

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Thayane de Sousa Tavares

**Novas Tecnologias e os Paradigmas
no Design de Adornos Pessoais:
Conceitos e Explorações**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design.

Orientador: Prof. Claudio Freitas de Magalhães

Rio de Janeiro

Abril de 2020



Thayane de Sousa Tavares

**Novas Tecnologias e os Paradigmas
no Design de Adornos Pessoais:
Conceitos e Explorações**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Design da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo.

Prof. Claudio Freitas de Magalhães

Orientador

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Prof. Érico Franco Mineiro

Co-orientador

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Profa. Natascha Scagliusi

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Rio de Janeiro, 13 de Abril de 2020

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Thayane de Sousa Tavares

Designer de joias com experiência em design computacional e fabricação digital. Graduada em Desenho Industrial – Projeto de Produto pela Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Especialista em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense. Durante o mestrado, foi bolsista CAPES do LGD – Laboratório de Gestão em Design.

Ficha Catalográfica

Tavares, Thayane de Sousa

Novas tecnologias e os paradigmas no design de adornos pessoais : conceitos e explorações / Thayane de Sousa Tavares ; orientador: Claudio Freitas de Magalhães ; co-orientador: Érico Franco Mineiro. – 2020.

165 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2020.

Inclui bibliografia

1. Artes e Design – Teses. 2. Design de joias. 3. Inovação tecnológica. 4. Realidade virtual. 5. Digitalização tridimensional. 6. Design computacional. I. Magalhães, Claudio Freitas de. II. Mineiro, Érico Franco. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. IV. Título.

CDD: 700

Agradecimentos

À PUC-Rio, pela oportunidade de realizar esta pesquisa, e à CAPES, pelos auxílios concedidos. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao meu orientador, professor Claudio Freitas de Magalhães, pela generosidade em dividir seu conhecimento, pelas trocas preciosas e pelos incentivos ao longo do percurso. Minha gratidão por ter acreditado no potencial deste trabalho.

Ao meu co-orientador, professor Érico Franco Mineiro, que topou o desafio de orientar uma pesquisa de design de adornos. Minha gratidão pelos apontamentos sempre certos.

Ao professor Alberto Raposo, do Departamento de Informática da PUC-Rio, e aos colegas do Instituto Tecgraf Daniel Radetic, Eduardo Rizzo e Renato Cherullo, pelo apoio imprescindível ao experimento de realidade virtual.

Aos colegas Gerson Ribeiro, pela digitalização tridimensional, e Daniel Vianna, pela parceria no experimento de design computacional.

Aos professores presentes na comissão avaliadora. Agradeço por terem aceitado o convite e pelas sugestões bem-vindas.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio que, de uma forma ou de outra, contribuíram com o meu aprendizado.

Às amigas do Coletivo OCCO, pela parceria, ensinamentos e sonhos compartilhados.

Ao Vinicius e à minha mãe, pelo apoio irrestrito.

A todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, me estimularam ou me ajudaram, mas não estão citadas aqui. Afinal, toda pesquisa é fruto de um esforço coletivo.

Resumo

Tavares, Thayane de Sousa; Magalhães, Claudio Freitas de. **Novas Tecnologias e os Paradigmas no Design de Adornos Pessoais: Conceitos e Explorações**. Rio de Janeiro, 2020. 165p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As novas tecnologias trazem novos paradigmas para o design de adornos pessoais. Apesar da sua adoção, essas tecnologias são comumente empregadas para executar as mesmas formas de adornos produzidas em banca de ourives, portanto a inovação pode ficar limitada aos processos de fabricação. A tendência à virtualização do mundo físico também impõe novos desafios ao design de adornos. Esta pesquisa tem como objetivo trazer reflexões para o design de adornos sobre como as novas tecnologias podem contribuir para dar sentidos inovadores aos produtos. Para isso, apresenta e discute características específicas do design de adornos, assim mostrando o paradigma do emprego dessas tecnologias. Posto isso, delimita o escopo das novas tecnologias pertinentes à pesquisa, expondo seus efeitos e impactos no design de adornos. Com base em uma pesquisa documental, mostra o potencial expressivo dessas tecnologias através da seleção de casos. A seguir, através de uma revisão bibliográfica, analisa a mediação que o design pode fazer entre adornos pessoais e novas tecnologias. Em conjunto à contextualização, foram realizadas atividades de experimentação em realidade virtual, digitalização tridimensional e design computacional, que buscaram explorar o potencial dessas tecnologias de forma inovadora através do design. Os experimentos desenvolvidos demonstraram aspectos específicos das novas tecnologias abordadas e, em conjunto, esses procedimentos expuseram a relação entre elas e o processo de inovação de significados no design de adornos.

Palavras-chave

Design de joias; inovação tecnológica; realidade virtual, digitalização tridimensional, design computacional.

Abstract

Tavares, Thayane de Sousa; Magalhães, Claudio Freitas de (Advisor). **New Technologies and the Paradigms in Jewelry Design: Concepts and Explorations**. Rio de Janeiro, 2020. 165p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

New technologies bring new paradigms for jewelry design. Despite their adoption, these technologies are commonly used to create the same styles of jewelry produced by hand by goldsmiths, so innovation may be limited to manufacturing processes. The shift towards virtualization of the physical world also poses new challenges to jewelry design. This research aims to reflect on how new technologies in jewelry design can give innovative meanings to products. For this, it presents and discusses specific characteristics of jewelry design, thus showing the paradigm of the use of these technologies. That said, it delimits the scope of new technologies relevant to this research, exposing their effects and impacts on jewelry design. Based on documentary research, a selection of cases is made to show the expressive potential of these technologies. Then, through a literature review, it analyzes the mediation that design can make between jewelry and new technologies. Along with the contextualization, experimentation activities in virtual reality, 3D scanning and computational design were carried out, seeking to explore the potential of these technologies through design in an innovative way. The experiments demonstrated specific aspects of the new technologies addressed in this research and also exposed the relationship between them and the process of innovation of meanings in jewelry design.

Keywords

Jewelry design; technological innovation; virtual reality, 3D scanning, computational design.

Sumário

1	Introdução	15
1.1.	Métodos e técnicas de pesquisa	21
1.2.	Estrutura da dissertação	23
2	O Design de adornos: conceitos e fronteiras	25
2.1.	Conceitos expandidos: o design de adornos e a Joalheria Contemporânea	26
2.2.	Aspectos materiais e imateriais	30
2.3.	A inserção das tecnologias digitais para representação e reprodução no design de adornos	34
2.4.	Considerações e questionamentos para o futuro do design de adornos	37
3	Novas tecnologias no design de adornos	41
3.1.	Design computacional	42
3.1.1.	Design paramétrico	45
3.1.2.	Design auxiliado por algoritmos (AAD)	48
3.1.3.	Design generativo	50
3.2.	Digitalização tridimensional	54
3.3.	Realidades estendidas	61
3.4.	Casos de explorações inovadoras no design de adornos	69
3.5.	Novos desafios para o designer de adornos	93
4	Mediação entre adorno e tecnologia pelo Design	96
4.1.	Pesquisa através do design	97
4.2.	Como as coisas são e como poderiam ser	99
4.3.	Design e atribuição de sentido	104
4.4.	Tecnologia e inovação	106
4.5.	Multidisciplinaridade e colaboração	110
4.6.	Considerações sobre design, tecnologia e inovação	112

5 Atividades de Experimentação e Exploração em Novas Tecnologias no Design de Adornos	114
5.1. Objetos Oníricos: desmaterialização do adorno em realidade virtual	115
5.1.1. Contexto	115
5.1.2. Experimento	118
5.1.3. Conclusão	125
5.2. Coleção Rastros: transposição do corpo através da digitalização tridimensional	126
5.2.1. Contexto	126
5.2.2. Experimento	129
5.2.3. Conclusão	138
5.3. <i>Autopoiesis</i> : reconstruindo adornos clássicos com design computacional	139
5.3.1. Contexto	140
5.3.2. Experimento	142
5.3.3. Conclusão	150
5.4. Resultados das atividades apresentadas	151
6 Considerações Finais	154
7 Referências Bibliográficas	159

Lista de Figuras

Figura 1 – Colar romano de ouro com esmeraldas, produzido entre os séculos II e III	18
Figura 2 – Anéis produzidos com 500 anos de diferença	19
Figura 3 – Retrato de Jane Seymour, terceira esposa do rei Henrique VIII, pintado em 1536-37 e Colar Dolce Vita Colors, lançado em 2019 pela Bulgari	19
Figura 4 – Diagrama da metodologia adotada na pesquisa	22
Figura 5 – Cronograma da pesquisa	23
Figura 6 – Bracelete “ <i>Gold Makes you Blind</i> ”, de Otto Künzli	28
Figura 7 – O reconhecido Anel <i>Puzzle</i> de Antonio Bernardo	29
Figura 8 – Modelos iguais para gemas diferentes	32
Figura 9 – Aneleira fora do padrão ABNT	33
Figura 10 – Adorno tradicional: Impressão 3D para fundição, <i>render</i> (representação digital) para visualização e pendente finalizado em prata e citrino com corrente	35
Figura 11 – Parte de pulseira impressa em metal, sem necessidade de montagem	36
Figura 12 – Câmeras de vigilância e redes sociais	39
Figura 13 – Modelo digital, impressão em resina de fundição e peça fundida em prata 950	43
Figura 14 – Captura de tela do 3Design®, programa de modelagem paramétrica para joalheria	47
Figura 15 – <i>Panther</i> : aplicativo de modelagem algorítmica para o design de joias	48
Figura 16 – Diferentes parâmetros para um mesmo modelo de anel. Parametrização com algoritmos desenvolvida no plugin <i>Grasshopper</i> ® para <i>Rhinoceros</i> ®	49
Figura 17 – Esquema do processo de design generativo	51
Figura 18 – Máscara da série <i>Vespers</i> do <i>Mediated Matter Group</i>	53
Figura 19 – Captura de tela do software Visualizador 3D Gemas	56

Figura 20 – Amostra de topázio imperial bruto digitalizada por MicroCT, sendo possível observar as estruturas internas	57
Figura 21 – Estudo de palmilha anatômica para pé com curvatura lateral acentuada	58
Figura 22 – Órtese Generativa do estúdio de design computacional MHOX	59
Figura 23 – Captura de tela de postagem no Instagram da empresa <i>Scandy</i>	60
Figura 24 – Captura de tela do jogo <i>Eagle Flight</i> , exclusivo para VR	62
Figura 25 – Exposição Björk Digital	63
Figura 26 – Aplicativo para <i>smartphone Dangle AR</i>	64
Figura 27 – Captura de tela – “Use perfume como um acessório virtual aumentado.”	65
Figura 28 – A joia é um marcador para o aplicativo de realidade aumentada	66
Figura 29 – O que é físico e o que é virtual?	67
Figura 30 – <i>Spark AR Studio</i> – Programa gratuito do Facebook Inc.	68
Figura 31 – Produtos físicos e virtuais da marca <i>Happy99</i>	70
Figura 32 – Modelos e roupas virtuais para coleção de passarela	71
Figura 33 – Adorno virtual desenvolvido para o desfile colaborativo das marcas Koche e Emilio Pucci	72
Figura 34 – Adorno com gemas virtuais	73
Figura 35 – Adorno criado para Lil Miquela, uma famosa influenciadora digital virtual (na verdade, Lil Miquela é um personagem fictício gerado por computação gráfica)	73
Figura 36 – Adornos da rainha Romanda, personagem do filme	74
Figura 37 – Estola utilizada na entrega do <i>Oscar</i>	75
Figura 38 – Colar e bolsa Kelp da coleção Iceland, de Julia Körner	76
Figura 39 – Projeto <i>Collagene Masks</i> , do estúdio de design generativo MHOX	78
Figura 40 – <i>Carapace masks</i> – Audiam 2019	79
Figura 41 – <i>Mushtari</i> – Acima, três vistas do objeto e abaixo, preenchido com líquido fotossensível	81
Figura 42 – <i>Vespers</i>	82

Figura 43 – Adorno de rosto	83
Figura 44 – <i>Skeleton dress</i>	84
Figura 45 – Vestido da coleção <i>Ludi Naturae</i> , de 2018	85
Figura 46 – <i>Porifera</i> – Acima, colar e brinco impressos em cerâmica. Abaixo, braceletes e brinco impressos em latão	86
Figura 47 – <i>Kinematics</i> – Colar, braceletes e aplicativo para customização dos adornos	87
Figura 48 – Digitalização tridimensional do corpo e redução do número de polígonos da malha. Após, é feito o desdobramento da forma	88
Figura 49 – Adornos em porcelana a partir do escaneamento tridimensional do corpo	89
Figura 50 – Colar <i>Catena</i>	90
Figura 51 – Anéis de casamento	90
Figura 52 – <i>Skein</i> – Acima, peças com cravação de diamantes. Abaixo, sem cravação	91
Figura 53 – <i>Phenotype</i> – Acima, bracelete em latão. Abaixo, anel em latão polido e pendente em aço	92
Figura 54 – Face 3D da cantora Lena simulando a técnica japonesa de <i>kintsugi</i>	93
Figura 55 – <i>Microcosmos</i> : joia digital que contém um microfilme fotográfico que pode ser acessado somente durante voos de avião, a partir de certa altitude	99
Figura 56 – Projeto conceitual <i>EYE (Enhance Your Eye)</i>	102
Figura 57 – <i>Google Glass Enterprise Edition</i>	103
Figura 58 – Fórum do aplicativo <i>Grasshopper</i> para <i>Rhinoceros</i>	112
Figura 59 – Fases do desenvolvimento com o <i>Leap Motion</i>	116
Figura 60 – <i>Headset Oculus Rift</i> com <i>Leap Motion</i> montado	117
Figura 61 – Captura de tela do programa <i>Unity</i> e primeira cena	120
Figura 62 – Segunda cena	121
Figura 63 – Terceira cena	122
Figura 64 – Quarta cena	123
Figura 65 – Quinta cena	124
Figura 66 – Exposição <i>Reflexões Sobre os Corpos que Habitamos</i> , do Coletivo OCCO	127

Figura 67 – Fotografias do processo de moldagem do encontro entre os corpos	128
Figura 68 – Resultado do processo de moldagens coletivas	129
Figura 69 – Processo de moldagem individual com alginato e gesso	130
Figura 70 – Interações entre as moldagens de gesso com a mão	130
Figura 71 – Escaneamento da mão e tratamento da malha gerada	131
Figura 72 – Testes de tamanho: inicial, à esquerda, e final, à direita	132
Figura 73 – Impressão 3D e molde de borracha de silicone	133
Figura 74 – Peças fundidas em prata 950, ainda sem acabamento	133
Figura 75 – Colar echarpe e detalhe	134
Figura 76 – Brinco unido por corrente e detalhe	135
Figura 77 – Brinco assimétrico, à esquerda, e brinco <i>stud</i> , à direita	136
Figura 78 – Broche (visão frontal, à direita, e lateral, à esquerda)	137
Figura 79 – Colar simples com pendente	137
Figura 80 – Brinco <i>stud</i> sobre moldagem de gesso	138
Figura 81 – Colar <i>Rubis Flamboyant</i> e brincos <i>Soleste</i> , ambos à venda em 2020	140
Figura 82 – Gema em forma de octaedro truncado, à direita, e pedra em lapidação clássica (brilhante), à esquerda	142
Figura 83 – Pedras distribuídas de forma aleatória	143
Figura 84 – Primeiro bracelete desenvolvido	144
Figura 85 – Diferentes combinações e detalhe do primeiro bracelete desenvolvido	145
Figura 86 – Gema em forma de dodecaedro, à direita, e pedra em lapidação clássica (brilhante), à esquerda	146
Figura 87 – <i>Render</i> do segundo bracelete desenvolvido.	147
Figura 88 – Detalhes do segundo bracelete: <i>render</i> simulando metal com banho de ródio negro e esmeraldas	148
Figura 89 – Diferentes possibilidades: <i>renders</i> simulando impressão 3D em poliamida e “gemas” coloridas de vidro ou resina	149
Figura 90 – Algoritmo desenvolvido por Daniel Vianna para os experimentos	150
Figura 91 – <i>La beauté naturelle</i> fotografada por Hans Silvester e a beleza artificial de James Merry	154

Lista de quadros

Quadro 1 – Cadastro Nacional de Atividades Econômicas	16
Quadro 2 – Tecnologias abordadas neste capítulo	42

Lista de abreviaturas

AAD – *Algorithms-Aided Design*

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AJORIO – Associação dos Joalheiros e Relojoeiros do Estado do Rio

CAD – *Computer-Aided Design*

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CNAE – Cadastro Nacional de Atividades Econômicas

DG – Design generativo

DP – Design paramétrico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBGM – Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IPO – *Intellectual Property Office*

ISO – *International Organization for Standardization*

NBR – Norma Brasileira

NR – Norma Regulamentadora

RtD – *Research Through Design*

1 Introdução

A partir do ano 2000, rápidas mudanças foram trazidas pelas tecnologias digitais de projeto e de fabricação, e essas transformações impactam diretamente o trabalho dos designers. O setor de adornos pessoais acompanhou essa tendência mundial. O CAD (*Computer-Aided Design*) e as tecnologias de fabricação digital viabilizaram diversos avanços no processo de produção, como maior qualidade dos produtos e formas impossíveis de fazer à mão, abrindo assim novas possibilidades no campo do design de adornos (BATISTA, 2013; BENZ, 2009).

O design de adornos, em especial o de joias, possui características muito próprias: os produtos são comumente fabricados com a utilização de técnicas industriais seguidas de etapas manuais; também é necessário lidar com questões de adaptabilidade, como medidas antropométricas, gemas naturais não-calibradas e materiais das mais diversas naturezas, disponíveis em diversas condições. Não só isso, mas seus produtos estão no universo dos milímetros e centímetros, no qual pequenos detalhes fazem toda a diferença.

Mas o que são os adornos pessoais? Há muitas definições. De acordo com Santos (2003), podem ser considerados como adornos as joias, os folheados e as bijuterias. A portaria nº 43 do INMETRO, de 22 de janeiro de 2016, que regula a presença do metal cádmio em níveis seguros para uso, define bijuteria e joia como:

(...) qualquer adorno, masculino ou feminino, de metal ou não, que o seu uso propicie o contato deste ou parte deste com o corpo humano, tais como: I -contas metálicas e outros componentes metálicos para fabricação de peças de Joalheria; II – artigos de Joalheria e de Bijuteria, metálicos, incluindo: a) acessórios para o cabelo; b) pulseiras, colares e anéis; c) *piercings*; d) adornos para os pulsos, incluindo relógios e outros; e) abotoaduras; f) brincos. (INMETRO, 2016)

No Cadastro Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE, as indústrias de joalheria e bijuteria estão no mesmo grupo, havendo diferenciação somente em classe:

Seção	C	INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO
Divisão	32	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS
Grupo	32.1	Fabricação de artigos de joalheria, bijuteria e semelhantes
Classe	32.11-6	Lapidação de gemas e fabricação de artefatos de ourivesaria e joalheria
	32.12-4	Fabricação de bijuterias e artefatos semelhantes

Quadro 1 – Cadastro Nacional de Atividades Econômicas

Fonte: Elaborado com dados do IBGE.¹

De uma forma geral, como afirmam Tavares & Magalhães (2018), o comércio e o setor industrial diferenciam joia e bijuteria pelo material empregado na fabricação. A bijuteria utiliza metais não-nobres e/ou outras matérias-primas, ao contrário da joia. Também apontam que há diferenciação entre bijuteria e semijoia, sendo a última um tipo de bijuteria que leva banhos de metais nobres, garantindo, assim, aparência de joia.

Besten (2011) concorda que no Ocidente, a joia é comumente entendida como o adorno feito de metais preciosos e gemas coloridas, mas vai além, afirmando que “na realidade, todo item que é utilizado sobre o corpo e é adicional a ele, exceto chapéus e echarpes, deveria ser listado dentro do conceito de joalheria” (p. 11). Essa afirmação é feita pelo viés da Joalheria Contemporânea. A partir da posição da autora, pode-se entender que a nomeação de tais objetos é um problema não só no nosso contexto social.

Com isso, para fins desta pesquisa, serão adotadas as expressões “adorno pessoal” e “ornamento corporal” como termos abrangentes para se referir ao grupo de objetos cujo fim é adornar o corpo, e cuja principal função seja simbólica. Também será adotado “joia contemporânea” para o alargamento estético e simbólico desses objetos através do emprego de novos materiais e tecnologias.

O conceito de joalheria contemporânea é apontado por Besten (*Op. Cit.*), autora que toma uma abordagem reflexiva sobre a ornamentação, combinando conceito, história e materiais de forma diversa e não restrita a um estilo específico. A opção por essa forma de classificação deve-se à não intenção, neste trabalho, de

¹ IBGE. **Comissão Nacional de Classificação**. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/?view=grupo&tipo=cnae&versao=10&grupo=321>. Acesso em 28 de fev. 2020.

se restringir ao conceito de joalheria tradicional em metais nobres e gemas preciosas, e também por não haver a mesma distinção de nomenclatura em outros idiomas².

De acordo com Pugh (1991), os produtos de design são baseados em conceitos estáticos e dinâmicos. O que caracteriza o primeiro é a preservação do conceito geral ao longo do tempo, e as melhorias se dão de forma incremental. Ou seja, as maiores inovações e a ênfase não são no conceito do produto como um todo, mas no processo de produção e nos seus subsistemas ou componentes. Já no caso dos dinâmicos, há inovação no conceito geral, gerando produtos inéditos.

Já Verganti (2008), estabelece que a inovação pode se dar na utilidade funcional de um produto, no seu significado ou em ambos. E também que a inovação de significados pode ser incremental ou radical.

Em particular, a inovação de significados é incremental quando um produto adota uma linguagem de design e entrega uma mensagem em conformidade com a atual evolução dos modelos socioculturais. Usuários provavelmente perceberão esse produto como ‘na moda’ e talvez estiloso, já que estão em conformidade com as definições de beleza pré-existentes (i.e., a um estilo que baseia-se em linguagens aceitas). Contudo, a inovação do significado também pode ser radical, ocorrendo quando um produto tem uma linguagem e entrega uma mensagem que implica em uma reinterpretação de significados relevante. (*Ibid.*, p. 441)

Considerando o ponto de vista de Pugh (1991) e Verganti (2008) aplicado ao design de adornos pessoais, é possível classificar uma parte considerável de seus produtos como estáticos e com inovação de significado do tipo incremental. Ou seja, anéis, colares, brincos e outros adornos permanecem, de forma geral, similares apesar da sua existência acompanhar o desenvolvimento da humanidade desde os primórdios (Figura 1).

² Em inglês, por exemplo, *jewelry* é usado de uma forma geral para esse tipo de objeto.



Figura 1 – Colar romano de ouro com esmeraldas, produzido entre os séculos II e III
 Fonte: *British Museum*³

Posto isso, as novas tecnologias digitais são frequentemente empregadas para executar as mesmas formas de adornos produzidas em banca de ourives, portanto a inovação fica limitada aos processos de fabricação. Nesta pesquisa, o termo “novas tecnologias” refere-se especificamente àquelas ainda em processo de adoção no design de adornos, pois há toda uma diversidade de tecnologias que podem ser bem estabelecidas numa outra área, mas ainda novidade nesse setor. Assim, um campo de exploração do seu potencial é aberto para os interessados.

É comum que o adorno pessoal, principalmente a joalheria, siga padrões de forma que permanecem inalterados, remetendo a valores da nobreza de séculos passados. Abaixo, as figuras 2 e 3 exemplificam tal afirmação. Na primeira, do lado esquerdo, um anel de ouro amarelo com ametista lapidada produzido por volta de 1500, parte do acervo do *Victoria and Albert Museum*; do lado direito, um anel de ouro branco com quartzo de lapidação similar, da coleção Rua das Pedras da marca H. Stern, lançada em 2010.

Apesar da diferença de aproximadamente 500 anos e das novas tecnologias de fabricação digital – como o CAD/CAM – inseridas no processo produtivo, as formas são essencialmente as mesmas. Já na figura 3, do lado esquerdo, um retrato

³ BRITISH MUSEUM. **Collection online.** Disponível em: https://research.britishmuseum.org/research/collection_online/collection_object_details.aspx?objectId=465706&partId=1&searchText=jewellery&images=true&from=bc&fromDate=4000&toDate=ad&toDate=800&page=2. Acesso em 26 de fev. 2020.

de Jane Seymour, terceira esposa do rei Henrique VIII da Inglaterra. Pintado entre 1536 e 1537, apresenta joias semelhantes às produzidas em 2019 pela *Bulgari* para a coleção Cinemagia – como pode ser visto na imagem à direita. Curiosamente, a roupa e a pose da modelo são análogas, o que pode indicar a manutenção dos significados associados a tais produtos.



Figura 2 – Anéis produzidos com 500 anos de diferença
Fonte: adaptado de Victoria and Albert Museum e H. Stern.⁴

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1812451/CA



Figura 3 – Retrato de Jane Seymour, terceira esposa do rei Henrique VIII, pintado em 1536-37 e Colar Dolce Vita Colors, lançado em 2019 pela Bulgari
Fonte: adaptado de Lang Antiques e Bulgari.⁵

⁴ VICTORIA AND ALBERT MUSEUM. **Collections**. Disponível em: < <http://collections.vam.ac.uk/>>. Acesso em 18 de jun. 2018.

H. STERN. **Coleção Rua das Pedras**. Disponível em: <<https://www.hstern.com.br/>>. Acesso em 18 de jun. 2018.

⁵ LANG ANTIQUES. **Renaissance Jewelry**. Disponível em:

<<https://www.langantiques.com/university/renaissance-jewelry/>>. Acesso em 25 de jun.2019.

BULGARI. **Cinemagia High Jewelry Collection**. Disponível em: <<https://www.bulgari.com/en-us/high-jewelry/cinemagia/>>. Acesso em 08 de out. 2019.

A joia é um objeto com funções práticas e, principalmente, simbólicas. Seu significado é atribuído tanto pelo usuário quanto pelo observador. Como destaca Espinoza (2013):

A tecnologia por si só, voltada apenas para a fabricação, distribuição e consumo, não responde aos anseios dos utilizadores por objetos únicos e que sustentam suas necessidades mais íntimas. A identidade e significados atribuídos aos objetos suprem essas necessidades físicas e sociais dos consumidores como expectativas, anseios e desejos que variam de acordo com a história de cada indivíduo, com a cultura de cada sociedade, assim como do mercado e das empresas. (p. 127)

Ou seja, a tecnologia empregada no design de adornos somente como inovação de processos não garante o atendimento às expectativas e desejos dos usuários que buscam na joia um objeto singular.

De acordo com o que foi exposto até aqui, o **tema** desta pesquisa é o uso potencial das novas tecnologias no processo criativo de design – ou seja, na atribuição de um novo sentido ou um novo significado às coisas. Portanto, tem-se como **objeto** desta pesquisa o uso de tais tecnologias no design de adornos como forma de dar sentidos inovadores a esses produtos.

Como explicitado, as tecnologias digitais passíveis de aplicação no design de adornos são comumente adotadas para produzir de maneira mais precisa e eficiente o que anteriormente era feito à mão, ou seja, não são empregadas de forma a aproveitar o seu potencial expressivo. Não só isso, como apontado por Mineiro (2016), as tecnologias CAD são reconhecidas como um dos principais gargalos em sistemas de fabricação digital. Portanto, é necessário explorar novas possibilidades de uso e abrir caminhos para a inovação. A atuação do designer ultrapassa a solução de problemas técnicos no processo de desenvolvimento de produtos.

Como apontado por Krippendorf (1989), design é dar sentido (às coisas). Quanto a isso, Verganti (2008) afirma também que o design lida com os significados e que, para o usuário, é importante tanto a funcionalidade quanto os aspectos emocionais e simbólicos dos produtos. Para Tavares, Magalhães & Raposo (2019), sendo o adorno pessoal um objeto com funções essencialmente simbólicas, seu papel na contemporaneidade está mudando devido às novas questões sociais.

O consumo de joias vem perdendo espaço para produtos substitutos que respondam aos novos anseios do consumidor, como status (smartphones), autoestima (cirurgias plásticas), ou experiências (viagens). Tendo isso em vista, o

problema desta pesquisa é a fraca exploração do potencial expressivo dessas novas tecnologias no contexto do design de adornos.

As **questões que norteiam** esta pesquisa são as seguintes: (i) como o design media a relação entre adorno e tecnologia para atingir uma inovação de sentido?; (ii) o que é o uso inovador das novas tecnologias no design de adornos pessoais; (iii) como elas vêm sendo utilizadas de forma inovadora?; (iv) como o uso dessas tecnologias afeta o sentido do adorno pessoal?; (v) quais os potenciais desse uso que podem ser explorados no design de adornos?

A absorção de novas tecnologias é uma realidade no design de adornos. Como aponta Benz (2009), essa introdução traz melhorias ao processo produtivo e, como completa Espinoza (2016), a interação entre design e tecnologia pode contribuir para a construção de identidade e linguagem simbólica nos produtos.

Quanto à natureza, esta é uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa, de caráter exploratório e experimental. Como **objetivo geral**, procura trazer reflexões para o campo do design através, especificamente do design de adornos pessoais, sobre como as novas tecnologias podem contribuir para dar sentidos inovadores aos produtos. Já os **objetivos específicos** são: (i) contextualizar a ornamentação corporal na contemporaneidade; (ii) definir o escopo das novas tecnologias abordadas; (iii) discutir inovação no contexto desta pesquisa; (iv) levantar exemplos que demonstrem o estado da arte do uso dessas tecnologias no design de adornos; (v) verificar como essas tecnologias são utilizadas de forma inovadora na atribuição de sentido aos objetos; (vi) realizar projetos experimentais no tema para a partir daí, trazer uma reflexão para o campo.

1.1. Métodos e técnicas de pesquisa

Para atingir tais objetivos, realizou-se uma revisão bibliográfica buscando uma fundamentação teórica para abordar o problema da pesquisa. Os eixos temáticos investigados foram: (1) o design de adornos; (2) as novas tecnologias; e (3) o design como o mediador entre tecnologia e adorno.

No primeiro eixo, certas características e conceitos pertinentes ao adorno enquanto campo do design foram expostos e discutidos. Com isso, mostrou-se o paradigma da absorção das tecnologias nesse campo de exploração.

No segundo eixo, foram delimitadas as novas tecnologias para o design de adornos, especificamente, abordando a sua utilização e seus efeitos. Assim, o impacto do seu uso no design de adornos foi apontado. Complementando este eixo da revisão bibliográfica, foi realizada também uma pesquisa documental com o objetivo de mostrar o potencial expressivo dessas tecnologias. Para isso, casos foram selecionados tendo como critério o uso dessas tecnologias para trazer inovação de sentido ao adorno.

Já no terceiro eixo, as características que podem tornar o design um mediador na relação entre adorno e tecnologia foram discutidas e determinados conceitos, apresentados. Dessa forma, posicionou-se esta pesquisa no campo do design e mostrou-se como se dá a relação de adorno e tecnologia no campo.

Esta pesquisa adotou também a *Research Through Design* (pesquisa através do design) para o desenvolvimento das iniciativas de experimentação (Figura 4). Como afirmam Godin e Zahedi (2014), a pesquisa através do design é “uma abordagem da investigação científica que tira proveito dos *insights* únicos obtidos através da prática do design” (p. 1667). Segundo os autores, a abordagem metodológica da pesquisa através do design demanda a existência de uma questão de pesquisa orientando as etapas do projeto. Dessa forma, é necessário haver uma fundamentação teórica que conduza a experimentação, e esta, por sua vez, deve ter seu desenvolvimento documentado como experimento.

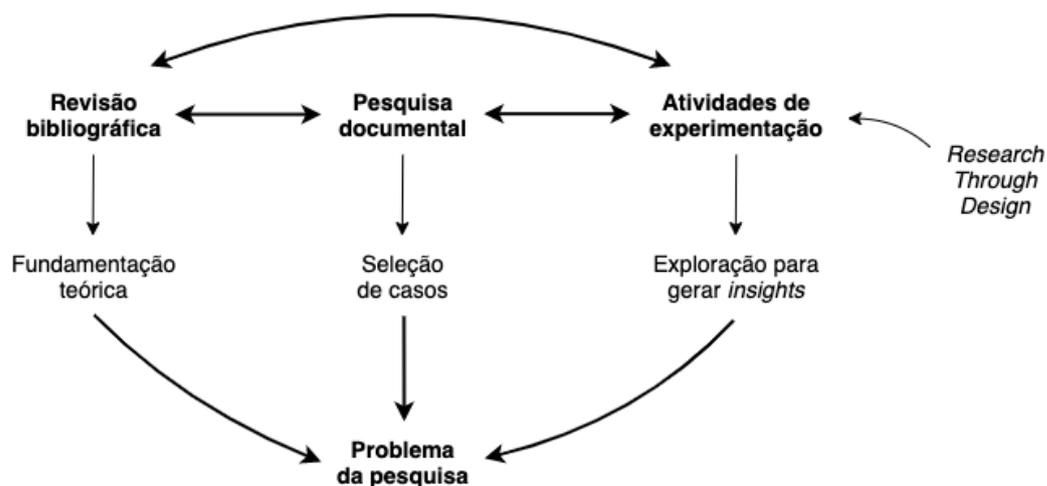


Figura 4 – Diagrama da metodologia adotada na pesquisa
Fonte: elaborado pela autora.

As experimentações desenvolvidas neste trabalho ocorreram concomitantemente à pesquisa bibliográfica e documental (Figura 5), servindo para explorar as tecnologias e assim, gerar *insights* que orientaram o direcionamento da fundamentação teórica. Ao mesmo tempo, a reflexão teórica realizada a partir da revisão bibliográfica e documental amparou a definição dos experimentos adequados para a pesquisa. Portanto, a influência entre teoria e prática ocorre de forma mútua na busca por prover respostas ao problema da pesquisa.

		2018			2019				2020
		2° trimestre	3° trimestre	4° trimestre	1° trimestre	2° trimestre	3° trimestre	4° trimestre	1° trimestre
Pesquisa bibliográfica									
Pesquisa documental									
Experimentação	Objetos Oníricos								
	Coleção Rastros								
	Autopoiesis								

Figura 5 – Cronograma da pesquisa
Fonte: elaborado pela autora.

Os experimentos foram definidos de acordo com o direcionamento provido pela revisão bibliográfica e pesquisa documental, mas também pela disponibilidade tecnológica para sua realização. Devido à natureza diversa dos experimentos, o modo como foram conduzidos está descrito nas seções 5.1, 5.2 e 5.3 desta pesquisa.

1.2. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está dividida em sete capítulos, sendo o último as referências bibliográficas utilizadas. Neste primeiro capítulo, a ideia central do trabalho é exposta através de uma breve introdução ao problema, tema, justificativa, objetivos questões norteadoras e objeto da pesquisa.

No capítulo 2, o design de adornos é discutido. Alguns conceitos são e paradigmas pertencentes às especificidades desse tipo de artefato são apresentados.

A seguir, no capítulo 3, algumas novas tecnologias são apresentadas, bem como se mostra algumas características e formas de utilização. Após, o trabalho de designers que as exploram de forma inovadora é mostrado. Dessa forma, delimita-se o estado da arte no tema.

Já o capítulo 4 é dedicado à explorar a mediação entre adorno e tecnologia pelo design. Com base em diversos autores, conceitos do campo pertinentes à pesquisa são expostos e discutidos.

No capítulo 5, são expostas as atividades de experimentação realizadas ao longo da pesquisa, e seus resultados são comentados. Os experimentos desenvolvidos demonstram aspectos específicos das novas tecnologias abordadas para o design de adornos pessoais e, em conjunto, esses procedimentos expõem a relação entre elas e o processo de inovação no design de adornos.

Por fim, no capítulo 6 estão as conclusões e considerações finais da pesquisa, suas limitações e apontamentos futuros.

O Design de adornos: conceitos e fronteiras

A ornamentação corporal é uma das atividades mais antigas da humanidade. Os primeiros adornos eram feitos a partir de resíduos orgânicos, como conchas tingidas e furadas ou dentes de animais, pendurados por fibras vegetais e utilizados sobre o corpo (EICHHORN-JOHANNSEN et al., 2015). Conforme a evolução das técnicas de trabalho manual, tornou-se também maior a variedade de artefatos utilizados – e também produzidos – como adornos (PHILLIPS, 2018).

O primeiro salto na ornamentação corporal ocorreu quando a humanidade aprendeu a trabalhar com metais (PHILLIPS, 2018). Novas possibilidades de forma e novas técnicas de trabalho foram desenvolvidas, sendo algumas utilizadas ainda nos dias de hoje com poucas diferenças – estas resultantes somente da evolução de ferramentas.

A inserção das tecnologias de design e fabricação digital representam um novo salto. Um novo campo de explorações se tornou possível. Como completa Espinoza (2013), a tecnologia serve como um suporte técnico para implementar o design na produção desse tipo de produto.

No Ocidente, o termo “joia” se refere comumente aos adornos produzidos em metais nobres e gemas preciosas devido à sua origem na ourivesaria (BESTEN, 2011). Contudo, hoje há discussões e questionamentos sobre tal afirmação. Besten (2011) afirma que “todo item que é vestido sobre o corpo e é adicional a ele, exceto chapéus e cachecóis, deveriam ser listados dentro do conceito de joalheria” (p. 11). A autora faz tal declaração a partir da ótica da Joalheria Contemporânea.

