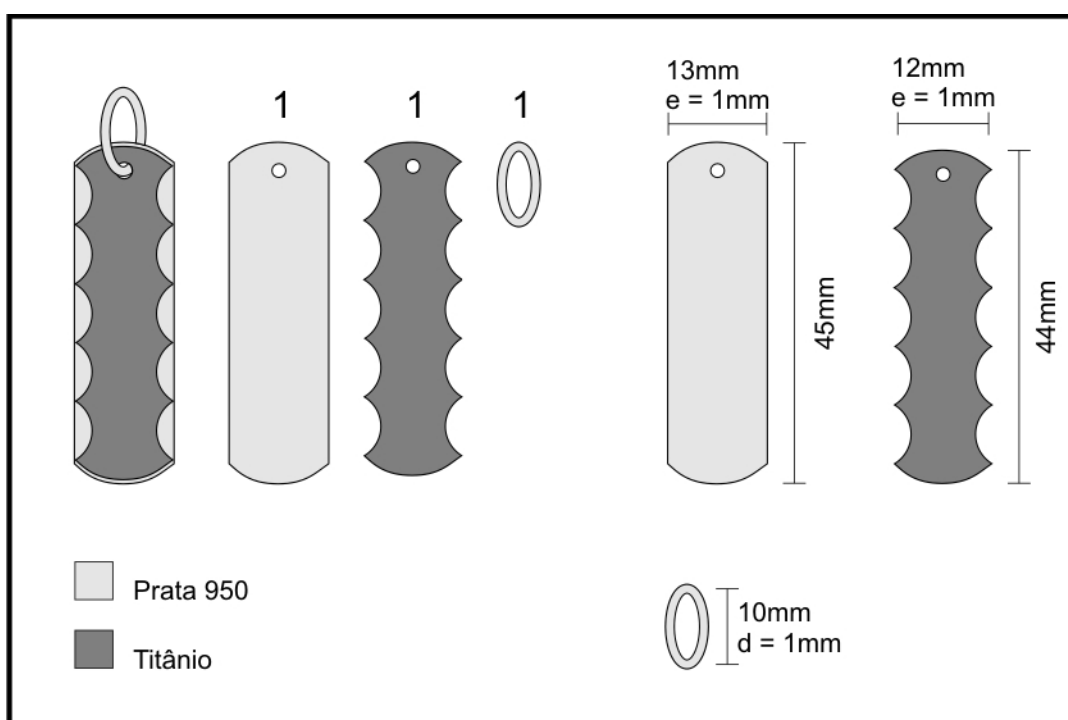


Figura 64: Ficha técnica do projeto do pingente.

Os processos de fabricação aplicados ao titânio foram: corte da chapa, usinagem das rebarbas e marcas de corte, furação e acabamento da peça.

Para a chapa de prata 950, os processos foram: fundição da liga Ag95%-Cu5%, laminação do lingote, corte e usinagem da chapa, furação, e texturização mecânica. Para a argola de prata que une as peças, os processos utilizados foram: trefilação do fio redondo, conformação mecânica e acabamento da argola. Em seguida, montou-se a jóia pela soldagem da argola, envolvendo as peças de prata e titânio. Passou-se ao polimento final da jóia.

4.2.3.4.3 Brinco

A parte principal da jóia é composta por elementos regulares advindos de uma chapa de titânio de 1mm de espessura. A figura 65 apresenta a chapa mostrando o elemento selecionado (esquerda da imagem) e exercícios de combinação formal desses elementos (direita da imagem).

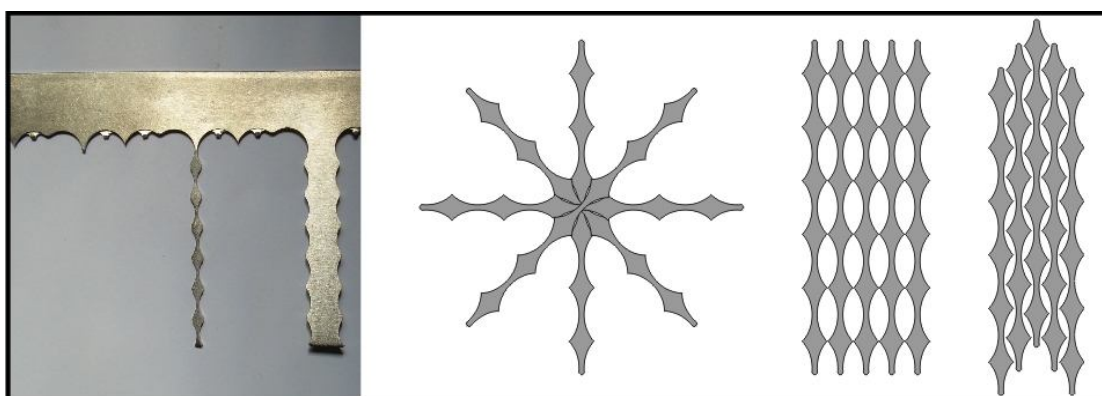


Figura 65: Fragmento na chapa de titânio (esquerda) e combinações formais dos elementos selecionados.

Pela regularidade e semelhança desses elementos entre si, pode-se caracterizá-los como módulos compositivos, e a repetição desses módulos gerou a composição modular que é o principal atributo formal dessa jóia. Selecionou-se a composição da direita da figura 65.

Para a união dos módulos compositivos e a confecção do pino e da tarracha do brinco optou-se pela prata 950, cuja cor harmoniza-se com as tonalidades mais frias dos óxidos de titânio.

A figura 66 apresenta a ficha técnica do projeto do par de brincos, com as dimensões e o número de partes das jóias.

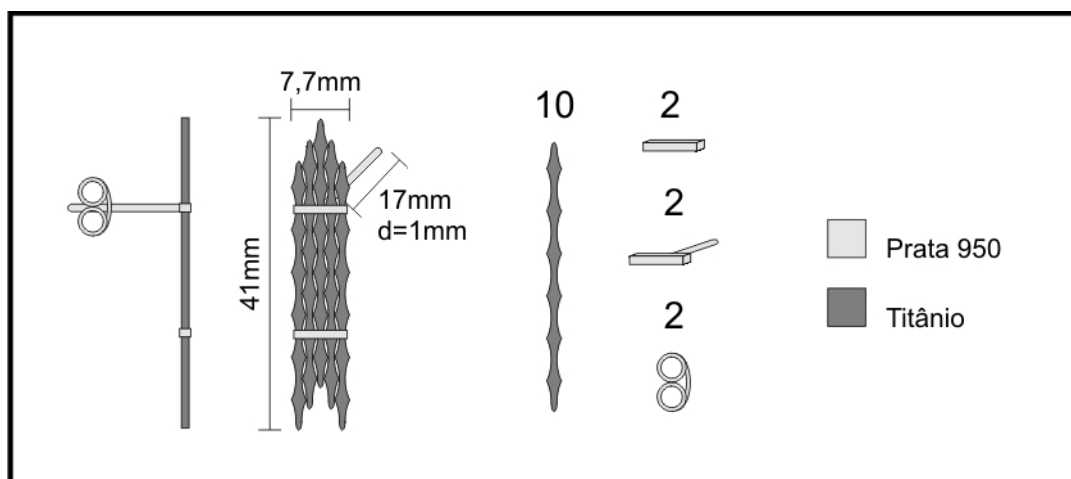


Figura 66: Ficha técnica do projeto do par de brincos.

Os processos produtivos aplicados aos módulos de titânio foram os seguintes: corte, usinagem e lixamento. As partes de prata foram obtidas através de: fundição da liga Ag95%-Cu5%, laminação, corte, conformação mecânica (forjamento e trefilação). A montagem das jóias ocorreu através dos processos de: brasagem das fitas de prata, envolvendo os módulos de titânio, e brasagem dos pinos dos brincos. Em seguida passou-se à oxidação térmica das partes de titânio e, posteriormente, ao polimento final dos brincos.

4.2.3.4.4 Colar 1

O primeiro colar realizado para essa coleção consiste de um conjunto de três pingentes independentes compostos de fragmentos irregulares de chapas de titânio. Cada pingente possui uma argola de ouro 750 e eles são unidos por um fio de couro, cujas pontas são finalizadas com ponteiros também de ouro 750.

Essa configuração permite a recombinação dos pingentes, gerando composições diferentes para o colar. As dimensões dos pingentes variam. As argolas são feitas com fio de seção circular com 1mm de diâmetro. O diâmetro das argolas é de 10mm. O fio de couro tem 1mm de espessura e 1m de comprimento.

Os fragmentos de titânio passaram pelos seguintes processos de fabricação: corte e usinagem dos fragmentos, granulação com esferas de ouro 750 (em dois pingentes), texturização mecânica, lixamento, polimento e oxidação térmica (em dois pingentes). As argolas de ouro 750 foram obtidas pela trefilação do fio, conformação mecânica, corte, soldagem e acabamento (lixamento e polimento). As ponteiras de ouro 750 foram obtidas no comércio especializado. A montagem do colar se deu pela colagem das ponteiras no couro e pela passagem deste nas argolas dos pingentes.

4.2.3.4.5 Colar 2

O segundo colar da coleção é uma derivação, em prata 950, borracha e titânio, do primeiro colar. As dimensões dos pingentes variam, já as dimensões das argolas de prata são as mesmas que as de ouro no colar anterior. Os processos de fabricação são os mesmos dos descritos para o primeiro colar, substituindo-se apenas o ouro 750 por prata 950, e o couro pela borracha.

4.2.3.5 Produtos

A seguir são caracterizados e ilustrados os produtos finalizados da coleção “Titânio”.

4.2.3.5.1 Anel

A figura 67 ilustra o anel da coleção. A imagem mostra, em cima, as peças componentes do anel e, embaixo, as duas possibilidades de uso da jóia.

As dimensões do anel correspondem a aquelas apresentadas na ficha técnica, na figura 63. O produto contém 1,65g de titânio e 6,9g de prata 950.



Figura 67: Partes componentes do anel de prata e titânio (em cima) e as duas possibilidades de uso da jóia (embaixo).

Por comparação, um anel com a mesma forma e dimensões pesaria 10,7g se fosse feito todo em prata 950 e 18,1g se fosse feito em ouro 750. Assim sendo, o uso do titânio, nesse caso, gerou uma economia de aproximadamente 3,8g de prata 950, ou seja, 35% a menos da liga de prata. Verifica-se aqui a principal vantagem ecológica desse produto: a redução do uso de material natural raro e não renovável.

Outra vantagem ecológica dada pelo uso do titânio nesse produto é a redução do peso final da jóia, se comparada a uma semelhante, feita totalmente de prata 950.

Além disso, a separação dos materiais que constituem o anel é inerente a ele, sendo explorada e evidenciada na recombinação das suas partes. Assim a intensidade de uso do produto é ampliada, tornando-o mais eficiente.

4.2.3.5.2 *Pingente*

O pingente da coleção é apresentado na figura 68, em três possibilidades de configuração para o uso. As dimensões foram apresentadas na figura 64. O produto tem 6g de prata 950 e 1,75g de titânio.



Figura 68: Pingente de prata e titânio em três possibilidades de configuração para o uso.

Também por comparação, se feito todo em prata 950, o pingente pesaria 10,1g e 16,1g, se fosse de ouro 750. A redução calculada do uso da prata nesse caso é de 40% (4g).

Assim como no caso do anel, o pingente tem na redução do uso de prata e na redução do seu peso as principais vantagens ecológicas. A possibilidade da reconfiguração da jóia pela inversão dos lados do pingente, amplia a intensidade do seu uso em diferentes situações, mostrando maior eficiência no uso da matéria-prima.

4.2.3.5.3 Brinco

O par de brincos da coleção é composto de 1,6g de prata 950 e 1,1g de titânio, segundo as medidas apresentadas na figura 66. A figura 69 mostra o par de brincos, visto de frente (direita) e de trás (esquerda).



Figura 69: Par de brincos de prata 950 e titânio, frente (direita) e verso (esquerda).

De todos os produtos da coleção, o par de brincos foi o que menos consumiu matéria prima. O produto também apresenta uma relação razoavelmente vantajosa entre a quantidade de material “expressivo” (40% de titânio – resíduo industrial) e de material “acessório” (60% prata – natural e não-renovável).

No entanto, o par de brincos requer 6 pontos de brasagem em sua estrutura, o que acarreta o consumo de Cd para a confecção da liga da solda.

4.2.3.5.4 Colar 1

A figura 70 mostra o colar 1 completo, pronto para uso. Ele contém 6,4g de titânio, 0,95g de ouro 750 e 0,5g de couro.



Figura 70: Colar 1 de ouro 750, titânio e couro.

Aqui a relação entre material “expressivo” e material “acessório” é bastante significativa: 81% de resíduo de titânio e apenas 19% de material virgem (ouro 750 e couro) compõem o produto.

Comparando, se os três pingentes fossem feitos totalmente de ouro 750, eles pesariam juntos 28,5g. Assim, a economia de ouro 750 calculada nesse caso é de 96,7%, o que demonstra a relevante vantagem ecológica desse produto.

Na figura 71 são apresentadas algumas alternativas de configuração do colar, mediante a recombinação dos três pingentes. O colar permite também seu uso como pulseira, uma vez que o couro pode ser amarrado de diferentes maneiras.



Figura 71: Possibilidades de configuração do colar 1.

Nota-se a multiplicidade de combinações possíveis, enfatizando a ecoeficiência da jóia no uso de matéria prima, no sentido de que são várias jóias com pouco material.

4.2.3.5.5 Colar 2

A figura 72 apresenta o colar 2 da coleção “Titânio”. Ele é composto de 5,85g de titânio, 1,1g de prata 950 e 0,9g de borracha.



Figura 72: Colar 2 de prata 950, titânio e borracha.

Por comparação, se os três pingentes fossem feitos totalmente de prata 950, eles pesariam, no total, 14,74g, aproximadamente o dobro do que pesam. A economia de prata 950 calculada nesse caso foi de 86,5%.

A relação entre material “expressivo” e “acessório” nesse produto é de 74,5% de titânio e 25,5% de material complementar virgem (prata 950 e borracha), revelando um produto ecologicamente vantajoso.



Figura 73: Possibilidades de configuração do colar 2.

Assim como o colar 1, esse produto permite diversas possibilidades de uso, oferecendo múltiplas combinações entre os pingentes e o uso em diferentes partes do corpo. Algumas combinações são apresentadas na figura 73.

5 RESULTADOS

Neste capítulo, são analisados os casos estudados sob a luz dos requisitos para o ecodesign de jóias, previamente formulados pelo autor da pesquisa a partir da reflexão e discussão sobre os dados obtidos na fundamentação teórica, apresentada no capítulo 2.

A lógica da construção e de aplicação do instrumento de análise é apresentada na seção 5.1. A aplicação do instrumento é feita na seção 5.2, apresentando o preenchimento do instrumento e a análise dos pontos e resultados obtidos pelos produtos. Na seção 5.3 a ecoeficiência dos produtos é demonstrada, comparada e debatida.

5.1 CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO DE ANÁLISE ECOLÓGICA DE JÓIAS

Na seção 2.1 foram identificados os requisitos fundamentais para que um adorno corporal seja considerado jóia hoje. São eles: propriedade estética (apelo visual e excelente qualidade de acabamento), propriedade semântica (significado e valores simbólicos expressos), durabilidade (garantida pela resistência dos materiais), usabilidade (determinada pela inércia química dos materiais e pela portabilidade da jóia) e autenticidade (materiais adequadamente identificados e caracterizados).

Na seção 2.2 os requisitos para o design de jóias foram apresentados: durabilidade estética (compatível com o tempo de vida da jóia), funcionalidade (correto desempenho das funções da jóia) e produtividade (adequação aos meios de produção determinados).

Na seção 2.3.6 foram sistematizados os requisitos para o ecodesign pertinentes a cada fase do ciclo de vida das jóias. Tais requisitos dizem respeito

basicamente à seleção consciente de materiais e processos de fabricação menos impactantes para o meio ambiente e a projetos orientados por alguma estratégia de DfE ou princípios de redução, reuso e reciclagem (3R's), nas fases de pré-produção, produção, distribuição, uso, descarte e recuperação.

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO		
	-1	0	+1
JÓIA			
Possui propriedade estética?			
Possui propriedade semântica?			
É durável?			
É usável?			
É autêntica?			
DESIGN			
Possui durabilidade estética?			
Atende às funções do produto jóia?			
É adequado aos processos de produção selecionados?			
ECODESIGN			
PRÉ-PRODUÇÃO			
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis)?			
Reduz o consumo de materiais naturais não-renováveis?			
Emprega algum princípio de redução, reuso ou reciclagem no projeto?			
Estende o ciclo de vida do produto?			
É ecoeficiente no uso de materiais naturais não-renováveis?			
PRODUÇÃO			
Elimina etapas do processo produtivo (DfA, DfM)?			
Elimina uso de Cd, Zn, Ni ou outros materiais que geram resíduos tóxicos?			
Evita a união permanente de materiais diferentes (DfD)?			
Reduz consumo de água e energia nos processos?			
Evita decapagem química?			
Evita o uso de adesivos?			
Evita revestimentos por galvanoplastia (banhos metálicos)?			
DISTRIBUIÇÃO			
Embalagens são duráveis?			
Reduz o volume das embalagens?			
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis) nas embalagens?			
USO			
Prevê o uso intenso do produto?			
Evita o consumo de água, energia e materiais durante o uso?			
DESCARTE E RECUPERAÇÃO			
Oferece serviços de manutenção do produto (DfS)?			
Possibilita a recuperação dos materiais (DfR)?			
PONTUAÇÃO TOTAL			

Quadro 4: Instrumento de análise ecológica de jóias.

Os requisitos anteriormente apresentados constituem os critérios nos quais se baseia o *checklist* ou lista de perguntas que forma o instrumento de análise

ecológica dos casos estudados. O instrumento de análise é apresentado no quadro 4 e consiste numa tabela com lista de perguntas fechadas, de resposta negativa, neutra ou positiva, agrupadas em categorias relacionadas ao projeto e produção das jóias integrantes dos casos. A resposta neutra é dada quando o aspecto não interferiu, não foi abordado no projeto ou não foi percebido pelo responsável por tal aspecto.

Na primeira categoria do instrumento, que se refere às características de uma jóia, são questionados os atributos de propriedade estética, propriedade semântica, durabilidade, autenticidade e usabilidade. Por propriedade estética entende-se que a jóia possua características visuais e formais que interessem o olhar do consumidor, chamando-lhe a atenção pelo apelo visual. Ter propriedade semântica indica que a jóia tem algum significado ou valor simbólico que é adequadamente expresso através de sua aparência, sendo perceptível para o consumidor. Ser durável refere-se à jóia resistir ao uso, sem alteração de sua forma original. Ser usável remete à capacidade da jóia ser portátil e poder ser usada junto à pele, além de ser confortável. Para uma jóia ser autêntica, os materiais que a constituem devem ser explicitamente apresentados, não devendo simular ou imitar materiais mais nobres. A não satisfação de qualquer um dos critérios de durabilidade, usabilidade e autenticidade compromete a caracterização do produto como jóia, devendo ser entendido apenas como adorno corporal.

Na categoria referente ao design de jóias, as questões reportam-se à durabilidade estética, à funcionalidade e à produtividade de um projeto de jóia. Por durabilidade estética compreende-se que a forma da jóia deve manter-se esteticamente válida pelo período completo do ciclo de vida da mesma, evitando que seja descartada por obsolescência estética e garantindo que seja usada até o fim de sua vida útil. Por uma jóia funcional, entende-se que seja uma jóia capaz de adornar o corpo de quem a usa e que seja capaz de significar algo para seu consumidor, que este a compre e a use junto ao corpo para complementar o seu estilo e aparência pessoal. Um projeto de jóia adequado aos meios produtivos selecionados significa que sua produtividade seja otimizada ou, pelo menos, que a jóia seja facilmente produzida pelos métodos e escala produtivos determinados pelo designer.

A categoria de ecodesign é a mais extensa do instrumento e foi dividida segundo as fases do ciclo de vida das jóias. Na fase ou subcategoria de pré-produção os critérios referem-se aos materiais selecionados e às estratégias adotadas na concepção da jóia. Utilizar materiais renováveis ou reciclados(áveis) quer dizer incorporar esses materiais de forma expressiva nas jóias, de maneira que fiquem em evidência. Diminuir o uso de materiais virgens, naturais e não-renováveis refere-se à redução ou eliminação do uso de metais preciosos virgens e gemas naturais na jóia. Se a concepção da jóia tiver sido guiada por algum princípio de redução, reuso ou reciclagem (3R's), a resposta a essa questão será positiva. Uma jóia tem o seu ciclo de vida estendido quando agrega múltiplas funções de adorno corporal. A ecoeficiência, conforme a seção 2.3.4, medida aqui em termos de valor econômico agregado por peso de materiais virgens, naturais e não-renováveis utilizados no produto, indica se ocorre tanto a diminuição do impacto ambiental decorrente, indiretamente, da extração desses materiais da natureza para o desenvolvimento do produto, quanto a otimização econômica na utilização comedida ou reduzida dos recursos materiais naturais não-renováveis.

Na subcategoria relativa à produção entram as questões referentes aos processos de fabricação envolvidos na produção das jóias. Quando a jóia elimina ou sobrepõe etapas do processo produtivo, indicando um projeto de design orientado para a montagem e para manufatura (DfA e DfM), a primeira questão desta parte é respondida positivamente. A jóia que não utiliza cádmio na liga para solda e também não utiliza níquel e zinco nas ligas de metal precioso indica a eliminação do uso de materiais tóxicos na produção. A união permanente de materiais diferentes deve ser evitada num projeto orientado para a desmontagem (DfD) e assim responder positivamente a terceira questão dessa parte do instrumento. O emprego de decapagem química, adesão e galvanização implicam em resposta negativa para cada uma das três últimas questões da fase de produção, dentro da parte do ecodesign.

A fase ou subcategoria de distribuição, ainda dentro da categoria de ecodesign, aborda os critérios ou questões correspondentes à embalagem da jóia e, indiretamente, ao seu transporte. Assim sendo, as embalagens são duráveis quando oferecem a possibilidade de permanecerem sendo usadas como o estojo da jóia,

evitando o descarte imediato. A redução no volume das embalagens facilita o transporte e a distribuição e garante o ponto positivo nesse quesito. A utilização de materiais recicláveis e, principalmente, renováveis ou reciclados nas embalagens traz vantagens ecológicas que satisfazem positivamente a última questão da fase de distribuição do produto.

Quanto à fase de uso, ainda na etapa correspondente ao ecodesign, o produto que prevê intensidade de uso é um produto de estilo neutro e versátil, que pode ser usado com frequência, em diferentes ocasiões, complementando uma ampla gama de estilos de roupas, de aparências pessoais e de atitudes e comportamentos. Em geral, uma jóia não consome recursos materiais ou energéticos durante o seu uso, exceto quando contém mecanismos e sistemas movidos a energia fornecida por baterias elétricas.

As fases de recuperação e descarte foram unificadas no instrumento de análise e questionam o oferecimento ou não de serviços de manutenção, reforma ou conserto da jóia (DfS) e também a possibilidade ou não de recuperação por fundição direta dos materiais constituintes da jóia (DfR).

Para fins de padronização e objetivação dos resultados, optou-se por esse sistema de pontuação que elimina pequenas sutilezas e diferenças entre os casos, mas simplifica a tarefa de análise dos mesmos.

A análise ecológica é feita a partir da soma dos pontos obtida por cada jóia, de maneira que cada resposta positiva equivale a um ponto positivo (+1), cada resposta negativa, a um ponto negativo (-1) e cada resposta neutra, a zero (0).

A pontuação total pode revelar um resultado negativo (adorno corporal ou jóia não ecológica); um resultado nulo (jóia ecologicamente neutra) ou um resultado positivo (jóia ecológica). Uma pontuação maior que 20 pontos positivos indica uma jóia satisfatoriamente ecológica, pois a maioria dos critérios do instrumento de análise ecológica foi atendida. Isto quer dizer que a grande maioria das fases do ciclo e, por conseguinte, praticamente todas as fases do ciclo de vida do produto foram abordadas e solucionadas no projeto de ecodesign de jóias

Dessa maneira, a aplicação do instrumento pode determinar também a eficácia e a eficiência de uma jóia, conforme o exposto na seção 2.3.4 da fundamentação teórica. O preenchimento positivo em todos os critérios de jóia, determina a eficácia da jóia, porque contempla todas as dimensões de uma jóia, apontadas na seção 2.1 deste trabalho. A plena satisfação dos critérios de jóia e de design de jóias demonstra a eficiência do projeto ou produto porque, além de apresentar todos os aspectos que uma jóia deve ter, o seu projeto garante ou melhora a qualidade, a funcionalidade e a produtividade do produto, gerando maior lucratividade para a empresa produtora e melhor satisfação das necessidades do consumidor, conforme o debatido na seção 2.2.