À princípio, o adorno pessoal possuía uma função de identificação social. Na Idade Média e Renascença, o uso de joias era um símbolo de status e estava restrito aos círculos de poder, como clero e nobreza. No Ocidente, esse imaginário permanece atrelado aos adornos.

Segundo Besten (2011), as joias são objetos que decoram, dão significado e possuem função prática, mas com pouca utilidade atualmente (os broches historicamente eram utilizados para fechar a vestimenta antes da existência de

outros tipos de fechos). Por esse motivo, a autora aponta que joias são um “extra” e, conseqüentemente, agem como símbolos, objetos que dão significado. Como afirma Barthes (2013), “uma joia é um *quase-nada*, mas desse *quase-nada* vem uma grande energia” (p. 58). O uso desses adornos, portanto, não ocorre de forma involuntária – é sempre uma escolha. Assim sendo, o caráter simbólico permanece como a essência da ornamentação corporal.

Como coloca Geammal (2009), o adorno é uma referência para entender os processos de subjetivação atuais, conseqüentemente, dando suporte à reflexão sobre as práticas de design na materialização dos artefatos. A isso, Franco (2017) completa afirmando que esses objetos são signos de distinção e identificação social, auxiliando na visibilidade das características e princípios relativos aos sujeitos e à sociedade na qual se inserem.

A partir do uso de gemas preciosas, Barthes (2013) acrescenta:

(...) como a gema basicamente expressava a natureza essencialmente teológica da sociedade antiga, também a joalheria hoje, como vista nas lojas e revistas de moda, meramente acompanha, expressa e significa os nossos tempos. (p. 57)

Portanto, a ornamentação corporal está inserida na cultura material da nossa sociedade. Como explica Cardoso (1998), a cultura material engloba os artefatos produzidos e consumidos pela humanidade, e também a forma como se inserem nos sistemas simbólicos e ideológicos.

Neste capítulo, a discussão ora partirá da perspectiva do design de joias, ora do design de adornos de uma forma geral. Isso se deve à relevância da joalheria dentro do design de adornos, em termos de material para pesquisa acadêmica. Contudo, tal circunstância não afetará o conteúdo do debate levantado.

O objetivo deste capítulo é contextualizar o design de adornos, mostrar alguns conceitos, expor determinados paradigmas desse tipo de artefato e entender como se relaciona com o design.

2.1. Conceitos expandidos: o design de adornos e a Joalheria Contemporânea

Nesta seção, a abordagem do design de adornos partirá prioritariamente da joalheria, a fim de manter a nomenclatura original utilizada pelos autores citados.

O design hoje é um campo em expansão e suas bordas são compartilhadas com outros campos, como o das artes visuais. O mesmo ocorre com a joalheria que, a partir de meados do século XX, se desenvolve numa prática artística e reflexiva – hoje chamada de Joalheria Contemporânea (BESTEN, 2011).

O design de adornos é sempre Joalheria Contemporânea? Não. A Joalheria Contemporânea produz artefatos com expressão artística (VIDELA, 2016), enquanto o design de adornos é um termo que coloca vertentes da ornamentação corporal sob um mesmo “guarda-chuva”, sendo o processo de design elo entre eles. Isso não quer dizer que objetos de design não possam ter um caráter especulativo em que buscam discutir fenômenos da nossa sociedade (ver capítulo 4).

Segundo Videla (2016), a joalheria é considerada arte quando se aproxima dos paradigmas da arte contemporânea. Em oposição à joalheria clássica – aquela que corresponde ao imaginário construído através dos séculos em termos de formas e matéria-prima (FRANCO, 2017) –, a Joalheria Contemporânea não encontra limitações para transmitir sua mensagem. Como Besten (2011) coloca, a linguagem vai além de formas clássicas, gemas e metais nobres, podendo incluir materiais variados, fotografia, instalações, performances, vídeo e mais. E a mensagem não é necessariamente compreensível ao se olhar o objeto sem conhecer a sua história.

Exemplificando, na Figura 6, o bracelete “Gold Makes you Blind” do artista Otto Künzli, feito de borracha sintética com uma esfera de ouro 18k por dentro. À primeira vista, não é possível identificar qual sua mensagem, mas o nome já dá pistas. Para Künzli, o ouro perdeu seu valor simbólico. O artista, quando concebeu a joia, havia parado de usar o metal nobre em seus trabalhos motivado por mudanças sociais e por questões pessoais. “Estava na hora do ouro voltar para a escuridão” foi o que o artista afirmou, segundo o *Dallas Museum of Art*⁶. Assim, a esfera de ouro está invisível dentro da borracha e o espectador deve acreditar “cegamente” na sua presença.

⁶ A citação de Otto Künzli sobre a peça está disponível em: <https://collections.dma.org/artwork/5334533>. Acesso em 07 de mar. 2020.



Figura 6 – Bracelete “Gold Makes you Blind”, de Otto Künzli
 Fonte: The Metropolitan Museum of Art⁷

Já o design na joalheria foi introduzido através do processo industrial, com o intuito de obter escala, compatibilizando a produção (VIDELA, 2016). Como Videla (2016) destaca, quando se pensa em design e processo produtivo, tratam-se de duas etapas de um processo maior. O design engloba mais do que a concepção do produto: a ele cabe congrega os aspectos semânticos e simbólicos, os requisitos de projeto, as questões produtivas e de otimização, aspectos comerciais e legais, o posicionamento da marca, os anseios do consumidor.

A autora (*Ibid.*) completa afirmando que o designer pode atuar também na joalheria de estúdio, executada individualmente em seu próprio ateliê. A diferença é que, nesse caso, o produtor controla todas as etapas de fabricação da peça, da concepção à comercialização.

Já para Llaberia (2009), o design de joias compreende todas as atividades que têm em comum a criação e a configuração de objetos. Videla (2016) completa ao afirmar que o design contempla diversas questões no seu processo: a adequação da produção às questões tecnológicas, o direcionamento ao nicho de mercado ou a comunicação com seu público, por exemplo.

A inserção do design no desenvolvimento desses produtos ocorre também por sua capacidade de diferenciação, agregando valor ao produto num mercado concorrido. A joalheria Antonio Bernardo é talvez o exemplo brasileiro mais icônico do potencial que o design (associado à exploração de novas tecnologias)

⁷ THE MET MUSEUM. “Gold Makes you Blind” Bracelet. Disponível em: <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/495385>. Acesso em 07 de mar. 2020.

pode trazer para o adorno. O Anel *Puzzle* (Figura 7) é um quebra-cabeça tridimensional em ouro 18k, unido somente pelo encaixe das peças. A forma é uma referência às joias clássicas, e o resultado final é permitido pela precisão da modelagem 3D e manufatura aditiva.



Figura 7 – O reconhecido Anel *Puzzle* de Antonio Bernardo
Premiado com o *iF Design Award* de 2006 na categoria produto.
Fonte: *iF World Design Guide*⁸

Concluindo, Espinoza (2013) expõe que o design considera os anseios e as aspirações na criação dos objetos, forma e significado, expressão e conteúdo. Assim sendo, entende-se que o adorno enquanto produto de design combina aspectos materiais e imateriais.

Posto isso, os conceitos expandidos de Joalheria Contemporânea e de design de adornos são determinados por uma variedade de fatores, que vão além da simples configuração formal do objeto.

No caso da Joalheria Contemporânea, o fator central é a mensagem do artefato inserido na esfera da arte, a qual traz a discussão de questões contemporâneas. Para isso, explora diferentes linguagens artísticas na construção do adorno.

Já no design de adornos, a adequação do artefato aos aspectos pertinentes ao campo de exploração do design, como mensagem, processo produtivo e público-alvo, delimitam o conceito expandido do adorno.

Contudo, ao se adotar uma abordagem especulativa do design, como apontado por Dunne & Raby (2013), e orientada a inovação radical de sentidos

⁸ IF WORLD DESIGN GUIDE. **Puzzle**. Disponível em: <https://ifworlddesignguide.com/entry/26514-puzzle>. Acesso em 08 de mar. 2020.

(VERGANTI, 2008), é possível trazer a discussão de assuntos pertinentes à sociedade ao design de adornos – como será mostrado no capítulo 4. Desse modo, o design se posiciona não só como um facilitador da criação e produção do objeto, mas como um agente de mudanças que, por seu caráter estratégico, consegue se posicionar nas bordas entre adorno e tecnologia, mediando a relação entre esses.

Por fim, para entender quais são as características que circundam o objeto adorno, é necessário apresentar, então, seus aspectos materiais e imateriais, e como a tecnologia age sobre eles.

2.2. Aspectos materiais e imateriais

Os objetos são revestidos por aspectos materiais – como peso, medida, matéria-prima – e imateriais – os significados que carregam. Esses aspectos podem existir de forma independente, mas é a sua junção que torna o objeto aquilo que ele é. O design entra no desenvolvimento de ornamentos corporais como forma de conciliar seus aspectos materiais e imateriais. Como afirma Espinoza (2013), o consumidor não adquire somente um objeto, mas também o discurso que esse objeto traz consigo. Há uma relação de interdependência entre imaterial e material, em que nada pode ser considerado com leviandade, pois um afeta o outro.

Fazendo um paralelo com Löbach (2001), esses aspectos estão relacionados ao que o autor entende por funções prática, estética e simbólica, intrínsecas ao produto. Segundo afirma, a função prática é aquela que se situa no nível fisiológico da relação objeto-indivíduo. Já a estética, encontra-se no nível dos processos sensoriais, estando relacionada à configuração formal do produto. Por fim, a função simbólica deriva da capacidade do usuário em estabelecer associações com suas experiências e sensações anteriores.

Como apontado por Besten (2011), “sem as pessoas, os adornos servem apenas parcialmente à sua função” (p. 11). Ou seja, a finalidade do adorno se concretiza ao ser utilizado sobre o corpo e, na superfície deste, aspectos materiais e imateriais se encontram.

O corpo é um suporte para a expressão e comunicação dos indivíduos e dos grupos sociais, podendo ocorrer através de pinturas corporais, joalheria, vestuário e outros. Observar os adornos corporais é uma forma de entender como o indivíduo

se integra à sociedade (TURNER, 1971 *apud* GEAMMAL, 2009). Citando Turner, Geammal (2009) afirma que a superfície do corpo é a fronteira entre o indivíduo e a sociedade, portanto roupas e adornos constituem, talvez, o meio cultural mais apropriado para apresentar e comunicar as identidades pessoal e social.

Cardoso (1998) põe que artefatos são aqueles objetos frutos do trabalho humano. Trazendo para o universo do adorno, uma pedra encontrada na natureza é um objeto, mas somente a gema extraída a partir dela é um artefato. Os artefatos, como o autor ressalta, possuem diversos níveis de significados: universais e inerentes, ou pessoais e volúveis. Baseando-se nesse pensamento, entende-se que uma aliança de casamento possui como significado universal/inerente a indicação de que o usuário está num relacionamento matrimonial. Já como significado pessoal/volúvel, poderia ser, por exemplo, uma lembrança daquela pessoa com a qual casou, do dia da festa, da família.

Dentro dessa perspectiva, Besten (2011) afirma que o sentido do adorno é atribuído tanto por aquele que o veste, como por aquele que o vê. Cardoso (1998) completa ao destacar que os significados dos objetos são dados a partir da intencionalidade humana, pelo conjunto de usuários, consumidores, vendedores, fabricantes e outros, ou por esses agentes de forma individual. Como o autor também afirma, se o objeto existe no tempo e no espaço, é esperado que seus sentidos mudem de acordo com o contexto em que estão inseridos, pelo seu uso e posse. Ou seja, o artefato como significante, em sua materialidade, pode ser fixo, mas seu significado é necessariamente fluido (*Ibid.*, p. 32). A partir disso, entende-se que a relação de influência entre sujeito e objeto se dá de forma mútua.

Os adornos, portanto, contribuem para a construção da identidade do indivíduo e de pertencimento ao grupo social. Como afirma Heskett (*apud* Espinoza, 2013) "objetos e ambientes podem ser usados pelas pessoas para formar uma ideia de quem elas são e para expressar sua noção de identidade." (p.41). Como foi mostrado também, a influência entre adorno e seu usuário se dá de forma mútua, em que um significa e ressignifica o outro.

Partindo da abordagem mais orientada ao design industrial de Löbach (2001), adornos pessoais podem também ser entendidos como produtos para uso individual. Esse tipo de produto é utilizado exclusivamente por uma pessoa específica, resultando numa forte relação entre pessoa e objeto. Como o autor coloca

O uso de produtos pessoais provoca uma relação contínua e estreita entre o usuário e o produto, desencadeando um processo de identificação, em que o usuário se adapta ao produto formando uma unidade, e em que este se torna parte daquele. Isto nem sempre é consciente para o usuário, mas para o público fica prontamente identificável um deles na ausência do outro. (*Ibid.*, p. 47)

A íntima relação entre corpo e adorno também está expressa nas suas características materiais. Medidas antropométricas, peso e material são importantes parâmetros no desenvolvimento desses produtos, e podem se relacionar ao significado dado a esses artefatos. O valor de uma joia de ouro e pedras preciosas reside tanto no preço da matéria-prima, quanto no que esta representa para o indivíduo e seu grupo social.

Como um artefato da esfera dos milímetros, a variedade de corpos pode se tornar um problema a ser resolvido. Diferenças na matéria-prima também geram necessidade de adaptar produtos pré-existentes, como pode ser visto na Figura 8.

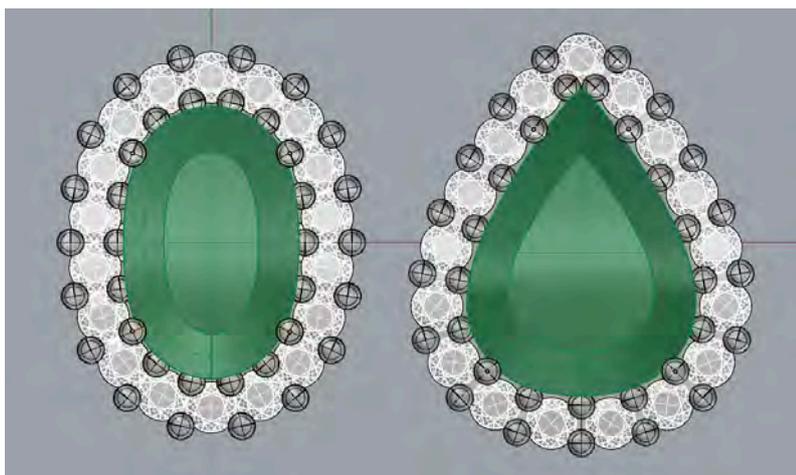


Figura 8 – Modelos iguais para gemas diferentes
Fonte: elaborado pela autora.

As empresas do setor joalheiro são conservadoras quanto à absorção de mudanças, e esse é um meio marcado pela informalidade – tanto dentro quanto fora das fábricas. Há iniciativas para a formalização do setor, como as escolas de joalheria do SENAI e as iniciativas do IBGM⁹ e, no caso do Rio de Janeiro, o Sistema AJORIO¹⁰. Quanto à normatização, a ABNT é o órgão responsável por

⁹ IBGM ou Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos.

¹⁰ AJORIO ou Associação dos Joalheiros e Relojoeiros do Estado do Rio.

elaborar as Normas Brasileiras (NBR) e avaliar sua conformidade, inclusive na fabricação de adornos. Por exemplo, em 2012, alinhada à norma internacional ISO 8653-198, desenvolveu a NBR 16058:2012¹¹. Essa norma estabelece a padronização de medidas dos aros de anéis para fins de joalheria. Contudo, a normatização nem sempre é observada no desenvolvimento desses produtos. Usando a norma citada como exemplo, ainda é possível encontrar à venda no mercado aneleiras que não seguem o padrão estabelecido e marcas que trabalham com sua própria medida¹². Como se observa na Figura 9, uma aneleira é vendida como “padrão nacional” apesar de estar em desacordo com a NBR 16058:2012.



Aneleira De Metal - Medidor De Dedos - N° 01 Ao 35

Medidor de dedos para quem precisa saber a numeração de seu dedo.
Tenha mais precisão na hora de vender ou comprar um anel.

- NUMERAÇÃO

Do número 01 ao 35

Tamanho 10 x 9cm

Produto novo com padrão Nacional

OBS: não é padrão ABNT

Figura 9 – Aneleira fora do padrão ABNT

Fonte: adaptado de Casa dos Estojos.¹³

¹¹ Em 2013 houve ratificação. A norma atualizada está disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=195567#>. Acesso em 15 de mar. 2020.

¹² É importante notar que Normas Brasileiras (NBR), por si só, não possuem força de lei. O descumprimento de uma NBR específica só é passível de punição quando esta é requisitada por uma Norma Regulamentadora (NR).

¹³ CASA DOS ESTOJOS. **Aneleira de metal**. Disponível em: <https://www.casadosestojos.com.br/aneleira-de-metal-medidor-de-dedos-n-01-ao-35>. Acesso em 06 de mar. 2020.

Sendo um produto do design, princípios ergonômicos devem ser considerados na sua concepção. O conforto no uso pode estar associado ao acabamento da peça, ao material empregado, à adequação das medidas e ao peso. Por exemplo, como aponta Batista (2016), o uso frequente de brincos pesados, ao longo do tempo pode levar ao rompimento do lóbulo da orelha.

Essas são somente algumas das questões relacionadas à materialidade na criação de adornos. Por sua natureza diversificada, uma abordagem mais profunda do tema renderia uma pesquisa a parte. A forma como material e imaterial mutuamente se influenciam dá espaço para reflexões sobre como se constitui o sujeito e como este se relaciona com o meio.

A inserção das tecnologias digitais no design de adornos se dá de forma a solucionar problemas primariamente relacionados aos aspectos materiais desse tipo de artefato. Esse tema será debatido a seguir.

2.3. A inserção das tecnologias digitais para representação e reprodução no design de adornos

Nesta seção, é discutido como se dá a absorção das tecnologias empregadas de forma ampla no design de adornos.

Por “**representação**”, se entende que certas tecnologias são utilizadas para facilitar a comunicação entre setores durante as etapas de concepção, a resolução de problemas técnicos, e como forma de representar virtualmente e fisicamente o produto final. Como afirma Batista (2013), os *softwares* CAD¹⁴ têm sido a ferramenta mais utilizada na representação gráfica desses produtos. A modelagem 3D adotada largamente no ramo é uma transposição do desenho manual para o meio virtual, portanto segue a mesma lógica. A possibilidade de explorar variedades de soluções e comunicar a ideia aos envolvidos no projeto é essencial para a sua escolha, mas seu potencial é subutilizado enquanto for aplicada para a **reprodução** de formas tradicionais de ornamentação corporal (Figura 10).

¹⁴ *Computer-aided design* ou design auxiliado por computador.

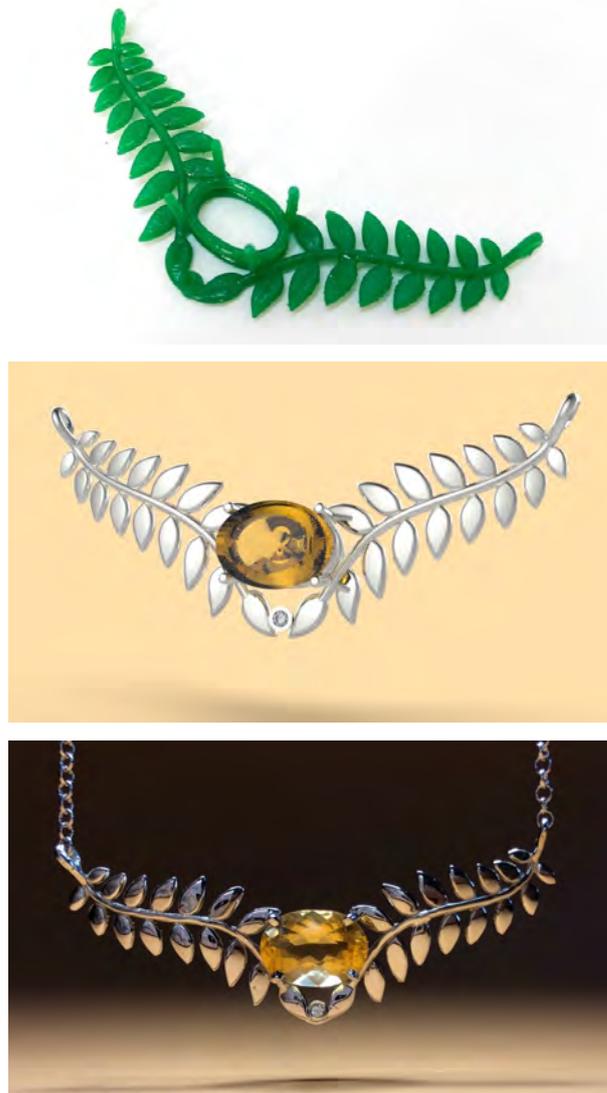


Figura 10 – Adorno tradicional: Impressão 3D para fundição, *render* (representação digital) para visualização e pendente finalizado em prata e citrino com corrente
Fonte: elaborado pela autora.

Essas tecnologias entram também em substituição às etapas de modelagem em cera e muitas partes da montagem em banca, agilizando o trabalho de cravação com a possibilidade de desenvolver peças pré-cravadas e com *ajour*¹⁵.

Pode-se também comparar essa situação a como se dá a inserção do designer no processo de desenvolvimento e fabricação de adornos, especialmente no setor joalheiro. Há designers dedicados à atividade de concepção do adorno, enquanto outros voltam-se exclusivamente à modelagem 3D do produto concebido. A versatilidade da formação desse profissional e sua familiaridade com as tecnologias

¹⁵ O *ajour* é uma técnica de trabalho em banca que consiste em remover metal do verso da cravação, resultando em menos peso. Quando finalizado, o *ajour* é similar às formas de uma colmeia, sendo a aparência final adequada um requisito para a boa execução da técnica.

digitais, em especial o CAD, pode justificar que sua absorção pelas empresas ocorra dessa forma. Contudo, vale levantar um questionamento sobre a necessidade de haver um designer cujo escopo do trabalho seja limitado a desenvolver modelos 3D, já que sua capacidade de atuação se estende para além desses limites.

Enquanto o potencial das ferramentas de projeto digital não for explorado de forma criativa, as tecnologias de fabricação digital serão aproveitadas somente para a reprodução de formas tradicionais e resolução de problemas técnicos que acompanham esse tipo de produto. Na situação do CAD, por exemplo, pode-se afirmar que:

Como decorrência das limitações dos programas comerciais percebe-se que muitas vezes o uso de sistemas CAD se dá sobre concepções de projeto, se limitando a transferir para meios digitais procedimentos analógicos convencionais (PETERS, 2013 *apud* MINEIRO & MAGALHÃES, 2019, p. 8).

Na Figura 11, parte de uma pulseira articulada foi diretamente impressa numa impressora 3D de metal, dispensando a necessidade de solda e montagem. A união dos elos, que antes seria feita uma a uma à mão, representa um avanço no processo de fabricação¹⁶.



Figura 11 – Parte de pulseira impressa em metal, sem necessidade de montagem
Fonte: fotografia tirada pela autora de trabalho da Birmingham City University.

O CAD, ao prover o designer de um ambiente virtual, permite que detalhes técnicos do produto e a imagem do resultado final sejam armazenados num arquivo. Com o modelo virtual, é possível também estimar pesos e custos de materiais. Essa

¹⁶ Neste caso, o polimento do metal é feito manualmente, portanto a adoção dessa tecnologia não representa, ainda, a supressão da necessidade do trabalho manual.

tecnologia possibilitou também o desenvolvimento de peças complexas com encaixes precisos. Contudo, como foi mostrado, a inovação ficou orientada à busca de soluções técnicas, e não à inovação de sentido (o tema será abordado no capítulo 4).

Segundo Benz (2009), essas tecnologias introduziram mudanças no processo de fabricação e estream novas possibilidades no campo do design. Entretanto, como apontado pela autora, não basta implementar novos equipamentos sem que haja a absorção dessas tecnologias no dia a dia da produção, sendo necessário haver treinamento e capacitação de pessoal nas empresas.

Apesar dos investimentos em tecnologia e inovação em design, o setor adota uma postura mais reativa quanto às mudanças no mercado – ou seja, só age após haver uma modificação no cenário – e menos pela adoção de ações estratégicas e antecipatórias (SIQUEIRA, 2011).

Como foi mostrado, a inserção de tecnologias digitais como ferramentas de representação e reprodução transformam-se em paradigmas para o design de adornos: seu uso se dá orientado à repetição de formas clássicas de adornos, através da viabilização de soluções técnico-produtivas. Essas soluções referem-se a tudo aquilo que está dentro do escopo de melhoria a nível de subsistemas no processo de produção, como encaixes precisos, fabricação de formas difíceis de obter à mão e substituição de etapas de montagem.

Portanto, desviar a tecnologia desse lugar tradicional, explorando seu potencial na atribuição de sentidos inovadores no design de adornos, é uma forma de transpor esse paradigma.

2.4. Considerações e questionamentos para o futuro do design de adornos

Como mostrado até aqui, o design de adornos é uma área do design com características singulares. São objetos cuja principal função é simbólica e estabelecem uma relação de influência mútua com o usuário. Se por um lado, como produto de design, o adorno deve considerar uma série de requisitos e restrições, por outro, essas características de forma alguma restringem seu potencial expressivo.

E tomando uma abordagem especulativa do produto de design, como é apresentado por Dunne & Raby (2013), convergindo com o potencial expressivo do adorno enquanto artefato da cultura material, cabe questionar o seu papel na discussão das questões da sociedade contemporânea.

Sendo, então, um produto da cultura material, seu papel muda conforme as transformações sociais ocorrem. E, como produto de design, deve absorver os avanços tecnológicos mais recentes.

Posto isso, o adorno clássico, no qual as novas tecnologias são empregadas como otimização técnico-produtiva, não é capaz de sustentar esse diálogo com as questões sociais atuais. Portanto, como usar essas novas tecnologias de modo a unir os aspectos materiais e imateriais do adorno com o objetivo de inovar de forma radical o sentido da ornamentação?

Assim sendo, mais do que a simples adoção de novas tecnologias, é necessário também refletir sobre seu uso e buscar entender seu potencial expressivo para a ornamentação corporal. Como foi mostrado, a inserção dessas tecnologias no design de adornos se dá comumente voltada à representação e reprodução de artefatos que carregam sentidos anacrônicos.

Um das questões contemporâneas pertinentes à ornamentação corporal é a desmaterialização proporcionada pela abrangência do mundo virtual, como será discutido no capítulo 3. O adorno inserido nesse contexto ganha novos significados em conjunto com uma forma de uso impensável fora desse ambiente.

Embora não faça parte do escopo deste trabalho, cabe também citar como exemplo o uso dos dados pessoais coletados na internet através de objetos inteligentes ou por câmeras de vigilância é motivo de preocupação (Figura 12). Num momento em que celulares, *smartwatches* e *smart jewels* mapeiam desde as funções fisiológicas do corpo até os lugares por onde o usuário passou, como o design de adornos vai responder a uma questão tão sensível quanto a privacidade?



Figura 12 – Câmeras de vigilância e redes sociais
 Fonte: Polina Osipova¹⁷

A facilidade para a obtenção de informações também transforma a maneira como o produto é consumido. Os impactos ambientais e sociais resultantes da mineração de ouro e gemas são nítidos, e levantam um questionamento sobre a real necessidade de se produzir adornos com essas matérias-primas. A *Tiffany*, empresa tradicional do ramo de joias, adotou uma política de tolerância zero contra diamantes de zonas de conflito e busca trabalhar com fornecedores responsáveis¹⁸. Mas será suficiente? Nesse cenário, as novas tecnologias poderiam se tornar uma saída para a questão da crise ambiental. Contudo, haveria um longo caminho para a absorção desses novos adornos, e seria necessário compreender se o ecossistema social estaria pronto para tal mudança.

Considerando o que foi exposto, pode-se afirmar que cabe ao designer de adornos estar ciente dessas e outras questões que cercam seu trabalho. Cada avanço tecnológico coloca novos paradigmas no campo, e a compreensão desse contexto permite gerar produtos inovadores que convergem o design com as novas expectativas sociais.

¹⁷ POLINA OSIPOVA. **Magic surveillance**. 03 de mar. 2020. Instagram: @polinatammi. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/B9RdZunor5k/>. Acesso em 05 de mar. 2020.

¹⁸ Para maiores informações, ver: <https://www.tiffany.com/sustainability/>. Acesso em 03 de mar. 2020.

Dito isso, no capítulo que segue serão apresentadas novas tecnologias para o design de adornos e como vêm sendo utilizadas. Assim, será estabelecida uma base para expor como certos profissionais se apropriam dessas tecnologias e encontram usos inovadores que, dando novos sentidos à ornamentação, abrem um canal para a discussão de temas pertinentes à contemporaneidade.

3

Novas tecnologias no design de adornos

A inserção de novas tecnologias digitais ocorre gradativamente em todas as áreas da sociedade. No design de adornos, não seria diferente. Contudo, conforme explicitado na introdução desta pesquisa, essa absorção comumente se dá orientada à otimização de processos produtivos. Nesse caso, a inovação fica restrita, ainda que abrangendo da concepção – no caso do CAD – ao produto final – pelas técnicas de fabricação digital.

Como sintetiza Cardoso (2016), a forma não é eternamente imutável, mas fruto de um processo de transformação, sendo passível de mudança e aquisição de novos significados. As novas tecnologias, usadas de maneira criativa, podem ser empregadas para adicionar uma nova dimensão ao objeto. Nessa relação entre adorno e tecnologia, numa abordagem que rompe com o conservador, o design assume o lugar de mediador, desestabilizando a estrutura daquilo que é considerado conservador.

Neste capítulo serão discutidas novas tecnologias (Quadro 2) para o design de adornos e o seu uso dentro de um contexto conservador e inovador. Serão também mostrados os trabalhos de profissionais e empresas que exploram os limites estabelecidos da ornamentação corporal através dessas tecnologias. São elas: (1) o design computacional; (2) a digitalização tridimensional, e (3) as tecnologias de realidade estendida.

Grupo	Categorias	Definição abrangente
Design computacional	CAD, AAD, design paramétrico, design generativo e formas híbridas.	Design amparado por sistemas de projeto digital.
Digitalização tridimensional	MicroCT, câmera RGB-D, escâneres de luz pulsada e luz estruturada, escâneres de baixo-custo.	Transposição de objetos físicos em modelos virtuais.

Realidade estendida	Realidade virtual, realidade aumentada, realidades mistas.	Sistemas de interação em tempo real entre usuário e objetos ou ambientes virtuais.
---------------------	--	--

Quadro 2 – Tecnologias abordadas neste capítulo

Fonte: elaborado pela autora.

Deve-se esclarecer que as tecnologias exploradas neste capítulo foram selecionadas segundo alguns critérios: percepção de um momento de expansão no uso de tais tecnologias, familiaridade por parte dos autores e facilidade de acesso às ferramentas necessárias para a geração dos experimentos.

Um campo em plena expansão e que não foi abordado, é o das “joias inteligentes” (*smart jewelry*). Essa é uma categoria dentro da mais abrangente computação vestível – ou *wearable computing*. Devido à sua natureza de funções e aplicações diversas, que compreende desde *smartwatches* até dispositivos mais simples, como circuitos de LEDs e baterias, optou-se por deixar essa temática para um possível desdobramento da pesquisa.

Outra tecnologia, que apesar de promissora para o design de adornos, a impressão 3D em metal, não foi contemplada neste trabalho, uma vez que nenhum sistema CAM¹⁹ foi discutido.

É importante notar, porém, que a seleção de forma alguma limita o campo de aplicação de novas tecnologias no design de adornos. O afinilamento do escopo faz-se necessário para o desenvolvimento adequado deste trabalho, dado o tempo disponível, facilidade de acesso às ferramentas e aprofundamento no tema.

3.1. Design computacional

O desenho é uma ferramenta essencial no design de adornos pessoais, pois permite explorar a variedade de soluções e comunicar a ideia aos demais envolvidos. Segundo Tedeschi (2014) esse é um processo aditivo em que a complexidade é atingida através dos traços sobrepostos no papel, não havendo

¹⁹ CAM ou *Computer-Aided Manufacturing*.

relações de associação entre eles. Ou seja, para efetuar uma alteração, é necessário refazer o processo.

Os primeiros *softwares* de CAD (*computer-aided design* ou desenho auxiliado por computador) surgiram como uma transposição da lógica do desenho manual para um sistema computacional, automatizando tarefas repetitivas e ainda sem recursos tridimensionais de projeto. Na década de 1970, os primeiros sistemas CAD comerciais chegaram ao mercado, com foco em atender a demanda da indústria automotiva e aeroespacial, e substituir o papel e caneta na atividade projetual (DICKENS, HAGUE e HOPKINSON, 2006).

A modelagem 3D através de ferramentas de CAD é amplamente utilizada no design de adornos pessoais. Ao permitir a automatização de tarefas repetitivas, se pode agilizar o processo de desenvolvimento do produto. Não só isso, facilita a geração de alternativas e a comunicação entre os diversos setores envolvidos no projeto e produção. Aliada às tecnologias de fabricação digital, como a manufatura aditiva, gera resultados precisos e formas difíceis ou impossíveis de fabricar manualmente, como é possível observar na Figura 13.

Contudo, como aponta Mineiro (2016), os programas de modelagem digital tridimensional CAD ainda não se adequaram às possibilidades construtivas criadas pela impressão 3D, representando mais um gargalo para o desenvolvimento e produção. Nesse sentido, o desenvolvimento de variações e formas complexas mostra-se um desafio nesses sistemas, apesar da facilidade de materialização através da manufatura aditiva.



Figura 13 – Modelo digital, impressão em resina de fundição e peça fundida em prata 950

Fonte: elaborado pela autora.

No design de adornos pessoais, o uso de sistemas de desenho auxiliado por computador veio para substituir o desenho em papel na comunicação das ideias e, em conjunto com a fabricação digital, a técnica manual de modelagem em cera e etapas da ourivesaria. A indústria, em especial o setor joalheiro, aplica essa tecnologia para aumentar a eficiência na produção das formas tradicionais com as quais sempre trabalhou. Pugh (1991) aponta que os sistemas de produção são resistentes à mudanças conceituais. É possível afirmar também que há certa precaução em apresentar conceitos novos a um mercado consumidor tradicional, como o da joalheria.

Inicialmente, as tecnologias CAD foram empregadas para solucionar problemas pré-existentes, aumentar a produtividade e facilitar a comunicação entre os setores envolvidos no processo de fabricação, auxiliando a tomada de decisão. A modelagem 3D aliada à fabricação digital permitiu também explorar formas impossíveis de se fabricar manualmente. Contudo a manufatura aditiva é capaz de entregar o produto final no prazo desejado, mas o tempo perdido no desenvolvimento do modelo 3D gera um impasse.

De acordo com Tedeschi (2014), o desenho manual é um processo aditivo no qual o nível de complexidade é atingido pela sobreposição de traços e signos, não havendo relação associativa entre o que foi desenhado. Ou seja, uma vez feito, não é possível realizar alterações encadeadas e relacionadas entre si sem “destruir” o resultado original.

O desenho manual apresenta limites na atividade de projetar devido à incapacidade de introduzir variáveis como força, volume ou densidade do material. Os programas de CAD suprimiram essa lacuna, mas surgiram seguindo a lógica aditiva do desenho manual e, como apontado por Tedeschi (2014), simplesmente aperfeiçoaram a habilidade de realizar tarefas repetitivas, sem de fato alterar o método de design. É irrefutável o grande avanço que a modelagem 3D direta dos sistemas CAD trouxe para o design como ferramenta.

De acordo com Oxman (2006), são características distintivas do design digital (ou computacional): (i) a possibilidade de interação entre o designer, o ambiente de design, os mecanismos computacionais e as relações de representação; (ii) a explicitação das partes do processo de design que antes eram implícitas, como os processos cognitivos de tomada de decisão; (iii) a possibilidade do designer criar suas próprias ferramentas digitais; (iv) a necessidade de novas habilidades por parte

do profissional, como programação e domínio de *softwares* específicos; e (v) a possibilidade de representações dinâmicas que propiciam novas bases para pensar o processo de design.

Hoje, mais do que a possibilidade de gerar um modelo 3D do produto, as ferramentas de design computacional permitem o desenvolvimento de um processo de projeto, em que a capacidade computacional ampara a tomada de decisões. Como resultado, novas habilidades são exigidas do designer, como conhecimentos em linguagem de programação.

3.1.1. Design paramétrico

O design paramétrico foi beneficiado pela evolução das ferramentas CAD de modelagem direta, que permitiram, então, a integração e controle por parte do designer sobre as variáveis de projeto – os parâmetros. Todo projeto de design apresenta parâmetros quantificáveis e não-quantificáveis, que orientam a geração de conceitos e podem ser isolados para otimização (PUGH, 1991). Ou seja, pode-se afirmar que qualquer projeto de design é, na verdade, paramétrico. A diferença é que, no design paramétrico, a concepção de soluções facilitada pelo uso desses sistemas de controle, que permitem alteração dos parâmetros e controle do processo por parte do designer, viabilizaram o surgimento de uma metodologia e conhecimentos específicos.