5.2 ANÁLISE DOS CASOS

Aqui são apresentados os resultados da aplicação do instrumento de análise ecológica às jóias de cada caso. Primeiramente apresenta-se a tabela preenchida, em seguida a explicação e justificativa das respostas e, finalmente, a análise em si, em termos de: pontuação obtida no *checklist*; eficácia, eficiência e ecoeficiência dos produtos; limites e vantagens encontrados na criação e produção das jóias.

Para fins de melhor visualização, apresenta-se a tabela preenchida no início da subseção, sempre em uma nova lauda.

5.2.1 Colar “Ciclos”

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO		
	-1	0	+1
JÓIA			
Possui propriedade estética?			X
Possui propriedade semântica?			X
É durável?			X
É usável?			X
É autêntica?			X
DESIGN			
Possui durabilidade estética?			X
Atende às funções do produto jóia?			X
É adequado aos processos de produção selecionados?			X
ECODESIGN			
PRÉ-PRODUÇÃO			
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis)?			X
Reduz o consumo de materiais naturais não-renováveis?			X
Emprega algum princípio de redução, reuso ou reciclagem no projeto?			X
Estende o ciclo de vida do produto?			X
É ecoeficiente no uso de materiais naturais não-renováveis?			X
PRODUÇÃO			
Elimina etapas do processo produtivo (DfA, DfM)?			X
Elimina uso de Cd, Zn, Ni ou outros materiais que geram resíduos tóxicos?			X
Evita a união permanente de materiais diferentes (DfD)?			X
Reduz consumo de água e energia nos processos?			X
Evita decapagem química?			X
Evita o uso de adesivos?			X
Evita revestimentos por galvanoplastia (banhos metálicos)?			X
DISTRIBUIÇÃO			
Embalagens são duráveis?			X
Reduz o volume das embalagens?		X	
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis) nas embalagens?	X		
USO			
Prevê o uso intenso do produto?			X
Evita o consumo de água, energia e materiais durante o uso?			X
DESCARTE E RECUPERAÇÃO			
Oferece serviços de manutenção do produto (DfS)?			X
Possibilita a recuperação dos materiais (DfR)?			X
PONTUAÇÃO TOTAL	24		

Quadro 5: Aplicação do instrumento no caso do colar “Ciclos”.

O colar “Ciclos” satisfaz todas as condições que determinam uma jóia, na medida em que tem qualidade estética e semântica, expressando os conceitos propostos de multifuncionalidade, interatividade e contraste harmônico de materiais;

também é usável junto ao corpo, durável e apresenta autenticamente os materiais que o compõe. Portanto, o colar é uma jóia eficaz.

Quanto aos critérios de design, o colar também atende satisfatoriamente às condições de: durabilidade estética, propiciada pelas formas geométricas simples; funcionalidade, no sentido de que é um adorno corporal perfeitamente comercializável; e produtividade, sendo factível artesanalmente, mas também apresenta a possibilidade de reprodução por fundição em larga escala, desde que sejam identificados potenciais fornecedores de madrepérola e, principalmente, de discos rígidos descartados. A satisfação desses critérios, juntamente com a eficácia constatada do produto, garantem a eficiência dessa jóia.

Em relação ao ecodesign, na etapa de pré-produção, o colar responde positivamente aos critérios de: utilização de materiais renováveis e reciclados pelo emprego de madrepérola e alumínio, respectivamente; redução do uso de material virgem, natural e não-renovável, pois o emprego de materiais diversificados permitiu que se utilizasse menos prata; emprego dos princípios de redução (de materiais virgens), reuso (de peças de alumínio) e reciclagem (os materiais podem ser separados e totalmente recuperados); e extensão do ciclo de vida, permitida pelas múltiplas funções de adorno da jóia.

A ecoeficiência⁶ desse produto, medida em valor monetário do produto (R\$) dividido pela quantidade de material virgem não-renovável, no caso prata 950 (g Ag950), é de 9,31 R\$/g Ag950. Por comparação, a ecoeficiência de um produto de mesmas dimensões, substituindo o alumínio por prata 950, seria de 6,31 R\$/g Ag950. Assim atesta-se uma maior ecoeficiência do produto desenvolvido no uso da prata.

Na etapa de produção, o projeto do colar eliminou as etapas de confecção das peças de alumínio e de madrepérola, que foram obtidas prontas para o uso

⁶ A ecoeficiência dos produtos integrantes dos casos estudados foi calculada com base na fórmula apresentada na seção 2.3.4, a partir dos valores de venda e de custo fornecidos pela empresa joalheira, e define exclusivamente a relação entre valor monetário agregado por grama de metal precioso utilizado no produto. Isso foi feito no intuito de facilitar a compreensão e a comparação entre a ecoeficiência dos produtos analisados, o que será apresentado com mais detalhes na seção 5.3 e no apêndice A, desta dissertação.

(madrepérola) e pela desmontagem dos discos rígidos (alumínio). O projeto evitou o emprego de materiais tóxicos e a união permanente de materiais diferentes, pois não utiliza soldas e, portanto ligas com cádmio, e a prata utilizada foi ligada com cobre e não com zinco nem níquel. Por eliminar as etapas de confecção das peças de alumínio e de madrepérola e de brasagem dos elementos, o projeto reduziu o consumo de água e energia pela empresa joalheria. Também não foram necessárias as etapas de decapagem química, adesão e galvanoplastia.

A fase de distribuição não foi abordada nesse projeto. O colar foi posto à venda como os outros produtos da empresa joalheria, com embalagens tradicionais, duráveis, porém confeccionadas com materiais não-renováveis (polímeros sintéticos à base de petróleo), o que justifica os pontos nulo, positivo e negativo, respectivamente, obtidos nessa etapa.

Na fase correspondente ao uso do colar, as respostas obtidas na tabela são positivas porque o estilo visualmente neutro do produto permite que ele seja usado intensamente, em diversas ocasiões, e a jóia não consome recursos materiais e energéticos em seu uso.

Em relação ao descarte e recuperação, a empresa joalheira oferece os serviços de conserto e manutenção da jóia e o seu projeto, voltado para a desmontagem, facilita a separação e a recuperação direta dos materiais constituintes.

Pelo descrito acima, a pontuação total obtida pelo colar “Ciclos” no *checklist* é de 24 pontos positivos, revelando-se o segundo caso mais ecológico estudado.

A principal vantagem encontrada foi a capacidade de redução de etapas do processo produtivo, pois a utilização direta de peças pré-fabricadas de alumínio advindas do descarte pós-consumo agilizou o ciclo de desenvolvimento da jóia, além de contribuir para a redução do volume de lixo eletrônico descartado no meio ambiente. Esse último aspecto pode se tornar mais expressivo se a jóia for reproduzida em maior quantidade, numa escala industrial ou semi-industrial.

A principal limitação encontrada nesse caso foi a dificuldade de agregação de valores econômicos ao produto, uma vez que o uso de alumínio não é tido como convencional na joalheria, o que gera um estranhamento no público consumidor, diminuindo a receptividade do produto pelo público. Ainda assim o produto foi comercializado com êxito.

5.2.2 Broche institucional – Fundação Iberê Camargo

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO		
	-1	0	+1
JÓIA			
Possui propriedade estética?			X
Possui propriedade semântica?			X
É durável?			X
É usável?			X
É autêntica?			X
DESIGN			
Possui durabilidade estética?			X
Atende às funções do produto jóia?			X
É adequado aos processos de produção selecionados?			X
ECODESIGN			
PRÉ-PRODUÇÃO			
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis)?			X
Reduz o consumo de materiais naturais não-renováveis?			X
Emprega algum princípio de redução, reuso ou reciclagem no projeto?			X
Estende o ciclo de vida do produto?		X	
É ecoeficiente no uso de materiais naturais não-renováveis?	X		
PRODUÇÃO			
Elimina etapas do processo produtivo (DfA, DfM)?	X		
Elimina uso de Cd, Zn, Ni ou outros materiais que geram resíduos tóxicos?	X		
Evita a união permanente de materiais diferentes (DfD)?			X
Reduz consumo de água e energia nos processos?		X	
Evita decapagem química?	X		
Evita o uso de adesivos?			X
Evita revestimentos por galvanoplastia (banhos metálicos)?	X		
DISTRIBUIÇÃO			
Embalagens são duráveis?		X	
Reduz o volume das embalagens?		X	
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis) nas embalagens?		X	
USO			
Prevê o uso intenso do produto?			X
Evita o consumo de água, energia e materiais durante o uso?			X
DESCARTE E RECUPERAÇÃO			
Oferece serviços de manutenção do produto (DfS)?			X
Possibilita a recuperação dos materiais (DfR)?			X
PONTUAÇÃO TOTAL		12	

Quadro 6: Aplicação do instrumento no caso do broche da Fundação Iberê Camargo.

O broche responde positivamente a todos os critérios de jóia, como mostra o quadro 6. A propriedade estética é devida à forma da jóia, que é a adaptação fidedigna de uma obra artística já consagrada, e, portanto, formalmente bem

resolvida, para o uso como adorno. A propriedade semântica deve-se aqui à capacidade de identificação direta da forma da jóia com a obra artística que a origina, mantendo os valores simbólicos impressos pelo autor da pintura. A jóia, sendo feita basicamente de prata 925, mesmo reciclada, é satisfatoriamente durável, usável e apresentada autenticamente.

Quanto ao design, essa jóia apresenta durabilidade estética relativa à identificação do consumidor com a obra de Iberê Camargo. O novo projeto, que modificou a estrutura da jóia, otimizou a sua funcionalidade porque tornou o produto mais resistente ao uso como adorno. A produtividade também foi melhorada porque facilitou a produção, em relação ao projeto original. Portanto, a jóia revelou-se até aqui eficaz e eficiente.

Em relação ao ecodesign, na fase de pré-produção, as três primeiras questões são respondidas positivamente porque a prata utilizada é 100% reciclada, quase substituindo por completo a utilização de materiais virgens. O projeto segue assim o princípio de reciclagem e o princípio da redução do uso de material virgem e não-renovável. Por não ser multifuncional, a jóia não tem o seu ciclo de vida estendido, mas este também não é reduzido, o que justifica o ponto nulo na penúltima questão dessa etapa.

A ecoeficiência do produto, novamente medida em valor monetário por grama de material virgem não-renovável é de 10,00 R\$/g Ag950, revelando-se inferior à do broche feito de latão com banho de prata (30,00 R\$/g Ag950), que precedeu o produto em questão.

A fase de produção foi a que demonstrou menor capacidade ecológica nesse caso, pois não elimina etapas do processo produtivo e utiliza: cádmio nas ligas das soldas (brasagem), decapagem química para limpeza das peças de prata e galvanoplastia nas presilhas de aço. O consumo de energia e água praticamente não foi alterado e o projeto evitou a união permanente de materiais diferentes.

A fase de distribuição não coube à empresa joalheira e, até onde se sabe, não foi modificada nem abordada nesse projeto, mantendo-se nula a sua pontuação aqui.

O produto tem vida útil intensa no sentido de ser estilisticamente neutro e versátil, e não consome recursos em seu uso. Serviços de manutenção e conserto são possíveis porque o produto é feito em prata 925 maciça, garantindo também a possibilidade de recuperação do material.

A pontuação total obtida no caso do broche institucional da Fundação Iberê Camargo foi de 12 pontos positivos, revelando-se o caso menos ecológico estudado. Verifica-se aqui, na prática, as proposições de Santos (2009), Annes (2003) e Manzini e Vezzoli (2002), quanto ao redesign ambiental de produtos existentes, em que a simples adequação a um aspecto ecológico no projeto, nesse caso o uso de material reciclado, não garante que ele seja ambientalmente sustentável. Nesse sentido, o broche revelou-se um caso de jóia ecoeficaz.

A produção do broche institucional da Fundação Iberê Camargo apresentou como vantagem principal a capacidade da utilização de prata reciclada em quase todo o produto pelo mesmo custo econômico do produto anteriormente desenvolvido em latão com banho de prata. Isso acarretou a melhoria na durabilidade e na autenticidade do produto, além de trazer o valor simbólico do apelo ecológico, ainda que discreto, para o produto. O broche anteriormente desenvolvido apresentava também a desvantagem de necessitar de galvanoplastia para o revestimento de prata causando a mistura de metais diferentes.

Como limitação pode-se indicar a necessidade de utilização de aço inoxidável com revestimento de cromo para a confecção da presilha do broche, implicando novamente o uso de galvanização; a necessidade de brasagem com soldas contendo cádmio e a geração de resíduos sólidos constituídos dos fragmentos do gesso dos moldes utilizados na fundição das peças de prata. Esses aspectos merecem maior pesquisa e aprofundamento para que se encontrem soluções ecologicamente melhores.

5.2.3 Coleção “Titânio” – Anel

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO		
	-1	0	+1
JÓIA			
Possui propriedade estética?			X
Possui propriedade semântica?			X
É durável?			X
É usável?			X
É autêntica?			X
DESIGN			
Possui durabilidade estética?			X
Atende às funções do produto jóia?			X
É adequado aos processos de produção selecionados?			X
ECODESIGN			
PRÉ-PRODUÇÃO			
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis)?			X
Reduz o consumo de materiais naturais não-renováveis?			X
Emprega algum princípio de redução, reuso ou reciclagem no projeto?			X
Estende o ciclo de vida do produto?			X
É ecoeficiente no uso de materiais naturais não-renováveis?			X
PRODUÇÃO			
Elimina etapas do processo produtivo (DfA, DfM)?			X
Elimina uso de Cd, Zn, Ni ou outros materiais que geram resíduos tóxicos?			X
Evita a união permanente de materiais diferentes (DfD)?			X
Reduz consumo de água e energia nos processos?			X
Evita decapagem química?			X
Evita o uso de adesivos?			X
Evita revestimentos por galvanoplastia (banhos metálicos)?			X
DISTRIBUIÇÃO			
Embalagens são duráveis?			X
Reduz o volume das embalagens?		X	
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis) nas embalagens?			X
USO			
Prevê o uso intenso do produto?			X
Evita o consumo de água, energia e materiais durante o uso?			X
DESCARTE E RECUPERAÇÃO			
Oferece serviços de manutenção do produto (DfS)?			X
Possibilita a recuperação dos materiais (DfR)?			X
PONTUAÇÃO TOTAL	26		

Quadro 7: Aplicação do instrumento no caso do anel da coleção “Titânio”.

O anel da coleção “Titânio”, conforme o quadro 7, obteve pontuação positiva em todos os critérios de jóia porque, pela ordem das perguntas: possui apelo visual, voltado principalmente para o público masculino; expressa o conceito de

interatividade proposto pelo projeto, na possibilidade de manipulação das suas partes constituintes; os materiais utilizados na sua confecção são autenticamente apresentados e lhe garantem a durabilidade e a usabilidade porque são mecanicamente resistentes, quimicamente inertes (mesmo os seus óxidos) e menos densos, particularmente o titânio, frente ao ouro e os outros metais preciosos. A conseqüente redução do peso do produto, possibilitada pelo emprego do titânio, traz benefícios para fase de distribuição deste produto, já que é mais leve, e também para a fase de uso, uma vez que o produto se torna mais confortável para ser portado. O anel demonstra-se então uma jóia eficaz.

A jóia também satisfaz os critérios de design, revelando-se eficiente, na medida que: a sua forma, simples e geométrica, permite a durabilidade estética; apresenta plena funcionalidade de ornamentação corporal como anel, fértil em significado e perfeitamente comercializável; e também apresenta alta produtividade porque é uma peça de baixa complexidade, adequada tanto à produção artesanal como à semi-industrial.

O produto em questão apresentou pontuação positiva em quase todos os critérios de ecodesign, em todas as fases do seu ciclo de vida. O único ponto nulo é em relação ao volume da embalagem, que não foi modificado. Apenas os materiais da embalagem foram mudados, substituindo-se as embalagens tradicionais de polímero sintético, compósito e papel da empresa joalheira por outras feitas totalmente de papel cartão, igualmente duráveis, porém recicláveis.

O projeto do anel, por utilizar titânio, como descrito na seção 3.2.3, segue e aplica os princípios de redução de material virgem não-renovável e de reuso de material descartado. Por ser multifuncional, o anel tem seu ciclo de vida estendido. A ecoeficiência do anel da coleção “Titânio”, medida em reais por grama de prata 950 é de 21,74 R\$/g Ag950. Comparada, a ecoeficiência de um anel feito totalmente de prata 950 com as mesmas dimensões seria de 13,10 R\$/g Ag950. Revela-se assim o melhor aproveitamento da matéria-prima virgem não-renovável (prata).

Na fase de produção, sua fabricação elimina etapas e diminui o consumo de recursos no processo produtivo, porque os fragmentos de titânio já vêm laminados e

parcialmente cortados. O uso de materiais tóxicos e adesivos e as etapas de decapagem, galvanoplastia e união permanente de materiais foram evitadas.

O produto, interativo e visualmente neutro, prevê o uso intenso sem consumo de recursos. A manutenção da jóia é garantida pela empresa, comprovando a estratégia de DfS aplicada. A separação dos materiais do anel é imediata, facilitando a recuperação dos materiais e evidenciando as estratégias de DfD e DfR. Além disso, a incorporação de resíduos industriais de outro ciclo produtivo (o da indústria de próteses) fecha um ciclo de material e integra setores industriais distintos, favorecendo o desenvolvimento sustentável de produtos.

Pelo exposto, a pontuação total obtida no *checklist* foi de 26 pontos positivos, indicando a jóia mais ecológica entre os casos estudados. Em termos de vantagem do uso do titânio nesse caso pode-se destacar a associação simbólica, realizada pelo público em geral, entre o metal e jóias masculinas, o que facilita a comercialização e a agregação de valor monetário ao material que seria descartado.

A diminuição do peso do anel, ainda que modesta, também é uma vantagem trazida pelo emprego do titânio para a distribuição e uso do anel. Esse aspecto pode ser mais bem desenvolvido em outros projetos aumentando-se a proporção de material “expressivo”, no caso titânio, em relação à quantidade de metal precioso na estrutura do anel.

A principal limitação do uso do titânio em jóias é a impossibilidade de brasagem do titânio por métodos artesanais. Essa limitação forçou a busca por soluções para a união desse material às jóias, chegando-se nesse caso a uma aplicação diferenciada para o princípio de união mecânica por engate.

5.2.4 Coleção “Titânio” – Pingente

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO		
	-1	0	+1
JÓIA			
Possui propriedade estética?			X
Possui propriedade semântica?			X
É durável?			X
É usável?			X
É autêntica?			X
DESIGN			
Possui durabilidade estética?			X
Atende às funções do produto jóia?			X
É adequado aos processos de produção selecionados?			X
ECODESIGN			
PRÉ-PRODUÇÃO			
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis)?			X
Reduz o consumo de materiais naturais não-renováveis?			X
Emprega algum princípio de redução, reuso ou reciclagem no projeto?			X
Estende o ciclo de vida do produto?			X
É ecoeficiente no uso de materiais naturais não-renováveis?			X
PRODUÇÃO			
Elimina etapas do processo produtivo (DfA, DfM)?		X	
Elimina uso de Cd, Zn, Ni ou outros materiais que geram resíduos tóxicos?			X
Evita a união permanente de materiais diferentes (DfD)?		X	
Reduz consumo de água e energia nos processos?		X	
Evita decapagem química?			X
Evita o uso de adesivos?			X
Evita revestimentos por galvanoplastia (banhos metálicos)?			X
DISTRIBUIÇÃO			
Embalagens são duráveis?			X
Reduz o volume das embalagens?		X	
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis) nas embalagens?			X
USO			
Prevê o uso intenso do produto?			X
Evita o consumo de água, energia e materiais durante o uso?			X
DESCARTE E RECUPERAÇÃO			
Oferece serviços de manutenção do produto (DfS)?			X
Possibilita a recuperação dos materiais (DfR)?			X
PONTUAÇÃO TOTAL	23		

Quadro 8: Aplicação do instrumento no caso do pingente da coleção “Titânio”.

O quadro 8 apresenta o *checklist* aplicado ao pingente da coleção “Titânio”. Nele, os critérios de jóia e design foram atendidos positivamente, da mesma maneira e pelos mesmos motivos do caso do anel, pois ambos produtos são frutos do mesmo

conceito gerador e tema visual, passaram pelos mesmos processos de fabricação e são feitos dos mesmos materiais, constituindo um conjunto. Assim, tanto o anel como o pingente revelaram-se jóias eficazes e eficientes.

Os critérios de ecodesign relacionados às fases de pré-produção, uso, descarte e recuperação também foram satisfeitos, na medida em que o produto reduz o uso de materiais virgens pela reutilização de material descartado (titânio), estende e intensifica a vida útil da jóia pela reconfiguração e versatilidade da aparência visual, possibilita a manutenção (DfS) e recuperação dos materiais (DfR). A ecoeficiência medida em reais por grama de prata 950 é de 18,33 R\$/g Ag950 para esse produto. Comparada, a ecoeficiência de um pingente de mesmas dimensões, feito totalmente de prata 950, seria de 9,90 R\$/g Ag950. Revela-se assim, como no caso do anel, um melhor aproveitamento da matéria-prima virgem não-renovável (prata).

Quanto à produção, as etapas produtivas e o consumo de água e energia mantiveram-se os mesmos necessários para a fabricação de uma jóia normal, recebendo pontuação nula nesses quesitos. A questão relacionada ao design para desmontagem também recebeu pontuação nula porque uniu, por meio da argola, dois metais diferentes, ainda que seja fácil separá-los (cortando a argola de prata). O produto não utiliza solda, evitando o uso de cádmio, e a prata é ligada com cobre e não com zinco nem níquel, eliminando o emprego de produtos tóxicos na produção. Galvanoplastia, adesão e decapagem química não foram necessárias.

A fase de distribuição segue os mesmos princípios em todos os casos dessa coleção, apresentados anteriormente nos resultados do anel.

Assim sendo, a pontuação dessa jóia, obtida no *checklist*, é de 23 pontos positivos, indicando uma jóia satisfatoriamente ecológica, dentre as estudadas. As vantagens e limitações do uso do titânio, apresentadas anteriormente para o anel, são válidas também para o pingente.

5.2.5 Coleção “Titânio” – Brinco

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO		
	-1	0	+1
JÓIA			
Possui propriedade estética?			X
Possui propriedade semântica?			X
É durável?			X
É usável?			X
É autêntica?			X
DESIGN			
Possui durabilidade estética?			X
Atende às funções do produto jóia?			X
É adequado aos processos de produção selecionados?			X
ECODESIGN			
PRÉ-PRODUÇÃO			
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis)?			X
Reduz o consumo de materiais naturais não-renováveis?			X
Emprega algum princípio de redução, reuso ou reciclagem no projeto?			X
Estende o ciclo de vida do produto?		X	
É ecoeficiente no uso de materiais naturais não-renováveis?			X
PRODUÇÃO			
Elimina etapas do processo produtivo (DfA, DfM)?			X
Elimina uso de Cd, Zn, Ni ou outros materiais que geram resíduos tóxicos?	X		
Evita a união permanente de materiais diferentes (DfD)?	X		
Reduz consumo de água e energia nos processos?		X	
Evita decapagem química?			X
Evita o uso de adesivos?			X
Evita revestimentos por galvanoplastia (banhos metálicos)?			X
DISTRIBUIÇÃO			
Embalagens são duráveis?			X
Reduz o volume das embalagens?		X	
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis) nas embalagens?			X
USO			
Prevê o uso intenso do produto?		X	
Evita o consumo de água, energia e materiais durante o uso?			X
DESCARTE E RECUPERAÇÃO			
Oferece serviços de manutenção do produto (DfS)?			X
Possibilita a recuperação dos materiais (DfR)?			X
PONTUAÇÃO TOTAL	19		

Quadro 9: Aplicação do instrumento no caso do brinco da coleção “Titânio”.