Woodbury (2010) levanta um ponto positivo e um negativo da modelagem direta de sistemas CAD. Como positivo, o autor aponta que apagar o trabalho é bastante simples: é necessário somente selecionar e deletar. Como as partes do projeto são independentes, não ocorrerá um efeito em cadeia que pode trazer resultados desastrosos. Já como ponto negativo, indica que fazer alterações no modelo tridimensional pode-se tornar uma tarefa realmente difícil, já que para ajustar uma dimensão será necessário alterar manualmente outras partes já finalizadas. Quanto mais complexo o modelo, maior será o tempo perdido com retrabalho. Esse tipo de ferramenta pode, portanto, limitar o design.

Ao invés do designer criar a solução de design (por manipulação direta) como nas ferramentas convencionais de design, a ideia é que o designer estabeleça as *relações* pelas quais as partes se conectam, construindo um design usando essas

relações e editando as relações através de observação e selecionando os resultados produzidos. O sistema é responsável por manter o design consistente às relações e, portanto, aumenta a habilidade do designer de explorar ideias ao reduzir o tédio do retrabalho. (*Ibid.*, p. 24)

Esse *efeito em cadeia* é a chave para compreender o design paramétrico (DP). Parâmetros projetuais são inter-relacionados e, através de uma interface, o designer é capaz de controlá-los, gerando alterações sequenciais em todo o modelo. O DP apresenta um caráter adaptável. De acordo com Oxman & Gu (2015) as principais características do design paramétrico são:

1. Designers desenvolvem as regras e as relações lógicas na criação de modelos de visualização 3D. Ou seja, o designer define as variáveis e o fluxo de dados digitais, ajustando parâmetros e restrições;
2. Designers podem alterar e modificar o projeto em qualquer estágio do processo. Isso significa que regras e parâmetros podem ser revisados a qualquer momento, o que mantém o processo de design aberto e flexível;
3. Alternativas de design podem ser desenvolvidas paralelamente em qualquer estágio do projeto. Com isso, um número expressivo de soluções pode ser gerado, viabilizando maior exploração criativa.

O foco está na construção do conjunto de parâmetros, regras, fluxos de dados e suas relações lógicas. O designer nesse contexto, tem o papel de criar esse processo e gerenciá-lo de forma a gerar resultados adequados. Ou seja, o design paramétrico pode ir além da utilização de programas de modelagem 3D paramétrica, constituindo um campo para explorações em design.

Ao permitir o desenvolvimento de alternativas em paralelo em qualquer estágio do processo, o design paramétrico viabiliza também a customização em massa. Diversas variações de um mesmo projeto podem ser criadas alterando os parâmetros. Essa característica é fundamental para o design de adornos pessoais, que lida com medidas antropométricas e diversidade de materiais, como gemas naturais.

Tal vocação não foi ignorada pelo mercado de joias. Na Figura 14 é possível conferir a interface do *software* paramétrico 3Design®, da empresa francesa Type3.

Voltado para a modelagem 3D de joias, relógios e acessórios, possui ferramentas específicas para o design de adornos, como: cravação, grifas, aneieira etc.

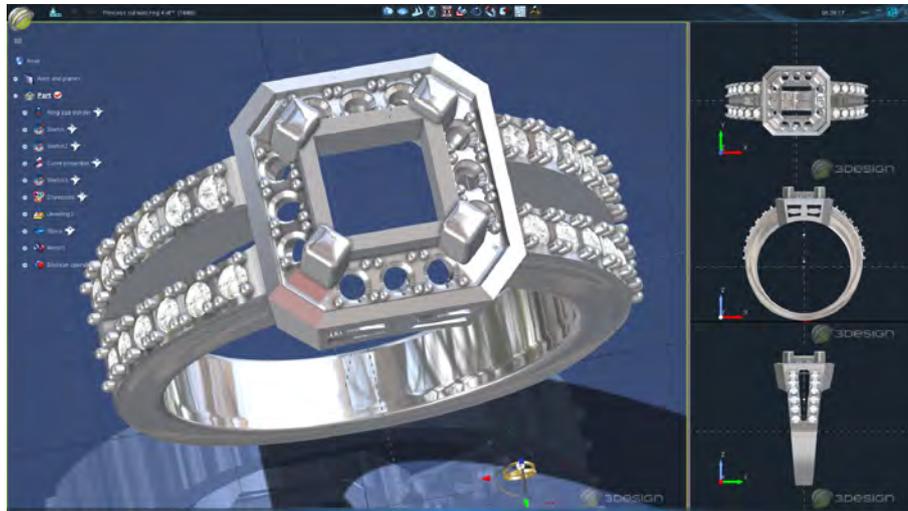


Figura 14 – Captura de tela do 3Design®, programa de modelagem paramétrica para joalheria
Fonte: 3Design²⁰

Alguns programas paramétricos disponíveis no mercado possuem uma interface que impede customizações por parte do designer. Parâmetros pré-definidos pelo fabricante podem ser ajustados, mas não há liberdade para o desenvolvimento de novas ferramentas. Nesse contexto, há também os *softwares* que combinam algoritmos programáveis com modelagem 3D, chamado de design auxiliado por algoritmos (AAD ou *Algorithms-Aided Design* em inglês). Esses *softwares* representam um novo campo de possibilidades para a exploração de resultados. É importante notar, portanto, que sistemas de design paramétrico não necessariamente possuem ambientes de modelagem algorítmica (como é o caso do *software 3Design*, na Figura 14), logo a inserção de algoritmos representa uma seção a parte dentro do design paramétrico.

No escopo do AAD, pode-se citar o programa *Peacock* e, mais recente e completo, o *Panther* (Figura 15). Ambos são plug-ins para o *Grasshopper* (programa de modelagem algorítmica que, por sua vez, faz parte do *Rhinoceros*, sendo este um dos programas mais utilizados para a modelagem de joias.

²⁰ 3DESIGN. Disponível em: <http://www.3design.com>. Acesso em 27 de out. 2018.

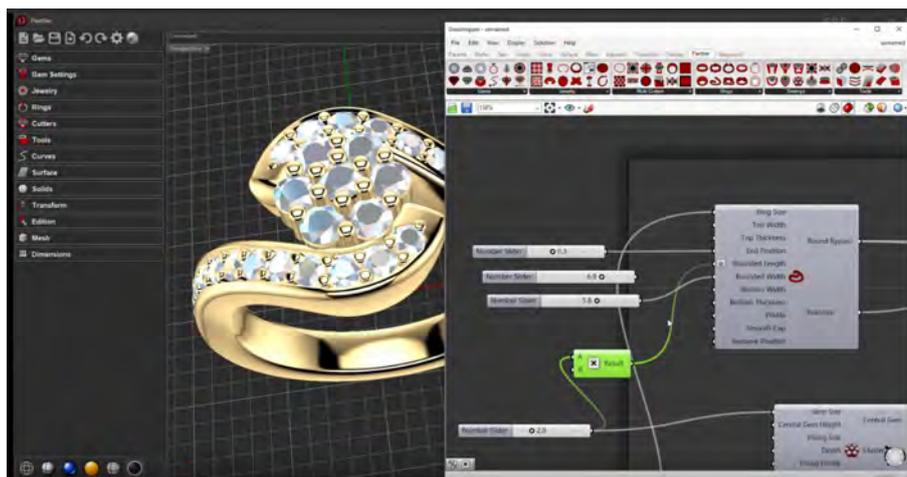


Figura 15 – Panther: aplicativo de modelagem algorítmica para o design de joias
Fonte: Panther²¹

O foco para o desenvolvimento desses programas ainda é o design de adornos tradicionais, mas fica à critério do usuário a forma como será aplicado. Com as possibilidades do AAD e combinação com outras ferramentas computacionais, o espaço para gerações de alternativas é ampliado.

3.1.2. Design auxiliado por algoritmos (AAD)

Tedeschi (2014) esclarece que um algoritmo é um procedimento usado para entregar a solução a um problema ou para desempenhar uma tarefa, através de uma lista finita e bem definida de instruções. Uma receita de bolo é comumente utilizada como exemplo para entender o que é um algoritmo: ao seguir o passo a passo das tarefas com os ingredientes corretos, o resultado final – o bolo – é alcançado.

Para explorar a capacidade de processamento do computador com o uso de algoritmos na modelagem 3D, faz-se necessário o emprego de programas específicos para a inserção das instruções. O *Processing*, por exemplo, é um *software* de programação desenvolvido para artistas e designers. Através de comandos e *scripts* em Java, permite que formas gráficas bidimensionais sejam geradas. O conhecimento de computação pode se tornar valioso para o designer nesse momento.

²¹ PANTHER. **Tutorials**. Disponível em: <https://www.panther3d.com/tutorials>. Acesso em: 16 de fev. 2020.

Alguns programas usam métodos de programação visual com diagramas paramétricos, permitindo ao designer beneficiar-se da modelagem algorítmica sem saber linguagens de programação como *C#* ou *Python*, entre outras (Tedeschi, 2014). Assim, ao alterar um parâmetro, todo o modelo é alterado sequencialmente, evitando o retrabalho (Figura 16).

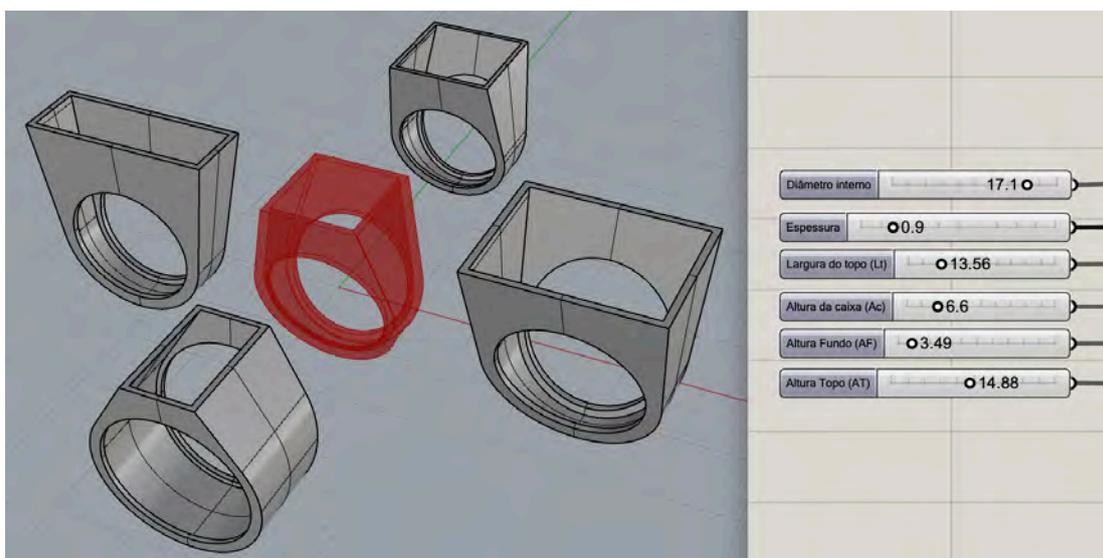


Figura 16 – Diferentes parâmetros para um mesmo modelo de anel. Parametrização com algoritmos desenvolvida no plugin *Grasshopper®* para *Rhinoceros®*
Fonte: captura de tela

Outros aspectos notáveis do design auxiliado por algoritmos são: a possibilidade de automatização das alterações em cadeia, e a integração entre uma considerável quantidade de parâmetros de projeto definidos pelo usuário do sistema. Isso permite uma geração acelerada de resultados que dificilmente seriam alcançados pelos processos tradicionais de geração de divergência ou variantes, admitindo ainda o desenvolvimento de ferramentas que darão amparo à seleção das muitas soluções elaboradas.

Sistemas CAD e AAD, como mostrado por Mineiro & Magalhães (2019), podem combinar-se, formando híbridos. Como os autores afirmam, sistemas CAD podem adotar a lógica AAD, formando sistemas abertos com possibilidade de programação interna de funções pré-definidas; ou o contrário, sistemas AAD adotando uma lógica CAD através do encadeamento simples de funções estipuladas.

As possibilidades trazidas com as ferramentas de AAD reforçam o lugar do designer como responsável pela construção do conceito, definição do problema e estipulação de variáveis, que serão utilizados na criação de um algoritmo que execute as etapas para resolver o problema. Como evidenciado por Woodbury (2010), pensamento abstrato, matemático e algorítmico são essenciais no design paramétrico. Bons conhecimentos em matemática e geometria tornam-se, portanto, fundamentais.

Com a introdução de algoritmos complexos no design paramétrico, novos horizontes se abrem. O design amparado pelas capacidades computacionais supera os limites humanos de projeto, como no caso do uso de algoritmos que imitam processos da natureza. Aliado à capacidade computacional ampliada gradualmente, emerge o design generativo, no qual o designer, agente gerenciador do processo, lida com algoritmos complexos, podendo gerar uma ampla gama de resultados. Isso dá espaço à experimentação e à criatividade.

3.1.3. Design generativo

Com a Revolução Industrial tem-se início a produção em massa, substituindo aos poucos o trabalho artesanal de produção. Contudo, como aponta Anderson (2012), a internet proporcionou uma democratização do acesso às ferramentas de projeto e produção. Com o amparo das tecnologias de fabricação digital, a produção industrial pode ser descentralizada em partes. O desenvolvimento de produtos customizados torna-se, então, mais acessível.

Nesse contexto, o design generativo (DG) pode ser uma nova abordagem à questão da customização, como propõe Malik (2016). A autora afirma que esse método de design é capaz de gerar produtos com personalidade e caráter distintos, a partir de um sistema de regras.

De acordo com Mineiro (2016), sistemas paramétricos e generativos se confundem em formas híbridas, já que os generativos dependem também de parâmetros, mas sistemas paramétricos não são necessariamente generativos. Como apontado por Woodbury (2010), o design paramétrico possui três características que o definem: (i) pensamento abstrato, (ii) pensamento matemático e (iii) pensamento algorítmico. Alguns autores referem-se somente a sistemas

paramétricos, englobando também os generativos, enquanto outros fazem distinção entre ambos.

O DG combina a capacidade computacional ao suporte humano do designer para automatizar partes do processo de design, tendo sempre um canal de comunicação entre o sistema e o designer (SINGH & GU, 2012). Ao contrário do design paramétrico, o design generativo possui caráter mais incerto quanto aos resultados, que são mais complexos e difíceis de prever (*Ibid.*).

O grande benefício trazido por esse método envolve a possibilidade do designer desenvolver suas próprias ferramentas através de algoritmos e programação, que aliadas à capacidade computacional, dão suporte à exploração e à criatividade. No DG, é comum o uso de algoritmos complexos inspirados em processos da natureza, como o padrão de crescimento ósseo ou fractais, resultando em formas geométricas ou orgânicas complexas. Nesse processo, o computador deixa de ser apenas um auxiliar e encarna um papel de gerador de conteúdo, colaborando com processo de projeto e permitindo a geração de ideias e soluções (LARANJEIRA et al., 2018, p. 10).

Segundo a definição de Laranjeira et al. (2018), design generativo é um método de projeto baseado na programação de comandos e regras para gerar algoritmos generativos.

O processo de criação de um sistema generativo ocorre pela entrada de parâmetros e variáveis que serão processados por uma sequência de funções, ocasionando na saída de soluções de design que apresentam elementos gráficos. Nesse contexto, o design generativo se estrutura a partir da múltipla entrada de dados simples que resultam em objetos visuais complexos e, parcial ou totalmente, imprevisíveis. (*Op. Cit.*, p. 8)

Uma forma de compreender o processo de DG é apresentada na imagem a seguir:



Figura 17 – Esquema do processo de design generativo
Fonte: Elaborado pela autora com base em Laranjeira et al. (2018).

No esquema acima, mostra-se que o designer define os parâmetros do projeto, e o processamento computacional é feito através dos algoritmos programados, resultando em diversas soluções de design. Como afirma Mineiro (2016), a utilização de algoritmos implica no design de um processo, e não só de um objeto. Cabe também ao designer programar os algoritmos de apoio ao trabalho, o que implica na necessidade de uma maior compreensão do uso dessas tecnologias. A especificidade do DG é que os resultados possuam grau de imprevisibilidade, criando terreno fértil para a experimentação.

Um exemplo da aplicação do design generativo é o uso de algoritmos genéticos, inspirados pelo processo evolucionário da natureza (SINGH & GU, 2012). No projeto de Caldas & Norford (2001), um sistema generativo utilizando algoritmos genéticos foi empregado para criar soluções de fachada, que combinam menor consumo de energia considerando aspectos geográficos e climáticos com mecanismos de diagnóstico para detectar problemas na construção.

Esses algoritmos podem ser desenvolvidos pelo próprio designer, mas também há ferramentas já disponíveis que podem ser aplicadas. Um exemplo é o aplicativo *Galapagos*, para o *Grasshopper*. Criado pelo desenvolvedor David Russen, permite o uso de computação evolucionária por não-programadores. O aplicativo é uma plataforma genérica para o emprego de algoritmos evolucionários à solução dos mais diversos tipos de problemas.

Na figura abaixo, as cores e a forma da máscara desenvolvida pelo *Mediated Matter Group* do M.I.T. são resultado de superfícies subdivididas através de um algoritmo que emula a divisão celular. De acordo com as informações fornecidas pela equipe, um número mínimo de regras é suficiente para gerar uma grande quantidade de resultados.



Figura 18 – Máscara da série *Vespers* do *Mediated Matter Group*
Desenvolvida através de ferramentas de design generativo e impressão 3D multi-material.
Fonte: *Mediated Matter Group*, M.I.T.²²

Por fim, como apontado por Singh & Gu (2012), os sistemas de design generativo são usados em geral para o suporte da exploração em design. Como os resultados obtidos são imprevisíveis, o desenvolvimento de soluções se torna mais flexível, e resultados mais complexos podem ser obtidos através de outros sistemas de projeto. E, assim como o design paramétrico, o design generativo apresenta redução do tempo de desenvolvimento de soluções e retrabalho, o que resulta em diminuição de custos e a possibilidade de desenvolver projetos cada vez mais complexos.

Contudo, é preciso precaução ao lidar com a capacidade de gerar uma quantidade ilimitada de soluções possíveis nesses sistemas. O número de variações pode superar em muito a capacidade humana de análise. Cabe ao designer desenvolver mecanismos de filtragem para otimizar a avaliação dos resultados ou controlar o processo, para gerar alternativas adequadas.

²² MEDIATED MATTER GROUP. *Vespers I*. Disponível em:
<http://mediatedmattergroup.com/vespers-i/>. Acesso em 27 de out. 2018.

3.2. Digitalização tridimensional

A digitalização tridimensional consiste na transposição de objetos físicos em modelos digitais.

É possível realizar o escaneamento 3D de diversas formas e com ferramentas variadas. Há tecnologias de digitalização por contato e sem contato com o material a ser digitalizado, e aquelas que capturam a superfície ou também as estruturas internas.

Segundo Linder (2016), a fotogrametria é uma tecnologia que utiliza múltiplas fotografias para obter dados quantitativos do objeto a ser digitalizado, sendo uma forma de medir sem contato físico. Na técnica, como a autora aponta, as coordenadas tridimensionais dos pontos são calculadas a partir de fotos do mesmo objeto em posições distintas, seguindo o princípio da estereoscopia.

Já a microtomografia computadorizada (MicroCT), como declara Scagliusi (2015), permite a visualização da estrutura interna não-aparente, sem a necessidade de segmentar a amostra. O equipamento emite raios-X que atravessam a amostra, e a energia é atenuada pela densidade do material. Assim, a diferença é medida por um sensor.

Já na digitalização por luz estruturada, um padrão de luz é projetado sobre o objeto, e o deslocamento é medido por uma câmera. Pode ser executado através de diferentes métodos, de acordo com o equipamento empregado. Por exemplo, utilizando-se o escâner portátil *Artec*, enquanto há a captura de pontos da superfície, o objeto é mantido fixo ao passo que o escâner é movido ao seu redor pelo operador.

Há diversas outras tecnologias de digitalização tridimensional disponíveis, contudo não é o objetivo deste trabalho apresentar um detalhamento técnico sobre elas, mas discutir o seu uso.

Conforme afirma Scagliusi (2019), certas tecnologias permitem digitalizar a superfície dos objetos com grande detalhamento, enquanto outras viabilizam, inclusive, a captura de estruturas internas não visíveis em objetos opacos. Como a autora coloca, a escolha da tecnologia adequada é delimitada principalmente pelas características do material a ser escaneado.

Por isso, a digitalização tridimensional para o design de adornos pode introduzir certos desafios relacionados à matéria-prima empregada. Por exemplo, as superfícies metálicas refletem a luz, mostrando-se uma restrição para

determinadas técnicas. No caso das gemas, o tamanho do material também impossibilita a digitalização tridimensional por métodos que capturam superfícies com baixo detalhamento.

Conforme divulgado pelo Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM), o Brasil foi o segundo maior fornecedor de pedras coradas no mundo em 2017 (IBGM, 2019). A forma dessas gemas lapidadas frequentemente não é calibrada, pois o maior aproveitamento possível do material durante a lapidação é imperativo, dado seu valor comercial. Por vezes, isso leva à necessidade de adaptação do modelo de joia à gema disponível, o que pode implicar em (re)produzir a peça do zero.

Nesse âmbito, há estudos que apontam as tecnologias de digitalização tridimensional como ferramentas auxiliares para o projeto de lapidação, análise do material gemológico e produção da joia (SCAGLIUSI, 2019; SAHOO, SINGH & MISHRA, 2016, entre outros).

O uso da digitalização tridimensional permite maior aproveitamento volumétrico da pedra bruta a ser lapidada, já que através do modelo virtual é possível testar a melhor lapidação para o caso, e também seria possível a criação de um banco de dados com lotes de gemas digitalizadas, o que resultaria em maior agilidade na produção, pois gemas similares poderiam ser utilizadas para produzir joias de um mesmo modelo (SOUZA, 2010).

Como mostrado por Silva et al. (2009), com a digitalização das gemas a serem lapidadas, é possível utilizar um programa de computador para calcular o projeto que terá melhor aproveitamento volumétrico da gema. Para isso, os autores desenvolveram o software de apoio ao projeto virtual de lapidação de gemas coradas 3D Gemas, distribuído gratuitamente (Figura 19).

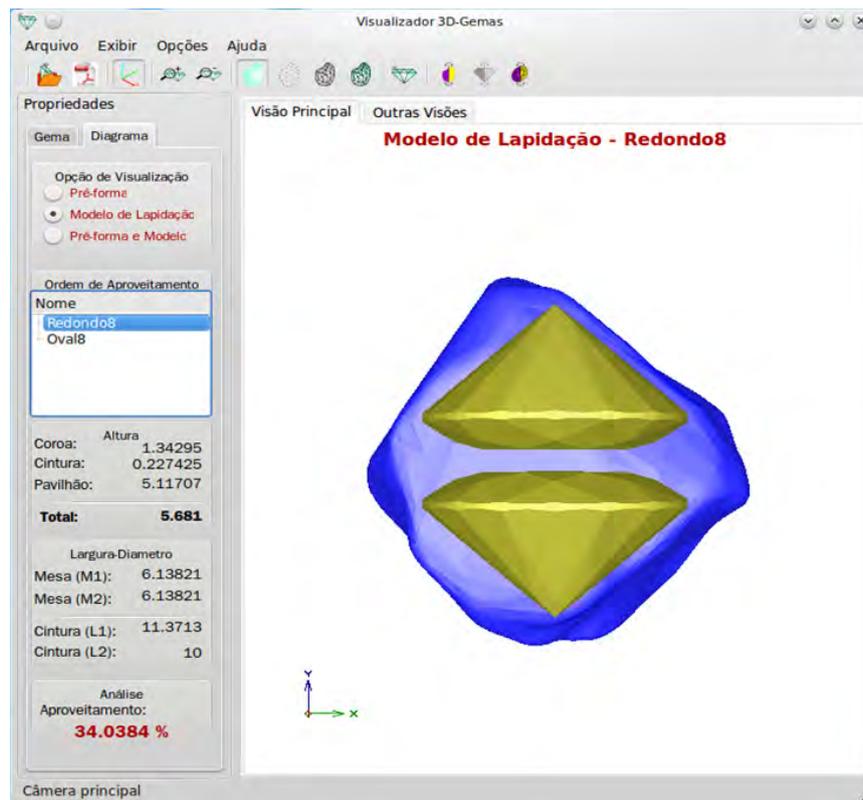


Figura 19 – Captura de tela do software Visualizador 3D Gemas
Na imagem, um estudo de posicionamento duplo de gemas na pedra bruta.
Fonte: Universidade de Passo Fundo.²³

Já Scagliusi (2019) demonstra que através de tecnologias de digitalização não-invasivas, como a microtomografia computadorizada, é possível estudar o interior da pedra, ou seja, suas estruturas complexas e não aparentes que podem afetar o aproveitamento do material gemológico (Figura 20). Associada à parametrização, a MicroCT permite planejar o melhor formato de lapidação, considerando as imperfeições. Contudo, como a autora aponta, sua limitação está na impossibilidade de aplicação a objetos confeccionados em metal – mas possível para os respectivos modelos em cera.

Sahoo, Singh & Mishra (2016) destacam que o MicroCT possibilita a visualização e detecção dos tipos de impurezas e defeitos tanto internos quanto superficiais da gema, sem necessidade de cortar ou partir o mineral. Os autores também comprovam que tal tecnologia pode ser utilizada para detectar e diferenciar rubis naturais daqueles tratados termicamente e/ou sintéticos, a partir da análise da

²³ UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO. **3D Gemas**. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~3dgemas/historico/>. Acesso em: 10 de fev. 2020.

estrutura interna, beneficiando o trabalho de gemólogos, joalheiros e comerciantes. Com isso, abre-se caminho para estudos similares aplicados a outros tipos de minerais.



Figura 20 – Amostra de topázio imperial bruto digitalizada por MicroCT, sendo possível observar as estruturas internas
Fonte: Scagliusi et al. (2019).²⁴

Ademais, a digitalização tridimensional é passível de ser aplicada para gerar um modelo 3D do próprio corpo. Neste caso, o objetivo pode ser trazer soluções customizadas para o usuário. Na imagem abaixo, Conceição (2018) utiliza a tecnologia para propor uma palmilha ergonômica para pessoas com pisada supinada²⁵.

²⁴ SCAGLIUSI, N.; SANTOS, J.; ALVES, H.; MOL, A.; AUGUSTO, K.; MAURÍCIO, M.; LOPES, R. **“Treasured natural structures”**. In: LOPES, Jorge (org.); AZEVEDO, Sergio (org.); WERNER JR., Heron (org.); BRANCAGLION JR., Antonio (org.). *Seen Unseen: 3D Visualization*. Rio de Janeiro: Rio Books, 2019.

²⁵ Pés cavos são aqueles que apresentam curvatura lateral acentuada, sendo a pisada supinada. A distribuição da pressão plantar nesse tipo de pé é divergente daquela dos pés normais – ou seja, com pisada neutra.

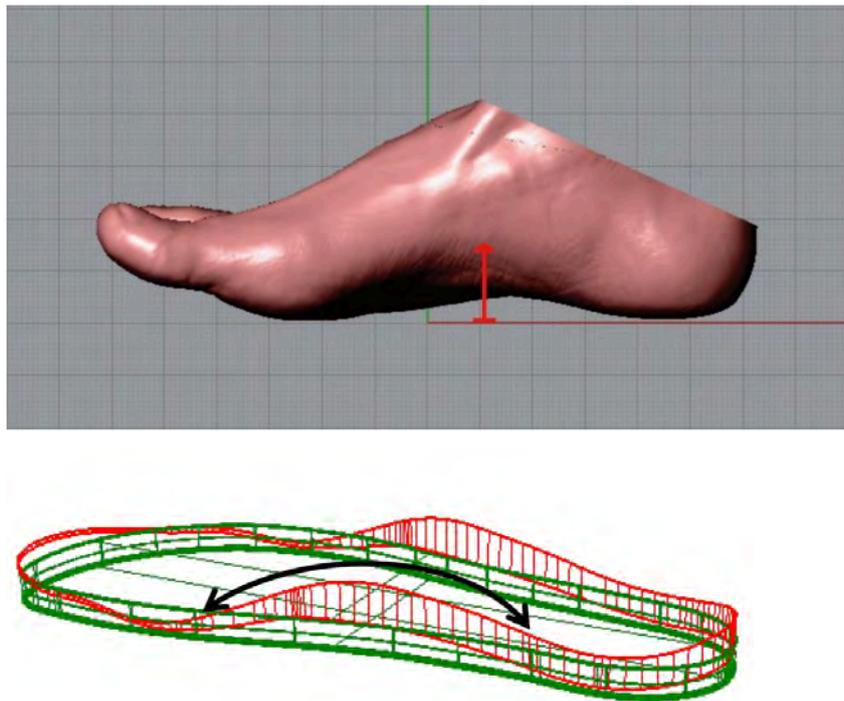


Figura 21 – Estudo de palmilha anatômica para pé com curvatura lateral acentuada
Fonte: adaptado de Conceição (2018).

Através do escaneamento 3D de um pé cavo, a autora desenvolveu uma simulação virtual do molde de uma planilha anatômica que provesse maior amortecimento ao caminhar. Segundo Conceição (2018), foi utilizado o escâner portátil *Artec*, cujo método de digitalização 3D é por luz branca estruturada. No procedimento, fez-se uma varredura da superfície do pé. O arquivo gerado é, então, utilizado como base para o encaixe perfeito da palmilha.

A possibilidade de digitalização tridimensional do corpo abre espaço para o desenvolvimento de produtos customizados e sob demanda para o usuário específico. Por exemplo, aliado à manufatura aditiva, próteses e órteses podem ser fabricadas nas medidas exatas do paciente, garantindo um encaixe perfeito. A Figura 22 mostra o projeto de Órtese Generativa do estúdio MHOX. A partir do escaneamento 3D corporal do paciente, foi desenvolvido um modelo virtual da órtese e produzido por impressão 3D em uma resina especial de poliamida combinada com fibra de vidro. O projeto compreendeu também o desenvolvimento de um framework de customização em massa para o produto, visando a substituir o sistema tradicional de tamanhos disponível no mercado, que abrange somente 7 variedades para toda a população.

Adornos também podem ser produzidos dessa forma, tornando tal objeto exclusivo.



Figura 22 – Órtese Generativa do estúdio de design computacional MHOX
Fonte: MHOX.²⁶

A digitalização tridimensional é uma tecnologia ainda pouco acessível devido ao alto custo dos escâneres. Contudo, o cenário está mudando com a introdução de ferramentas de baixo custo. Um exemplo é o aplicativo *ScandyPro*, da empresa estadunidense *Scandy*, que permite o escaneamento 3D a partir do iPhone X e modelos posteriores (Figura 23).

Os arquivos gerados são coloridos e apresentam qualidade superficial considerável, mas ainda inferior a um escâner 3D específico. Para digitalizações com maior detalhamento, é utilizada a câmera frontal e para digitalização de grandes objetos (com menor resolução), a câmera traseira.

²⁶ MHOX DESIGN. **Generative Orthoses**. Disponível em:
http://mhoxdesign.com/generative_orthoses-en.html. Acesso em: 11 de fev. 2020.

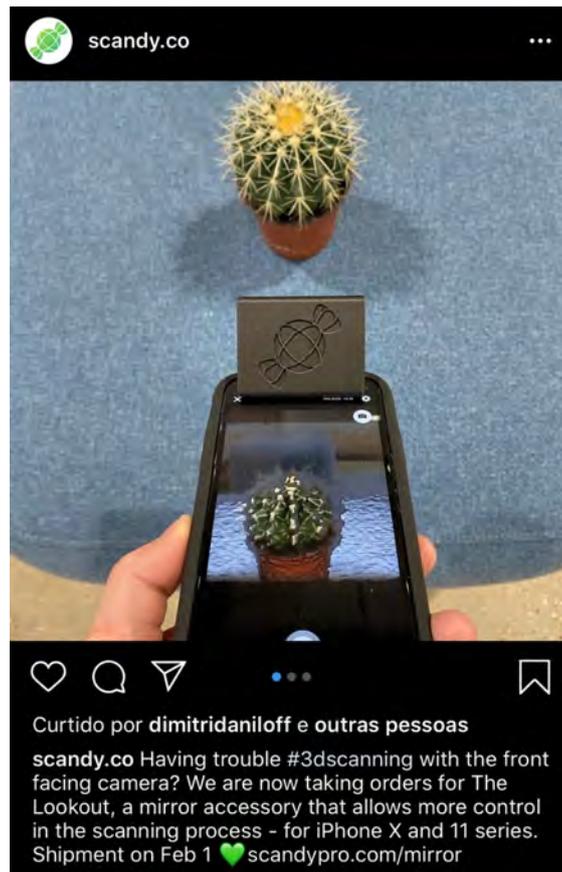


Figura 23 – Captura de tela de postagem no Instagram da empresa *Scandy*. A empresa foca sua divulgação para o público nas redes sociais. Fonte: *Scandy*.²⁷

As técnicas de fotogrametria também possibilitam o uso de câmeras comuns, como afirma Linder (2016). A diferença entre uma câmera específica e uma câmera amadora está na qualidade da imagem resultante.

Equipamentos como o *Kinect*, sensor de movimentos desenvolvido para o console *Xbox 360* e *Xbox One* da empresa *Microsoft*, também vêm popularizando outras formas de digitalização, como a por luz estruturada ou por pulso laser (*Time-of-Flight*). O sensor foi lançado inicialmente como forma de capturar os movimentos dos usuários, dispensando o uso de controles para jogar. Para permitir o escaneamento 3D, é necessário conectar o *Kinect* a um computador e utilizar *drivers* e *softwares* específicos.

A possibilidade de utilizar qualquer câmera e, principalmente, o *smartphone* para gerar os arquivos 3D traz essa tecnologia ao alcance do usuário comum. No

²⁷ SCANDY. **Having trouble #3dscanning with the front facing camera?** 21 jan. 2020. Instagram: @scandy.co. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/B712q-0l38m/>. Acesso em: 11 de fev. 2020.

caso da *ScandyPro*, a divulgação em redes sociais com uma abordagem “faça você mesmo” e a facilidade de uso de aplicativo para celulares manifesta uma característica da contemporaneidade: a difusão descentralizada do conhecimento através das redes. Permitir o acesso dessas tecnologias ao usuário comum é abrir uma nova gama de possibilidades de exploração criativa.

Contudo, escâneres de baixo custo ainda se mostram desafiadores para o design de adornos, pois a capacidade de captura de objetos pequenos com detalhamento superficial é limitada.

3.3. Realidades estendidas

“Realidades estendidas” (XR, sigla em inglês para *extended reality*) é um termo guarda-chuva para se referir às tecnologias que combinam ambientes e experiências reais e virtuais, em formas individuais ou híbridas. São elas a realidade virtual, a realidade aumentada, o vídeo 360 e as realidades mistas (que combinam as duas anteriores). Essas tecnologias proporcionam uma experiência imersiva para o usuário – sendo, por isso, também nomeadas como “tecnologias imersivas”.

Como apontado por Suh & Prophet (2018), as tecnologias imersivas são cada vez mais difundidas no nosso cotidiano. Esse caráter pervasivo deve-se à sua aplicação nas mais variadas áreas, como na educação, entretenimento, saúde e outras.

A realidade aumentada (sigla AR, do inglês *Augmented Reality*)²⁸ é uma tecnologia que combina objetos virtuais gerados por computador e o ambiente real, sendo que a interatividade ocorre em tempo real (PRIBEANU et al., 2017; ROCHLEN, LEVINE & TAIT, 2017 *apud* SUH & PROPHET, 2018). Pode-se entender que uma camada do mundo virtual é adicionada ao mundo real, permitindo a interação pelo usuário através de dispositivos, como a câmera do *smartphone*.

Já as tecnologias de realidade virtual (sigla VR, do inglês *Virtual Reality*) são aquelas que proporcionam uma experiência completamente imersiva em ambientes virtuais através do rastreamento e reprodução de movimentos do corpo do

²⁸ As siglas em inglês foram adotadas porque é a forma comumente utilizada para referir-se a tais tecnologias.

usuário. De acordo com Bailenson (2018), a sensação de presença no ambiente virtual é o principal aspecto da VR:

A sensação de ‘estar lá’, onde quer que o programa que está rodando leve você, é o que pesquisadores chamam de *presença psicológica*, e essa é a característica fundamental da realidade virtual. Quando essa ocorre, seus sistemas motor e sensorial interagem com o mundo virtual de uma maneira similar àquela que ocorre no mundo físico. (BAILENSEN, 2018, posição 261).

Como o autor aponta, a realidade virtual poderá nos dar acesso a inúmeras experiências difíceis de obter ou impossíveis de realizar no mundo físico. Como exemplo, o jogo *Eagle Flight*, da desenvolvedora de jogos eletrônicos *Ubisoft*, na Figura 24. Nele, o jogador assume o avatar de uma águia e pode voar livremente sobre Paris, desviando de obstáculos e atravessando pontos turísticos enquanto luta contra oponentes. É importante notar que as experiências de VR são centradas no usuário.



Figura 24 – Captura de tela do jogo *Eagle Flight*, exclusivo para VR
Fonte: Steam.²⁹

A realidade virtual têm considerável presença no universo dos jogos, mas seus usos vão além: *softwares* de treinamento médico e militar, turismo, visualização para a arquitetura, educação imersiva, arte e outros já se beneficiam

²⁹ STEAM STORE. **Eagle Flight**. Disponível em:
<https://store.steampowered.com/app/408250/Eagle_Flight/>. Acesso em 09 de fev.2020.

dessa tecnologia (Figura 25). Como em qualquer campo em desenvolvimento, este momento inicial é marcado pela exploração de possibilidades, por isso a cada dia surgem novas aplicações. Contudo, a necessidade de equipamentos específicos e de capacidade computacional avançada limitam a adoção dessa tecnologia.



Figura 25 – Exposição Björk Digital
A mostra é composta por experiências em realidade virtual e elementos audiovisuais imersivos (vídeo 360°) que requisitam a interação do público. Fonte: Museu da Imagem e do Som.³⁰

No âmbito das realidades estendidas, a mais difundida neste primeiro momento é a realidade aumentada (AR, do inglês *Augmented Reality*), graças à sua facilidade de uso associada aos *smartphones*.

Para o mercado de adornos, a adoção da Realidade Aumentada se dá, a princípio, com o objetivo de facilitar a tomada de decisão no momento da compra do produto, permitindo ao usuário experimentar virtualmente a peça com o auxílio de um aplicativo para celular.³¹ Nesse caso, há a aplicação da tecnologia para a solução de um problema decorrente do aumento das vendas online de adornos: a necessidade de experimentar antes da compra.

Por exemplo, o aplicativo *Dangle AR* (Figura 26), desenvolvido pela empresa *FaceCake*, é uma plataforma de vendas online que, utilizando algoritmos

³⁰ MUSEU DA IMAGEM E DO SOM. **Exposição Björk Digital**. Disponível em: <<https://www.mis-sp.org.br/exposicoes/passada/14b2b0bc-650e-4b08-86b0-b1e2c0a9c2b3/bjork-digital>>. Acesso em 04 de fev. 2020.

³¹ Mais informações sobre o uso de aplicativos de AR para compras online disponível em <<https://www.businesswire.com/news/home/20191014005222/en/>>. Acesso em 03 de fev. 2020.

de inteligência artificial para simular tamanho, posição e movimento, permite ao cliente em potencial experimentar os adornos virtuais em tempo real. A experiência é similar a se olhar em um espelho, segundo a empresa.



Figura 26 – Aplicativo para *smartphone Dangle AR*
Fonte: PR Newswire³²

Por outro lado, os filtros de AR de redes sociais como Instagram e Snapchat já redefinem o mercado de beleza, influenciando desde o consumo de cosméticos até a realização de cirurgias plásticas^{33 34}.

Marcas como Dior e H&M já apostam em campanhas veiculadas nas redes sociais utilizando essa nova tecnologia como forma de atrair o interesse do

³² PR NEWSWIRE. **FaceCake Releases First Augmented Reality Shopping App For Jewelry.** Disponível em: <https://www.prnewswire.com/news-releases/facecake-releases-first-augmented-reality-shopping-app-for-jewelry-300645408.html>. Acesso em 05 de fev. 2020.

³³ A influência dos filtros na busca por procedimentos cirúrgicos é um assunto debatido de forma recorrente, como pode ser visto na notícia veiculada no portal Bem-Estar, disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/jovens-fazem-cirurgias-plasticas-para-ficar-parecidos-com-suas-selfies-com-filtro.ghtml>. Acesso em 04 de fev. 2020.

³⁴ Ainda sobre o assunto, o Facebook (empresa proprietária do Instagram) anunciou, em outubro de 2019, que retiraria da sua galeria de efeitos os filtros que simulassem cirurgias plásticas ou outros procedimentos estéticos. A nova política da rede social vem ao encontro da discussão sobre o impacto dos filtros na autoestima dos usuários.

consumidor. Na imagem abaixo, é possível observar a captura de tela de um vídeo promocional realizado para a cadeia de lojas de departamento inglesa *Selfridges*, com a intenção de anunciar a venda de um perfume. Nessa propaganda, a realidade aumentada é utilizada como forma de estimular o consumo do produto em questão.



Figura 27 – Captura de tela – “Use perfume como um acessório virtual aumentado.”
Fonte: Ines Alpha³⁵

Esse tipo de “filtro”, que consiste em aplicar efeitos virtuais em tempo real sobre o corpo, é referido comumente como maquiagem 3D (ou *3D make-up*). Por sua utilização principalmente na face – permitida pela ampla difusão das câmeras frontais nos *smartphones* e *softwares* de mapeamento facial –, a associação dá-se primeiramente com os produtos cosméticos.

Contudo, por seu potencial expressivo de conferir novos significados ao corpo, e pela abrangência do mundo virtual na realidade material, mostra-se como uma nova fronteira da ornamentação corporal contemporânea. Se num futuro próximo, a existência no mundo material for mediada pela realidade aumentada, é possível que as pessoas se expressem também através de adornos virtuais ou mistos (combinando formas físicas com complementos virtuais, como animações). Em

³⁵ INES ALPHA. **Wear perfume as a virtual augmented accessory**. 07 nov. 2019. Instagram: @ines.alpha. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/B4krzbl10OA/>. Acesso em 05 de fev. de 2020.

parte, isso já é observável nas redes sociais, mas há pesquisadores que apontam essa possibilidade, como Rantala, Colley & Häkkinä (2018).

No trabalho das autoras citadas, com base em pesquisas sobre a percepção do consumidor sobre *smart jewelry*, foi desenvolvida uma joia que funciona como ativador da realidade aumentada através de um aplicativo para celular (Figura 28).

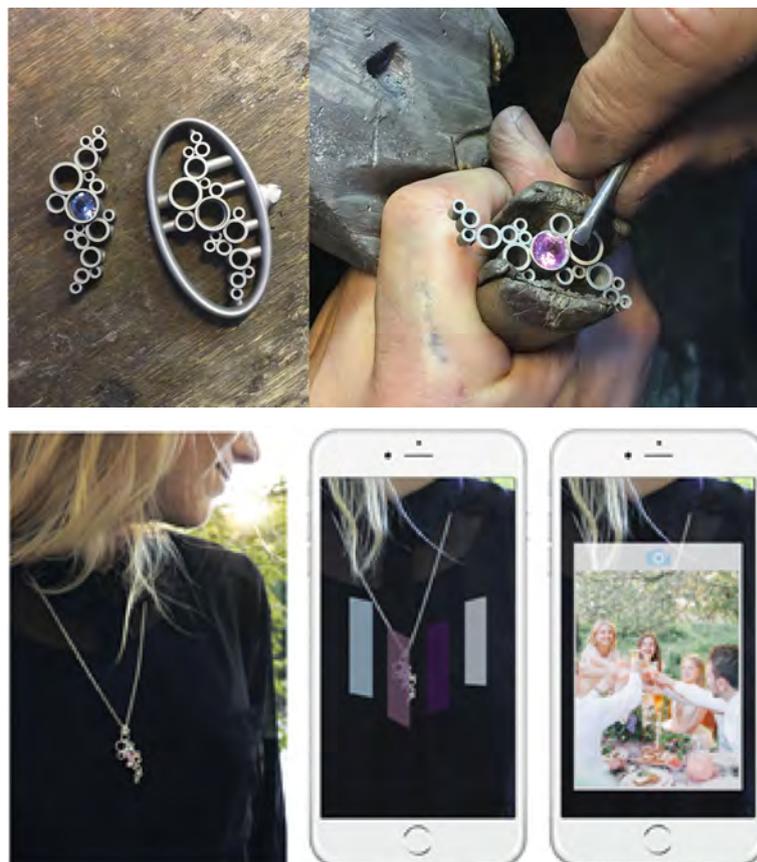


Figura 28 – A joia é um marcador para o aplicativo de realidade aumentada
Fonte: Rantala, Colley & Häkkinä (2018).

A escolha por AR se deu justamente por permitir que o adorno utilizado fosse convencional, sem necessidade de integrar baterias, circuitos ou sensores. Ao rastrear a joia com o aplicativo desenvolvido, abre-se um livro de memórias virtual, que pode ser alimentado por fotos, vídeos ou textos pelo usuário ou seus amigos.

Já no ensaio fotográfico feito para a revista de tendências *W Korea* (Figura 29), adorno físico e adorno virtual se misturam na imagem, de forma a ser difícil identificar qual produto existe na realidade material e qual é fruto do trabalho artístico da designer digital contratada. Na boca da modelo está o produto físico:

um anel de ouro, diamantes e opalas da marca Stephen Webster. O adorno de face é virtual.



Figura 29 – O que é físico e o que é virtual?
Fonte: Nathalie Nguyen³⁶

O desenvolvimento dessas aplicações pode ser feito em programas gratuitos, como o *Unity* (para VR e AR) ou *Spark AR Studio* (para AR), como se observa na Figura 30.

³⁶ NATHALIE NGUYEN. 3d work for @wkorea. instagram: @spicy.obj. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/b8edlegh4pg/>. Acesso em: 17 de fev. 2020.

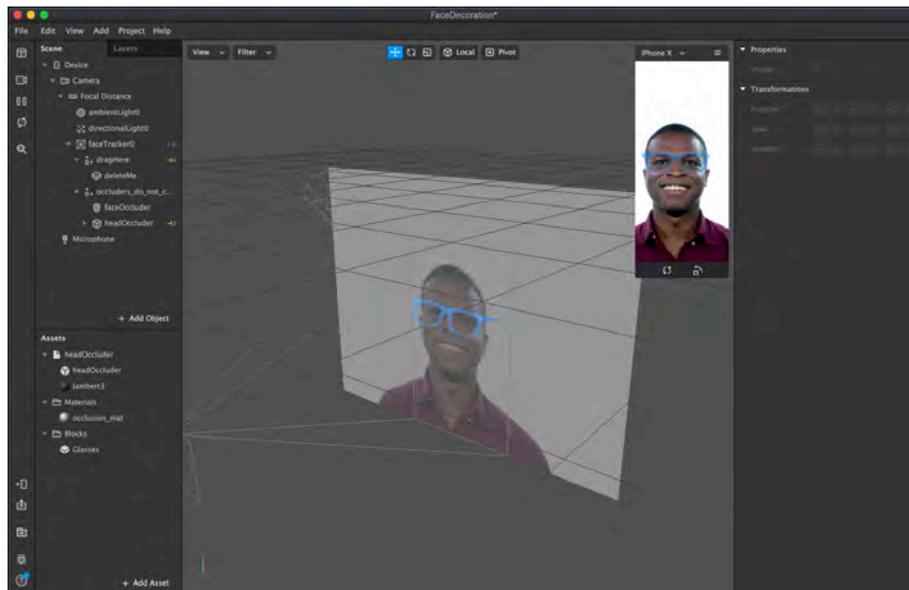


Figura 30 – *Spark AR Studio* – Programa gratuito do Facebook Inc. *Software* para desenvolvimento e distribuição de experiências em realidade aumentada. Fonte: Captura de tela.

Para Dominic, designer da marca de roupas virtuais *Happy99*, o modelo de consumo pode estar mudando do físico para o virtual.³⁷ Como exemplo, cita a compra de *skins* em jogos online e também os serviços de *streaming*, como Netflix. Essa mudança é amparada pelas redes sociais.

Como é apontado na reportagem de Elenskaya (2019) para a revista de joalheria contemporânea *Current Obsession*, “no mundo atual, as formas que apresentamos e modificamos nossos *proxies* digitais fazem parte da nossa autoexpressão tanto quanto as formas pelas quais adornamos nosso corpo físico”³⁸.

Essa nova abordagem da ornamentação corporal é permitida graças aos avanços tecnológicos recentes, e como ocorre com as outras tecnologias apresentadas, sua difusão e utilização é descentralizada: o comportamento em rede vai desde o aprendizado do uso das ferramentas digitais até a própria característica de compartilhamento das imagens editadas nas redes sociais.

³⁷ PITCHER, Laura. **Happy99 creates futuristic clothing for a post-consumer world**. Disponível em: https://i-d.vice.com/en_uk/article/3a8dwy/happy99-creates-futuristic-clothing-for-a-post-consumer-world . Acesso em: 17 de fev. 2020.

³⁸ ELENSKAYA, Marina. About Face. **Current Obsession**. Rotterdam, v. n. 7, nov., 2019. Disponível em: <https://www.current-obsession.com/about-face/>. Acesso em: 10 de mar. 2020.

3.4. Casos de explorações inovadoras no design de adornos

Apropriando-se das oportunidades trazidas pelas novas tecnologias, diversos designers e empresas desenvolvem seus trabalhos.

A seguir, alguns exemplos que representam esse potencial de uso das novas tecnologias como forma de atribuir novos significados aos objetos. Foram considerados não só adornos pessoais, mas vestíveis de uma forma geral. Buscou-se trazer projetos conceituais que discutem futuros possíveis, e também aqueles mais inseridos no tempo presente.

A seleção de casos foi realizada a partir de uma ampla pesquisa documental em sites, portais de notícias, revistas de distribuição online, redes sociais, perfis virtuais de influenciadores digitais e também de pesquisadores.

Para a seleção dos casos encontrados, foram considerados os seguintes critérios:

1. Adequação ao tema da pesquisa: ou seja, se o trabalho encontrado demonstra o potencial expressivo das novas tecnologias no design de adornos;
2. Inovação de sentido: ou seja, se traz um novo sentido para um objeto conhecido;
3. Tecnologia empregada: ou seja, se pelo menos uma das tecnologias empregadas no desenvolvimento foi alguma das abordadas nesta pesquisa;
4. Período: ou seja, se o projeto ainda é relevante para as mudanças sociais do presente.

Os resultados selecionados contribuíram para dar direcionamento ao desenvolvimento da pesquisa, mostrando tendências de uso das novas tecnologias e também respondendo aos questionamentos que surgiram no percurso. Ademais, ampararam a proposição das atividades experimentais do capítulo 5.

Posto isso, os casos podem ser conferidos na sequência.

HAPPY99

<https://www.instagram.com/happy99.online>

<https://www.happy99.online/>

Marca dos designers Nathalie Nguyen e Dominic Lopez. A dupla desenvolve coleções virtuais com alguns produtos físicos complementares, como camisetas e echarpes, vendidos na loja online. O objetivo do trabalho é levantar questionamentos sobre o que é o consumo.

Sustentabilidade e identidade de marca norteiam os trabalhos da dupla. O primeiro produto criado foi um par de sapatos, mas devido aos custos de produção e danos ambientais causados pelo processo produtivo, somente o modelo virtual foi postado no Instagram. O produto foi um sucesso, apesar de não estar disponível para venda dada sua natureza virtual. Com isso, a dupla entendeu que a maneira com que uma foto é curtida, comentada, compartilhada e gera engajamento nas redes sociais é, por si só, uma forma de consumir o produto. A partir dessa experiência, desenvolveram toda a identidade da marca.



Figura 31 – Produtos físicos e virtuais da marca *Happy99*
Fonte: i-D³⁹

³⁹ I-D. Disponível em: https://i-d.vice.com/en_uk/article/3a8dwy/happy99-creates-futuristic-clothing-for-a-post-consumer-world. Acesso em: 17 de fev. 2020.

No site para venda de produtos físicos da marca, as fotos de produto são substituídas por animações 3D e na coleção primavera/verão 2020, os modelos são virtuais baseados no escaneamento tridimensional de pessoas reais (Figura 32).



Figura 32 – Modelos e roupas virtuais para coleção de passarela
Fonte: Happy99⁴⁰

INES ALPHA

<http://inesmarzat.com/>

<https://www.instagram.com/ines.alpha>

Ines Marzat, conhecida na internet como Ines Alpha, é uma artista 3D e diretora de vídeo e arte. Graduada em belas-artes, é também mestre em Administração de Moda e Design pelo Institut Français de la Mode, em Paris, obtendo o título em 2009. Trabalhou em estúdios de design e empresas de publicidade e propaganda, e hoje desenvolve projetos próprios ou em parceria com marcas e artistas (Figura 33). É considerada uma das vanguardistas da revolução digital da beleza.

⁴⁰ HAPPY99. Disponível em: <https://www.happy99.online/pages/runway>. Acesso em: 17 de fev. 2020.



Figura 33 – Adorno virtual desenvolvido para o desfile colaborativo das marcas Koche e Emilio Pucci
Fonte: Ines Alpha⁴¹

Segundo Ines Alpha, seu interesse reside em tornar a realidade mais fantástica. Para isso, utiliza a tecnologia de realidade aumentada. Hoje, afirma que sua principal linha de trabalho consiste na criação de “maquiagens 3D”, nas quais explora os limites da beleza através da tecnologia.

No início, a artista gravava os vídeos e, após, inseria os adornos virtuais (Figura 34). Contudo, a necessidade de uma pós-produção tornava o seu trabalho pouco acessível. Com a possibilidade trazida pelos filtros de realidade aumentada dos aplicativos *Snapchat* e *Instagram*, suas criações tornaram-se interativas e, assim, pôde impactar mais pessoas. Segundo Ines, no futuro, lentes de realidade aumentada serão comuns, tornando esses adornos virtuais corriqueiros.

⁴¹ INES ALPHA. I like to think of digital / AR makeup... 06 de mar. 2020. Instagram: @ines.alpha. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/B9Z0ON2ooID/>. Acesso em: 20 de mar. 2020.



Figura 34 – Adorno com gemas virtuais
Fonte: Ines Alpha⁴²

Por fim, é importante notar que Ines Alpha refere-se às suas criações como maquiagens 3D, mas a abordagem tomada nesta pesquisa considera que este é um desdobramento da ornamentação corporal contemporânea, portanto, um adorno.



Figura 35 – Adorno criado para Lil Miquela, uma famosa influenciadora digital virtual (na verdade, Lil Miquela é um personagem fictício gerado por computação gráfica)
Fonte: Ines Alpha⁴³

⁴² INES ALPHA. **Wizard of Oz Emerald city...** 31 de ago. 2017. Instagram: @ines.alpha. Disponível em: https://www.instagram.com/p/BYdn1-gg_dn/. Acesso em: 20 de mar. 2020.

⁴³ INES ALPHA. **3D makeup birthday present...** 30 de abr. 2019. Instagram: @ines.alpha. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/Bw4it1OFR80/>. Acesso em: 20 de mar. 2020.

JULIA KÖRNER

<https://www.juliakoerner.com/>

A arquiteta e designer austríaca desenvolveu os adornos que unem inspiração em elementos tradicionais de culturas africanas e tecnologia de ponta para o filme *Black Panther*, lançado em 2018, e que recebeu o *Oscar* por melhor *costume design* em 2019. Para o filme, colaborou com designer Ruth E. Carter, que assumiu a direção de *costume design*. Já desenvolveu trabalhos para Iris van Herpen e Chanel.

Os adornos da rainha Romanda (Figura 36), personagem do filme, foram desenvolvidos através de modelagem paramétrica em um software de programação visual, e fabricados em poliamida através de manufatura aditiva em uma impressora SLS. A inspiração para o acessório da cabeça veio dos tradicionalmente utilizados pelas mulheres casadas dos povos Zulus.



Figura 36 – Adornos da rainha Romanda, personagem do filme
Fonte: Archinect.⁴⁴

Para a entrega do *Oscar* de *Best Costume Design*, Julia Körner desenvolveu a estola (Figura 37) em parceria com a empresa Swarovski, utilizando a mesma técnica empregada no filme em adição a um escaneamento 3D do corpo. A peça foi utilizada pela designer Ruth E. Carter, premiada no evento.

⁴⁴ ARCHINECT NEWS. **Architect Julia Koerner blends design, technology, and fashion to help Black Panther win an Oscar in best costume design.** Disponível em: <<https://archinect.com/news/article/150123592/architect-julia-koerner-blends-design-technology-and-fashion-to-help-black-panther-win-an-oscar-in-best-costume-design>>. Acesso em 29 de mar. 2019.



Figura 37 – Estola utilizada na entrega do Oscar
Fonte: Julia Körner.⁴⁵

Julia cria também coleções autorais, disponíveis no seu site. Na Figura 38, pode ser visto o colar e bolsa da coleção *Iceland*. Segundo Julia, os artefatos são gerados através de técnicas de design computacional e impressos em 3D em materiais delicados. A seguir, os adornos impressos são combinados com peças manufaturadas em couro, como pode ser observado na bolsa. O objetivo é combinar novas tecnologias com o trabalho manual, de forma a trazer a impressão 3D ao *ready-to-wear*.

⁴⁵ JULIA KÖRNER. **3D stola**. Disponível em: <<https://www.juliakoerner.com/3d-stola>>. Acesso em 29 de mar. 2019.



Figura 38 – Colar e bolsa Kelp da coleção Iceland, de Julia Körner
Fonte: Julia Körner.⁴⁶

46 JULIA KÖRNER. **Iceland Collection**. Disponível em: <https://www.juliakoerner.com/iceland-collection>. Acesso em 28 de fev. 2020.

ESTÚDIO MHOX e ALESSANDRO ZOMPARELLI

<http://alessandrozomparelli.com/>

Professor de técnicas de design digital na *Accademia di Belle Art di Bologna* e no *Istituto Marangoni* (Milão), Alessandro é também co-fundador do estúdio de design generativo MHOX. No seu trabalho, explora o design computacional aliado às tecnologias de impressão 3D. É também autor e desenvolvedor do *Tissue*, add-on de design computacional para o *software Blender*.

Desde 2011 é integrante do Co-de-iT, rede de membros, fundadores e colaboradores interessados no impacto da computação como um meio de design em disciplinas criativas.

No projeto *Collagene Masks* (Figura 39), as faces de pessoas foram escaneadas para o desenvolvimento de máscaras individualmente customizadas. Após a materialização por manufatura aditiva, os adornos produzidos têm um encaixe perfeito. Segundo o estúdio, o projeto explora os limites territoriais entre físico e virtual, conectando as abstrações do código de computador com a alteração corporal, numa dimensão íntima e visceral, trazida pela máscara. O *input* para o algoritmo desenvolvido pelo estúdio é a topografia da face, e sob o controle do designer, as fibras que compõe a máscara são geradas.

Os três primeiros modelos de máscara fizeram parte dos desfiles do Carnaval de Veneza, em 2013.



Figura 39 – Projeto *Collagene Masks*, do estúdio de design generativo MHOX
 Fonte: MHOX⁴⁷

O projeto conceitual *Carapace Masks* (Figura 40) explora uma estética pós-natural influenciada pela cultura popular – como no livro *Neuromancer* e no filme *Bladerunner* – e a filosofia – nas teorias de autores como Donna Haraway e Andy Clark. A coleção tem como objetivo, segundo o estúdio, “discutir a evolução da audição através de uma exploração morfológica a partir da estética pós-natural.”

⁴⁷ MHOX DESIGN. **Collagene Masks**. Disponível em: <http://mhoxdesign.com/collagene-en.html>. Acesso em 15 de fev. 2020.



Figura 40 – *Carapace masks* – Audiam 2019
Fonte: MHOX⁴⁸

O modelo Audiam 2019 (Figura 40) dessa coleção torna o usuário em uma entidade híbrida entre humano e tecnologia. As formas são inspiradas no exoesqueleto de artrópodes, e a porosidade visa trazer leveza ao adorno. Procurou-se também propor algo fora do paradigma popular de um futuro imaginado, que compreende superfícies lisas, formas abstratas e transparências. Para a construção do objeto foi realizado um escaneamento tridimensional da cabeça do usuário, garantindo um ajuste exato. O protótipo foi produzido por manufatura aditiva.

NERI OXMAN e *MEDIATED MATTER GROUP*

<http://www.materialecology.com/>

<https://mediatedmattergroup.com/>

Neri Oxman é arquiteta, artista, designer e pesquisadora. Atualmente, é também diretora do *Mediated Matter Group* e professora de Artes e Ciências de Mídia no MIT Media Lab.

Oxman cunhou o termo *Material Ecology*, que considera computação, fabricação e material como dimensões inseparáveis do design. Nesse conceito, produtos e construções são informados biologicamente e projetadas digitalmente pela, com e para a natureza.

⁴⁸ MHOX DESIGN. **Carapace masks: Audiam 2019**. Disponível em: http://mhoxdesign.com/carapace_audiam_2019-en.html. Acesso em: 15 de fev. 2020.

Já o *Mediated Matter Group* é um grupo de pesquisadores do *MIT Media Lab* que conduz pesquisas sobre a interseção de design computacional, fabricação digital, ciência de materiais e biologia sintética. Esse conhecimento é aplicado para criar ferramentas de fabricação inspiradas em biologia, tecnologias e estruturas que fortalecem a relação entre ambientes naturais e feitos pela humanidade.

No projeto conceitual *Mushtari* (Figura 41), foi desenvolvido um *wearable* através de algoritmos generativos de crescimento que imitam processos biológicos através de diversas iterações. A geometria inicial e os parâmetros definidos pelo algoritmo informam a geometria total, a *mesh* e as variações na propriedade do material. As iterações no algoritmo resultaram em 58 metros de canais internos com variação de diâmetro entre 1mm e 2,5cm.

O *wearable* proposto funciona como uma fábrica microbiológica que usa biologia sintética para converter a luz solar em produtos úteis para quem veste. Isso se dá através da relação simbiótica entre dois organismos: um micróbio que faz fotossíntese, como cianobactérias, e outro micróbio compatível, como leveduras. O primeiro converte luz solar em sacarose, que é consumida pelo segundo, convertendo-a em materiais como pigmentos, remédios, comida, combustível ou fragrâncias.



Figura 41 – *Mushtari* – Acima, três vistas do objeto e abaixo, preenchido com líquido fotossensível
 Fonte: Mediated Matter Group.⁴⁹

O projeto conceitual *Vespers I* (Figura 42) trata-se de uma coleção de máscaras que representam a transição da morte para a vida ou da vida para a morte. Imagina-se um futuro em que interfaces de *wearables* e peles são customizadas, desde sua forma, material, composição química e até maquiagem genética. A cor das máscaras está correlacionada a geometrias fundamentais combinadas de forma paramétrica. Malhas de poliedros “evoluem” em superfícies subdivididas orientadas por algoritmos que simulam a divisão celular. As máscaras foram impressas por manufatura aditiva multi-material.

⁴⁹ MEDIATED MATTER GROUP. *Mushtari*. Disponível em: <https://mediatedmattergroup.com/mushtari/>. Acesso em 28 de out. 2018.

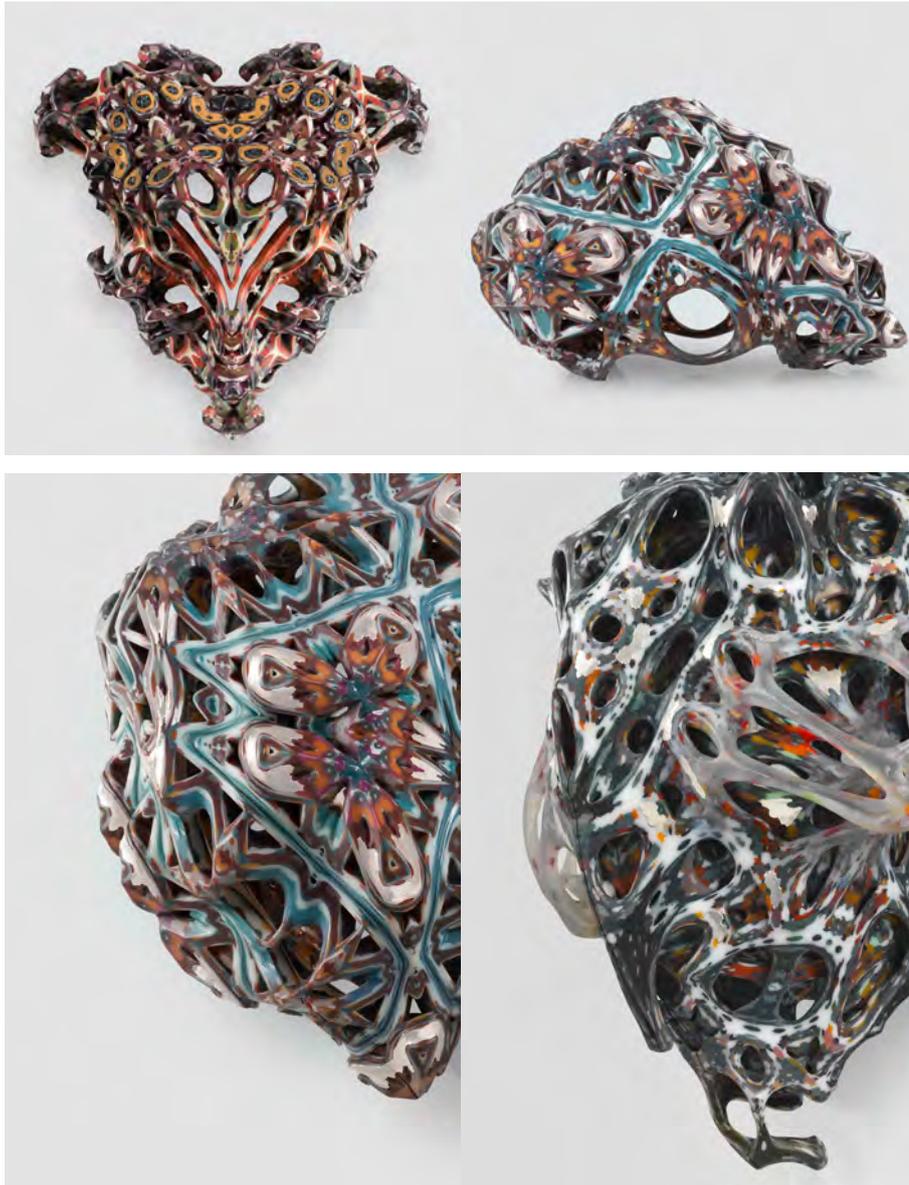


Figura 42 – *Vespers*
 Acima, duas máscaras da coleção. Abaixo, detalhes
 Fonte: *Mediated Matter Group*.⁵⁰

IRIS VAN HERPEN

<https://www.irisvanherpen.com/>

Designer de moda holandesa e reconhecida como uma das pioneiras no uso de design digital e manufatura aditiva para construir suas criações. Desde 2011 é figura fixa no calendário da Alta Costura de Paris, com sua marca de mesmo nome.

⁵⁰ MEDIATED MATTER GROUP. *Vespers I*. Disponível em: <https://mediatedmattergroup.com/vespers-i/>. Acesso em 28 de out. 2018.

Seu trabalho já foi exibido em museus, como o *Metropolitan Museum of Art* de Nova York e no *Victoria and Albert Museum*, entre outros.

A coleção *Shift Souls*, apresentada na *Paris Fashion Week* em janeiro de 2019, tem como inspiração a cartografia celestial antiga e representações de quimeras mitológicas. A marca afirma que, para a coleção, voltaram o olhar para a evolução da forma humana, sua idealização através do tempo e a hibridização das formas femininas na mitologia. Já na coleção *Sensory Seas*, lançada em 2020, buscaram inspiração na ecologia marinha e nos processos sensoriais do corpo humano.

A figura abaixo mostra adornos faciais das coleções *Shift Souls* e *Sensory Seas*, desenvolvidos através de um processo de design computacional e corte à laser.



Figura 43 – Adorno de rosto
Elaborado para as coleções *Shift Souls* e *Sensory Seas*
Fonte: Iris van Herpen.⁵¹

⁵¹ Disponível em: <https://www.irisvanherpen.com/haute-couture>. Acesso em 18 de mar. 2020.



Figura 44 – *Skeleton dress*
Fonte: Iris van Herpen.⁵²

O vestido *Skeleton* (Figura 44) foi um dos primeiros de alto costura impresso em 3D pela marca, em 2011. O design computacional foi aliado à impressão em pó de poliamida, em parceria com Isaïe Bloch e a empresa Materialise.

⁵² Disponível em <https://www.irisvanherpen.com/home>. Acesso em 01 de mar. 2020.



Figura 45 – Vestido da coleção *Ludi Naturae*, de 2018
 Fonte: Iris van Herpen.⁵³

A colaboração com universidade e empresas de tecnologia é comum. O vestido da coleção *Ludi Naturae* (Figura 45) foi desenvolvido com ajuda dos cientistas da *TU Delft* através de um novo método de impressão que permite combinar o plástico com tecidos naturais. As formas foram criadas num *script* desenvolvido para o *Grasshopper*.⁵⁴

NERVOUS SYSTEM

<https://n-e-r-v-o-u-s.com/>

Nervous System é um estúdio de design generativo que trabalha na interseção entre ciência, arte e tecnologia. Tendo como inspiração os fenômenos naturais, criam simulações computacionais para gerar designs e usam a fabricação digital para executar os produtos.

⁵³ Disponível em <https://www.irisvanherpen.com/home>. Acesso em 01 de mar. 2020.

⁵⁴ Maiores informações sobre o desenvolvimento do vestido estão disponíveis em: <https://www.delta.tudelft.nl/article/tu-delft-3d-printed-dress-paris-fashion-week>. Acesso em 18 de fev. 2020.

O projeto *Porifera*, desenvolvido em 2018, é uma coleção de joias inspiradas na forma das esponjas-de-vidro do mar profundo, resultado de dois anos de pesquisas e experimentação. O estúdio desenvolveu um *software* customizado que usa um algoritmo generativo para dar forma às estruturas de acordo com o volume desejado. As peças foram impressas em cerâmica e também em latão.



Figura 46 – *Porifera* – Acima, colar e brinco impressos em cerâmica. Abaixo, braceletes e brinco impressos em latão
Fonte: Nervous System.⁵⁵

No projeto *Kinematics*, de 2014, foram criadas formas dobráveis complexas, compostas por módulos articulados. O sistema proporciona uma maneira de transformar qualquer formato tridimensional em uma estrutura flexível usando impressão 3D. A coleção combina técnicas de geometria computacional com a física de corpos rígidos virtuais e customização. O sistema permite comprimir objetos grandes através de simulação para imprimi-los por manufatura

⁵⁵ NERVOUS SYSTEM. **Porifera**. Disponível em: <https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/albums/porifera-ceramic/>. Acesso em 28 de out. 2018.

aditiva. Foi também desenvolvido um aplicativo paramétrico para o cliente em potencial controlar a forma, estilo, densidade, cores e tamanho que deseja no seu colar, bracelete ou brinco. Com essa abordagem interativa, o cliente torna-se co-autor do adorno que deseja comprar.

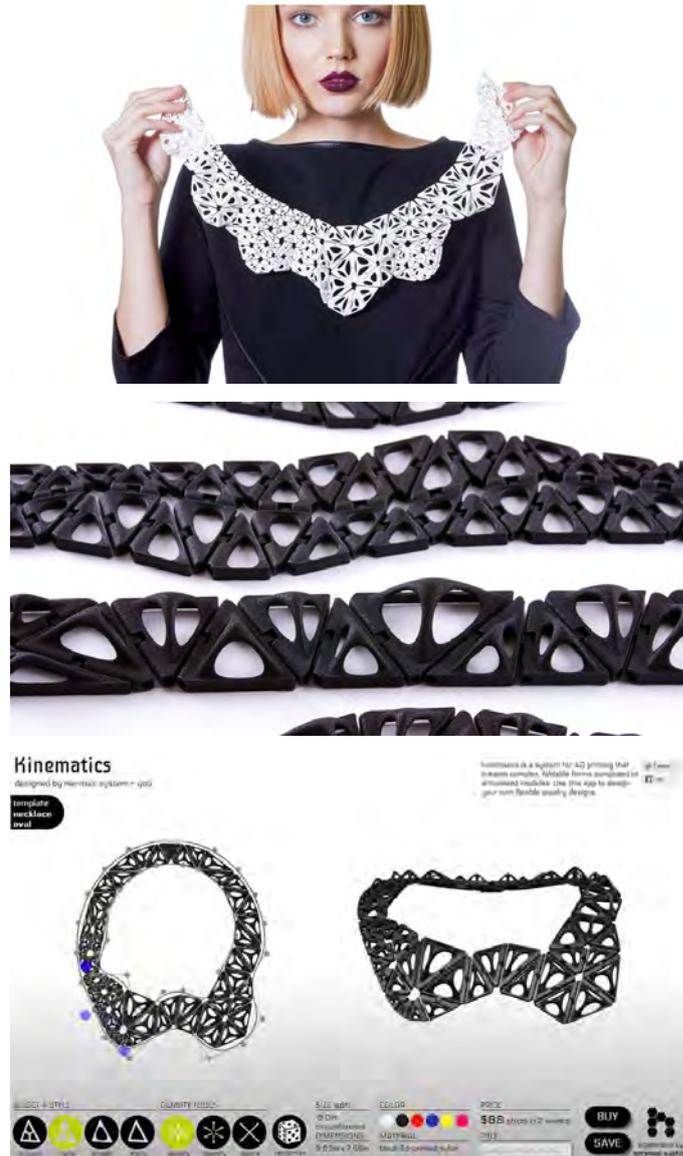


Figura 47 – *Kinematics* – Colar, braceletes e aplicativo para customização dos adornos
Fonte: Nervous System.⁵⁶

⁵⁶ NERVOUS SYSTEM. **Kinematics**. Disponível em: <https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/sets/kinematics/>. Acesso em 28 de out. 2018.

UNFOLD

<http://unfold.be/>

Estúdio de design fundado em 2002 por Claire Warnier e Dris Verbruggen. Sua ação é orientada pelo seguinte questionamento: Qual é o papel do designer e como ele está mudando num momento em que design e manufatura tornam-se cada vez mais digitalizadas?

Desenvolvem projetos que investigam novas formas de criar, produzir, financiar e distribuir num contexto de mudanças. Para o estúdio, esse contexto combina aspectos da economia pré-industrial (trabalho manual) com tecnologia produtiva de ponta e redes digitais de comunicação.

“*Written on the body, a tribute to the surface*” é o primeiro trabalho da dupla. O nome do estúdio surgiu da fascinação por métodos de design computacional e a superfície do corpo humano, levando a uma série de projetos de design que exploram o desdobramento de formas 3D complexas com o auxílio de ferramentas computacionais, como pode ser observado na Figura 48.