O brinco da coleção “Titânio” é uma jóia eficaz e eficiente porque satisfaz plenamente as condições de jóia e design, como os outros casos estudados, conforme o apresentado no quadro 9. O brinco tem uma aparência atual e possui

expressividade estética, revelada na composição modular resultante da justaposição dos resíduos de titânio e no contraste harmônico entre as cores dos metais. Além disso, a idéia de re-significação dos resíduos sólidos para o uso em jóias aqui é plenamente evidenciada, na medida a própria forma do material descartado possibilitou a agregação de valores estéticos, simbólicos e, conseqüentemente, econômicos à jóia. O titânio e a prata utilizados também garantem a durabilidade, a usabilidade e a autenticidade do brinco.

Referente aos aspectos de design, a composição geométrica regular determina a durabilidade estética da jóia. Esta tem pleno desempenho das funções e é produtivamente adequada aos processos e escala artesanais a que foi submetida.

Quanto ao ecodesign, a fase de pré-produção responde positivamente à utilização de materiais reciclados (em 40% do peso do produto) e à redução de material virgem natural, sendo este o princípio dos 3R's aplicado. O ciclo de vida da jóia não é estendido nem reduzido, por se tratar de um produto durável, mas com somente uma possibilidade de uso, o que justifica a resposta nula nesse quesito. Quanto à ecoeficiência, esta é de 75,00 R\$/g Ag950. Se o produto em questão fosse feito totalmente em prata 950, a ecoeficiência seria de 30,50 R\$/g Ag 950, ou seja, aproximadamente 2,5 vezes menor.

Na fase de produção, o brinco emprega cádmio nas soldas, necessárias em 6 pontos na estrutura do par, causando o ponto negativo nesse critério. O projeto elimina etapas do processo produtivo, pois as aparas de titânio praticamente não necessitaram de processamento, sendo usadas quase conforme coletadas. O projeto ainda evita a decapagem, galvanoplastia e adesão, porém une permanentemente metais diferentes e praticamente não reduz o consumo de recursos na fabricação.

Na fase de distribuição, a pontuação é a mesma dos outros produtos da coleção. Em relação ao uso, este não é intenso por tratar-se de uma jóia eminentemente feminina, com estilo visual marcante, restringindo as situações de uso, por isso a pontuação nula nesse quesito. A jóia não consome recursos em seu

uso. Quanto ao descarte e recuperação, serviços de manutenção do produto e de recuperação dos materiais são possíveis e oferecidos pela empresa joalheira.

A pontuação assim obtida no *checklist* é de 19 pontos positivos, revelando uma jóia moderadamente ecológica. Os aspectos que mais influenciaram nesse resultado foram o emprego de cádmio nas soldas e a união permanente dos materiais. Como melhoria desse projeto pode-se indicar uma pesquisa mais aprofundada acerca de elementos de junção que substituam a união (permanente) de materiais, realizada nesse caso por brasagem.

Como vantagem encontrada no desenvolvimento desse produto deve-se destacar a reduzida necessidade de metal precioso (material acessório) para a confecção da jóia, apenas 1,6g de Ag950.

5.2.6 Coleção “Titânio” – Colar 1

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO		
	-1	0	+1
JÓIA			
Possui propriedade estética?			X
Possui propriedade semântica?			X
É durável?			X
É usável?			X
É autêntica?			X
DESIGN			
Possui durabilidade estética?			X
Atende às funções do produto jóia?			X
É adequado aos processos de produção selecionados?			X
ECODESIGN			
PRÉ-PRODUÇÃO			
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis)?			X
Reduz o consumo de materiais naturais não-renováveis?			X
Emprega algum princípio de redução, reuso ou reciclagem no projeto?			X
Estende o ciclo de vida do produto?			X
É ecoeficiente no uso de materiais naturais não-renováveis?			X
PRODUÇÃO			
Elimina etapas do processo produtivo (DfA, DfM)?		X	
Elimina uso de Cd, Zn, Ni ou outros materiais que geram resíduos tóxicos?			X
Evita a união permanente de materiais diferentes (DfD)?	X		
Reduz consumo de água e energia nos processos?		X	
Evita decapagem química?			X
Evita o uso de adesivos?	X		
Evita revestimentos por galvanoplastia (banhos metálicos)?			X
DISTRIBUIÇÃO			
Embalagens são duráveis?			X
Reduz o volume das embalagens?		X	
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis) nas embalagens?			X
USO			
Prevê o uso intenso do produto?			X
Evita o consumo de água, energia e materiais durante o uso?			X
DESCARTE E RECUPERAÇÃO			
Oferece serviços de manutenção do produto (DfS)?			X
Possibilita a recuperação dos materiais (DfR)?			X
PONTUAÇÃO TOTAL	20		

Quadro 10: Aplicação do instrumento no caso do colar 1 da coleção “Titânio”.

No quadro 10 é apresentado o *checklist* aplicado ao colar 1 da coleção “Titânio”. Nota-se que os critérios de jóia e design são mais uma vez satisfeitos,

como nos outros casos estudados, revelando uma jóia eficaz e eficiente em relação aos parâmetros levantados na teoria.

A jóia possui formas, texturas e cores contrastantes, expressando movimento, interatividade e multifuncionalidade. O uso evidenciado do ouro, titânio e couro satisfaz os critérios de durabilidade, usabilidade e autenticidade da jóia.

Quanto aos critérios de design de jóias, o projeto é voltado à produção artesanal simplificada, isto é, poucos processos manuais aplicados a material com formatos irregulares, quase como os encontrados nos resíduos, garantindo velocidade de produção e variedade de soluções formais com recursos limitados. O produto também apresenta atributos estéticos permanentes, condizentes com os padrões estéticos atuais e, provavelmente, futuros. Além disso, também cumpre plenamente as funções de jóia, indo além do uso restrito como colar, podendo ser usado como pulseira, tornozeleira, etc.

Na fase de pré-produção, os critérios de ecodesign são cumpridos positivamente porque o produto emprega matéria-prima reutilizada (titânio) e renovável (couro), reduz ao mínimo o consumo de material não-renovável virgem (ouro), aplicando assim o princípio de redução, e tem a vida útil estendida pela multifuncionalidade apresentada na jóia.

A ecoeficiência desse produto, medida em reais por grama de ouro 750, é de 168,50 R\$/g Au750. Por comparação, se os pingentes do colar fossem totalmente de ouro 750, a ecoeficiência do produto seria de 115,00 R\$/g Au750. Nota-se novamente uma otimização no uso de matéria-prima natural, virgem e não-renovável, nesse caso, ouro.

Na fase de produção, os pontos negativos se devem à união permanente de materiais diferentes pela granulação (titânio e ouro) e pela adesão (ouro e couro). Os pontos nulos são atribuídos porque o projeto não eliminou etapas produtivas nem alterou o consumo de recursos na produção, mesmo os fragmentos de resíduos, pré-fabricados, receberam processamento posterior. Os pontos positivos encontrados nessa fase foram a eliminação do emprego de soldas com cádmio, pois

as argolas foram simplesmente soldadas, dispensando a brasagem e a eliminação das etapas de decação química e galvanização, que não foram utilizadas no desenvolvimento desse produto.

Quanto à fase de distribuição, a pontuação obtida e a sua justificativa, são as mesmas que as dos outros produtos da coleção.

Na etapa do uso do produto, este possibilita o uso intenso porque seu estilo pode atender ao público masculino e feminino, e sua configuração é totalmente modificável, podendo-se suprimir, inverter a posição ou adicionar novos pingentes, além de poder ser usado em diferentes partes do corpo. O produto não consome recursos em seu uso.

Nas etapas de descarte e recuperação, os critérios estabelecidos são cumpridos porque a empresa joalheira oferece a manutenção do produto e a recuperação dos materiais é possível pela fundição direta dos pingentes, o que separará o ouro do titânio, devido à diferença na temperatura dos pontos de fusão desses metais (1668°C – titânio e 1063°C – ouro).

Assim, a pontuação total obtida no *checklist* é de 20 pontos positivos, o que revela uma jóia ecológica que tem, como a principal vantagem, a redução ao mínimo do emprego de ouro no produto: apenas 12% do peso total do colar. Das jóias desenvolvidas, essa foi a que menos consumiu metal precioso virgem. Outras vantagens podem ser destacadas, como a facilidade de execução de soluções formais diferentes para a jóia, pois, a princípio, qualquer fragmento de resíduo de titânio pode ser incorporado à jóia, com uns poucos passos produtivos. Além disso, é uma jóia relativamente leve para as dimensões que possui, devido à maior parte dela ser titânio, cuja densidade é de 4,51 g/cm³.

5.2.7 Coleção “Titânio” – Colar 2

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO		
	-1	0	+1
JÓIA			
Possui propriedade estética?			X
Possui propriedade semântica?			X
É durável?			X
É usável?			X
É autêntica?			X
DESIGN			
Possui durabilidade estética?			X
Atende às funções do produto jóia?			X
É adequado aos processos de produção selecionados?			X
ECODESIGN			
PRÉ-PRODUÇÃO			
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis)?			X
Reduz o consumo de materiais naturais não-renováveis?			X
Emprega algum princípio de redução, reuso ou reciclagem no projeto?			X
Estende o ciclo de vida do produto?			X
É ecoeficiente no uso de materiais naturais não-renováveis?			X
PRODUÇÃO			
Elimina etapas do processo produtivo (DfA, DfM)?		X	
Elimina uso de Cd, Zn, Ni ou outros materiais que geram resíduos tóxicos?			X
Evita a união permanente de materiais diferentes (DfD)?	X		
Reduz consumo de água e energia nos processos?		X	
Evita decapagem química?			X
Evita o uso de adesivos?	X		
Evita revestimentos por galvanoplastia (banhos metálicos)?			X
DISTRIBUIÇÃO			
Embalagens são duráveis?			X
Reduz o volume das embalagens?		X	
Utiliza materiais renováveis, reciclados(áveis) nas embalagens?			X
USO			
Prevê o uso intenso do produto?			X
Evita o consumo de água, energia e materiais durante o uso?			X
DESCARTE E RECUPERAÇÃO			
Oferece serviços de manutenção do produto (DfS)?			X
Possibilita a recuperação dos materiais (DfR)?			X
PONTUAÇÃO TOTAL	20		

Quadro 11: Aplicação do instrumento no caso do colar 2 da coleção “Titânio”.

O quadro 11 apresenta a aplicação do *checklist* no colar 2 da coleção “Titânio”. Sendo criado e produzido sob os mesmos princípios do colar 1 dessa coleção, a pontuação obtida no *checklist* aqui é exatamente a mesma que a obtida

no caso anterior, ou seja, 20 pontos, revelando uma jóia eficaz e eficiente em relação aos critérios teóricos estabelecidos para jóia e para o design de jóias.

A ecoeficiência dessa jóia, medida em reais por grama de prata 950, é de 110,00 R\$/g Ag950. Por comparação, se os pingentes desse colar fossem totalmente de prata 950, a ecoeficiência do produto seria de 6,8 R\$/g Ag950. Nota-se aqui a mais expressiva otimização no uso de material natural, virgem e não-renovável apresentada pelos produtos estudados.

Em geral, na coleção “Titânio”, como no caso do colar “Ciclos”, a principal vantagem foi a redução de etapas produtivas pelo uso de material pré-fabricado e descartado, contribuindo para o fechamento de ciclos de materiais e a otimização no desenvolvimento dos produtos. Outro ponto vantajoso encontrado foi a difusão do uso do titânio em jóias, favorecendo a comercialização dos produtos realizados como jóias autênticas e duráveis.

Além disso, as peças dessa coleção são mais leves, o que trouxe os benefícios de otimização na distribuição do produto e de conforto físico no seu uso.

Como principal limitação em termos técnicos e produtivos, essa coleção apresentou a baixa ductilidade do titânio para o trabalho em joalheria artesanal. A resistência mecânica do material e a dificuldade de união por brasagem foram os fatores que mais limitaram o desenvolvimento dos produtos nessa coleção.

Para superar tais limitações, sugere-se a pesquisa sobre outros princípios de união de materiais, diferentes dos métodos tradicionais empregados na joalheria.

Outros estudos também podem ser aprofundados quanto à cravação de gemas e tratamentos decorativos de superfície no titânio.