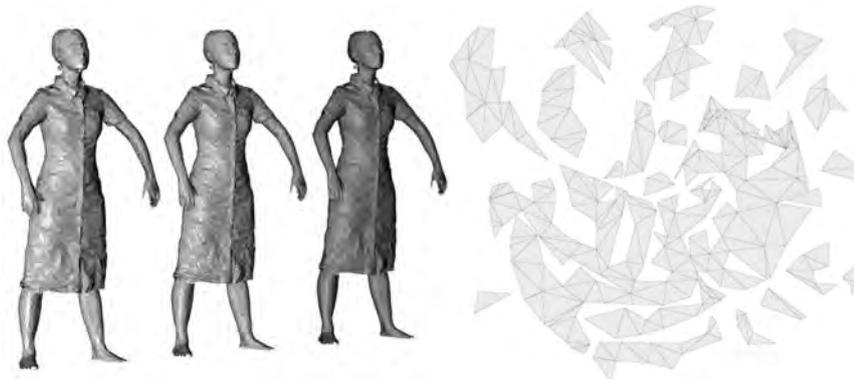


Figura 48 – Digitalização tridimensional do corpo e redução do número de polígonos da malha. Após, é feito o desdobramento da forma
Fonte: *Unfold*, 2002.⁵⁷

Para isso, é feito um escaneamento completo do corpo que, através de um *software*, é convertido numa estampa bidimensional. O resultado é uma cópia *low poly* planificada do corpo, usada para desenvolver adornos de porcelana que apresentam encaixe quase perfeito às formas do usuário (Figura 49).

⁵⁷ UNFOLD. **Written on the body, a tribute to the surface**. Disponível em: <http://www.unfold.be/pages/written-on-the-body>. Acesso em 15 de fev. 2020.



Figura 49 – Adornos em porcelana a partir do escaneamento tridimensional do corpo
Fonte: *Unfold*.⁵⁸

LACE by JENNY WU

<https://jennywulace.com/>

Desenvolvida pela arquiteta Jenny Wu, *Lace* é uma marca de joalheria 3D de luxo fundada em 2014. A produção das joias combina projeto digital, impressão 3D em metal (aço inoxidável, poliamida e metais preciosos) e o trabalho artesanal de banca para acabamento e cravação. O estilo das joias reflete a influência arquitetônica da criadora, com uma linguagem de design computacional nas intrincadas formas orgânicas.

O colar *Catena* (Figura 50) é formado por “pétalas” elípticas interligadas e que gradualmente mudam de tamanho e espessura. A partir do projeto digital, o adorno é impresso por manufatura aditiva num material flexível à base de poliamida.

⁵⁸ UNFOLD. **Written on the body, a tribute to the surface.** Disponível em: <http://www.unfold.be/pages/written-on-the-body>. Acesso em 15 de fev. 2020.



Figura 50 – Colar Catena
Fonte: Lace by Jenny Wu.⁵⁹

Já na linha de anéis de casamento (Figura 51), a marca buscou combinar tradição com tecnologia. As peças são fabricadas por impressão 3D em metais nobres e os diamantes sintéticos são cravados à mão. O uso das gemas desenvolvidas em laboratório faz parte também da estratégia de posicionamento da marca, porque além do apelo tecnológico, assim também é possível garantir que as pedras não vêm de minas de regiões em conflito (também chamados de *blood diamonds* – ou diamantes de sangue).

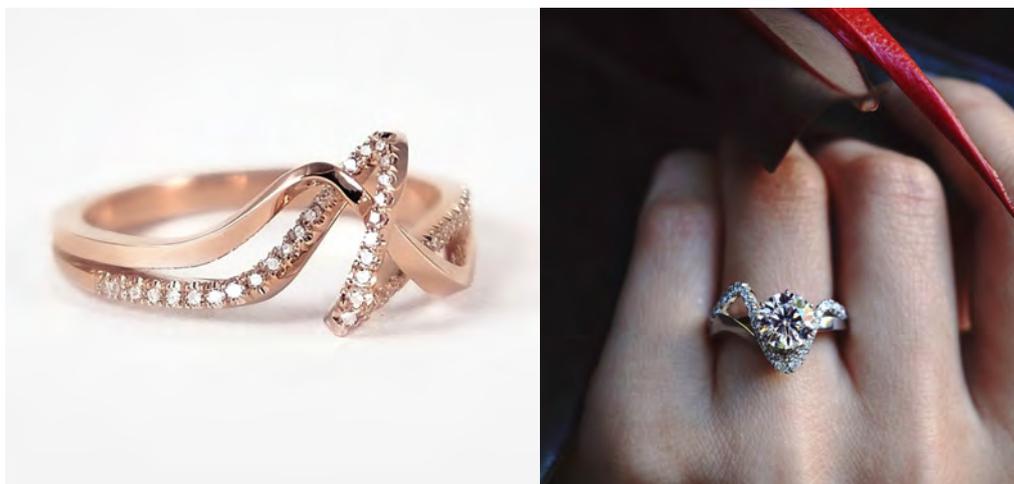


Figura 51 – Anéis de casamento
Fonte: Lace by Jenny Wu.⁶⁰

⁵⁹ LACE BY JENNY WU. **Catena**. Disponível em: <https://jennywulace.com/collections/lace-necklaces/products/catena>. Acesso em: 15 de fev. 2020.

⁶⁰ LACE BY JENNY WU. **Wedding Collection**. Disponível em: <https://jennywulace.com/pages/wedding>. Acesso em: 15 de fev. 2020.

Com o que foi posto, entende-se que é inovadora por ser uma marca de luxo que procura trazer o design computacional como forma de linguagem para seus produtos, e ao posicionar a marca, busca dar respostas às questões ambientais do presente.

ZAHA HADID

<http://www.zaha-hadid.com/>

Zaha Hadid foi uma arquiteta da corrente desconstrutivista e primeira mulher a receber o Prêmio *Pritzker* de Arquitetura. Possui diversos projetos em que utiliza design paramétrico. Faleceu em 2016, mas seus trabalhos são aclamados até os dias de hoje. Seu escritório permanece funcionando através de sua equipe.

Em 2013, desenvolveu em conjunto com a joalheria suíça *Caspita* a coleção *Skein*, que combina tecnologia e trabalho artesanal. A forma das joias foi gerada combinando parâmetros ergonômicos e estruturas celulares da natureza. As peças foram fabricadas em ouro 18k com cravação de pedras preciosas.



Figura 52 – *Skein* – Acima, peças com cravação de diamantes. Abaixo, sem cravação
Fonte: Zaha Hadid.⁶¹

⁶¹ ZAHA HADID. *Skein*. Disponível em: <http://www.zaha-hadid.com/zaha-hadid-for-caspita/>. Acesso em: 28 de out. 2018.

IN SILICO

<http://www.in-silico.pl/en/>

Marca de adornos da arquiteta Maciej Nisztuk, tem como inspiração interesses em biologia, arte e tecnologia. *In Silico* é um termo que se refere à todas as atividades realizadas no computador ou via simulação computacional.

Os adornos exploram design generativo e fabricação digital através de simulações do comportamento de estruturas biológicas. A produção é sob medida em séries limitadas, em que o consumidor participa do processo criativo.



Figura 53 – *Phenotype* – Acima, bracelete em latão. Abaixo, anel em latão polido e pendente em aço
Fonte: In Silico.⁶²

⁶² IN SILICO. **Phenotype**. Disponível em: <http://www.in-silico.pl/en/shop/>. Acesso em 28 de out. 2018.

3.5. Novos desafios para o designer de adornos

Novas tecnologias trazem consigo novos paradigmas. Como foi mostrado, é possível assumir uma abordagem conservadora, em que a tecnologia é uma ferramenta que vem para incrementar o processo produtivo, e também de forma inovadora, explorar o potencial que carregam. É importante deixar claro que afirmar isso não é dar juízo de valor entre o uso conservador e o uso inovador, pois as duas formas de aplicação são dependentes entre si e necessárias ao campo do design.

A inovação trazida não ocorre somente com o lançamento de produtos nunca antes vistos, mas também na forma como a apropriação dessas tecnologias age no próprio significado do produto, como será abordado no capítulo 4.

Com o que foi afirmado, pode-se entender que, se inicialmente as novas tecnologias surgem como meios para a viabilização da produção, a sua inserção tem potencial para transformá-las aos poucos, até que, por fim, podem se estabelecer como culturas (Figura 54).

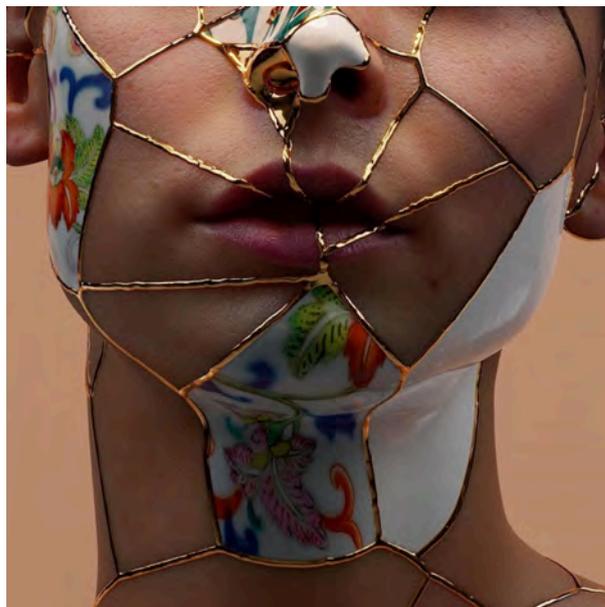


Figura 54 – Face 3D da cantora Lena simulando a técnica japonesa de kintsugi. Uma estética virtual, possível graças aos avanços computacionais, começa a ser difundida.

Fonte: Lena Landrut.⁶³

⁶³ LANDRUT, LENA. **My 3D face with the cracks from Japanese kintsugi**. 27 out. 2019. Instagram: @lenameyerlandrut. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/B4IRLUoCYi0/>. Acesso em 04 de fev. 2020.

Por meios, entende-se que essas tecnologias são adotadas como ferramentas inéditas, podendo introduzir também novos processos de fazer e gerando, assim, novas interações e possibilidades de uso a serem exploradas.

Ao se desviar do uso esperado, abre-se espaço para transformar essas tecnologias. Como é posto por McLuhan (2001), as sociedades são estruturadas mais pela mídia utilizada para comunicar ideias do que pelo conteúdo da comunicação.

Tornam-se, assim, novas mídias físicas e digitais, como consequência do uso interligado desses meios como forma de expressão. Dessa transformação e teia de relações decorre uma nova cultura tecnológica em construção, que envolve elementos e forças condizentes com as sociedades contemporâneas em que se originam. E, como cultura, está sempre em mutação, absorvendo ou repelindo novos meios e mídias.

Dessa forma, a adoção dessas novas tecnologias possibilita mais do que a reprodução de ideias conservadoras, mas permite recomeços e renovações no campo do design. Com a formação de uma cultura tecnológica humanizada, novos domínios originais são colocados.

Contudo, para atuar nessas novas áreas de exploração que emergem, também serão necessárias novas competências. Os designs paramétrico e generativo exigem uma maior compreensão matemática por parte dos designers, bem como conhecimentos de lógica e linguagens de programação. O acesso a algumas tecnologias pode ser difícil em um primeiro momento, devido ao preço dos equipamentos ou pouca familiaridade com os *softwares* necessários.

Se na ornamentação corporal, especialmente na joalheria, uma linguagem visual é trazida desde os primórdios da humanidade, independente do acréscimo de tecnologias, traduzi-la então para um mundo em que “a realidade parece desmanchar-se no ar” – como coloca Cardoso (2016, posição 90) – mostra-se um desafio inevitável.

A própria materialidade como um parâmetro intrínseco ao produto é questionada. Com o caráter pervasivo da esfera do virtual, designers agora precisam se adaptar a novas questões e compreender os paradigmas que a inserção dessas tecnologias carregam.

Quando o cenário se transforma cada vez mais rápido, o trabalho coletivo pode fornecer os recursos para a adaptação a essa mudança de paradigma. Como

aponta Anderson (2012), a tendência às pessoas com interesses em comum se associarem e criarem laços em redes é o que faz uma comunidade. Na internet, profissionais e curiosos se organizam em comunidades virtuais para troca de conhecimento de assuntos de interesse comum. Nesses ambientes, a contribuição ocorre de forma democrática entre os participantes, e as ideias são julgadas por sua contribuição para a questão debatida (ANDERSON, 2012; SENNET, 2008). A convergência de diferentes tecnologias também exige a formação de equipes multidisciplinares, em que cada profissional contribui com seu conhecimento e experiência.

Nessa nova cultura tecnológica, onde se encontra o design?

Se com uma abordagem coletiva de apropriação das tecnologias, leigos e profissionais se unem para dar respostas às mudanças sociais e às suas necessidades, que espaço o designer ocupa nesse universo?

No capítulo que segue, será discutido como o design se insere como mediador na relação adorno-tecnologia nesse ambiente de transformações.

4

Mediação entre adorno e tecnologia pelo Design

Cross (2007) define as correntes metodológicas para o design em três fases distintas. Segundo o autor, as primeiras metodologias de design eram baseadas na aplicação racional e sistemática de métodos científicos, em busca de otimização. Já a segunda geração de metodologias, como coloca, voltou-se para o reconhecimento de soluções satisfatórias ou apropriadas para os problemas propostos, nas quais o designer atua em parceria com a comunidade de usuários. Na terceira fase, a partir dos anos 1980, afirma que o design se estabelece como disciplina, com seus próprios métodos de pesquisa, formas de pensar e comunicar.

Latour (2014) aponta que, no imaginário comum, o sentido da palavra “design” era o de dar uma nova aparência às coisas, acrescentando elementos superficiais. O autor destaca que “era como se houvesse, de fato, duas formas bastante diferentes de encarar um objeto: uma delas, através de sua materialidade intrínseca, e, a outra, através de seus aspectos mais estéticos ou ‘simbólicos’” (p. 2).

Ainda segundo este autor, hoje o sentido da palavra se ampliou em compreensão – já que se apropria cada vez mais dos aspectos do que são as coisas – e em extensão – pois o espectro de coisas elaboradas através do design é notavelmente superior à pequena lista de produtos cotidianos ou de luxo (*Ibid.*).

O design é, atualmente, um campo com fronteiras fluidas, sempre em transformação, e que frequentemente se sobrepõem a outras áreas, como a arte e a arquitetura, como afirma Rocha (2019). Tal característica, segundo o autor, dá aos designers a possibilidade de exploração de tecnologias e conhecimentos no desenvolvimento do seu trabalho.

A inserção de novas tecnologias traz mudanças para o campo. Como posto por Cardoso (2016), a abrangência do mundo virtual faz a realidade (material) desmanchar-se no ar. As tecnologias mudam também mais rápido do que o comportamento das pessoas e organizações, gerando resistência à sua adoção e, portanto, à exploração do seu potencial (THOMKE, 2003 *apud* MINEIRO, 2016).

Nesse cenário de deslocamentos, o design orientado à solução de problemas presentes cede espaço para uma abordagem especulativa em busca de desestabilizar o que é considerado conservador. Como mostrado no capítulo 3, há profissionais cujos trabalhos ampliam as barreiras da ornamentação corporal, buscando trazer inovação a esses produtos através da tecnologia. Nesse escopo, o sentido conservador de adorno seria a joia tradicional, de metais e gemas preciosas combinados a formas que remetem à tradição de séculos de ourivesaria.

Sob a ótica de Dunne & Raby (2013), a especulação é uma desestabilização daquilo que é conservador, abrindo espaço para a inovação. Ao assumir um caráter mais especulativo, preocupando-se em apontar futuros preferíveis que partem da compreensão do contexto atual, o design pode se colocar como mediador na relação adorno-tecnologia, e é esse o tema abordado neste capítulo. Para isso, alguns conceitos do campo serão apresentados a partir da ótica de diversos autores, com o objetivo de dar forma e embasamento ao tema discutido nesta pesquisa.

4.1. Pesquisa através do design

Para Buchanan (1992), o design é uma nova arte liberal da cultura tecnológica. As artes liberais, segundo o autor, evoluíram a partir de disciplinas e métodos próprios adequados a si. Cross (2007) afirma que o “design como disciplina significa o design estudado nos seus próprios termos, dentro de sua própria rigorosa cultura, baseado na prática reflexiva de design.” (CROSS, 2007, p. 3).

De acordo com Buchanan (1992), os problemas do “mundo real” são complexos⁶⁴. Cardoso (2016) mostra também que há uma nova dimensão de problemas complexos antes inconcebíveis para a mente humana devido à inserção de novas tecnologias. Por isso, não são simplesmente resolvidos com uma abordagem metodológica linear de *design thinking* (BUCHANAN, 1992). Há diversos métodos de pesquisa em design, mas neste trabalho, a abordagem tomada é pela Pesquisa Através do Design (Frayling, 1993), devido ao seu caráter experimental que une prática e reflexão. Para compreender a relação entre adorno

⁶⁴ Tradução adaptada de “wicked problems”.

e tecnologia através do design, experimentos práticos foram executados e podem ser conferidos no capítulo 5.

A Pesquisa Através do Design (*Research Through Design* ou RtD), de acordo com Godin e Zahedi (2014), é uma abordagem de pesquisa que aproveita os *insights* gerados pelo exercício prático do design. Conforme afirmam Bardzell et al. (2012), nela, a atividade de design é central para o desenvolvimento da pesquisa. Esse conhecimento proveniente de descobertas pode ser utilizado para entender questões complexas do campo. A partir de uma abordagem especulativa, a pesquisa pelo design pode apontar e discutir cenários futuros.

O termo foi originalmente cunhado por Frayling (1993), autor que põe a prática como a união do *fazer* com o *pensar*, com ênfase no *pensar* (p. 4). De acordo com Bardzell et al. (2012), a RtD pode ser conhecida por outros nomes, como *constructive design research*. Como posto por Godin e Zahedi (2014), essa forma de pesquisa traz a contribuição da prática profissional para o corpo de conhecimento do campo.

Como apontado por Mineiro (2016), a experimentação em design pode, ao mesmo tempo, se aproximar ou se afastar das outras formas de experimentação – a citar, a científica, a artística e a exploração técnica. O que marca a experimentação em design é, portanto, seu caráter múltiplo e suas dinâmicas.

Quanto aos aspectos metodológicos, a pesquisa através do design adota diferentes abordagens, desde que coerentes com a posição ontológica e epistemológica colocada (GODIN & ZAHEDI, 2014). Por exemplo, na pesquisa de Koulidou, Wallace & Dylan (2019), a RtD assume uma aproximação da tecnologia com as sensibilidades do trabalho manual, sendo o produto final da pesquisa adornos digitais que abordam a complexidade e singularidade da existência humana através da interação sensorial (Figura 55).



Figura 55 – Microcosmos: joia digital que contém um microfilme fotográfico que pode ser acessado somente durante voos de avião, a partir de certa altitude
Fonte: Koulidou, Wallace e Dylan (2019).

Nesse caso, como Stappers & Giaccardi (2012) colocam, o “experimento” assume um significado diverso daquele dos métodos tradicionais de pesquisa científica, nos quais as variáveis são isoladas e há uma hipótese a ser validada. Na RtD, experimentar é “testar algo para ver se funciona”, mas com embasamento orientador (Stappers & Giaccardi, 2012). Como foi mostrado no parágrafo anterior, não é uma experimentação despreziosa em um assunto, já que parte de uma fundamentação específica.

Considerando então o que foi exposto, o que diferencia a Pesquisa Através do Design da própria prática do design no desenvolvimento de um projeto? De acordo com Godin & Zahedi (2014), a distinção está na presença de uma questão de pesquisa orientando as etapas do projeto, incluindo também a documentação do progresso.

Sendo assim, a Pesquisa Através do Design gera conhecimento a partir da união entre prática experimental e reflexão teórica, em processos que se retroalimentam.

4.2. Como as coisas são e como poderiam ser

Até certo ponto, todo design é orientado ao futuro (DUNNE & RABY, 2013). Pensar no futuro, no contexto de design especulativo, não é fazer previsões, mas abrir espaços para discussão e com isso, compreender melhor o presente (*Ibid.*).

Simon (1996) afirma que o design se preocupa com como as coisas devem ser, gerando artefatos para atingir seus objetivos. O autor também destaca que o mundo em que vivemos hoje é mais artificial⁶⁵ do que natural, ou seja, construído pelo trabalho humano.

A compreensão do presente é o ponto de partida da inovação guiada pelo design⁶⁶ de Verganti (2008). Segundo o autor, a inovação guiada pelo design fundamenta-se no entendimento das questões e dinâmicas sociais daquele momento. Não é taxativa, pois não busca solucionar um problema para o usuário, mas sim mudar radicalmente o conteúdo emocional e simbólico dos produtos.

Nisso, a inovação guiada pelo design, que busca ideias com alta chance de difusão nas sociedades futuras (VERGANTI, 2008), vai ao encontro do design especulativo de Dunne & Raby (2013). Segundo os autores, a abordagem *problem-solving* do design não é capaz de resolver os problemas profundos que enfrentamos hoje. A única forma de transpô-los é através de uma mudança de valores, crenças, atitudes e comportamentos, como destacam. Numa abordagem do design especulativo, o design deve voltar-se para propor novas formas de ser, questionando as ideias e atitudes que dão forma ao mundo.

Portanto, para adotar uma abordagem especulativa no design, é necessário entender o contexto no qual se insere. A partir da compreensão de como as coisas são, é possível apresentar propostas que discutam o campo.

Como Latour (2014) nota, as várias crises ecológicas levaram à necessidade da reelaboração de cada detalhe da nossa existência diária. A dificuldade em definir o design é, para o autor, um indício de uma extensa mudança em nossa definição coletiva de ação. Como salienta, “as crises ecológicas (...) não passam da lenta e dolorosa compreensão de que não existe mais o lado de fora. Isso significa que nenhum dos elementos necessários para a sustentação da vida podem ser tomados como certos” (*Op. Cit.*, p. 14).

No âmbito da ornamentação corporal, em especial da joalheria, Moraes et al. (2017) ressaltam que é difícil inferir até que ponto questões éticas são relevantes

⁶⁵ Simon (1996) afirma que o mundo artificial se estende para além do que podemos, a princípio, imaginar como natural: o gado domesticado para a indústria alimentícia, por exemplo, apesar de partir de duas situações naturais (o gado, animal, e a necessidade fisiológica de alimentar-se), faz parte do artificial já que é fruto da engenhosidade humana (a domesticação e os processos industriais).

⁶⁶ *Design-driven innovation*, no original.

para o consumidor de joias de luxo por falta de estudos no assunto. Contudo, os autores apontam que esse tipo de consumo está inserido em processos sociais, que combinam objetos, sentimentos, experiências e valores culturais. Como afirmam, essa indústria tem enfrentado críticas intensas sobre práticas sociais irresponsáveis, como trabalho infantil, lavagem de dinheiro, transgressão dos Direitos Humanos e financiamento de atividades terroristas.

A mineração de metais preciosos e gemas envolve graves problemas sociais e ambientais. Como aponta Besten (2011), questões éticas, guerras, escravidão, poluição ambiental, envenenamento dos trabalhadores e residentes nas proximidades das minas estão entre os obstáculos que trazem hoje um dilema para o uso de adornos como joias. Na premiação do Oscar de 2020, a atriz e ativista Jane Fonda atraiu os holofotes ao repetir um vestido utilizado em 2014, junto com a jaqueta que portou em protestos recentes. Não só a roupa foi destaque na mídia, mas também o uso de “joias sustentáveis” – segundo reportagem do jornal O Globo⁶⁷ – da marca italiana *Pomellato*, que a atriz também divulgou em sua conta na rede social Instagram⁶⁸.

Apesar dos investimentos em tecnologia e inovação em design, o setor joalheiro adota uma postura mais reativa quanto às mudanças no mercado – ou seja, só age após haver uma modificação no cenário – e menos pela adoção de ações estratégicas e antecipatórias (SIQUEIRA, 2011).

Se neste primeiro momento, as questões éticas da produção de joias de luxo não impactam diretamente o seu consumo, é possível que os movimentos sociais que expõem as práticas corporativas inadequadas da indústria influenciem o cenário futuro.

Adner & Kapoor (2016) destacam ainda que, partindo do objetivo de dominar o mercado, entender os ecossistemas em que estão inseridos os produtos é tão importante quanto o uso das novas tecnologias. Essa compreensão permitirá perceber com maior facilidade o momento em que ocorre a mudança no mercado.

⁶⁷ DISITZER, Marcia. Joia sustentável: conheça a tendência adotada por Jane Fonda. **O Globo**, Rio de Janeiro, 15 de fev. 2020. Caderno *Ela*. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/ela/gente/joia-sustentavel-conheca-tendencia-adotada-por-jane-fonda-24249218>. Acesso em 16 de fev. 2020.

⁶⁸ A postagem pode ser conferida em: <https://www.instagram.com/p/B8X9ldhAkos/>. Acesso em: 16 de fev. 2020.



Figura 56 – Projeto conceitual EYE (*Enhance Your Eye*)
Desenvolvido com base na observação das tendências em *bioprinting* e *biohacking*. Fonte: MHOX⁶⁹

Por exemplo, na Figura 56, observa-se o projeto conceitual EYE do estúdio de design MHOX. Sigla para *Enhance Your Eye*⁷⁰, trata-se de um olho sintético que seria produzido por bioimpressão 3D e tecnologias de *biohacking*, capaz de gravar vídeos, fotografar, conectar à internet e outras aplicações, sendo inclusive um substituto em caso de doenças oculares. O objetivo do projeto é jogar luz sobre o que pode ser possível com o avanço da tecnologia nas próximas décadas, dando espaço para discussão. Como o estúdio afirma, o EYE é um projeto conceitual sem qualquer embasamento científico, mas fruto da observação das tendências em biotecnologia. O estúdio acredita que desenvolver projetos fictícios a partir de conceitos tecnológicos é torna-los acessíveis a um maior número de pessoas, o que pode levar a pesquisas futuras.

Schumpeter (1994) apropria-se também da biologia para cunhar a expressão “processo de mutação industrial”. O autor aponta que a Criação Destrutiva é um

⁶⁹ MHOX DESIGN. **EYE: 3D bioprinted sight augmentation**. Disponível em: <http://mhoxdesign.com/eye-en.html>. Acesso em: 15 de fev. 2020.

⁷⁰ “Aprimore seu Olho”, em tradução nossa.

movimento em que o processo de mutação industrial revoluciona a estrutura econômica de dentro para fora, destruindo a antiga ao mesmo tempo em que concebe uma nova. E a análise desse “processo orgânico” de destruição somente é compreensível a partir do pano de fundo do processo (ou seja, o contexto) e no interior da situação criada por ele. Completando a importância do entendimento do contexto presente, vale ressaltar que a qualidade de um objeto não deriva do objeto em si, mas de nosso repertório cultural e pressupostos (CARDOSO, 2016).

O emprego de novas tecnologias sem a compreensão do contexto em que ocorrem as mudanças é despropositado. A adoção de novas tecnologias acontece na hora em que o ecossistema está receptivo para a adesão. Por exemplo, o lançamento em 2013 do *Google Glass* foi um fiasco⁷¹ por se tratar de uma tecnologia ainda não pronta para a aceitação do público – e também por outros problemas, como distribuição e preço.



Figura 57 – *Google Glass Enterprise Edition*
Sucessor voltado para o trabalho industrial. Fonte: Google⁷²

O caso do *Google Glass* criou um efeito que repercutiu no mercado, empurrando para trás iniciativas de produtos similares (óculos de realidade aumentada) que poderiam se beneficiar do ambiente no momento certo. Hoje, o

⁷¹ Maiores informações sobre os problemas que levaram o *Google Glass* ao fracasso podem ser conferidos na reportagem de Nick Bilton para o The New York Times, disponível em: <https://www.nytimes.com/2015/02/05/style/why-google-glass-broke.html>. Acesso em 05 de mar. 2020.

⁷² GOOGLE. **Glass Enterprise Edition 2**. Disponível em: <https://www.google.com/glass/tech-specs/>. Acesso em 05 de mar. 2020.

wearable mais utilizado pelo público em geral é o *smartwatch*, e as previsões de adoção de óculos inteligentes são realizadas com cautela. Inclusive, a versão mais recente dos óculos da Google – agora chamado de *Glass Enterprise Edition* – é orientada ao uso em ambientes de trabalho industrial, como fábricas de automóveis. Como Adner & Kapoor (2016) afirmam, quando o gargalo é o ecossistema e não a tecnologia, forçar o progresso tecnológico é tomar uma decisão equivocada.

No momento em que as forças do ambiente e a tecnologia convergem, o design entra como um facilitador para a mudança, orientando seus caminhos. Por fim, é importante notar que o design adotando uma posição especulativa, abrindo os olhos para a realidade, futuros possíveis e preferíveis, também permite às pessoas pensar sobre aquilo que preferem – sendo, até certo ponto, dar oportunidade de escolha.

4.3. Design e atribuição de sentido

De acordo com Latour (2014), a expansão do uso dos computadores acelerou a transformação dos objetos em signos. Como polemiza Cardoso (1998), os avanços tecnológicos democratizam o instrumental básico do designer, cabendo então se questionar se o profissional de design não poderá, então, ser substituído por um *software* eficiente. O que o designer traz que é insubstituível neste momento?

(...) a natureza essencial do trabalho de design não reside nem nos seus processos e nem nos seus produtos, mas em uma conjunção muito particular de ambos: mais precisamente, na maneira em que os processos do design incidem sobre os seus produtos, investindo-os de significados alheios à sua natureza intrínseca. (*Ibid.*, p. 17)

Cardoso (2016) afirma que “a abrangência crescente do mundo virtual e seu impacto sobre a visualidade – por meio de processos de manipulação, simulação e emulação – tende a redefinir todos os parâmetros para discussão da forma” (posição 286).

A abordagem funcionalista do design industrial, em que “forma segue a função”, afastava a noção de que a atuação do design se dá na atribuição de sentido aos produtos. Segundo Dunne & Raby (2013), a entrada do design na vida cotidiana

ocorrida na década de 1980 deu-se também de forma superficial, em concordância com o modelo neoliberal da época. A preocupação com aspectos sociais do campo ou outras possibilidades de design foram consideradas inviáveis, segundo os autores.

Como afirmado por Latour (2014), essa fraqueza no conceito vago de design é um sintoma claro da ampla mudança na definição coletiva de ação. Para o autor, questões de fato – objetivas e exteriores aos humanos – tornam-se cada vez mais questões de interesse – aquelas que dizem respeito às pessoas e seus “interesses”. Nesse contexto, Latour (2014) delimita também o significado de “coisa”: causas de interesse comum. Com isso, afirma que quanto mais os objetos se transformam em coisas, mais se transformam em objetos de design.

Tal situação é enunciada abaixo, a partir da explicação de Buchanan (2009) sobre o que é “produto”, ou seja, o resultado do trabalho criativo do designer:

No começo do século XX, ‘produto significava um artefato físico – o resultado do design industrial, da engenharia ou da arquitetura. Já no final do século, o conceito de ‘produto’ expandiu para significar qualquer resultado do trabalho criativo de designers, e o conceito de ‘designer’ expandiu-se também de forma a incluir qualquer indivíduo cujo trabalho esteja envolvido na conceituação e planejamento de qualquer aspecto do mundo construído por humanos. (p. 409)

Como afirma Verganti (2008), o design “lida com os significados que as pessoas dão aos produtos, e com as mensagens e linguagens de produto que as pessoas podem elaborar para transmitir esse significado” (p. 440). Ou seja, design é dar sentido (às coisas), como estabelece Krippendorff (1989). Justificando essa afirmação, o autor afirma que “a etimologia do design remonta ao latim *de + signare* e significa fazer algo, distinguindo-o por um sinal, dando-lhe significado, determinando sua relação com outras coisas, proprietários, usuários ou deuses” (*Ibid.*, p. 9).

Krippendorff (1989) mostra também que essa afirmação é ambígua na sua compreensão. Pode ser entendida como “o design é uma atividade de criar sentido”, na qual percepção, experiência e estética são preocupações fundamentais. Ou como “produtos de design devem ser compreensíveis e significativos para alguém”, interpretação que o autor considera mais desejável.

A isso, Malafouris (2013) completa que “o significado não é o produto da representação, mas o produto de um processo de ‘integração conceitual’ entre os

domínios material e conceitual” (p. 90). Partindo dessa afirmação do autor, e voltando no exemplo da aliança de casamento⁷³, o metal nobre utilizado no artefato e sua mensagem estão entrelaçados.

Com o foi mostrado até aqui, entende-se que o design é o campo de criação do artificial (SIMON, 1996), e sua atuação se dá na própria atribuição de significado e sentido às coisas (VERGANTI, 2008; KRIPPENDORFF, 1989).

O uso criativo e inovador das novas tecnologias é resultado da mediação que o design faz entre adorno e tecnologia. Como foi mostrado na seção 3.4, a absorção dessas tecnologias pode contribuir para conferir identidade e significado aos artefatos, introduzindo mudanças ao campo e ao conhecimento estabelecido. Casos de explorações inovadoras no design de adornos

4.4. Tecnologia e inovação

Na reflexão de Espinoza (2013), a tecnologia contribui para a construção de identidade, significado e linguagem simbólica no design de joias. Como a autora afirma, é uma forma de conduzir a inovação na concepção e produção desses produtos.

Segundo McCullough (1996), a tecnologia carrega elementos tanto intelectuais quanto físicos porque é a combinação de estudo e de implementação, esta não só de equipamentos, mas também de princípios. Nas palavras do autor, “a tecnologia é dificilmente limitada a máquinas – é uma filosofia” (p. 67).

Para o autor (*Ibid.*), ferramentas funcionam como uma extensão do corpo humano, cujo uso é iniciado e guiado de forma ativa por uma pessoa a fim de atingir determinado objetivo. Por isso, a máquina é, necessariamente, uma ferramenta. E como o autor prossegue, todas as ferramentas são uma espécie de tecnologia – mesmo as mais primitivas. Rocha (2019) completa esse pensamento ao afirmar que a interação entre pessoa e máquina se torna mais intensa com o acréscimo de complexidade trazido às ferramentas. O autor aponta também que o mundo digital abre também novas possibilidades nesse cenário. Nesse sentido, entende-se que as

⁷³ A aliança de casamento talvez seja a amostra mais clara e universal do adorno como portador de significado, por isso a insistência nesse exemplo. Hoje, há aquelas produzidas em materiais inusitados, como madeira ou titânio, mas ao se pensar nesse objeto, a imagem do par de alianças douradas tradicionais é muito clara.

novas tecnologias podem ser empregadas como ferramentas para amparar a criatividade humana no design de adornos.

Existe resistência na aceitação do emprego de novas tecnologias no desenvolvimento de adornos. Como salientam Adner & Kapoor (2016), tecnologias bem-sucedidas dependem de um ecossistema bem estabelecido que as suporte.

Há a crença de que novas tecnologias, ao substituírem o fazer manual, se opõem à criatividade e habilidade. Como coloca Shillito (2013 *apud* Nimkulrat et al., 2019), as tecnologias digitais operam “escondidas”, fazendo parecer que o processo de concepção e produção é complicado e sem o trabalho da mão humana. A isso, relaciona-se a ideia popular de que a produção executada por máquinas é inferior, em qualidade e variedade, àquela feita pelas mãos do artesão.

Como afirma Sennet (2008), “contra a rigorosa perfeição da máquina, o artífice tornou-se o emblema da individualidade humana, esse emblema composto concretamente pelo valor positivo colocado nas variações, falhas e irregularidades do trabalho manual” (p. 84).

Segundo Forty (2013), esse pensamento tem origem na introdução das máquinas nas confecções durante a Revolução Industrial. Como o autor aponta, o uso desse tipo de tecnologia foi associado à fabricação de produtos inferiores.

A prática de culpar as máquinas pelo mau design desviava convenientemente a crítica do capitalismo e concentrava a atenção nos problemas técnicos de produção, em vez de direcioná-la para as questões sociais, mais difíceis e controversas. Afinal, era muito mais fácil ver como as máquinas poderiam ser reprogramadas para fazer um design melhor do que conceber de que modo as relações de capital e trabalho poderiam ser refeitas com o mesmo propósito. Mas o que é tão notável sobre o mito da máquina como agente do mau design é a sua sobrevivência até hoje, apesar da compreensão muito maior da natureza da sociedade (p.85).

Culpar as máquinas pela produção de objetos de má qualidade era desviar o foco do sistema social no qual sua utilização estava inserida. Ao falar sobre a introdução das máquinas na fábrica Iluminista, Sennet (2008) afirma que a mecanização se deu de fora para dentro: as máquinas não surgiram de dentro da força de trabalho, mas foram impostas à ela, contribuindo para a visão da automação como precarização da qualidade do objeto produzido.

Comparando esse cenário com o das novas tecnologias citadas na pesquisa, o designer tem o potencial de transpor o problema enfrentado pelo artífice

iluminista de Sennet: a cultura *maker*, amparada pela difusão do conhecimento na internet e desmaterialização no meio digital através dos *softwares*, permite que o designer desenvolva suas próprias ferramentas e troque experiências, adotando uma posição ativa como agente de mudanças. A adoção de uma abordagem multidisciplinar em equipe também contribui para isso. Mais sobre o assunto será discutido na seção 4.5 a seguir.

Sennet (2008) afirma que a possibilidade humana de cometer erros é também um caminho para descobertas. Citando Ruskin, o autor aponta que a capacidade reflexiva sobre o trabalho é o que diferencia o artífice de uma simples ferramenta animada. Esse poder de reflexão é também o que marca o papel do designer na relação entre tecnologia e produto.

A capacidade reflexiva, a absorção do trabalho da máquina e o poder de usar o erro como alimento para a criação oferecem bases para a inovação. No relatório do Design Council (2018) sobre design, produtividade e inovação, foi constatado que há uma forte relação entre as habilidades necessárias ao design e à inovação.

Como coloca Rosa Wilkinson, diretora de inovação do IPO⁷⁴, “a inovação é mais do que apenas a inovação tecnológica. Inclui uma riqueza de esforços criativos e, é claro, o design de novos processos e a mudança na maneira como as pessoas interagem com o mundo” (DESIGN COUNCIL, 2015, p. 8).

Videla & Magalhães (2009) afirmam que a inovação através do design junto com a incorporação de novas tecnologias permite a atuação em mercados de bens com maior valor agregado, como é o caso da joalheria. Declaram também que o design atua na tradução dessas novas tecnologias, permitindo a exploração de toda a sua potencialidade. Ou seja, partindo do entendimento do que foi dito pelos autores, é possível afirmar que “tradução” é a mediação que o design faz nessa relação.

Ao apontar os conceitos dinâmicos e estáticos do produto, Pugh (1991) apresenta a inovação como algo diferente para cada contexto. No caso dinâmico, seria a criação de produtos inéditos; já no caso estático, estaria no desenvolvimento e aprimoramento do processo produtivo, materiais, subsistemas, componentes e outros relacionados. Essa é uma abordagem da inovação de cunho funcionalista, que desconsidera o significado do produto dentro do contexto da inovação, atendo-

⁷⁴ IPO ou *Intellectual Property Office* é o instituto de propriedade intelectual do Reino Unido, responsável pelo registro de patentes.

se às características intrínsecas à materialidade do objeto e peculiaridades do processo produtivo.

Espinoza (2013) faz uma ampla pesquisa bibliográfica que aborda diferentes conceitos do que é inovação. Em comum, nota-se que as definições partem de uma concepção linear que vem do que é entendido pelo mercado como as necessidades do consumidor, não sendo abordada a inovação de sentido. Como Espinoza (2013) afirma:

Em geral, as teorias apresentadas anteriormente nesta pesquisa prendem-se a busca por uma nova tecnologia que desenvolva continuamente produtos e serviços, ou que baseia-se em pesquisa de mercado que focam todas suas energias tentando desvendar o consumidor através de suas necessidades, anseios de consumo ou estilo de vida (p. 31).

Nesse ponto, é importante voltar à abordagem da inovação guiada pelo design, de Verganti (2016). Os esforços de tal autor são direcionados à seguinte questão: como inovar em um mundo cheio de ideias? (*Ibid.*). Na sua abordagem do processo de inovação, Verganti (2016) vai contra as ideias comuns de que “(1) para ser inovador, você precisa criar mais ideias; e (2) você precisa começar pelos *outsiders*” (posição 278).

Para o autor, inovações revolucionárias não vem dos usuários. Num mercado saturado de ideias, o que vai atrair o consumidor não é um produto simplesmente melhor, mas sim aquele com mais significado (*Ibid.*). Por isso, o autor aponta que há 2 tipos de inovação: a de soluções e a de significados.

A inovação de soluções é sobre propor novas ideias para resolver problemas estabelecidos, sendo uma estratégia linear, como a que foi explicitada por Pugh. Já a inovação de significados:

[...]Trata-se de uma nova visão que redefine os problemas que valem a pena ser abordados. Leva a inovação a um nível acima – não apenas um novo ‘como’, mas, especialmente, um novo ‘porquê’: propõe uma nova razão pela qual as pessoas usam alguma coisa. (VERGANTI, 2016, posição 313)

E para atingir esses significados, é necessário certo grau de compreensão do contexto sociocultural. Mais sobre a importância desse entendimento para a inovação guiada pelo design pode ser conferido na seção 4.2 desta pesquisa.

Como Verganti (2009) coloca, uma tecnologia revolucionária traz uma série de significados inovadores que estão esperando para serem descobertos. Portanto empenhar esforços somente em encontrar uma nova utilização para essa tecnologia, ao invés de se preocupar também com os significados trazidos, é desconsiderar seu potencial.

Como completa Latour (2014), inovações são necessárias para representar adequadamente todas as coisas que pretendemos elaborar através do design, permitindo representar a natureza contraditória e controversa das questões de interesse.

Como apontado nos capítulos anteriores, a adoção das novas tecnologias pela ornamentação corporal se dá orientada a incrementar o processo produtivo, seguindo parâmetros de forma tradicionais, visando o aumento da produção ou redução de custos. Já num contexto orientado à inovação de sentidos e significados, o design é essencial como atribuidor de sentido e significados ao artefato.

4.5. Multidisciplinaridade e colaboração

Como aponta o Design Council (2015), a multidisciplinaridade é cada vez mais importante com a introdução das tecnologias digitais.

Com a diversidade de novas ferramentas tecnológicas e o campo de exploração que elas abrem, dominar todas essas novas possibilidades torna-se uma tarefa hercúlea para qualquer profissional. Nesse sentido, o trabalho passa a demandar a existência de grupos multidisciplinares que tratarão de um mesmo objetivo, cada um a partir da sua habilidade e experiência.

Como coloca McLuhan (2001), com a inserção de novas tecnologias, o trabalho em equipe supera aquele derivado de esforço privado. A colaboração entre diferentes atores mostra-se como um caminho para amparar a inovação. O olhar do outro contribui à construção do conhecimento, podendo gerar resultados inesperados a partir do atravessamento de ideias diferentes.

De acordo com Sennet (2008), a organização do trabalho em modelos cooperativos traz resultados superiores. Cardoso (2016) concorda ao apontar que “no mundo complexo em que vivemos, as melhores soluções costumam vir do trabalho em equipe e em redes” (posição 124). Num sistema colaborativo e

multidisciplinar, cada um dos envolvidos no processo acrescenta valor ao grupo através das suas habilidades únicas, e hoje, essa forma de atuação é facilitada pelas ferramentas digitais e a internet, que permitem o trabalho e a produção de forma remota e descentralizada. Se antes, como mostra Anderson (2012), para a produção de um objeto qualquer, era necessário levar a ideia até uma fábrica que controlaria todo o processo produtivo, hoje muitas soluções são permitidas graças às novas tecnologias.

O que foi posto vai ao encontro de Latour (2014), que afirma que todo design é colaborativo, “mesmo que, em alguns casos, os ‘colaboradores’ não sejam todos visíveis, bem-vindos ou voluntários” (p. 9). Por exemplo, tutoriais disponíveis na internet foram criados por alguém com o desejo de contribuir para a construção do conhecimento daquela comunidade online. Esse sujeito é, portanto, um colaborador “invisível” de qualquer profissional ou amador que utilizou tal tutorial para o desenvolvimento do seu trabalho.

Como foi discutido no capítulo 3, a inserção da modelagem algorítmica no design computacional abriu um espaço de exploração de soluções e ferramentas praticamente ilimitado. Se por um lado, essa é uma característica positiva porque permite a exploração de soluções inusitadas, por outro o aprendizado e domínio de tais ferramentas pode demandar um esforço descomunal do designer. Tendo isso em vista, é importante notar como as comunidades online de modelagem algorítmica são um terreno rico para o aprendizado. Como exemplo, é possível citar o próprio fórum online do aplicativo *Grasshopper* (Figura 61).

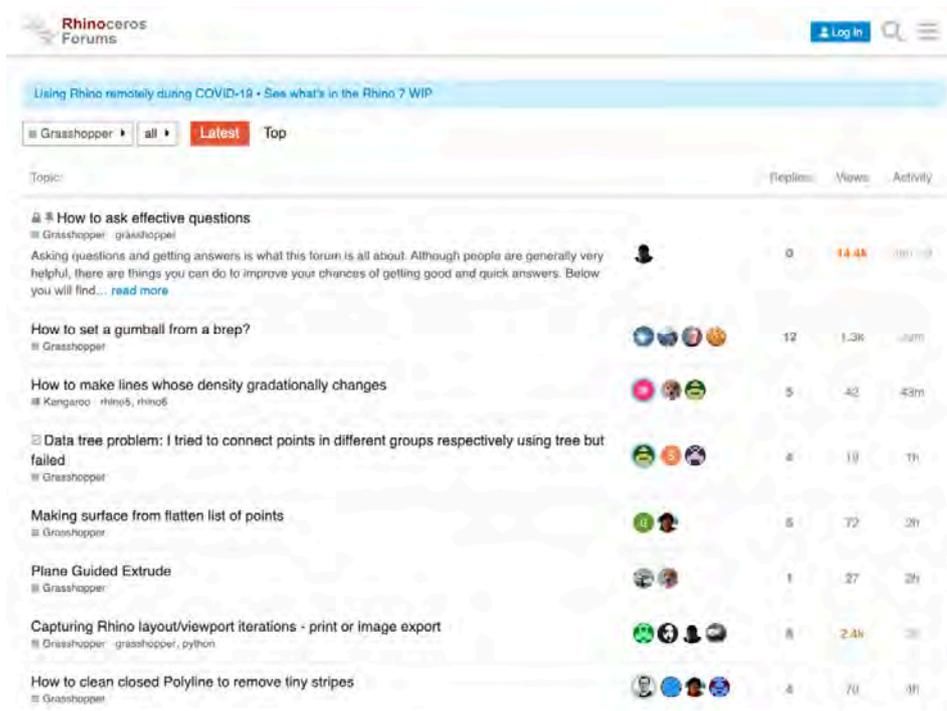


Figura 58 – Fórum do aplicativo *Grasshopper* para *Rhinceros*
Trocas de informações entre a comunidade online.
Fonte: McNeel⁷⁵

Os usuários se ajudam de forma mútua a resolver problemas e expor diferentes descobertas. Há também o desenvolvimento de aplicativos por membros da comunidade e uma intensa troca de informações entre profissionais renomados, principiantes e amadores.

Isto posto, fica clara a relevância que a multidisciplinaridade e o trabalho colaborativo tomam num ambiente de trabalho com novas tecnologias digitais. Nesse sentido, o design pode assumir uma posição estratégica de forma a alinhar as habilidades dos envolvidos com o objetivo a ser atingido.

4.6. Considerações sobre design, tecnologia e inovação

Com o que foi exposto neste capítulo, percebe-se que a atividade criativa do design vai além do desenvolvimento de novos produtos: seu potencial está na atribuição de novos sentidos aos objetos.

⁷⁵ MCNEEL. **Latest Grasshopper Topics**. Disponível em: <https://discourse.mcneel.com/c/grasshopper>. Acesso em 22 de mai. 2020.

O design orientado à solução de problemas estabelecidos é necessário e sempre terá seu espaço, mas num mercado de consumo saturado de produtos, diferenciar-se exige uma abordagem diferente do processo criativo.

A inovação de sentidos dá uma nova razão de ser para as coisas, e parte de uma vasta compreensão do ambiente em que está inserida. Sem entender os processos socioculturais, corre-se o risco de criar coisas em desarmonia com as expectativas das pessoas.

A inserção de novas tecnologias traz novos paradigmas ao campo. A busca por inovação, por vezes, aposta na inovação de soluções, beneficiando-se da capacidade técnico-produtiva disponibilizada por essas tecnologias para resolver problemas conhecidos. Contudo, o design pode assumir uma posição especulativa e valer-se dos avanços tecnológicos para mudar radicalmente o sentido do produto, gerando inovação de sentido. O desafio de criar num momento em que há a sensação de que tudo já foi produzido passa pela capacidade de perceber esse contexto e, assim, desenvolver produtos a partir não das necessidades dadas pelo usuário, mas da compreensão da razão pela qual aquele produto é relevante.

O adorno, como produto de design, não está alheio a essas mudanças. Sendo um objeto cuja principal função é a simbólica, replicar significados anacrônicos, empregando a tecnologia de forma conservadora, é deixar inexplorado o potencial das novas tecnologias na produção de sentido.

A joia clássica tem seu valor – tanto no sentido denotativo quanto no conotativo – na sociedade, mas deixa pouco espaço para a atribuição de novos sentidos: suas formas remetem diretamente a um significado pré-concebido, construído através dos séculos. E é essa possibilidade de exploração de novas ideias que resulta da relação entre o adorno e a tecnologia mediados pelo design.

5

Atividades de Experimentação e Exploração em Novas Tecnologias no Design de Adornos

Utilizando uma abordagem de *Research Through Design*, tendo como objetivo responder ao problema desta pesquisa, três experimentos com novas tecnologias para o design de adornos foram desenvolvidos. Mais sobre essa abordagem da pesquisa em design pode ser lido na subseção 4.1.

Como foi dito no capítulo anterior, a *Research Through Design* pode assumir diferentes formas, desde que seja coerente com a posição ontológica e epistemológica posta, e que haja uma questão de pesquisa orientando as etapas do projeto, que devem ser documentadas (GODIN & ZAHEDI, 2014).

Neste capítulo, os experimentos serão expostos e discutidos. É importante notar que as práticas aqui descritas ocorreram concomitantemente às pesquisas bibliográfica e documental, que além de as orientar, contribuiu para a compreensão do tema. O conhecimento gerado pelos experimentos forneceu material para a pesquisa, ao mesmo tempo em que a pesquisa proveu base teórica para a sua execução. Ou seja, a influência se deu de forma mútua, sendo difícil precisar os limites da ação de uma sobre a outra.

Portanto, a disposição dos capítulos não indica uma ordem cronológica, mas um nexos lógico. Optou-se por estruturar desse modo para prover o leitor de uma familiarização com o tema e de insumos para compreender os experimentos.

A isso, é necessário também ressaltar a importância do trabalho em equipe: para atingir os resultados obtidos, a colaboração entre as partes envolvidas foi imprescindível. Isso mostra também que o designer assume um papel estratégico no desenvolvimento do produto, congregando diferentes interesses na condução do projeto.

O primeiro experimento trata da desmaterialização do objeto através da realidade virtual; o segundo, usa a digitalização tridimensional para falar da relação do usuário com o corpo; o terceiro, através de design computacional, reconstrói o adorno clássico a partir dos seus elementos básicos. Essas atividades constituem

uma tentativa de explorar o potencial expressivo das novas tecnologias no contexto do design de adornos, trazendo assim reflexões que podem contribuir para o corpo de conhecimento do campo.

5.1. Objetos Oníricos: desmaterialização do adorno em realidade virtual

O que é o adorno sem o parâmetro da materialidade?

Adornos são objetos com funções essencialmente simbólicas e que preservam íntima relação com o corpo, seu suporte de expressão. A materialidade desse objeto é um parâmetro-chave no seu desenvolvimento, e por estar tão intrinsecamente ligada ao sentido do artefato não é percebida como tal.

Materialidade, neste caso, se refere à própria existência física da coisa, e, sendo ela um parâmetro, pode ser alterada ou até removida. A remoção das propriedades físicas desse tipo de artefato cultural é capaz de trazer consequências na sua produção, uso e compreensão (TAVARES, MAGALHÃES & RAPOSO, 2019).

Como coloca Eagleton (1990), “o corpo, antes mesmo de chegar a pensar, é sempre um organismo sensivelmente experimentador.” (p. 17). O autor afirma também que a objetividade do conhecimento científico está fundada numa intuição previamente dada das coisas ao corpo perceptivo, na forma física primordial do ser-no-mundo. Com isso, buscou-se nesse experimento livrar o corpo dos limites da materialidade do adorno, com a finalidade de explorar as sensações provocadas por esse estranhamento.

A remoção da materialidade do objeto nesses termos somente é executável através das tecnologias de realidade estendida. Partiu-se, então, de um experimento em realidade virtual.

5.1.1. Contexto

O *mini-game* imersivo surgiu como tarefa final nas aulas de Realidade Virtual na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, sob orientação do Professor Alberto Raposo, do Departamento de Informática. Para desenvolver o

projeto, houve suporte técnico e muita troca de conhecimentos com os funcionários do Instituto Tecgraf/PUC-Rio (Daniel Radetic, Eduardo Rizzo e Renato Cherullo). A formação de uma equipe multidisciplinar foi o que permitiu a execução desse projeto. A autora aprendeu a operar o programa utilizado nas aulas a partir de tutoriais em fóruns colaborativos, vídeos no *Youtube* e blogs, reforçando a importância das comunidades *online* na difusão de conhecimento. Contudo, em soluções avançadas e programação de dados, o auxílio dos bolsistas foi essencial, bem como nas conversas para contextualização do projeto.

O ambiente de imersão foi desenvolvido como um *mini-game* no *Unity*, uma plataforma de desenvolvimento de jogos em 2D e 3D, que permite a construção de aplicativos de realidade virtual. A cena foi elaborada com as ferramentas de modelagem 3D disponíveis no *software*, reduzindo a carga computacional.

Para o rastreamento dos movimentos das mãos, utilizou-se o *Leap Motion Controller* (Figura 59). Trata-se de uma câmera infravermelho para reconhecimento e rastreamento das mãos, especificamente. Integrado ao ambiente imersivo, possibilita que os movimentos executados pelo usuário sejam capturados e replicados pela mão virtual em tempo real. Essa capacidade responsiva é o que permite a sensação de substituição do corpo físico pelo virtual.

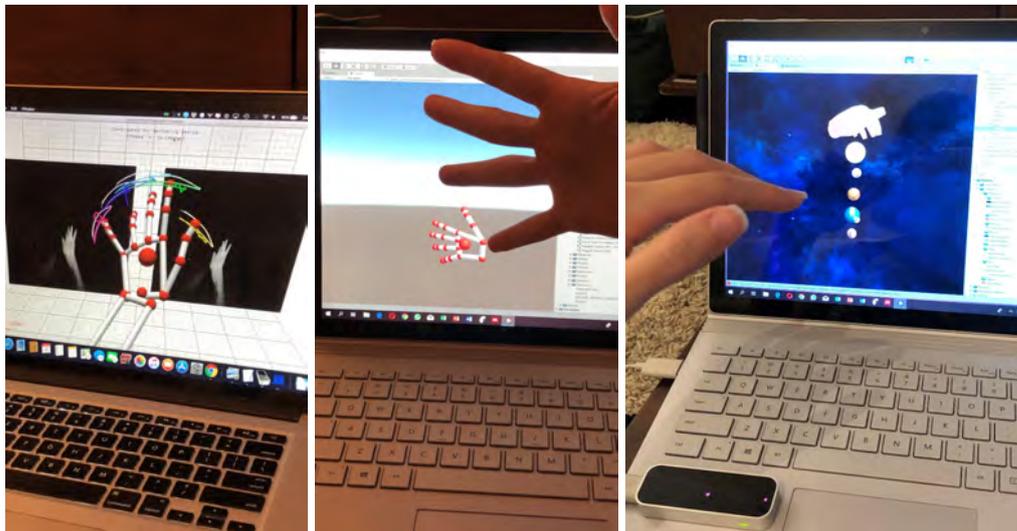


Figura 59 – Fases do desenvolvimento com o *Leap Motion*
Fonte: elaborado pela autora.

Já o equipamento empregado para imergir o usuário no ambiente virtual criado foi o *Oculus Rift*, um tipo de *headset*⁷⁶ para jogos e experiências em VR. O *Leap Motion* foi fixado à frente do *headset*, assim rastreando o movimento das mãos e dos dedos.



Figura 60 – Headset Oculus Rift com Leap Motion montado
Fonte: Leap Motion.⁷⁷

No ambiente de imersão completa⁷⁸, o usuário é provido com um corpo virtual substituto (*avatar*), permitindo assim evitar problemas relacionados aos parâmetros da realidade material, como peso ou medidas. No caso do experimento, foi utilizado um par de mãos e optou-se pelo desenvolvimento de anéis. A escolha pelas mãos se deu porque já são nativas do equipamento utilizado, e também porque a construção de um corpo virtual inteiro e responsivo é extremamente complexa.

Uma ilusão de presença e apropriação do corpo virtual ocorrem quando o participante sente a ilusão de que o *avatar* substituiu efetivamente seu corpo em níveis físicos e funcionais enquanto imerso no ambiente virtual (GONZALEZ-FRANCO & PECK, 2018). Buscou-se também evitar o “vale da estranheza”. O termo refere-se ao fenômeno de estranhamento que há quando uma forma humana fotorrealista – mas não convincente – é inserida no ambiente imersivo, gerando um declínio na resposta positiva do espectador. Nesse caso, o ideal é utilizar formas simplificadas, não tão realistas.⁷⁹

⁷⁶ No caso da RV, também chamado de *Head-Mounted Display* ou HMD.

⁷⁷ LEAP MOTION. **Oculus Rift Consumer Edition**. Disponível em: <http://blog.leapmotion.com/oculus-rift-consumer-edition-faq/>. Acesso em: 10 de mar. 2020.

⁷⁸ Tradução adaptada do original *fully-immersive virtual environment* (IVE).

⁷⁹ Mais sobre o “vale da estranheza” disponível em: <https://unity3d.com/pt/what-is-xr-glossary>. Acesso em: 01 de mar. 2020.

A primeira fase desenvolvida foi a quarta cena (Figura 59 e Figura 64). O objetivo era utilizar recursos nativos do *software*, pois facilitaria o desenvolvimento por parte da autora, que não tem domínio de programação. A primeira versão surgiu a partir de um teste de atribuição de massa, gravidade, movimento e molas, replicando fenômenos físicos. Com esse primeiro teste funcionando, entendeu-se que seria importante explorar mais maneiras de manipular os objetos.

Por fim, com o avançar das experimentações, a autora decidiu criar uma escala de “transgressão” da materialidade, em que cada cena seria um passo além da anterior. O tema espacial surgiu também devido à observação do movimento das esferas empregadas na cena quatro, e a partir daí, juntou-se ao conceito de sonho – já que o surreal é uma transgressão da realidade. Foi importante ter em mente que uma abordagem lúdica do experimento seria necessária para tornar o jogo mais divertido, compreensível e facilitar a definição dos elementos da cena sem causar estranheza ao usuário. Na VR, verossimilhança é uma escolha arriscada e que exige grande capacidade computacional para funcionar adequadamente.

5.1.2. Experimento

A experiência de realidade virtual desenvolvida conduz o usuário desde a replicação da realidade até a subversão completa das possibilidades do adorno físico, usando a manipulação de objetos virtuais/imateriais.

Nomeada “Objetos Oníricos”, o conceito do jogo é um cenário de sonhos, em que a realidade material se esvai aos poucos. Para isso, foi dividido em 5 fases/cenas, cada uma representando um estágio do sonho. Para os adornos, desenvolveram-se distintos modelos de anéis, surgindo já vestidos em cada cena.

Cada fase do jogo foi pensada e ordenada de forma a permitir uma adaptação progressiva do usuário ao ambiente virtual, assim descobrindo as possibilidades de interação dos adornos de forma autônoma.

A primeira cena (Figura 61) parte da replicação de adornos reais no ambiente virtual. O comportamento dos objetos é idêntico à realidade, e as formas são discretas. São anéis colocados sobre os dedos e permanecem fixos.

Na segunda cena (Figura 62), começa a exploração e a extrapolação dos limites físicos dos adornos. As partes em destaque dos anéis flutuam e fazem

rotação lentamente, remetendo ao tema espacial escolhido, mas ainda não há participação ativa do usuário.

Nas fases seguintes, os objetos virtuais passam a ser manipuláveis através do movimento das mãos, estimulando a interação. Aplicou-se simulação de massa, portanto, a partir da terceira fase foi possível segurar e manipular os adornos. Para conectar as partes que formam esses objetos e dar mobilidade, optou-se pelo efeito de união por molas invisíveis. Como esse é um movimento similar ao dos objetos físicos, garante uma sensação de familiaridade e conforto para o usuário.

Observando as figuras correspondentes, nota-se também a presença de bases de anel brancas nas mãos, que foram criadas para facilitar o entendimento de que as esferas estão presas aos dedos, e com isso gerar uma associação de corpo e movimento.

Na terceira cena (Figura 63), uma grande quantidade de esferas foi presa aos dedos por molas de diferentes tensões, oscilando aleatoriamente conforme o movimento das mãos. Foi relatado pelos usuários do experimento que a profusão de esferas e a oscilação causavam uma sensação singular: a vontade de tirar as bolinhas ou bater com elas numa superfície. Até certo ponto, a intenção na criação desse objeto – o mais trabalhoso de todos – era realmente trazer um desconforto moderado, colocando os usuários numa situação inusitada em que o movimento que ocorre é involuntário (apesar de estar ligado ao movimento das mãos, não é possível definir o comportamento).

A quarta cena (Figura 64) é composta por esferas penduradas a partir dos dedos anelares – onde se usam as alianças –, imitando o Sistema Solar, com massa e movimento de rotação. Como as fileiras de esferas são longas, é possível para o usuário agarrar com a mão oposta os objetos virtuais pendurados. A partir desse ponto, o usuário se torna um agente ativo no jogo de ornamentação virtual, podendo interagir com os adornos da forma que desejar.

Já na quinta e última cena (Figura 65), a intenção foi instigar o uso do adorno para interagir com o ambiente, como uma ferramenta, permitindo liberdade de movimentação. Para isso, estrelas virtuais foram dispostas aleatoriamente no espaço ao redor do usuário, que precisa utilizar o adorno para “capturá-las”. O ornamento criado funciona como uma corda extensível por molas, construída com esferas virtuais.

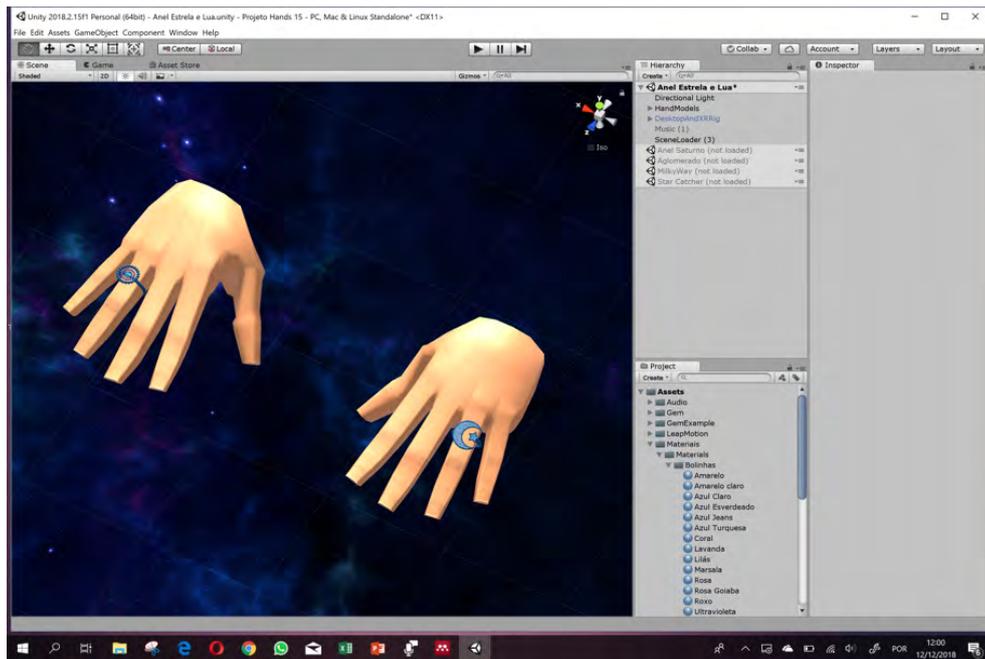


Figura 61 – Captura de tela do programa *Unity* e primeira cena
Fonte: elaborado pela autora.



Figura 62 – Segunda cena
Fonte: elaborado pela autora.

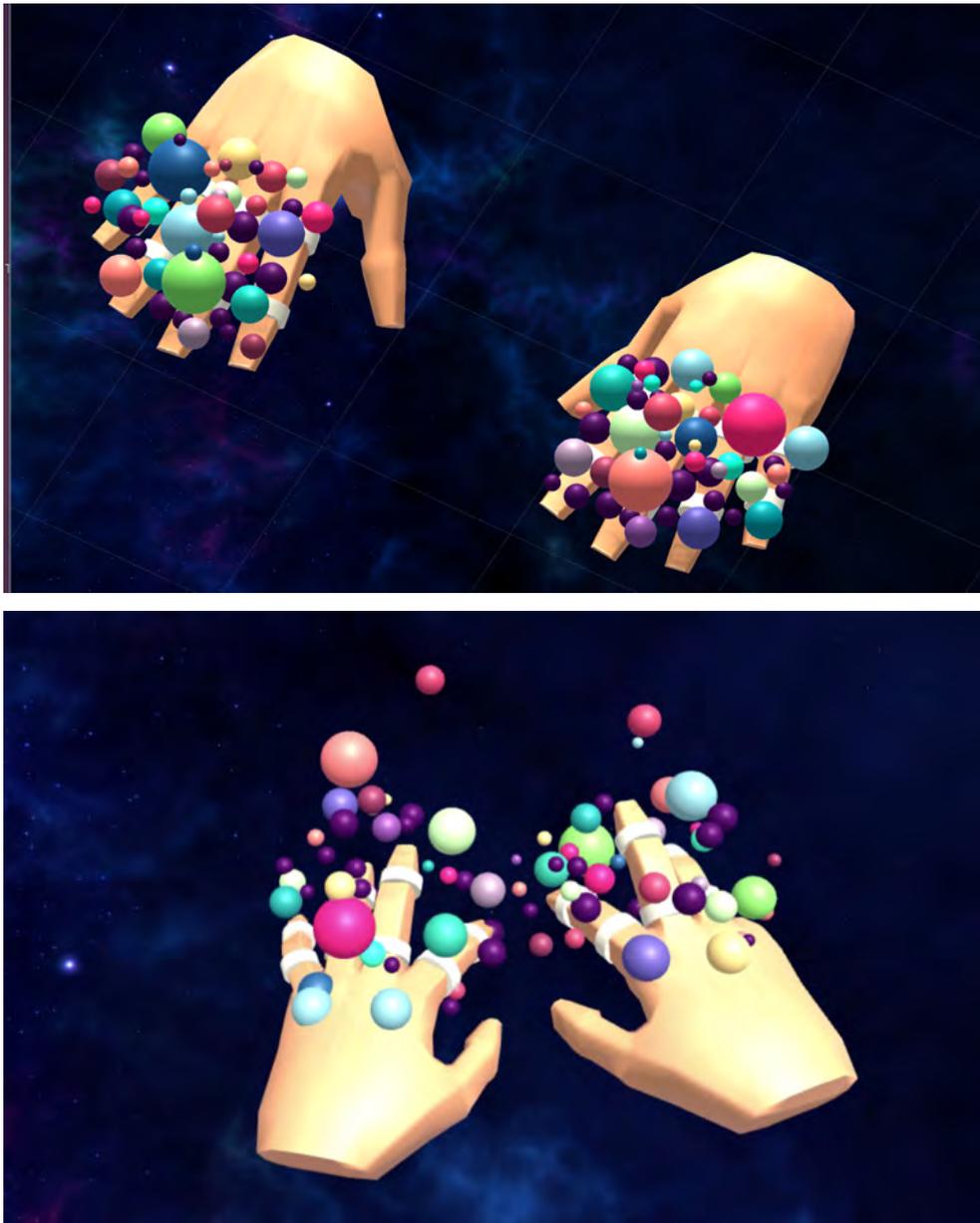


Figura 63 – Terceira cena
Fonte: elaborado pela autora.

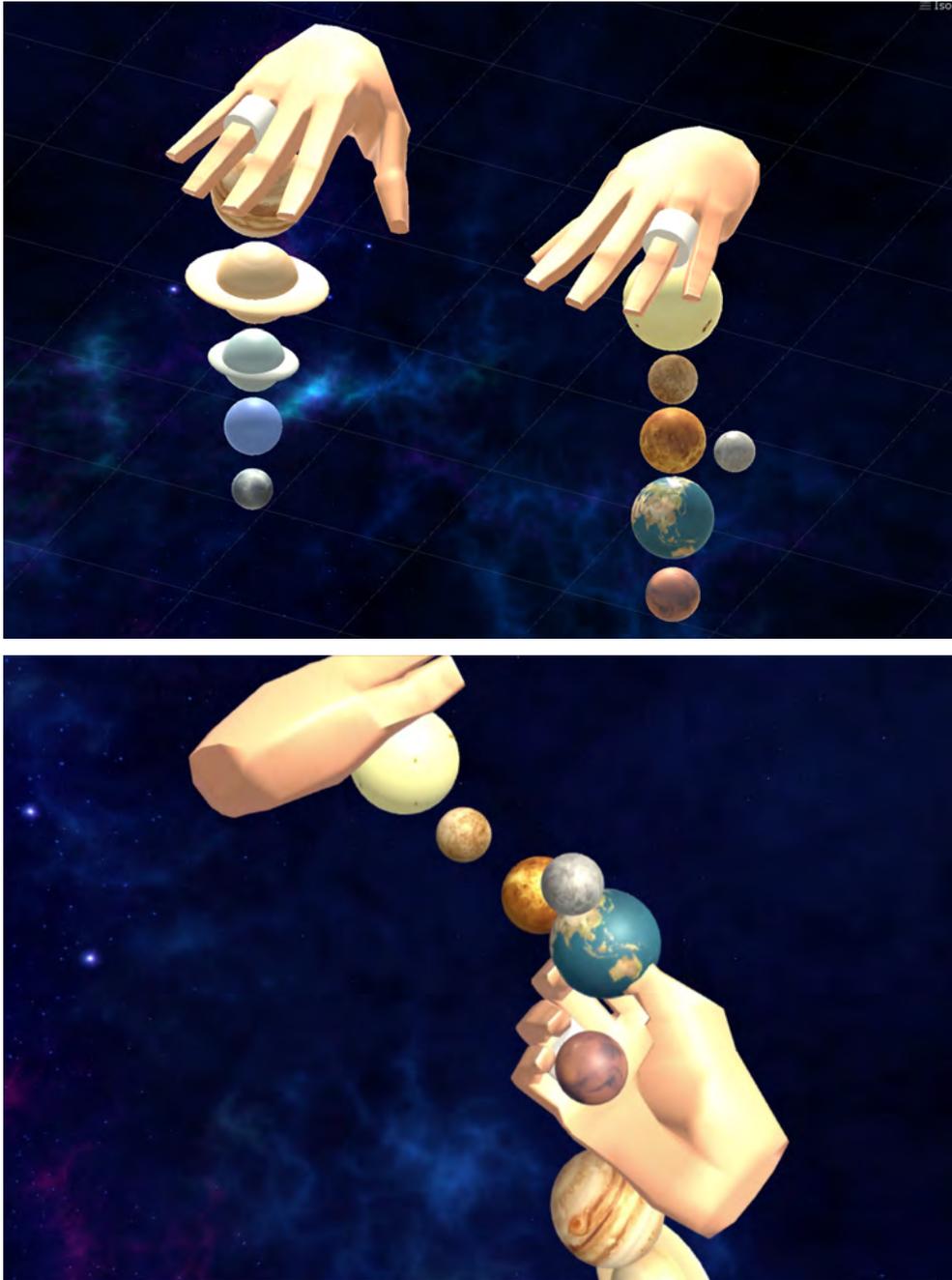


Figura 64 – Quarta cena
Fonte: elaborado pela autora.



Figura 65 – Quinta cena
Fonte: elaborado pela autora.

Outras formas de aumentar a sensação de pertencimento no ambiente imersivo é a utilização de música ambiente e imagem de fundo. Para o experimento, utilizou-se um fundo infinito (um tipo de “globo”) que imita o universo, portanto, para qualquer direção que o usuário olhasse, haveria a sensação de flutuar no espaço. O fundo foi baixado a partir de uma biblioteca de uso gratuito e ilimitado do *Unity*, criada por um membro da comunidade online. Para completar a imersão, selecionou-se a música de fundo condizente com a cena na biblioteca de desenvolvimento do *Youtube* (sob licença *Creative Commons*). No *Unity*, a música

foi colocada para reproduzir em *looping*, então durante toda a duração do uso haverá som.

5.1.3. Conclusão

Como colocam Tavares, Magalhães & Raposo (2019):

O adorno pessoal é um objeto simbólico por excelência. Tendo isso em vista, o papel da ornamentação corporal contemporânea está mudando com as novas questões sociais e tecnologias emergentes, mas sua função simbólica é duradoura, independente da forma – virtual ou material – que assumir (p. 11).

Contudo, o adorno nos moldes tradicionais (como as joias de ouro e prata), vem perdendo espaço para outros tipos de produtos substitutos, associados aos valores e anseios presentes, como viagens, *smartphones* ou procedimentos estéticos. Não só isso, hoje percebe-se que “não há lado de fora”, e os consumidores estão atentos aos problemas complexos causados pelo hiperconsumo, extração de matéria-prima e exploração da mão-de-obra, impactando também suas percepções sobre os produtos.

Como apontado por Cardoso (2016), a abrangência do mundo virtual e seu impacto sobre a visualidade está redefinindo os parâmetros de discussão da forma, afetando diretamente o campo do design. E o designer, como responsável por dar sentido às coisas, deve estar atento a essas mudanças.

Aposta-se que as tecnologias de realidade estendida tragam um novo salto tecnológico, impactando diretamente a forma como nos relacionamos. O momento atual é de exploração na busca para aplicações dessas tecnologias. Por isso, é a conjuntura ideal para a experimentação e projeção do que se espera dos cenários futuros.