5.3 COMPARAÇÃO DA ECOEFICIÊNCIA DAS JÓIAS

Nessa seção é apresentada a comparação entre a ecoeficiência dos produtos efetivamente realizados e a ecoeficiência calculada de produtos similares hipotéticos, feitos inteiramente do metal precioso que integra o produto original.

Essa comparação é feita com o intuito de evidenciar a otimização no uso de matéria-prima virgem e não-renovável (metal precioso), e a conseqüente redução do impacto ambiental provocado pela extração desses materiais da natureza. Assim, a ecoeficiência é tida como um dos critérios que orientam o ecodesign de jóias.

A tabela 2 apresenta a comparação da ecoeficiência dos produtos baseada nos resultados dos cálculos apresentados no apêndice A deste trabalho.

Produto	Ecoeficiência real (R\$/g)	Ecoeficiência simulada (R\$/g)	Diferença de ecoeficiência
Colar "Ciclos"	9,31	6,31	+47,5%
Broche institucional	10,00	30,00	-66,6%
"Titânio" – Anel	21,74	13,10	+66%
"Titânio" – Pingente	18,33	9,90	+85%
"Titânio" – Brinco	75,00	30,50	+146%
"Titânio" – Colar 1	168,50	115,00	+46,5%
"Titânio" – Colar 2	110,00	6,80	+1517,6%

Tabela 2: Comparação da ecoeficiência dos produtos.

Em geral, houve aumento da ecoeficiência dos produtos, em relação aos seus similares hipotéticos. A exceção ocorreu no caso do broche institucional que, ao utilizar mais metal precioso que o seu similar em latão com banho de prata, diminuiu em 66,6% a ecoeficiência do produto. No entanto, esse problema foi contornado, como já tido, utilizando-se prata reciclada.

Um caso excepcional foi o colar 2 da coleção "Titânio", cuja ecoeficiência aumentou em mais de 1500%, em relação a um colar idêntico feito todo em prata,

atestando as vantagens econômicas e ecológicas do uso de resíduos sólidos industriais na confecção de jóias.

6 CONCLUSÕES

Este capítulo apresenta a análise dos resultados e as conclusões em relação ao problema da pesquisa e aos objetivos propostos, assim como apresenta as considerações finais e discute desdobramentos futuros para a pesquisa e prática do design de jóias orientado por critérios ecológicos.

6.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A fundamentação teórica construída sobre o ecodesign de jóias culminou na construção do instrumento de análise ecológica de jóias, que servirá para a avaliação de outros produtos joalheiros, além das jóias dos casos estudados. Estas, uma vez submetidas à aplicação do instrumento construído, comprovaram a sua propriedade ecológica pela pontuação obtida, indicando a satisfação dos critérios de ecodesign estabelecidos.

A sistematização do design de jóias apontou para a atuação do profissional designer de jóias como o indivíduo que transita nos âmbitos industriais e artesanais de produção de jóias, muitas vezes ele mesmo confeccionando os produtos que projeta. Assim, o projeto específico do produto joalheiro é flexível, no sentido em que permite ampla variação nos seus níveis de detalhamento, de acordo com os métodos e escala de produção a serem adotados. Estes, por sua vez, vão desde a utilização exclusiva de técnicas manuais, auxiliadas por ferramental manual-mecânico, na escala artesanal de produção limitada ou única; passando pela escala semi-industrial de manufatura e terceirização de etapas produtivas; até o emprego de tecnologias informatizadas e processos de fabricação avançados de prototipagem, sinterização e usinagem, em escala industrial de produção. Métodos manuais-mecânicos de manufatura revelam-se ainda imprescindíveis mesmo para a reprodução de jóias em escala industrial. O processo de design de jóias pode ser aplicado também à produção de uma jóia única, superando assim o caráter estritamente industrial do design de produtos.

O conceito proposto de jóia na sociedade contemporânea é entendido como um adorno corporal fabricado com rigor técnico para atingir uma qualidade estética e semântica, sendo um objeto expressivo, usável, durável e autêntico. Tal proposta abrange o uso de materiais não tradicionais à joalheria e possibilita a agregação de valores ecológicos à jóia, além dos valores simbólicos e estéticos preponderantes sobre o valor econômico.

O ciclo de vida da jóia foi identificado como potencialmente cíclico, compreendendo as etapas de pré-produção e design, produção, distribuição, uso, descarte e recuperação. Além disso, o ciclo produtivo da jóia pode promover o fechamento de ciclos de materiais advindos de outros ciclos produtivos, através da recuperação e reciclagem de metais preciosos e também do reuso de resíduos sólidos industriais, re-significados em jóias pelo design.

O estudo dos três casos demonstrou a possibilidade concreta do ecodesign de jóias para a geração de jóias ecológicas, eficazes, eficientes e ecoeficientes, através da aplicação sistemática, já na fase de projeto, dos preceitos ecológicos referentes a cada fase do ciclo de vida do produto joalheiro.

Tais preceitos ecológicos referem-se a estratégias de minimização do impacto ambiental provocado pelo ciclo produtivo da joalheria. Entre essas estratégias pode-se destacar: a reciclagem de metais preciosos como forma de redução do uso de metal virgem e, conseqüentemente, da devastadora extração de metal precioso do meio ambiente; a incorporação, em jóias, de materiais duráveis, inertes, renováveis e possivelmente re-significados; a simplificação da forma do produto, promovendo a durabilidade estética e facilitando a montagem, desmontagem e manutenção da jóia, bem como a separação e recuperação dos materiais; a eliminação dos processos de decapagem, adesão, galvanização e brasagem com ligas com cádmio, e o emprego de zinco e níquel, evitando a geração de resíduos tóxicos.

A joalheria de arte revela-se um campo fértil para o reaproveitamento de materiais, seja por reuso ou pela reciclagem de metais ou pela capacidade de incorporação e re-significação de outros elementos e materiais tradicionalmente não convencionais à joalheria. Essa prática revela-se especialmente lucrativa e indicada

para artesãos ourives e joalheiros-designers autônomos, pelos aspectos limitantes do tempo de desenvolvimento e da escala de produção específicos desses profissionais.

A produção seriada em larga escala padronizada de jóias com os resíduos sólidos pré-consumo é viável, desde que as formas irregulares dos fragmentos permitam a padronização. Caso contrário, o projeto da jóia deve contemplar as diferenças de dimensões dos resíduos, criando linhas de produtos variantes, isto é, produtos similares no conceito e processo produtivo, mas formalmente diferentes entre si, tornando-se exclusivos e, por isso, mais valorizados comercialmente.

Já o reuso de partes de produtos descartados é mais voltado à produção seriada de jóias. Isso se deve à padronização dos elementos disponíveis, que já passaram por um ciclo produtivo completo, e também porque a produção em maior volume de jóias com esses resíduos contribui de forma mais contundente com a redução do lixo disposto indiscriminadamente no meio ambiente.

É possível compreender que o emprego de metais preciosos em jóias também é uma prática potencialmente ecológica na medida que esses metais são: facilmente trabalháveis, favorecendo a montagem da jóia; resistentes e duráveis, estendendo o tempo de uso da jóia; inertes, permitindo o uso como adorno corporal; e indefinidamente recuperáveis, fechando o ciclo de vida da jóia e contribuindo para a redução do impacto ambiental gerado por ele.

6.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta dissertação tornou possível ao autor a prática do ecodesign de jóias numa empresa joalheira gaúcha e apontou possibilidades para a implementação e a pesquisa do ecodesign de jóias em diferentes instâncias da criação e produção desses produtos, nos meios produtivos industriais e artesanais. Um passo inicial foi dado, tornando um pouco mais objetivo o caminho do desenvolvimento de jóias ecológicas.

6.3 DESDOBRAMENTOS FUTUROS

Como oportunidades futuras para a pesquisa sobre o tema desta dissertação, pode-se indicar os desdobramentos de nível técnico-profissional e os de nível acadêmico.

No nível técnico, de atuação profissional do designer de jóias, indica-se a pesquisa mais concentrada em processos produtivos geradores de menor impacto ambiental no desenvolvimento de produtos e de suas embalagens, bem como a pesquisa de materiais diferenciados a serem incorporados em jóias.

Também sugere-se a pesquisa de valores estéticos e simbólicos apropriados para a aplicação no design de jóias ecológicas, facilitando a identificação do público consumidor com esse tipo de jóia.

No nível acadêmico, pode-se sugerir a investigação e quantificação das entradas e saídas de recursos energéticos e materiais no ciclo de vida da jóia, possibilitando a tarefa de LCA, ou seja, de análise quantitativa do impacto ambiental do ciclo de vida das jóias. O aperfeiçoamento do instrumento de análise ecológica de jóias também pode dar prosseguimento a esta pesquisa. A pesquisa de processos de fabricação e tecnologias mais avançadas, capazes de serem empregados na produção de jóias também é aconselhada; assim como a sistematização do setor produtivo brasileiro de gemas e jóias, para identificar oportunidades de desenvolvimento de jóias com maior valor agregado, inclusive com valor ecológico.

REFERÊNCIAS

ACIOLY, A.; FREITAS, V. **A utilização de materiais “não convencionais”**: uma tendência no design de jóias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 8., São Paulo. Anais... São Paulo: SENAC, 2008. CD-ROM.

ALL ABOUT JEWELS. **Illustrated Dictionary of Jewelry**. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://www.enchantedlearning.com/jewel/glossary/indexp.shtml>>. Acesso em: 06 jan. 2009.

ANNES, J. **Desenvolvimento de uma metodologia de manufatura consciente para micro, pequenas e médias empresas industriais**. Porto Alegre: PPGEM-UFRGS, 2003. Dissertação de mestrado.

ANGLOGOLD ASHANTI. **AuDITIONS 2006**: regulamento do concurso. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://www.anglogold.com>>. Acesso em: 22 jun. 2007.

ANTONIO BERNARDO. **Origem**. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.antoniobernardo.com.br/>>. Acesso em: 18 jan. 2009.

ASM INTERNATIONAL – INTERNATIONAL AMERICAN SOCIETY FOR METALS. **Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials**. V. 2. [S.l.]: [S.n.], 1992. CD-ROM.

BARBOSA, J. C. L. Perspectivas tecnológicas e sustentabilidade ecológica. In: BARBARA, S.; FREITAS, S. (Org.). **Design: gestão, métodos, projetos e processos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007. p. 53-69.

BATIZ, E. C.; BENTO, J. S. G.; BERGER, F. Product development applied to collectors of recyclable materials: a case study in Florianópolis, Brazil. **Product: Management & Development**, Florianópolis, v. 3, ago. 2005.

BAXTER, M. **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

BETTINA TEREPIINS. **Artista**. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://www.bettinaterepins.com.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999.

BIENAL BRASILEIRA DE DESIGN. **Biblioteca virtual**. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <http://www.bienalbrasileiradedesign.com.br/bienal/index.php?option=biblioteca_virtual&Itemid=9>. Acesso em: 20 mai. 2009.

BITENCOURT, A. C. P.; OGLIARI, A.; FORCELLINI, F. A. Systematization of product conceptual redesign for the environment. **Product: Management & Development**, Florianópolis, v. 1, set. 2001.

BONSIEPE, G. **Teoria e Prática do Design Industrial**. Lisboa: Centro Português de Design, 1992.

BÜRDEK, B. E. **História, teoria e prática do design de produtos**. São Paulo: E. Blücher, 2006.

CALLISTER, W. D. Jr.: **Ciência e engenharia dos materiais**: uma introdução. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

CÂNDIDO, L. H. A.; KINDLEIN JÚNIOR, W. Design de produto e seleção de materiais com foco nos 3R's. In: MORAES, D.; KRUCKEN, L. (Org.). **Cadernos de estudos avançados em design: sustentabilidade I**. Barbacena: EdUEMG, 2009. p. 85-107.

CÂNDIDO, L. H. A.; KINDLEIN JÚNIOR, W.; LUZ, F. **Criação de uma interface multimídia aplicada ao estudo de ecodesign**: CD-ROM Ecodesign – elementos de

junção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 7., Curitiba. Anais... Curitiba: [s.n.], 2006.

CANEVAROLO JÚNIOR, S. V. **Ciência dos polímeros**: um texto básico para tecnólogos e engenheiros. São Paulo: Artliber, 2002.