Um exemplo de como as realidades estendidas se difundiram com facilidade numa área de interseção com a ornamentação corporal é o uso de filtros digitais nas redes sociais, como foi mostrado no capítulo 3. Há simulações, inclusive de objetos tradicionais, como joias e óculos. Portanto, seu uso é uma forma de ressignificar o corpo e expressar sua individualidade em um ambiente virtual.

As novas exigências para o design de adornos vão desde o domínio de novas tecnologias até o entendimento do papel da ornamentação corporal na sociedade contemporânea. Saber um sem compreender o outro, fatalmente resultará na

reprodução de um imaginário que já não mais serve aos valores das sociedades futuras.

O experimento, apesar dos resultados alcançados, deixa também aberto espaço para novos desdobramentos e aprimoramentos. Um próximo passo de aplicação imediata seria adicionar sons que correspondessem aos movimentos dos objetos. Quanto ao *avatar* de mão, sugere-se a adição de tons de pele variados ou substituir por uma cor não-natural (como azul ou verde), gerando maior inclusão e identificação com o usuário.

Outro desdobramento do projeto pode ser a transposição do aplicativo em realidade virtual para a realidade aumentada, a ser utilizado em *smartphones*.

5.2. Coleção Rastros: transposição do corpo através da digitalização tridimensional

As tecnologias de digitalização tridimensional permitem transpor objetos físicos para um meio digital. O volume, as texturas superficiais e até detalhes internos da estrutura, dependendo do equipamento empregado, podem ser capturados.

Neste experimento, uma parte do corpo é digitalizada não como suporte para a construção do adorno, mas para tornar-se o próprio adorno. A tecnologia contribui para dar sentido ao objeto, porque a única forma de vestir o próprio corpo é transpondo sua superfície para um meio virtual.

A Coleção Rastros foi desenvolvida a partir de um processo criativo que insere a tecnologia como linguagem.

5.2.1. Contexto

A partir das investigações em moldagens corporais do Coletivo OCCO nasceu a exposição *Reflexões Sobre os Corpos que Habitamos* (Figura 66), apresentada em julho de 2019, na *New Gallery*, galeria de arte contemporânea em São Paulo. O OCCO é um coletivo e grupo de estudos, no qual a autora faz parte, que explora uma diversidade de saberes para discutir corpo e ornamento contemporâneos. Para a exposição, cada integrante do grupo desenvolveu uma

coleção de ornamentos corporais que trata das percepções sobre a relação com o corpo, derivadas das rodadas de moldagens, e atuando como comentários individuais sobre o tema.



Figura 66 – Exposição Reflexões Sobre os Corpos que Habitamos, do Coletivo OCCO
Fonte: elaborado pela autora.

Os estudos de moldagens corporais tiveram como tema o encontro entre os corpos. A princípio, apertos de mão foram moldados em gesso vertido em moldes de alginato, e também com o uso de gaze gessada (Figura 67). O alginato é um material de moldagem derivado de algas marinhas, vendido em pó e que, após a adição de água e espatulação, geleifica rapidamente. É bastante utilizado na odontologia, pois gera moldes com alta precisão de detalhes.



Figura 67 – Fotografias do processo de moldagem do encontro entre os corpos
Fonte: Dorsch Carla (2019).

Conforme houve familiarização do procedimento de moldagem com o alginato e com a gaze gessada, moldagens maiores e mais complexas foram desenvolvidas, explorando outros tipos de contatos entre os corpos, como abraços e toques.

Os moldes foram feitos a partir de encontros entre os corpos das integrantes e também dos contatos individuais da pessoa com o próprio corpo, como manias e posições peculiares repetidas.



Figura 68 – Resultado do processo de moldagens coletivas
Fonte: elaborado pela autora.

Durante o processo de moldagens, cada integrante passou a refletir sobre sua própria relação com o corpo e assim gerou sua coleção individual. Uma frase sucinta sobre o projeto individual foi gerada e serviu como fio condutor para o desenvolvimento dos adornos: “(a autora) aborda os gestos repetitivos que percorrem a pele em movimentos ansiosos.”

A autora, com a prática das moldagens, passou a reparar nos próprios movimentos repetitivos que executava, ou seja, os “tiques” ou “manias”, e como estes estão relacionados a momentos de ansiedade ou expectativa. Esses movimentos são realizados de forma automática pelo corpo, sem que as pessoas percebam. Parar, observá-los e refletir sobre eles foi um exercício resultante da proposta.

5.2.2. Experimento

Com o tema definido, a autora partiu para a experimentação individual de moldagem das próprias mãos e dedos (Figura 69). A ideia inicial era desenvolver adornos com dedos de resina, dando a sensação de que percorressem o corpo, causando certo desconforto. Para isso, buscou-se também experimentar formas de

interação da moldagem de gesso com a mão que causassem uma sensação perturbadora (Figura 70).



Figura 69 – Processo de moldagem individual com alginato e gesso
Fonte: elaborado pela autora.



Figura 70 – Interações entre as moldagens de gesso com a mão
Fonte: elaborado pela autora.

Contudo, os dedos de gesso são reproduzidos em tamanho real pelo molde de alginato. O escaneamento tridimensional seria então a solução, pois o modelo virtual pode ser alterado sem restrição de escala.

Para isso, com a ajuda do colega de mestrado Gerson Ribeiro, usou-se o escâner portátil *Artec*, do Laboratório NEXT, da PUC-Rio. Com o equipamento, que utiliza um sistema de luz estruturada, fez-se a varredura da mão inteira da autora (Figura 71).

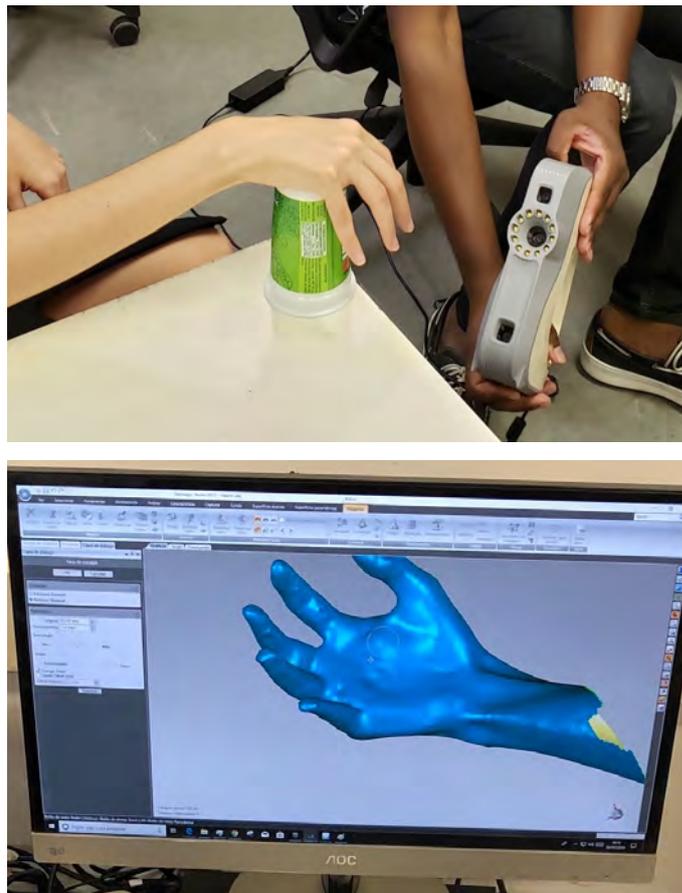


Figura 71 – Escaneamento da mão e tratamento da malha gerada
Fonte: elaborado pela autora.

Após tratamento de defeitos na malha, o modelo virtual estava pronto para ser utilizado. Contudo, a ideia inicial de utilizar os dedos precisou ser descartada porque o escâner não foi capaz de capturar detalhes tão sutis da superfície dos dedos, como as dobras nas falanges ou as unhas. Entretanto, a utilização da mão inteira mostrou-se bastante apropriada devido à forma como estava posicionada e a

presença de detalhes superficiais maiores, como ossos e tendões destacados. Por fim, a mão conversava tão bem com o conceito quanto os dedos.

Alguns testes de tamanho foram feitos para definir peso e custo do projeto (Figura 72). Devido à proximidade da data da exposição, estipulou-se que as peças seriam feitas em prata 950 fundida a partir de um molde de borracha, pois esse é um processo com o qual a autora possui familiaridade e poderia executar rapidamente, logo, com baixa probabilidade de erros.

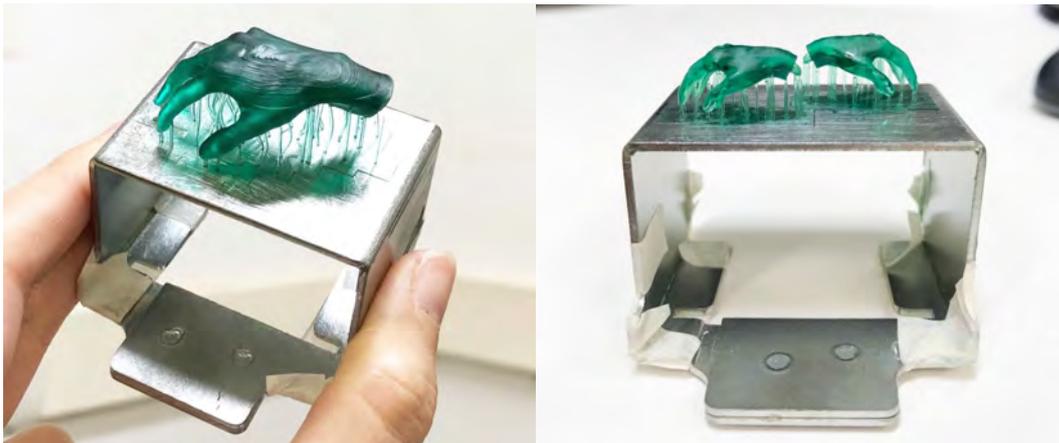


Figura 72 – Testes de tamanho: inicial, à esquerda, e final, à direita
Fonte: elaborada pela autora.

Os parâmetros de produção foram definidos antes do projeto da forma dos adornos devido ao pouco tempo disponível para produção. Optou-se por utilizar mãos com 20mm de comprimento, pois assim seriam delicadas como uma joia clássica, mas ainda permitiria a preservação dos detalhes superficiais do modelo 3D, ou seja, as características únicas que fazem daquela uma mão “real”, e não esculpida para parecer com a original.

Alguns desenhos de alternativas foram realizados até chegar às mais promissoras, a partir da sugestão do uso de correntes. As correntes garantiram a possibilidade de fazer as peças-conceito “passearem” pelo corpo, deixando “rastros”.



Figura 73 – Impressão 3D e molde de borracha de silicone
Fonte: elaborado pela autora.

Com os modelos escolhidos e as definições da ficha técnica, foi feito um molde em borracha de silicone a partir da impressão 3D das mãos (Figura 73). Assim, permitiu-se reproduzir rapidamente a quantidade necessária de mãos em cera de fundição.



Figura 74 – Peças fundidas em prata 950, ainda sem acabamento
Fonte: elaborado pela autora.

As fichas técnicas, mãos fundidas e correntes foram entregues para um ourives realizar a apuração e montagem. A coleção completa conta com três brincos (assimétrico, *stud* e unido), dois colares (echarpe e simples com pendente) e um broche. As fotografias das peças podem ser conferidas nas figuras abaixo. As peças-conceito, que são as que representam a ideia da coleção, são o colar echarpe (Figura 75) e o brinco unido por corrente (Figura 76).

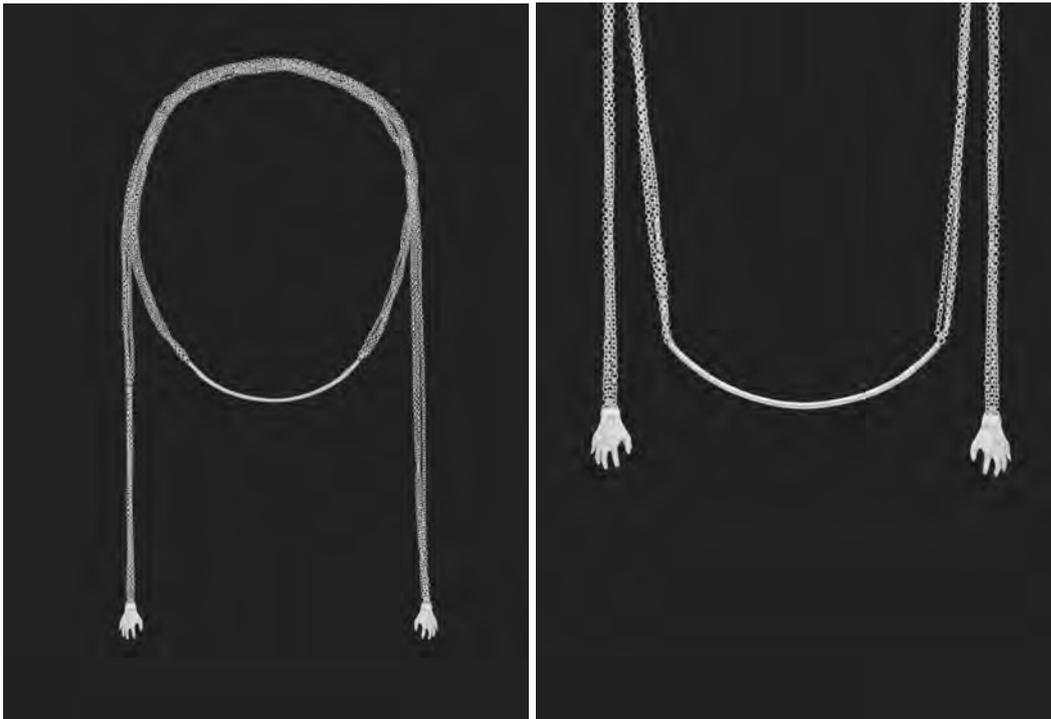


Figura 75 – Colar echarpe e detalhe
Fonte: elaborado pela autora.

O colar echarpe (Figura 75) não possui fecho e a intenção é que seja utilizado enrolado no pescoço, da forma como o usuário preferir. Para isso, optou-se por correntes longas, de 50cm cada, provendo espaço suficiente inclusive para dar um nó. A barra de metal na parte de cima do colar funciona como sustentação, possibilitando que também seja utilizado solto. Outra sugestão é trazer a barra para a frente e enroscar no pescoço, como uma echarpe.

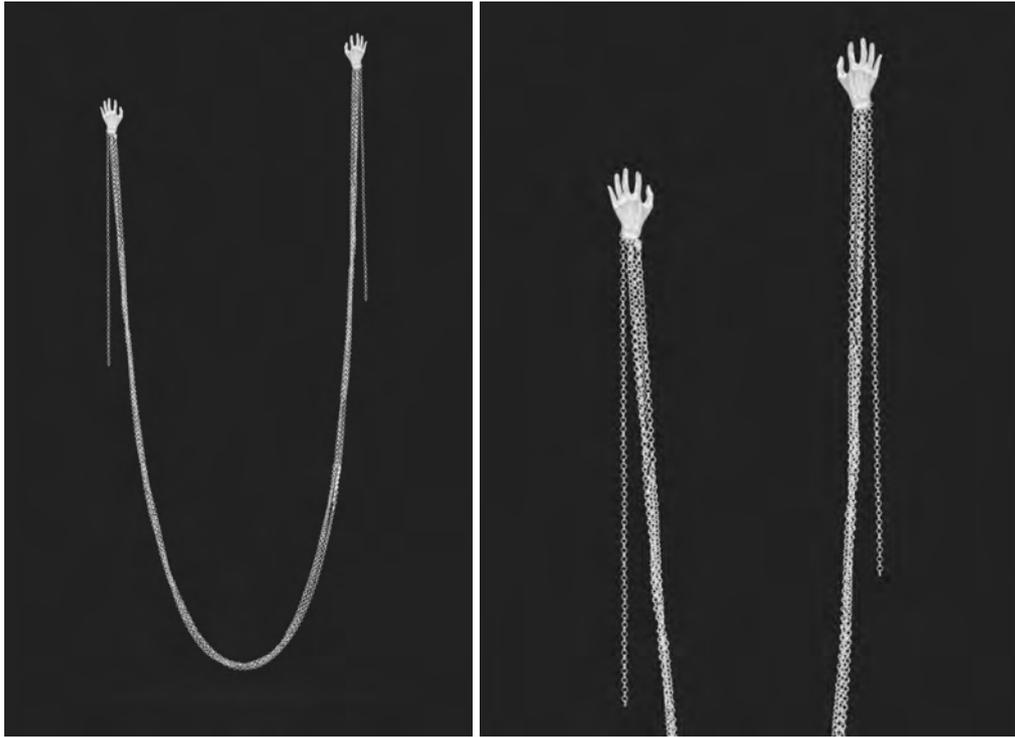


Figura 76 – Brinco unido por corrente e detalhe
Fonte: elaborado pela autora.

Todos os brincos foram produzidos de forma a permitir o uso como broches. Assim, é possível distribuir as mãos pela roupa, no caso dos brincos *stud* e assimétrico (Figura 77), ou no caso do brinco unido (Figura 76), prender uma mão na orelha e a outra na roupa. Dessa forma, permitiu-se subverter a forma tradicional de utilização de adornos clássicos.

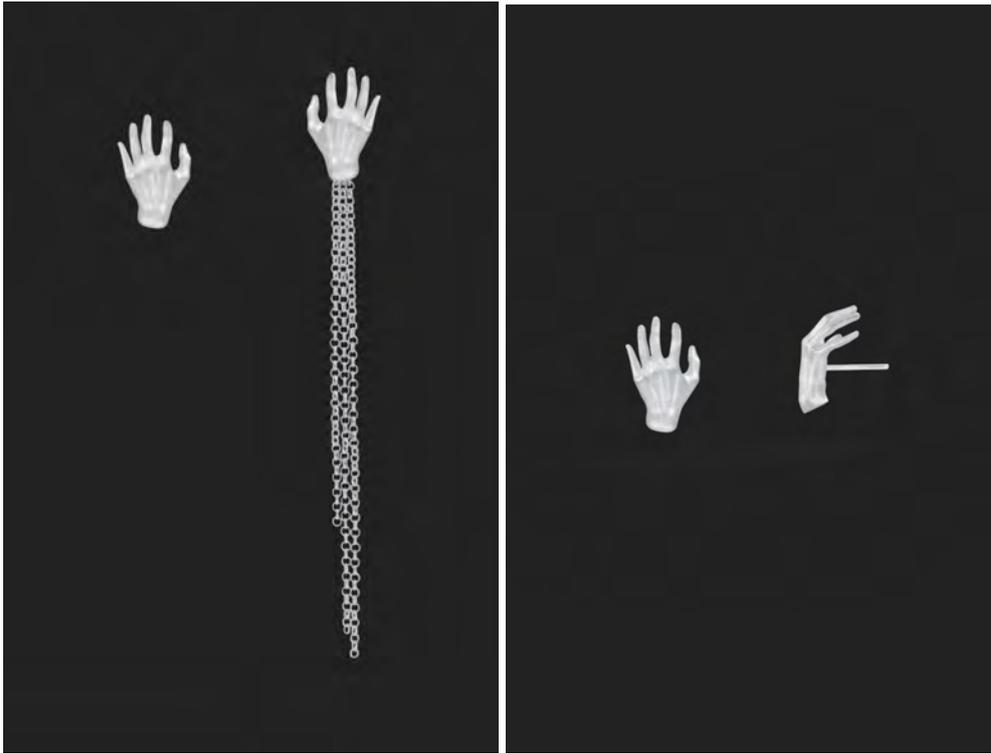


Figura 77 – Brinco assimétrico, à esquerda, e brinco *stud*, à direita
Fonte: elaborado pela autora.

O fecho do broche (Figura 78) foi feito de forma a permitir o uso como pendente ao passá-lo em uma corrente. A ideia inicial era que virasse um brinco também, mas o peso final do produto mostrou-se inadequado para essa forma de utilização.

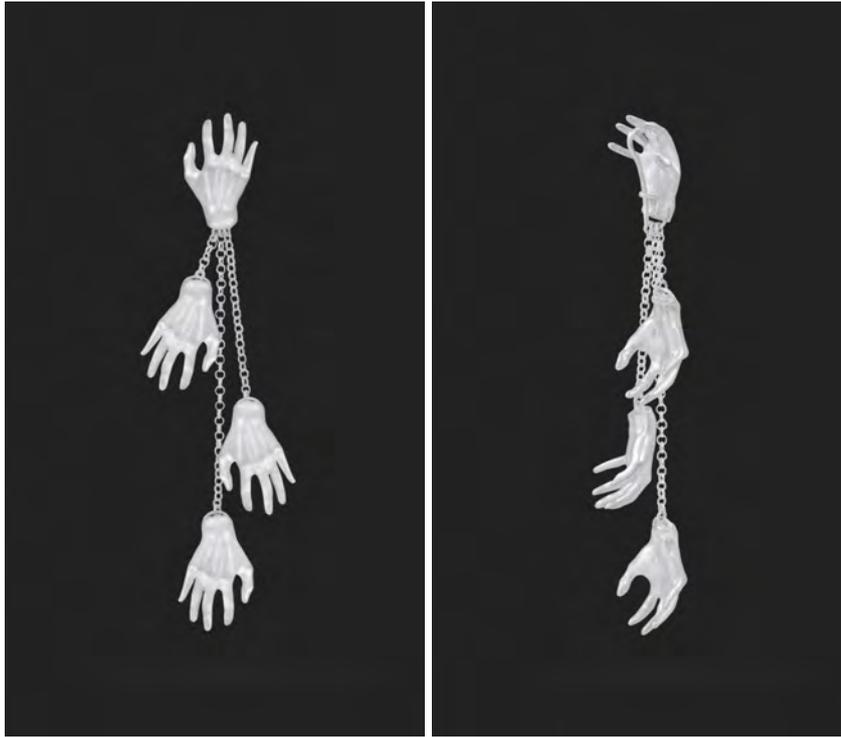


Figura 78 – Broche (visão frontal, à direita, e lateral, à esquerda)
Fonte: elaborado pela autora.

Buscou-se desenvolver peças-conceito e peças mais simples, como o brinco *stud* e o colar na figura abaixo. Desse modo, diferentes usuários seriam contemplados: aqueles que buscam peças singulares e os que preferem as mais discretas.



Figura 79 – Colar simples com pendente
Fonte: elaborado pela autora.

5.2.3. Conclusão



Figura 80 – Brinco *stud* sobre moldagem de gesso
Fonte: elaborado pela autora.

Neste experimento, a digitalização tridimensional entra na própria atribuição de sentido ao adorno. Como as peças são resultado de um exercício reflexivo sobre a relação com o corpo, a única forma de gerar um objeto tão intimamente ligado ao usuário, que preserve todas as características superficiais da mão original, é utilizando essa tecnologia. Portanto, se não fosse através dela, o objeto teria um sentido diferente.

A partir do modelo volumétrico digital, sem a textura superficial da pele e a iluminação do mundo físico, os relevos da superfície da mão causam ao mesmo tempo reconhecimento e estranheza. Percebeu-se como a superfície sem textura é algo completamente diferente daquilo que é visto normalmente.

Apesar da natureza auto reflexiva do experimento, a replicação para diferentes usuários é possível. Para isso, é necessário o escaneamento tridimensional da nova mão e preparar o arquivo para impressão 3D. Como foi mostrado, um único molde de mão permite o desenvolvimento de uma coleção inteira. Contribuindo com isso, o uso de correntes para a construção dos adornos facilita a adaptação dos modelos para diferentes formatos e, inclusive, posições de mãos.

Sendo assim, em termos de processos, a customização em massa da produção é viável. Seria necessário uma análise de custo para verificar a viabilidade de venda, contudo.

5.3. *Autopoiesis*: reconstruindo adornos clássicos com design computacional

As formas de ornamentação corporal se inserem na cultura de uma sociedade. Segundo Krippendorff (1989), a cultura como um todo se autoproduz continuamente. O autor compara essa autoprodução ao processo de autopoiese, termo da biologia cunhado primeiramente por Maturana & Varela⁸⁰. Autopoiese ou *autopoiesis* (palavra derivada do grego – *autós* significa “por si próprio”, e *poiesis*, “criação”), como afirma Krippendorff (1989), é um processo de definição dos sistemas vivos. Esses sistemas são marcados pela capacidade dos seres vivos produzirem, de forma contínua, a si mesmos. Nessa relação, aquele que é produzido através das interações geradas também é produtor do sistema.

Assim sendo, como afirma o Krippendorff (1989), os objetos estão inseridos de forma simbólica no tecido social, e contribuem para a autopoiese da cultura. A partir disso, assume-se que o adorno como objeto simbólico é resultante da cultura material da sociedade, ao mesmo tempo que influencia a sua geração.

Neste experimento, desenvolvido em parceria com Daniel Vianna, candidato ao Doutorado em Design pelo Departamento de Artes & Design da PUC-Rio, a joalheria clássica foi reduzida aos seus elementos constituintes (usuário, gema e metal). A partir da desconstrução da forma, reelaborou-se um novo adorno com tais elementos através do design computacional. O processo de autopoiese do adorno constituiu-se da redução às partes elementares, e com o auxílio da capacidade computacional, uma nova estrutura, cuja forma é guiada por esses componentes, foi formada. Nesse processo, o computador é “co-criador” do resultado, combinando a forma e a posição aleatória das gemas para definir como será a estrutura que as suporta.

⁸⁰ Cf. Maturana, H.; Varela, F. “*Autopoiesis and Cognition*”. In: Boston Studies in Philosophy of Science. Boston: Reidel, 1980.

A partir do emprego dessa tecnologia, um novo sentido é produzido para a joia clássica.

5.3.1. Contexto

Besten (2011) aponta que a joalheria ocidental se fundou no uso de gemas preciosas cravadas em metais (especialmente o ouro). Ao se observar os adornos clássicos vendidos hoje, percebe-se que poucas modificações ocorreram (Figura 81), sendo a inovação voltada para os processos produtivos.



Figura 81 – Colar *Rubis Flamboyant* e brincos *Soleste*, ambos à venda em 2020
Fonte: Van Cleef & Arpels⁸¹ e Tiffany⁸².

Conforme observado na figura acima, se a gema é o elemento central da joalheria clássica, é necessário um suporte de metal para fixá-la. Ademais, a cravação da gema é essencial para mantê-la segura, já que se trata de um material de alto valor comercial.

A variedade de cores das gemas foi o que despertou o interesse nas sociedades antigas. Não só isso, como aponta Phillips (2011), as pedras eram escolhidas também pela crença de que possuíam poderes espirituais e de cura, sendo

⁸¹ VAN CLEEF & ARPELS. **Rubis Flamboyant**. Disponível em: <https://www.vancleefarpels.com/eu/en/nanosites/treasure-of-rubies.html#rubis-flamboyant>. Acesso em: 20 de mar. 2020.

⁸² TIFFANY & CO. **Earrings**. Disponível em: <https://www.tiffany.com/jewelry/earrings/tiffany-soleste-earrings-29137129/>. Acesso em: 20 de mar. 2020.

muitas vezes reservadas para a nobreza e Igreja. Ou seja, o valor da gema vem do fascínio que desperta.

O ouro, metal nobre comumente utilizado, é também um poderoso signo de poder, segundo Barthes (2013). Para o autor, a gema em conjunto com o ouro transforma-se no próprio conceito de *preço*, e para demonstrar o seu poder, só precisa ser vista.

Como, então, repensar a joalheria tradicional, através da tecnologia, combinando forma e produzindo um novo sentido para o objeto?

Os sistemas de design computacional são comumente empregados para a otimização da produção de joias, como é ressaltado na seção 3.1. Por isso, optou-se por um experimento que subvertesse a utilização dessa tecnologia específica: o foco deixa de ser a otimização e sim a atribuição de um novo sentido ao adorno de metais preciosos.

Como foi mostrado no capítulo 3, o uso de algoritmos no design computacional abriu um novo campo de experimentações. Segundo Tedeschi (2014), um algoritmo é um procedimento utilizado para desempenhar uma tarefa, através de uma lista finita e bem definida de instruções. Uma forma popular de explicar o que são algoritmos é fazendo uma analogia a uma receita de bolo: para fazer o bolo (resolver o problema), deve-se seguir a receita (instruções), empregando os ingredientes (parâmetros) corretos.

Os elementos básicos ou constituintes de um bolo, são seus ingredientes. Quais seriam, então, os “ingredientes” da joia clássica?

Com o que foi exposto anteriormente (Figura 81), pode-se entender que gema e metal são as bases da joia num sentido tradicional.

A partir da afirmação de Besten (2011) de que “sem as pessoas, os adornos servem apenas parcialmente à sua função” (p.11), e conforme o que foi concluído no capítulo 2 (a finalidade do adorno se concretiza ao ser utilizado sobre o corpo, e que na sua superfície, aspectos materiais e imateriais se encontram), assumiu-se, então, que o usuário é também um dos elementos básicos da ornamentação corporal.

Com isso, então, reduziu-se a joia clássica aos seus elementos constituintes – o usuário, a gema e o metal – e, a partir disso, foi realizado o experimento.

5.3.2. Experimento

O primeiro passo para o experimento foi definir o formato da gema. Cogitou-se, inicialmente, utilizar modelos tradicionais de lapidação, contudo, mais a frente, optou-se por um octaedro truncado (poliedro de 8 faces hexagonais e 6 faces quadrangulares). Essa forma geométrica permite um encaixe por sobreposição das pedras, mas ainda é um tipo de lapidação executável por um lapidador experiente (Figura 82).

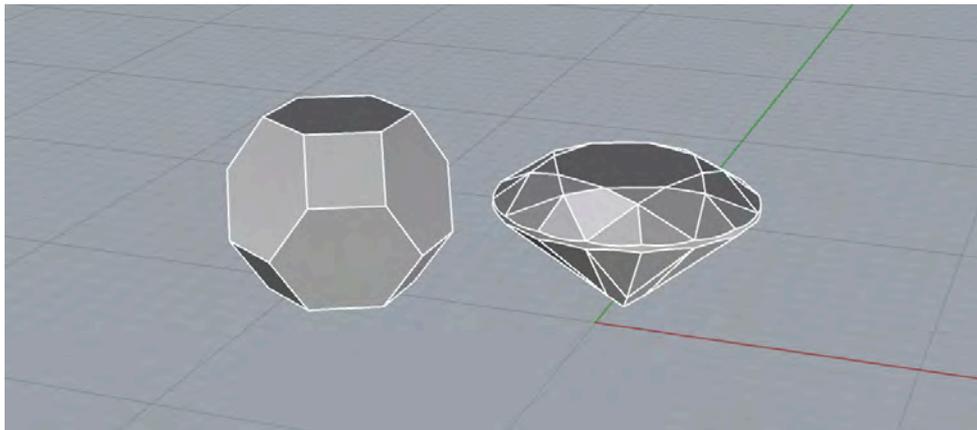


Figura 82 – Gema em forma de octaedro truncado, à direita, e pedra em lapidação clássica (brilhante), à esquerda
Fonte: captura de tela.

Os experimentos foram construídos no *Grasshopper*, ferramenta de modelagem algorítmica do *Rhinoceros*. Usou-se o modelo virtual de braço nativo do *plugin Peacock* como base para a construção do adorno. Esse é, então, o elemento “usuário” da joia. No futuro, espera-se utilizar uma digitalização tridimensional do corpo. Com isso, 18 pedras foram distribuídas aleatoriamente pelo computador na superfície do pulso (Figura 83).



Figura 83 – Pedras distribuídas de forma aleatória
Fonte: captura de tela.

Essa distribuição feita pelo computador, sem interferência do designer, é uma forma de evitar que a morfologia da joalheria clássica que existe no imaginário popular seja reproduzida. O papel do designer nesse processo é de definir os parâmetros, ou seja, a área disponível para a distribuição, a forma das gemas e a quantidade.

Um cilindro é construído a partir da malha da superfície do braço e, sobre ele, pontos são distribuídos. As pedras, então, funcionam como ímãs, sendo atraídas por esses pontos, e dinamicamente se movem pela superfície. Desse modo, há maior liberdade para a geração de alternativas.

Contudo, quanto maior a quantidade de pontos, maior é a exigência de capacidade computacional. Ou seja, nesse processo um gargalo de produção pode ser a própria configuração disponível para o computador utilizado.

Com as gemas distribuídas, é necessário, então, criar as instruções para o desenvolvimento do suporte em metal. Essa estrutura teve um crescimento definido a partir das arestas das gemas, para simular uma cravação. Ao redor do pulso, onde não há gemas, o crescimento rizomático aleatório forma a base da pulseira. Na Figura 84 é possível verificar o resultado do primeiro teste com o algoritmo desenvolvido.



Figura 84 – Primeiro bracelete desenvolvido
Fonte: Daniel Vianna (2020).

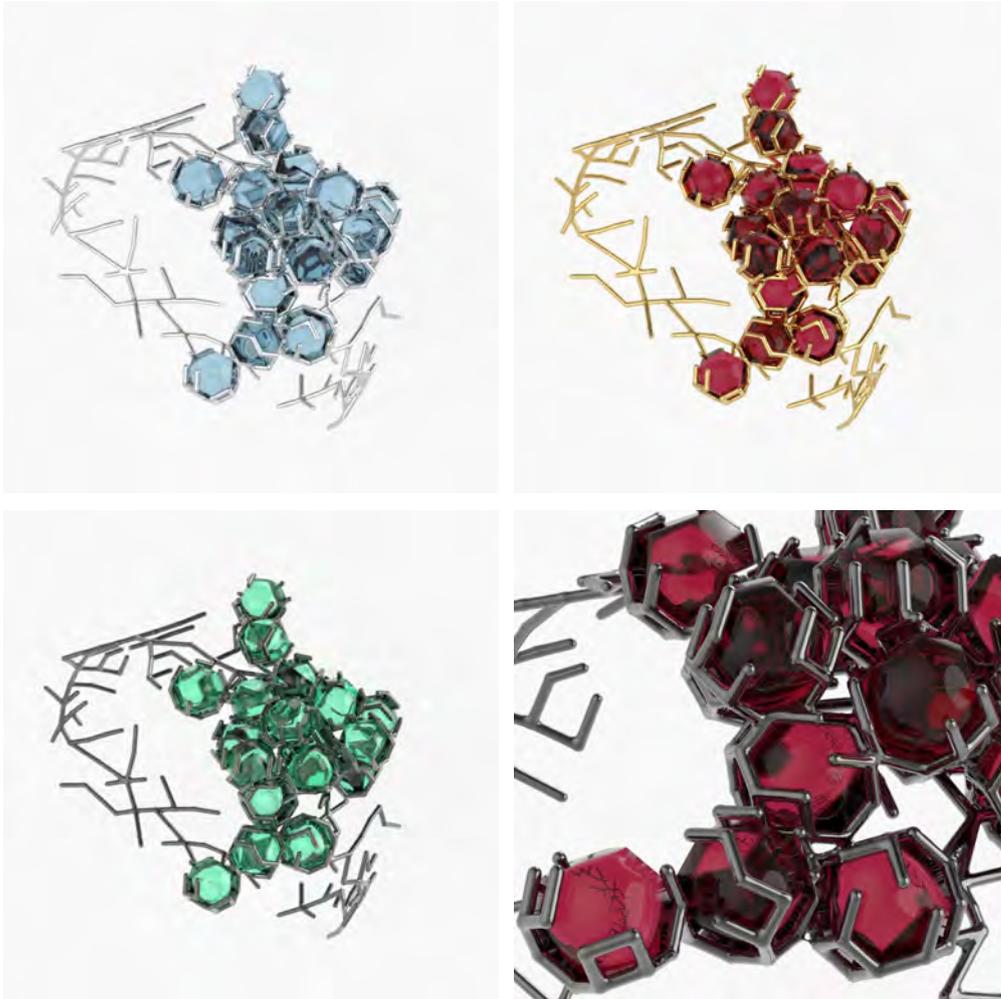


Figura 85 – Diferentes combinações e detalhe do primeiro bracelete desenvolvido
Fonte: elaborado pela autora.

Após discussões sobre o primeiro teste, um novo modelo de bracelete foi criado. Nesse, o objetivo foi aumentar o crescimento da estrutura de metal, de forma a replicar o encaixe das gemas, produzindo espaços vazios no formato das mesmas. Neste caso, a pedra foi alterada para um dodecaedro (poliedro de 12 faces pentagonais) (Figura 86).

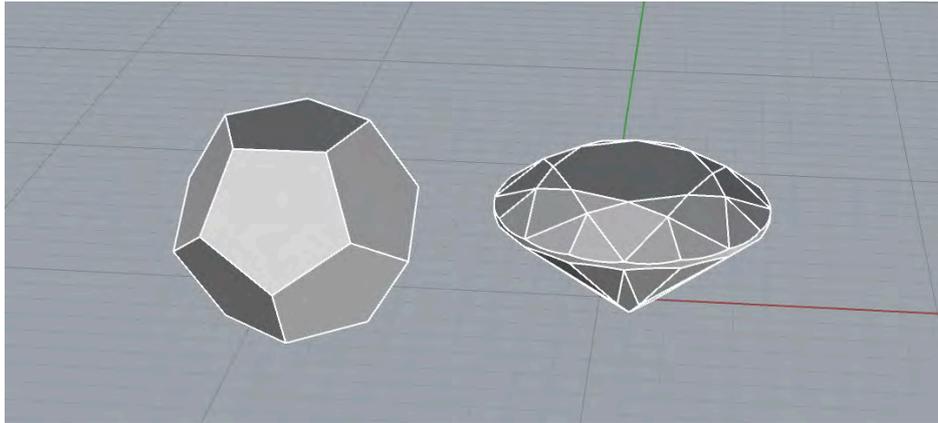


Figura 86 – Gema em forma de dodecaedro, à direita, e pedra em lapidação clássica (brilhante), à esquerda
Fonte: captura de tela.