CARDOSO, C. L.; GONTIJO, L. A. The consumer and enterprise facing the ecoproduct: a brief comparative study. **Product: Management & Development**, Florianópolis, v. 4, n. 2, dez. 2006.

CARTIER a. **Know how as a jeweller**. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://www.cartier.com/>>. Acesso em: 30 set. 2008.

CARTIER b. **The maison Cartier**: history. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <http://www.cartier.com/en/The_Maison_Cartier/history>. Acesso em: 25 abr. 2009.

CARTLIDGE, B. **Les bijoux au XX^e Siécle**. Paris: Payot, 1986.

CDCC – CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURAL. Programa Educ@r. **O que é ecologia?** São Carlos: CDCC/USP. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/ciencias/ecologia/ecologia.html>>. Acesso em: 13 nov. 2008.

CHAIMOVICH, F. **Design brasileiro hoje**: fronteiras. Apresentação da exposição. São Paulo: MAM, 2009. Disponível em: <<http://www.mam.org.br/fronteiras/swf/>>. Acesso em: 28 mai. 2009.

CODINA, C. **Joalheria**. Lisboa: Estampa, 2000.

CODINA, C. **A nova joalheria**. Lisboa: Estampa, 2005.

COELHO, L. A. L. (Org.) **Conceitos-chave em design**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2008.

DIOR. **Fine jewelry.** [S.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://www.diorjoaillerie.com/jewelry.html>>. Acesso em: 10 abr. 2009.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Reuse, reduce & recycle.** Disponível em: <<http://www.epa.gov/osw/>>. Acesso em: 15 jun. 2008.

FAGGIANI, K. **Jóia contemporânea:** aspectos ecológicos e a percepção do consumidor. Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Artes e Design, 2005. Dissertação de mestrado.

FAGGIANI, K. **O poder do design:** da ostentação à emoção. Brasília: Thesaururs, 2006.

FIESP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Pesquisa de mercado nacional de avaliação das necessidades, desejos, atitudes, práticas de compras e tendências sobre consumidores de jóias.** Coordenador Silas Lozano Paz. São Paulo: FIESP, 2005.

FIESP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; CIESP – CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Workshop de Análise e Posicionamento de Mercado.** Apresentação. São Paulo: FIESP/CIESP, 2003.

FREEMAN, J. The discovery of the commonplace or establishment of an elect: intellectuals in the contemporary craftworld. **Journal of design history**, v. 2, n. 2/3. 1989.

GHARIMPEIRA. **Jóias-design.** [S.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://www.gharimpeira.com>>. Acesso em: 20 jun. 2009.

GLORIA CORBETTA. **Show room.** Porto Alegre: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.gloriacorbetta.com.br/>>. Acesso em: 28 dez. 2008.

GOLA, E. **A jóia:** história e design. São Paulo: SENAC, 2008.

HALL, C. **Pedras preciosas**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1997.

HOLMBERG, J. **Socio-ecological principles and indicators for sustainability**. Goteborg: Institute for Physical Theory, 1995.

IBGM – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEMAS E METAIS PRECIOSOS. **Políticas e Ações para a Cadeia Produtiva de Gemas e Jóias**. Hécliton Santini Henriques, Marcelo Monteiro Soares (Coord.). Brasília: Brisa, 2005.

IBGM – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEMAS E METAIS PRECIOSOS; DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Manual Técnico de Gemas**. 3 ed. Brasília: DNPM, 2005.

ICSID – INTERNATIONAL COUNCIL OF SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN. **Definiton of design**. Disponível em: <<http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>>. Acesso em: 26 mar. 2008.

JEWELRY REFORMATION. **Reforma de jóias**. Porto Alegre: [s.n.]. Disponível em: <<http://jewelryreformation.blogspot.com/>>. Acesso em: 15 dez. 2008.

KAMINSKI, P. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

KRAEMER, M. A. P. **Gestão ambiental**: um enfoque no desenvolvimento sustentável. Itajaí: UNIVALI, 2003.

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

LLORENTE, J. M. **La joyería y sus técnicas**. v. 1. 3 ed. Madrid: Paraninfo, 1995.

LÖBACH, B. **Design industrial**: bases para a configuração de produtos industriais. São Paulo: E. Blücher, 2001.

MAGTAZ, M. **Joalheria brasileira: do descobrimento ao século XX**. São Paulo: IBGM, 2008.

MANCEBO, L. **Guia prático para o design de jóias, bijuteria e afins**. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2008.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. Tradução: Astrid de Carvalho. São Paulo: EDUSP, 2002.

McGRATH, J. **Joalheria: técnicas básicas**. Lisboa: Estampa, 1998.

MODELAGE – LABORATÓRIO DE MODELAGEM GEOLÓGICA E AMBIENTAL. **Programa de desenvolvimento em redes dos arranjos produtivos de ametista, ágata, citrino e do setor joalheiro no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

MORAES, D. **Os limites do design**. São Paulo: Studio Nobel, 1997.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

NASCIMENTO, L. F. **Gestão ambiental e sustentabilidade**. [S.l.]: Universidade Aberta do Brasil, 2008. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/16757129/Gestao-Ambiental-e-Sustentabilidade>>. Acesso em: 15 mai. 2009.

PLATCHECK, E. **Metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Dissertação de Mestrado.

PORTAL DAS JÓIAS a. **Entrevista do mês: Celso Dornelles**. Disponível em: <http://www.portaldasjoias.com.br/Junho_05/Entrevista/entrevista.htm>. Acesso em: 29 jan. 2009.

PORTAL DAS JÓIAS b. **Entrevista do mês:** Valéria Sá. Disponível em: <http://www.portaldasjoias.com.br/Julho_04/Entrevista/entrevista.htm>. Acesso em: 15 jan. 2009.

PORTAL JÓIA BR a. **Arte do cerrado:** Adeguimar Arantes. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://www.joiabr.com.br/designer/adeq.html>>. Acesso em: 6 jul. 2009.

PORTAL JÓIA BR b. **Movimento:** Bettina Terepins. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://www.joiabr.com.br/designer/bettina.html>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

PORTAL JÓIA BR c. **Jóia contemporânea:** Virgínia Moraes. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://joiabr.com.br/designer/virgm.html>>. Acesso em: 27 mar. 2009.

POSSAMAI, O.; VALENTINA, L. V. O. D. A model of evaluation of design for disassembly. **Product: Management & Development**, Florianópolis; v. 5, n. 2, dez. 2007.

PROMM. **Promm Indústria de Materiais Cirúrgicos Ltda.** Porto Alegre: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.promm.com.br/?on=empresa>>. Acesso em: 30 set. 2008.

PULLEÉ, C. **20th Century jewelry.** North Dighton: JG, 1997.

RALF SCHINKE. **Ralf.** Porto Alegre: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.ralfschinke.com.br/ralf.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2008.

RINCON, P. Study reveals 'oldest jewellery'. **BBC News.** Londres: BBC, 2006. Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/5099104.stm>>. Acesso em: 26 out. 2007.

RITA PROSSI. **Loja virtual:** coleção "Cestaria". Manaus: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.ritaprossi.com/loja/index.php?cPath=37>>. Acesso em: 2 jun. 2009.

SALEM, C. **Jóias:** os segredos da técnica. 2 ed. São Paulo: [s.n.], 2007.

SANTOS, A. Níveis de maturidade do design sustentável na dimensão ambiental. In: MORAES, D.; KRUCKEN, L. (Org.). **Cadernos de estudos avançados em design: sustentabilidade I**. Barbacena: EdUEMG, 2009. p. 13-26.

SCHUMANN, W. **Gemas do mundo**. 9 ed. São Paulo: Disal, 2006.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Programa SEBRAE de artesanato**: termo de referência. Brasília: SEBRAE, 2004.

SEGURA, C. **Design & marketing**: Interdependências no universo Chanel. São Paulo: USP, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2007. Dissertação de mestrado.

SHERWIN, C. Design and sustainability: a discussion paper based on personal experience and observations. **The journal of sustainable product design**, v. 4. Países Baixos: Springer, 2006.

STRALIOTTO, L.; GONÇALVES, G. **Ecodesign aplicado ao design de jóias**. Artigo resumido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 8, São Paulo. Anais... São Paulo: SENAC, 2008.

SUGIYAMA, K.; WATANABE, M.; ZAFARMAND, S. Aesthetic and sustainability: the aesthetic attributes promoting product sustainability. **The journal of sustainable product design**, v. 4. Países Baixos: Springer, 2006.

SWARBRICK, J. **Jewelry**. Edison: ChartwellBooks, 1996.

SWAROVSKI. **Online shop**: jewellery. [S.l.:s.n.]. Disponível em: < http://www.swarovski.com/Web_US/en/1036159/product/Halley_Pendant.html?CatalogCategoryName=0109 >. Acesso em: 13 abr. 2009.

UNTRACHT, O. **Jewelry concepts and technology**. Nova Iorque: Doubleday, 1985.

VENETSKI, S. Silver from clay. **Mettalurgist**, v. 13, n. 7, jul. 1969. Nova Iorque: Springer, 1969. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/kn820g1j50586454/>>. Acesso em: 28 jan. 2009.

VYAS, H. K. The designer and the socio-technology of small production. **Journal of Design History**, Oxford; v. 4, n. 3. [Oxford]: Oxford University. 1991.

WBCSD – WORLD BUSINESS COUNCIL ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Measuring eco-efficiency**: a guide to reporting company performance. Genebra: [s.n.], 2000. Disponível em: <<http://www.wbcsd.org>>. Acesso em: 13 mar. 2009.

WCED – WORLD COMISSION ON ENVIRONMENTAL DEVELOPMENT. **Report of the World Commission on Environment and Development**: Our Common Future. Genebra: UN Documents, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/a42r187.htm>>. Acesso em: 3 jan. 2008.

WIKIPEDIA. **Jewellery**. [S.l.:s.n.]. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Jewellery>>. Acesso em: 20 set. 2008.

WITTMANN, L. **Avaliação crítica do ecodesign aplicado no projeto de embalagem de lasanha congelada para consumidores *singles***. São Caetano do Sul: Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. 2007. Dissertação de mestrado.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GLOSSÁRIO

ADORNO CORPORAL

Produto material utilizado junto ao corpo, especificamente para fins decorativos; ressaltando e tornando esteticamente mais atraente quem o usa.

ARGENTARIA / ARGENTERIA

Metalurgia minuciosa e artesanal da prata para a produção de objetos utilitários e decorativos, inclusive jóias.

ARTEFATO

Objeto ou produto feito com arte, ou seja, objeto ou produto cuja produção almeja uma expressão estética.

BANHO METÁLICO

Revestimento metálico obtido pelo processo de galvanoplastia*. Exemplo: banho de ródio.

BIJUTERIA

Adorno corporal constituído de materiais de diversas naturezas, geralmente pouco duráveis e pouco resistentes, desenvolvidos através de processos produtivos menos sofisticados de montagem (como a união de peças por adesão), prescindindo de processos específicos da joalheria e ourivesaria, como soldagem e cravação de gemas.

As bijutérias podem possuir alto valor estético quando representam expressões autênticas, com inovação e criatividade, mas não quando são apenas cópias ou réplicas de jóias.

Considerando a restrita durabilidade e usabilidade de alguns materiais usados em bijutérias e a precariedade dos processos produtivos empregados na sua confecção, pode-se dizer que as bijutérias, como adornos corporais em relação às

jóias, têm, em geral, baixo valor funcional, uma vez que servem muito pouco tempo para o uso como adorno, deteriorando-se rapidamente.

Em relação à dimensão simbólica, as bijuterias, como portadoras de valores subjetivos de gosto, afeto e estilo, possuem elevado valor simbólico, uma vez que auxiliam a demonstração de aspectos socioculturais dos usuários.

DUCTILIDADE

Propriedade dos metais que garante a sua fácil conformação mecânica. Flexibilidade, maleabilidade.

ERGONOMIA

Disciplina científica que procura conhecer as interações entre seres humanos e outros elementos ou sistemas, com vistas a otimizar o bem-estar humano e o desempenho do sistema. Aqui refere-se ao conforto e bem-estar humano durante o uso de um produto.

ESTÉTICA

Ramo da filosofia que estuda a percepção e o conhecimento do mundo através dos sentidos. No design de produtos, e principalmente neste trabalho, estética refere-se aos atributos físicos, materiais e formais dos produtos projetados.