Essa simulação resultou numa exigência de maior carga computacional do que o modelo anterior. Foram distribuídas aleatoriamente 90 pedras, e a estrutura de metal foi gerada a partir delas. O bracelete resultante pode ser visto nas figuras Figura 87 e Figura 88.



Figura 87 – *Render* do segundo bracelete desenvolvido.
Fonte: elaborado pela autora.

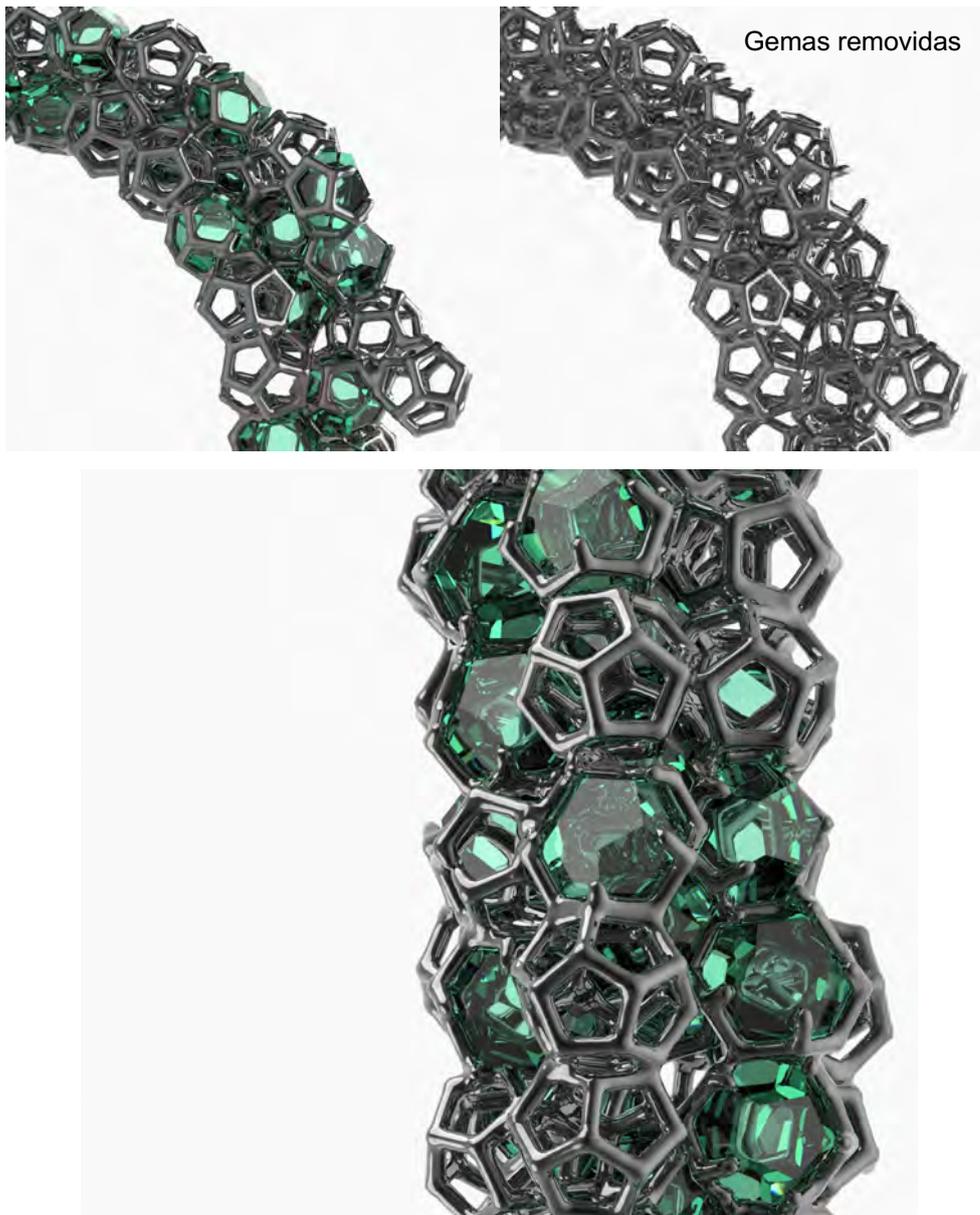


Figura 88 – Detalhes do segundo bracelete: *render* simulando metal com banho de ródio negro e esmeraldas
Fonte: elaborado pela autora.

A partir desses resultados preliminares, discute-se já a chance de produzir os adornos também em diversos materiais (Figura 89), a citar, através de impressão 3D em poliamida, no lugar do suporte de metal, e reproduzir as gemas em resina epóxi, explorando uma maior variedade de cores e efeitos permitidos por esse material. Outra possibilidade é o uso de vidro colorido lapidado no formato das gemas, podendo ser de origem reciclada ou reaproveitada.



Figura 89 – Diferentes possibilidades: *renders* simulando impressão 3D em poliamida e “gemas” coloridas de vidro ou resina
Fonte: elaborado pela autora.

É importante notar que o experimento se encontra em fase inicial, então algumas questões técnicas de montagem e fabricação dos adornos mostrados não foram aprimoradas. Neste primeiro momento, o foco é a exploração formal e refinamento do algoritmo (Figura 90).

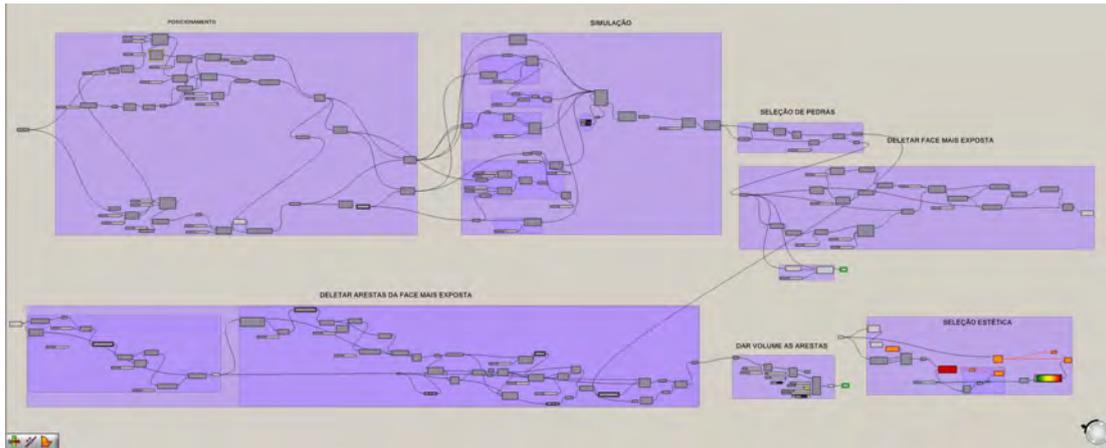


Figura 90 – Algoritmo desenvolvido por Daniel Vianna para os experimentos
Fonte: captura de tela.

O formato do adorno (um bracelete) foi escolhido para os primeiros testes por causa do tamanho. Brincos, devido à limitação de peso, acabariam resultando no uso de poucas gemas e numa forma menos complexa; já colares, por causa da maior dimensão, poderiam exigir demais da capacidade do computador disponível. Contudo, entre os próximos passos, está a criação de uma coleção completa.

5.3.3. Conclusão

Neste experimento, os elementos básicos constituintes da joalheria clássica foram rearranjados com a coparticipação do computador. O designer, neste caso, age como um orientador do processo, deixando para a máquina aquilo à que ela se destina: a capacidade de processamento de informações. Dessa forma, na combinação da atuação de ambos, é possível explorar resultados inesperados. O uso dessa ferramenta de forma criativa permite repensar a forma do adorno tradicional sem o viés que poderia ser trazido por séculos de ornamentação corporal.

O experimento também propõe uma cravação incomum para a gema, que replica o próprio formato da pedra. Com a materialização dessas peças, através de impressão 3D e fundição, será testada sua viabilidade.

Contudo, ainda estamos presos a algumas formas conservadoras de utilização do adorno. Neste momento, a preocupação foi com o desenvolvimento de um *script* funcional, que se adequasse à proposta do experimento. Portanto, um

próximo passo para o trabalho é explorar posicionamentos diferentes do adorno no corpo, fugindo das formas tradicionais de anel, bracelete e colar.

Com o avanço do projeto, a intenção é combinar o sistema desenvolvido à digitalização tridimensional dos corpos dos usuários, criando produtos sob medida. Dada a característica arbitrária da distribuição das gemas sobre a superfície da pele, é possível gerar uma variedade de resultados quase ilimitada. Por isso, está previsto também o desenvolvimento de uma inteligência artificial para auxiliar a filtragem dos resultados, baseada em parâmetros ainda a serem definidos.

5.4. Resultados das atividades apresentadas

O primeiro experimento, *Objetos Oníricos*, demonstrou a possibilidade de criação de adornos imateriais que estimulam a interação do usuário através da realidade virtual. No seu processo de desenvolvimento, houve a sensibilização com o tema das tecnologias de realidade estendida, e a partir disso, o questionamento dos limites da materialidade como parâmetro para a produção de objetos. A partir disso, uma série de questionamentos podem ser levantados, abrindo caminhos para desdobramentos futuros: o que é entendido por consumo no escopo dos objetos virtuais? Quais as implicações do consumo de objetos virtuais para a cadeia produtiva de adornos?

Com esse experimento ficou claro também a separação dos aspectos materiais e imateriais dos artefatos, e como se relacionam uns com os outros. Por exemplo, se o material empregado, como o ouro, carrega significados ao produto, a ausência de matéria altera a percepção do usuário para com tal objeto.

No segundo experimento, *Coleção Rastros*, mostrou-se como a digitalização tridimensional pode ser empregada para dar um novo sentido à relação do usuário com o próprio corpo através do adorno.

Dessa forma, é possível traçar uma comparação entre os artefatos convencionais em relação àqueles viabilizados pelas novas tecnologias. Nesse experimento, especificamente, seria impossível reproduzir a mão da autora na escala de tamanho desejada se não através da tecnologia de digitalização tridimensional. Outras técnicas, como a modelagem em cera perdida feita à mão, geraria um objeto semelhante mas não com as exatas características da mão

original, como é o caso do experimento. A partir disso, foi possível refletir sobre como as novas tecnologias encontram espaço não só na substituição das técnicas artesanais, mas podem contribuir com a própria atribuição de sentido ao objeto, sendo esse um dos resultados gerados.

Por fim, no último experimento, Autopoiesis, foi observado como o design computacional contribui para a reestruturação do adorno clássico, trazendo um novo sentido para ele. Ficou claro como essa tecnologia permite trazer o computador como co-autor do processo de desenvolvimento, libertando o designer de alguns vieses trazidos com séculos de reprodução de formas tradicionais da joalheria clássica.

Cada experimento trouxe indagações próprias ao projeto. Contudo, analisados em conjunto, também geraram outras percepções.

Uma reflexão em comum a todos os experimentos é a relevância da multidisciplinaridade e colaboração no uso de novas tecnologias. Com o objetivo de chegar ao produto final, diversos conhecimentos precisaram ser combinados, como a modelagem algorítmica e a programação, tornando-se uma atividade desafiadora o domínio de todos por uma única pessoa. Desse modo, os experimentos deixaram claro como o designer se insere de forma estratégica na gestão do processo criativo e de produção.

Com isso, os experimentos também demonstram que o papel do design na relação adorno-tecnologia é de mediador, congregando suas especificidades na produção de sentido às coisas. E essa ação só é possível a partir de um entendimento do ecossistema em que se inserem essas tecnologias e do momento em que podem ser utilizadas e combinadas.

As novas tecnologias podem ser adotadas também de forma conjunta para atingir diferentes resultados. No primeiro experimento, os adornos foram projetados para uso em realidade virtual, combinando a modelagem 3D com a criação do ambiente imersivo. No segundo, utilizou-se a estrutura já conhecida de impressão 3D, fundição e trabalho em banca para materializar o objeto virtual gerado por digitalização tridimensional.

Dando um passo além, no último experimento foi sugerida a adoção de um conjunto de determinados grupos de tecnologias, mostrando uma relação mais complexa entre elas. Primeiro, sugeriu-se que fosse feita uma digitalização tridimensional do corpo. A seguir, o objeto é gerado por design computacional,

valendo-se do *script* desenvolvido a fim de retirar o viés humano da escolha “aleatória” (mas que carregaria toda uma sorte de influências oriundas da construção do sujeito). E por fim, sugeriu-se formas diversas de fabricar o objeto resultante, como a impressão 3D em resina calcinável para fundição em metal, ou a utilização de impressão 3D em poliamida em conjunto com “gemas” de vidro.

Com isso, fica claro como a aplicação dessas tecnologias não ocorre de forma isolada, mas como parte de um processo maior que visa entregar um resultado em consonância com o objetivo proposto.

Com o que foi alcançado com os experimentos, mostrou-se também que a inovação não vem necessariamente da criação de produtos inéditos, mas da forma como se atribui novos sentidos aos objetos resultantes desse processo de design que une tecnologia e adorno. E, dessa forma, as tecnologias abordadas possuem um potencial expressivo que ultrapassa o uso conservador orientado à otimização técnico-produtiva.

Assim, as indagações e reflexões trazidas pelos experimentos permeiam os capítulos desta pesquisa, como foi visto anteriormente.

6 Considerações Finais

A ornamentação corporal transpassa culturas e encontra sua linguagem no meio social em que está inserida. Apesar de ser uma atividade que acompanha a humanidade desde os primórdios, as mais variadas formas de ornamentação existem ao mesmo tempo nas comunidades contemporâneas (Figura 91).



Figura 91 – *La beauté naturelle* fotografada por Hans Silvester e a beleza artificial de James Merry
Fonte: adaptado de Artsy e James Merry.⁸³

A capacidade de ressignificação do corpo através do adorno, objeto simbólico por excelência, é o aspecto central da ornamentação corporal. Embora novas tecnologias sejam continuamente inseridas nos processos de criação e produção do adorno, ainda produzimos objetos cujo repertório simbólico é imutável

⁸³ ARTSY. **Hans Silvester**. Disponível em: <https://www.artsy.net/artist/hans-silvester>. Acesso em 06 de mar. 2020.
JAMES MERRY. **Gucci + GQ Magazine**. Disponível em: <https://www.jtmerry.com/>. Acesso em 06 de mar. 2020.

há séculos. Quando isso ocorre, o poder expressivo dessas ferramentas é negado, restando apenas seu potencial técnico-produtivo.

Novas tecnologias trazem novos paradigmas. No caso da ornamentação corporal, como foi mostrado, esses paradigmas referem-se à reprodução de formas e valores em desacordo com as mudanças sociais presentes, aproveitando a tecnologia como pura otimização técnico-produtiva. Nesse contexto, o próprio papel do designer de adornos é questionável, pois se limita a um trabalho de reprodução e representação daquilo que mostra sentidos imutáveis há gerações: o adorno clássico.

Enquanto o designer estiver limitado como profissional, sua atuação está fadada a ser substituída pelos avanços tecnológicos. Como questiona McLuhan (2001), “quando esse circuito aprender o seu trabalho, o que você vai fazer?” (p.20). No próprio setor de adornos há um exemplo emblemático: o modelista em cera. Com o avanço das tecnologias de modelagem e impressão 3D, o trabalho desse profissional foi aos poucos substituído e sua demanda caiu – apesar de ainda haver aqueles que optam por essa técnica.

Os sistemas de design paramétrico, como foi mostrado nesta pesquisa, são fortes candidatos à substituição do trabalho orientado à otimização técnico-produtiva. Se há complexidade no desenvolvimento do processo paramétrico, essa é compensada pela variedade de resultados obtidos com a alteração dos parâmetros.

Aliada às tecnologias de digitalização tridimensional, etapas do processo produtivo podem ser encurtadas e, inclusive, o computador pode substituir o profissional que faria a análise dos dados. Por exemplo, a análise de material gemológico de alto valor e o projeto de lapidação, em breve, poderão ser feitos num *software*.

E com as realidades estendidas, o próprio processo produtivo na forma tradicional se esvai, já que a materialidade é subtraída dos objetos. Não é possível produzir o virtual nos moldes tradicionais de fabricação.

Por isso, o caminho para a inovação no design de adornos é o retorno à essência da atividade do design: a atribuição de sentido às coisas.

Afirmar isso não é negar o lugar que as formas tradicionais de adorno têm na sociedade – até porque essa convivência entre diversas maneiras de ser e existir é uma característica da contemporaneidade –, mas é propor novos espaços para a

discussão e exploração da ornamentação corporal, em harmonia com o que se espera para as sociedades futuras.

Essas tecnologias trazem novas possibilidades, mas também novas demandas. Sua inserção exige o domínio de diferentes *softwares*, mas também é necessária uma compreensão geral por parte do designer de qual potencial de uso pode ser aproveitado, inserido no contexto vigente. Para isso, é importante entender do que se tratam tais tecnologias e como outros profissionais e amadores as vêm utilizando. O conhecimento é, portanto, gerado de forma coletiva.

Essa ação coletiva demandada pela tecnologia desloca também os papéis tradicionais de designer, produto e usuário. A geração do produto num contexto de inovação de sentido não parte de necessidades pré-existentes daquele usuário, mas de um processo de observação de mudanças e novos valores associados aos objetos.

Com as tecnologias digitais e o espaço que o virtual ocupa em nossas vidas, o consumo de objetos virtuais torna-se comum e passa despercebido. Contudo, a virtualização do adorno pessoal traz uma série de novos questionamentos de natureza distinta, como a percepção do usuário ou impactos nas cadeias produtivas.

Neste momento, o adorno virtual não implica necessariamente a destruição do adorno físico, já que (ainda) habitamos o mundo dos átomos. Não só isso, essas duas categorias de ornamentos corporais podem se combinar em formas híbridas, em que o uso de uma completa a outra. Como as formas virtuais e físicas de ornamentação coexistem, portanto mais investigações sobre o modo de consumo de uma afeta o da outra são um tema relevante para desdobramentos futuros desta pesquisa.

Como foi afirmado, essa desmaterialização traz também implicações para toda a cadeia produtiva do adorno. O pesado maquinário industrial dá vez para a leveza dos *softwares*, que por sua vez exigem alta capacidade de processamento do *hardware* dos computadores. Um novo sentido para “peso” pode ser um resultado indireto da adoção das novas tecnologias digitais.

Nesse âmbito, a digitalização tridimensional mostra-se como uma forma de transpor os objetos do mundo físico para o mundo virtual. Ou seja, se o fluxo tradicional de produção parte da concepção em ambiente virtual para a materialização no mundo físico, a digitalização tridimensional faz o caminho oposto: da matéria para a virtualidade. Por isso, em um contexto que busca a inovação, deve haver sentido em transpor um objeto físico para um virtual, ou seja,

tirá-lo do mundo para o qual foi criado e levá-lo para um novo ambiente, virtual, que possui premissas diferentes.

Já no escopo do design paramétrico, há uma nova questão relacionada às possibilidades quase infinitas de geração de variantes. Nos sistemas tradicionais de design, a capacidade de gerar variações de produto está diretamente relacionada à capacidade humana de concepção e análise. Contudo, nos sistemas paramétricos e generativos, esse papel é legado ao computador. Se por um lado isso permite uma maior pluralidade e complexidade nos resultados encontrados, por outro pode gerar um abismo de possibilidades aparentemente intransponível.

Posto isto, esta pesquisa visou explorar o potencial expressivo das novas tecnologias no contexto do design de adornos, e assim levantou, através de atividades de experimentação, reflexões sobre como elas podem ser empregadas para dar sentidos inovadores aos produtos, que vão além dos aspectos técnicos de uso.

As tecnologias abordadas nesta pesquisa foram os sistemas de design computacional, a digitalização tridimensional e as realidades estendidas. Estas têm em comum o aspecto imaterial/virtual: mesmo que a finalidade seja a fabricação do produto por manufatura aditiva, não são tecnologias que implicam necessariamente em implementações físicas. Portanto, os conceitos e as reflexões apresentadas neste trabalho se inserem neste universo específico.

Há outras novas tecnologias para o design de adornos não abordadas aqui, como a computação vestível e a impressão 3D em metal – estas de aspecto material. Portanto, essa é uma limitação da pesquisa relacionada ao escopo do trabalho. Um recorte que abrangesse essas tecnologias poderia trazer questionamentos e reflexões de natureza distinta, sobre como a materialidade e o sentido do objeto se relacionam, sendo uma possibilidade para desdobramentos futuros.

Com os experimentos desenvolvidos, foi demonstrado o poder expressivo das novas tecnologias e como elas podem ser combinadas para gerar produtos inovadores.

Nesse cenário, o designer é aquele que desloca a tecnologia do uso conservador para o inovador, produzindo e atribuindo novos sentidos aos adornos. Para isso, é necessário também uma compreensão do ambiente em que essas tecnologias se inserem e se esse é propício a mudanças.

Tendo como base a inovação de significados, foi apresentado como se dá o uso conservador e o uso inovador das tecnologias abordadas, através não só das atividades de experimentação, mas também mostrando o trabalho de designers e empresas do ramo que modificam os usos tradicionais dessas tecnologias enquanto ferramentas.

Foi mostrado também como, nesse sentido, o design intermedia a relação entre adorno e tecnologia, permitida por sua capacidade reflexiva de apropriação destas. Para isso, foram apresentados conceitos do campo, entendendo como a produção do artificial pelo design está fundada em crenças, valores, atitudes e comportamentos da sociedade. Mostrou-se também como o design pode adotar uma abordagem especulativa para questionar ideias e atitudes, e assim gerar produtos inovadores em que a tecnologia contribui para a construção de sentido.

Se a produção de sentido é a atividade central do design, a atuação deste na relação entre adorno e tecnologia se dá como mediador. Cabe, então, ao design congregar o caráter simbólico da ornamentação corporal ao potencial expressivo da tecnologia enquanto ferramenta.

Assim sendo, com a absorção de uma nova tecnologia, um novo espaço para explorações é aberto. Por fim, espera-se que este estudo seja um convite a maiores investigações sobre a relação entre design, adorno e tecnologia.

Referências Bibliográficas

ADNER, Ron; KAPOOR, Rahul. Right Tech, Wrong Time. **Harvard Business Review**, nov., p. 60-67, 2016.

ANDERSON, Chris. **Makers: The New Industrial Revolution**. New York: Crown Business, 2012. Edição Kindle.

BAIENSON, Jeremy. **Experience on Demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do**. New York: W. W. Norton Company, 2018. Edição Kindle.

BARDZELL, Shaowen; BARDZELL, Jeffrey; FORLIZZI, Jodi; ZIMMERMAN, John; ANTANITIS, John. Critical Design and Critical Theory: The Challenge of Designing for Provocation. In: **DIS'12: Designing Interactive Systems Conference**, 12., 2012, Newcastle (Reino Unido). **Anais...** Newcastle: ACM, p. 288-297, 2012.

BARTHES, Roland. **The Language of Fashion**. London: Bloomsbury, 2013.

BATISTA, Claudio Regina. A modelagem 3D digital de joias e o processo de prototipagem rápida. In: **XXI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, X International Conference Graphics Engineering for Arts and Design**. 21., 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Graphica'13, 2013.

_____. Considerações ergonômicas para o design de brincos. In: **CONAERG: 1º Congresso Internacional de Ergonomia Aplicada**, 1., 2016, Recife. **Anais...** Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-list/conaerg2016-278/list#articles>. Acesso em 06 de mar. 2020.

BENZ, Ida Elisabeth. **Inovação no processo de design de joias através da modelagem 3D e da prototipagem rápida**. 2009. 161 folhas. Dissertação (Mestrado em Design) – Departamento de Artes & Design, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2009.

BESTEN, Liesbeth den. **On Jewellery: A Compendium of International Contemporary Art Jewellery**. Stuttgart: Arnoldsche Art Publishers, 2011.

BRASIL. Portaria nº 43, de 22 de janeiro de 2016. **Determina que ficará proibida a comercialização de Bijuterias e Joias com concentrações de cádmio e chumbo iguais ou superiores, respectivamente, em peso,**

a 0,01% e 0,03% do metal presente no produto individualmente considerado. INMETRO, 2016.

BUCHANAN, Richard. “Thinking About Design: An Historical Perspective.” In: GABBAY, D.; THAGARD, P.; WOODS, J. *Philosophy of Technology and Engineering Sciences*. Amsterdam: Elsevier, 2009. p. 409-453. (Handbook of the Philosophy of Science, v. 9).

_____. Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, v. 8, n. 2, p. 5-21, 1992.

CALDAS, Luisa; NORFORD, Leslie. Architectural constraints in a generative design system: Interpreting energy consumption levels. In: **INTERNATIONAL IBPSA CONFERENCE**, 7., 2001, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Seventh International IBPSA Conference, p. 1397 – 1404, 2001.

CARDOSO, Rafael. Design, cultura material e o fetichismo dos objetos. *Revista Arcos*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 14-39, 1998.

_____. **Design para um Mundo Complexo**. São Paulo: Ubu Editora, 2016. Edição Kindle.

CONCEIÇÃO, Maria Eloisa de Jesus. **Fabricação digital no Design de Vestuário: digitalização 3D, modelagem paramétrica e manufatura aditiva**. 2018. 128 folhas. Dissertação (Mestrado em Design) – Departamento de Artes & Design, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2018.

CROSS, Nigel. Forty Years of Design Research. *Design Studies*, v. 28, p. 1-4, 2007.

DESIGN COUNCIL. **Designing a Future Economy: Developing Skills for Productivity and Innovation**: relatório técnico. Londres: 2018. Disponível em: <<https://www.designcouncil.org.uk/resources/report/design-economy-2018>>. Acesso em: 20 de nov. 2019.

DESIGN COUNCIL. **Innovation by design: how design enables science and technology research to achieve greater impact**: relatório técnico. Londres: 2015. Disponível em: <https://www.designcouncil.org.uk/resources/report/innovation-design>. Acesso em 05 de mar. 2020.

DICKENS, Phill; HAGUE, Richard; HOPKINSON, Neil. **Rapid manufacturing: an industrial revolution for the digital age**. Chichester: John Wiley & Sons, 2006.

DUNNE, Anthony; RABY, Fiona. **Speculative everything: design, fiction, and social dreaming**. Cambridge: The MIT Press, 2013.

EAGLETON, Terry. **A ideologia da estética**. Rio de Janeiro: Zahar, 1993.

EICHHORN-JOHANNSEN, Maren (org.); RASCHE, Adelheid (org.); BÄHR, Astrid (org.); SCHNEIDER, Svenia (org.). **25,000 Years of Jewelry**. Munich: Prestel, 2015.

ESPINOZA, Cristina. **Inovação na criação de joias: uma reflexão sobre design, cultura e tecnologia**. 2013. 142 folhas. Dissertação (Mestrado em Design de Equipamento) – Faculdade de Belas-Artes, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.

FRANCO, Elizabeth. **Decifrando sinais da Joalheria Contemporânea**. In: Simpósio Nacional de Ourivesaria, Joalheria e Design, 1., 2017, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: recurso eletrônico, 2017.

FRAYLING, Christopher. **Research in Art and Design**. Royal College of Art Research Papers, v.1, n.1, 1993.

GEAMMAL, Jeanine. **“Enfeites de Corpo”**. In: VIDELA, Ana (org.); GEAMMAL, Jeanine (org.). **Joia em Estudo**. Rio de Janeiro: Editora Senai, 2009. P. 51-67.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª. edição. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª. edição. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GODIN, Danny; ZAHEDI, Mithra. Aspects of Research through Design: A literature Review. In: **DRS 2014: Design’s Big Debates**, 2014, Umea (Suécia). **Anais...** Umea: Umea Institute of Design, p. 1667-1680, 2014.

IBGE. **Cadastro Nacional de Atividades Econômicas**. Disponível em: <<https://cnae.ibge.gov.br>>. Acesso em 03/04/2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEMAS E METAIS PRECIOSOS. **O Setor em Grandes Números 2018**: relatório técnico. São Paulo: 2019. Disponível em: <<http://ibgm.com.br/publicacao/publicacao-o-setor-em-grandes-numeros-2018/>>. Acesso em: 17/11/2019.

KOULIDOU, Nantia; WALLACE, Jayne; DYLAN, Tommy. The Materiality of Digital Jewellery from a Jeweller’s Perspective. In: **4th Biennial Research Through Design Conference**, 4., 2019, Delft e Rotterdam. **Anais...** Delft e Rotterdam: RTD, 2019.

KRIPPENDORFF, Klaus. On the Essential Contexts of Artifacts or on the Proposition that “Design is Making Sense (of Things)”. **Design Issues**, v. 5, n. 2, p. 9-39, 1989.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5ª. edição. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

LARANJEIRA, Mariana Araujo; MARAR, João Fernando; PASCHOARELLI, Luis Carlos; LANDIM, Paula da Cruz. Design Generativo de Superfícies: uma análise do uso de programação para o desenvolvimento de estampanaria. **Moda Palavra e-periódico**, vol. 11, n. 21, jan-jun 2018.

LATOURE, Bruno. Um Prometeu Cauteloso? Alguns passos rumo a uma filosofia do design (com especial atenção a Peter Sloterdijk). **Agitrop: revista brasileira de design**, São Paulo, v. 6, n. 58, jul./ago, 2014.

LINDER, Wilfried. **Digital Photogrammetry: A practical Course**. 4a. ed. Berlin: Springer, 2016.

LLABERIA, Engracia. **Design de Joias: Desafios Contemporâneos**. 2009. 183 folhas. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2009.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Editora Blücher, 2001.

MALAFORIS, Lambros. **How Things Shape the Mind: A Theory of Material Engagement**. Cambridge e Londres: The MIT Press, 2013.

MCCULLOUGH, Malcolm. **Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand**. Cambridge e Londres: The MIT Press, 1996.

MCLUHAN, Marshall. **The Medium is the Massage**. California: Gingko Press, 2001.

MORAES, Caroline; CARRIGAN, Marylyn; BOSANGIT, Carmela; FERREIRA, Carlos; McGRATH, Michelle. Understanding Ethical Luxury Consumption Through Practice Theories: A Study of Fine Jewellery Purchases. **Journal of Business Ethics**, vol. 145, p. 525-543, 2017.

MINEIRO, Érico Franco. **Experimentação em Design como Estratégia no Cenário da Autoprodução**. 2016. 201 folhas. Tese (Doutorado em Design) – Departamento de Artes & Design, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2016.

MINEIRO, Érico F.; MAGALHÃES, Claudio F. Design paramétrico e generativo: modos de explorar a complexidade. **Gestão e Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v. 14, n. 2, p. 6-16, 2019.

NIMKULRAT, N.; OUSSOREN, A.; FRASER, H. D.; DOYLE, K. Collaborative Craft through Digital Fabrication and Virtual Reality. In: **4th Biennial Research Through Design Conference**, 4., 2019, Delft e Rotterdam. **Anais...** Delft e Rotterdam: RTD, 2019.

OXMAN, Rivka. Theory and design in the first digital age. **Design Studies**, vol. 27, n. 3, p. 229-265, 2006.

OXMAN, Rivka; GU, Ning. **Theories and Models of Parametric Design Thinking**. eCAADe, vol. 33, p. 477-482, 2015.

OXMAN, Rivka; OXMAN, Robert. **Theories of the Digital in Architecture**. United Kingdom: Routledge, 2014.

PHILLIPS, Clare (1996). **Jewelry: From Antiquity to the Present**. London: Thames & Hudson, 2018.

_____. **Jewels & Jewellery**. London: V&A Publishing, 2011.

PUGH, Stuart. **Total Design: integrated methods for successful product engineering**. Wokingham: Addison Wesley, 1991.

RANTALA, Inka; COLLEY, Ashley; HÄKKILÄ, Jonna. Smart Jewelry: Augmenting Traditional Wearable Self-Expression Displays. In: **PerDis '18: 7th International Symposium on Pervasive Displays**, 7., 2018, Munique. **Anais...** Munique: Association for Computing Machinery, 2018.

ROCHA, Marcelo. **Transitando entre a produção industrial e artesanal: o designer enquanto artífice**. 2019. 118 folhas. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola Superior de Desenho Industrial, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SAHOO, Rakesh K.; SINGH, Sroj K.; MISHRA, B.K. Surface and bulk 3D analysis of natural and processed ruby using electron probe micro analyzer and X-ray micro CT scan. **Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena**, n. 211, p. 55-63, 2016.

SANTOS, Irina Aragão dos. **Adornos pessoais: uma reflexão sobre as relações sociais, processo de design, produção e formação acadêmica**. 2003. 108 folhas. Dissertação (Mestrado em Design) – Departamento de Artes & Design, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2003.

SCAGLIUSI, Natascha. **O Uso de Tecnologias Não Invasivas de Visualização Tridimensional para o Design de Gemas**. 2019. 144 folhas. Tese (Doutorado em Design) – Departamento de Artes & Design, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2019.

_____. **Do cinzel ao bit: a revolução das tecnologias digitais no design de joias**. 2015. 117 folhas. Dissertação (Mestrado em Design) – Departamento de Artes & Design, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2015.

SCHÖN, Donald. **The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action**. New York: Basic Books, 1983.

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalism, Socialism & Democracy**. London: Routledge, 1994.

SENNETT, Richard. **The Craftsman**. London: The Penguin Group, 2008. Edição Kindle.

SILVA, Juliano T. da; HARTMANN, Léo A.; BRUSSO, Marcos J.; ZANATTA, Evandro L. V.; SILVA, Victor B. da; IPAR, Carlos E. A. L.; SOUZA, Eduardo P.; SEVERO, Gildomar B.; POSTAL, Álvaro; MARTINS, Amilton. Metodologia para Auxílio ao Projeto Virtual de Lapidação de Gemas Coradas (Projeto 3D-Gemas). In: **Seminário sobre Design e Gemologia de Pedras, Gemas e Joias do Rio Grande do Sul**, 1., 2009, Soledade. **Anais...** Soledade: Universidade de Passo Fundo, 2009.

SIMON, Herbert A. **The Sciences of the Artificial**. 3ª. edição. Cambridge e Londres: The MIT Press, 1996.

SINGH, Vishal; GU, Ning. Towards an integrated generative design framework. **Design Studies**, vol. 33, n. 2, p. 185-207, 2012.

SIQUEIRA, Cidda (Maria Aparecida de Moraes Siqueira Campos). **A Prospecção de Cenários Futuros Integrada ao Processo de Design: a geração de conhecimento para a inovação no design de joias**. 2011. 181 folhas. Tese (Doutorado em Design) – Departamento de Artes & Design, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2011.

SOUZA, Eduardo Presser. **Contribuição ao Estudo da Aplicação da Digitalização Tridimensional para o Design e a Lapidação de Gemas**. 2010. 121 folhas. Dissertação (Mestrado em Design e Tecnologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

STAPPERS, Pieter; GIACCARDI, Elisa. “**Research through Design**”. In: *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. 2ª. edição. 2012. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/research-through-design>. Acesso em 03 de mar. de 2020.

SUH, Ayoung; PROPHET, Jane. The state of immersive technology research: A literature analysis. **Computers in Human Behavior**, v. 86, p. 77-90, 2018.

TAVARES, Thayane; MAGALHÃES, Claudio; RAPOSO, Alberto. **Que objeto é esse? Realidade virtual como parâmetro de e para o design de adornos**. In: *Colóquio de Moda*, 15., 2019, Porto Alegre. **Anais...** Disponível em: <http://www.coloquiomoda.com.br/>. Acesso em 26 de fev. 2020.

TAVARES, Thayane; MAGALHÃES, Claudio. **O Design de Adornos Corporais em um Cenário de Mudanças Tecnológica**. In: *13º Congresso P&D: Pesquisa & Desenvolvimento em Design*, 13., 2018, Joinville. **Anais...** Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-list/ped2018-314/list#articles>. Acesso em 18 de mar. 2019.

TEDESCHI, Arturo. **AAD_Algorithms-Aided Design: parametric strategies using Grasshopper**. Potenza: Le Penseur Publisher, 2014.

VERGANTI, Roberto. Design, Meanings and Radical Innovation: A metamodel and a Research Agenda. **The Journal of Product Innovation Management**, v. 25, p. 436-456, 2008.

_____. **Design-Driven Innovation: Changing the Rules of Competition by Radically Innovating What Things Mean**. Boston: Harvard Business Press, 2009. Edição Kindle.

_____. **Overcrowded: Designing Meaningful Products in a World Awash with Ideas**. Cambridge e Londres: The MIT Press, 2016. Edição Kindle.

VIDELA, Ana Neuza Botelho. **Joalheria, Arte ou Design?** 2016. 244 folhas. Tese (Doutorado em Design) – Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

VIDELA, Ana; MAGALHÃES, Claudio. “**Inovação no Design de Joias**”. In: VIDELA, Ana (org.); GEAMMAL, Jeanine (org.). *Joia em Estudo*. Rio de Janeiro: Editora Senai, 2009. P. 69-86.

WOODBURY, Robert. **Elements of Parametric Design**. Oxford: Routledge, 2010.