FOLHEADO

Objeto metálico formado por um metal ou liga metálica de base e revestido com uma fina camada de metal precioso, geralmente por **galvanoplastia***. A fim de diferenciar peças que receberam banhos metálicos de peças folheadas, considera-se que folheados possuem uma camada mais espessa de revestimento, o que ocasiona maior durabilidade da cobertura. Exemplo: folheado a ouro.

GALVANOPLASTIA / GALVANIZAÇÃO

Processo de prover de um revestimento contínuo e aderente de metal, mediante deposição eletrolítica sobre um molde ou modelo. A deposição eletrolítica consiste na transferência de matéria (elétrons) de um pólo elétrico a outro, numa solução pela qual passa uma corrente elétrica controlada.

GEMAS

Gemas quase sempre são cristais (sólidos cujos átomos assumem uma estrutura uniforme e podem ser macrocristais, aqueles visíveis a olho nu, ou agregados microcristalinos, como as rochas) naturais, selecionados por sua beleza, durabilidade e, em muitos casos, raridade. Esses materiais têm em comum a capacidade de serem cortados, esculpidos e polidos, tornando-se ainda mais atraentes visualmente, para serem utilizados em jóias. Há materiais naturais que não são cristalinos, mas que também são considerados gemas, como o âmbar, que é uma resina vegetal fossilizada e amorfa (sólido cujos átomos não assumem posições organizadas numa rede ou estrutura bem definida, isto é, cristalina).

Além das gemas naturais, há, sobretudo, gemas sintéticas, artificiais e simulantes. As primeiras são cristais produzidos em laboratório, com a mesma composição química e estrutura cristalina que certos cristais naturais correspondentes, sendo, por isso, muito parecidas com as gemas naturais que representam. As gemas artificiais são materiais cristalinos produzidos artificialmente a partir de composições químicas e estruturas cristalinas diferentes daqueles dos materiais que procuram representar. Além disso, existe hoje uma gama de plásticos, compósitos, cerâmicas, vidros e tantos outros materiais, que podem ser usados como gemas. Estes materiais são considerados imitações de gemas ou gemas simulantes quando usados em adornos corporais para imitar ou simular gemas naturais, tendo apenas as propriedades visuais como referência para a semelhança, não apresentando verdadeiramente que são materiais diferentes.

LAPIDAÇÃO

Usinagem e polimento de gemas e rochas. Pode ser aplicada para a produção de gemas na forma de poliedros regulares (lapidação em facetas e placas) ou de volumes regulares e irregulares curvos (lapidação lisa, cabochão ou gemas roladas).

MATERIAL VIRGEM

Material bruto ou beneficiado utilizado pela primeira vez na confecção de um produto. Opõe-se ao material reciclado, que já passou por uma produção anterior, foi recuperado por reciclagem e entra novamente no ciclo produtivo.

METAIS NOBRES / METAIS PRECIOSOS

Também conhecidos como metais nobres, os metais preciosos são: ouro (Au), prata (Ag), platina (Pt), paládio (Pd), ródio (Rh), rutênio (Ru), ósmio (Os) e irídio (Ir). Este grupo de oito elementos compartilha uma série de propriedades em comum: possuem preço elevado, alta ductilidade, resistência a temperaturas elevadas e bastante inertes e estáveis quimicamente, o que lhes garante resistência à oxidação (com exceção da prata que é mais suscetível ao contato com a pele ou mesmo o ar, e ao oxidar-se forma um óxido aderente e uniforme protegendo a superfície do metal).

OURIVESARIA

Metalurgia minuciosa e artística do ouro e outros metais preciosos para a fabricação de diversos objetos utilitários e decorativos, inclusive jóias.

POLÍMEROS

Polímeros são substâncias orgânicas compostas de macromoléculas através da reação de polimerização de unidades moleculares menores, os monômeros. Em geral, os polímeros sintéticos advêm do processamento do petróleo, e os polímeros naturais, compreendem as fibras produzidas por animais e vegetais, como lã e linho, e também chifres e peles de animais.

PRODUTO

Refere-se, em design, ao resultado material de um processo de fabricação de alguma coisa, tendo passado efetivamente por uma produção material e estando disponível ao consumo pelo público.

RECICLAGEM

Recuperação de materiais para nova aplicação, mantendo as propriedades similares ou inferiores às anteriores ao processo de reciclagem.

REMANUFATURA

Recuperação de peças, partes ou produtos mediante conserto e substituição, visando a mesma aplicação.

RENOVÁVEL

Recurso material ou energético produzido naturalmente e que, com manejo sustentável, pode ser produzido indefinidamente, inclusive pelo homem. Opõe-se a recurso não-renovável, que é produzido exclusivamente pela natureza, e cujo ritmo de consumo supera a capacidade de renovação.

REUSO

Recuperação de produtos ou partes destes, para uma nova aplicação, geralmente diferente da original.

SEMI-JÓIA

Adorno corporal constituído principalmente de gemas sintéticas e metais comuns, banhados ou folheados com metal precioso.

A principal dimensão da semi-jóia é a simbólica, porém esta é baseada numa busca de nobreza material que não possui. Acaba por denotar aspectos culturais e sociais almejados por quem a usa.

Sendo produzida no intuito de imitar jóias e materiais de maior valor comercial, sua dimensão estética torna-se irrisória, uma vez que simula uma realidade que não é a sua.

A semi-jóia não possui valor monetário intrínseco e sua dimensão funcional como adorno, assim como acontece nas bijuterias, deixa a desejar por causa da pouca durabilidade dos materiais e processos envolvidos na sua produção.

APÊNDICE A – Cálculo da ecoeficiência das jóias estudadas

Neste apêndice é apresentado o cálculo da ecoeficiência das jóias estudadas, em relação à ecoeficiência dos produtos correspondentes simulados, hipoteticamente feitos com metal precioso substituindo os resíduos sólidos empregados nos produtos desenvolvidos ou, no caso do broche, em relação ao produto anteriormente desenvolvido na Fundação Iberê Camargo.

O cálculo é apresentado nos quadros a seguir, um para cada jóia estudada, e consiste na aplicação da fórmula apresentada na seção 2.3.4 sobre ecoeficiência. O valor resultante desse cálculo de ecoeficiência mede o valor agregado (em reais - R\$) por peso de liga de metal precioso virgem (prata 950, prata 925 ou ouro 750, em gramas - g) empregado no produto. O valor agregado do produto, nesse caso, é obtido subtraindo-se o valor de custo do produto do valor da venda obtido da jóia. Esses valores foram fornecidos pela empresa joalheira.

Optou-se por comparar a ecoeficiência das jóias, dessa maneira calculada, com a ecoeficiência de produtos correspondentes simulados para explicitar um dos benefícios gerados quando da aplicação do ecodesign no desenvolvimento de produtos joalheiros. E, principalmente, quando do emprego de materiais alternativos recuperados de resíduos sólidos industriais, pré e pós-consumo, re-significados, pelo design, em jóias com: qualidade técnica, estética, simbólica e econômica.

COLAR “CICLOS”	PRODUTO DESENVOLVIDO	PRODUTO SIMULADO
MATERIAIS g	PRATA 950 = 53,7 ALUMÍNIO = 18,1 MADREPÉROLA = 10,7	PRATA 950 = 126,7 MADREPÉROLA = 10,7
VALORES R\$	CUSTO = 200,00 VENDA = 700,00 VALOR PRODUTO = 500,00	CUSTO = 500,00 VENDA = 1.300,00 VALOR PRODUTO = 800,00
ECOEFIÊNCIA R\$/g Ag950	$\frac{VENDA - CUSTO}{MATERIAL\ NÃO-RENOVÁVEL} = 9,31$	$\frac{VENDA - CUSTO}{MATERIAL\ NÃO-RENOVÁVEL} = 6,31$

Quadro 12: Cálculo da ecoeficiência do colar “Ciclos”.

BROCHE INSTITUCIONAL	PRODUTO DESENVOLVIDO	PRODUTO ANTERIOR
MATERIAIS g	PRATA 925 = 3,5 AÇO = 1,6	LATÃO = 2,72 PRATA = 1
VALORES R\$	CUSTO = 25,00 VENDA = 60,00 VALOR PRODUTO = 35,00	CUSTO = 30,00 VENDA = 60,00 VALOR PRODUTO = 30,00
ECOEFIÊNCIA R\$/g Ag925	<u>VENDA – CUSTO</u> = 10,00 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL	<u>VENDA – CUSTO</u> = 30,00 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL

Quadro 13: Cálculo da ecoeficiência do broche da Fundação Iberê Camargo.

ANEL “TITÂNIO”	PRODUTO DESENVOLVIDO	PRODUTO SIMULADO
MATERIAIS g	PRATA 950 = 6,9 TITÂNIO = 1,6	PRATA 950 = 10,7
VALORES R\$	CUSTO = 50,00 VENDA = 200,00 VALOR PRODUTO = 150,00	CUSTO = 60,00 VENDA = 200,00 VALOR PRODUTO = 140,00
ECOEFIÊNCIA R\$/g Ag950	<u>VENDA – CUSTO</u> = 21,74 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL	<u>VENDA – CUSTO</u> = 13,10 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL

Quadro 14: Cálculo da ecoeficiência do anel “Titânio”.

PINGENTE “TITÂNIO”	PRODUTO DESENVOLVIDO	PRODUTO SIMULADO
MATERIAIS g	PRATA 950 = 6 TITÂNIO = 1,75	PRATA 950 = 10,1
VALORES R\$	CUSTO = 40,00 VENDA = 150,00 VALOR PRODUTO = 110,00	CUSTO = 50,00 VENDA = 150,00 VALOR PRODUTO = 100,00
ECOEFIÊNCIA R\$/g Ag950	<u>VENDA – CUSTO</u> = 18,33 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL	<u>VENDA – CUSTO</u> = 9,90 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL

Quadro 15: Cálculo da ecoeficiência do pingente “Titânio”.

BRINCO “TITÂNIO”	PRODUTO DESENVOLVIDO	PRODUTO SIMULADO
MATERIAIS g	PRATA 950 = 1,6 TITÂNIO = 1,1	PRATA 950 = 4,26
VALORES R\$	CUSTO = 30,00 VENDA = 150,00 VALOR PRODUTO = 120,00	CUSTO = 50,00 VENDA = 180,00 VALOR PRODUTO = 130,00
ECOEFIÊNCIA R\$/g Ag950	<u>VENDA – CUSTO</u> = 75,00 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL	<u>VENDA – CUSTO</u> = 30,50 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL

Quadro 16: Cálculo da ecoeficiência do brinco “Titânio”.

COLAR 1 "TITÂNIO"	PRODUTO DESENVOLVIDO	PRODUTO SIMULADO
MATERIAIS g	OURO 750 = 0,95 TITÂNIO = 6,4 COURO = 0,5	OURO 750 = 28,5 COURO = 0,5
VALORES R\$	CUSTO = 120,00 VENDA = 280,00 VALOR PRODUTO = 160,00	CUSTO = 1852,00 VENDA = 5130,00 V. PRODUTO = 3.278,00
ECOFICIÊNCIA R\$/g Au750	<u>VENDA – CUSTO</u> = 168,50 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL	<u>VENDA – CUSTO</u> = 115,00 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL

Quadro 17: Cálculo da ecoeficiência do colar 1 da coleção "Titânio".

COLAR 2 "TITÂNIO"	PRODUTO DESENVOLVIDO	PRODUTO SIMULADO
MATERIAIS g	PRATA 950 = 1,1 TITÂNIO = 5,85 BORRACHA = 0,9	PRATA 950 = 14,74 BORRACHA = 0,9
VALORES R\$	CUSTO = 30,00 VENDA = 150,00 VALOR PRODUTO = 120,00	CUSTO = 50,00 VENDA = 150,00 VALOR PRODUTO = 100,00
ECOFICIÊNCIA R\$/g Ag950	<u>VENDA – CUSTO</u> = 110,00 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL	<u>VENDA – CUSTO</u> = 6,80 MATERIAL NÃO- RENOVÁVEL

Quadro 18: Cálculo da ecoeficiência do colar 2 da coleção "Titânio".

Esta dissertação foi realizada com auxílio de bolsa concedida ao autor pelo programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), vinculada ao Núcleo de Design de Superfície da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (NDS-UFRGS) e orientada pela Prof^a. Dr^a. Evelise Anicet Rüttschilling.