



Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Arquitetura

Curso de Design de Produto

Eduarda Montano Cadore

**JOALHERIA CONTEMPORÂNEA E SUSTENTABILIDADE:
RECUPERAÇÃO DE METAIS E LAPIDAÇÃO DE VIDROS
A PARTIR DE RESÍDUOS**

Porto Alegre

2015

EDUARDA MONTANO CADORE

**JOALHERIA CONTEMPORÂNEA E SUSTENTABILIDADE:
RECUPERAÇÃO DE METAIS E LAPIDAÇÃO DE VIDROS
A PARTIR DE RESÍDUOS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto, da Faculdade de Arquitetura, como requisito para a obtenção do título de Designer.

Orientadora:

Prof.^a Dra. Lauren da Cunha Duarte

Co-orientador:

Prof. Dr. Hugo Marcelo Veit

Porto Alegre

2015

EDUARDA MONTANO CADORE

**JOALHERIA CONTEMPORÂNEA E SUSTENTABILIDADE:
RECUPERAÇÃO DE METAIS E LAPIDAÇÃO DE VIDROS A PARTIR DE RESÍDUOS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto, da Faculdade de Arquitetura, como requisito para a obtenção do título de Designer

Orientadora:

Prof.^a Dra. Lauren da Cunha Duarte

Co-orientador:

Prof. Dr. Hugo Marcelo Veit

Prof.^a. Dr.^a. Lauren da Cunha Duarte - Orientadora

Prof. Dr. Fábio Pinto da Silva - UFRGS

Prof. Dr. Luis Henrique Alves Candido - UFRGS

Prof.^a. Me.^a. Mariana Kuhl Cidade - UFRGS

Porto Alegre

2015

RESUMO

O objetivo deste projeto é desenvolver uma coleção de joias através do processo de recuperação de metais e lapidação de vidros de origem residual, sob a perspectiva da sustentabilidade. Seu primeiro módulo consiste das etapas de Introdução, Fundamentação Teórica, e Especificações do Projeto. A pesquisa monográfica foi elaborada acerca do consumo e o impacto ambiental referente a extração de recursos minerais, assim como o estudo do estado da arte da joalheria contemporânea. Foram realizadas também visitas técnicas e entrevistas, a fim de aprofundar o conhecimento quanto aos resíduos e ao mercado atual. Ainda na primeira etapa do projeto se definiu o público-alvo, assim como o conceito do produto. O segundo módulo consistiu no desenvolvimento do Projeto Conceitual da coleção de joias, onde foi realizada previamente a análise metalográfica dos materiais recuperados, assim como testes de caracterização dos resíduos de vidros, para posterior geração de alternativas, definindo a coleção a ser desenvolvida. Por fim, realizou-se a etapa de detalhamento da coleção, com a descrição e validação por meio do desenvolvimento das joias.

Palavras-chave: Joalheria contemporânea. Recuperação de resíduos. Reciclagem. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The aim of this project is to develop a jewelry collection through the process of recovering metals and faceting glass from waste, through a sustainable perspective. His first module consists of the steps of Introduction, Theoretical Foundation and Project Specifications. The monographic research was elaborated studying the consumption and the environmental impact related to the extraction of mineral resources, as well as the state-of-the-art in art contemporary jewelry. They were also carried out technical visits and interviews in order to deepen the knowledge about the waste and the current market. The target audience and the concept of the product were also delimited at this stage. The second module will consist of the development of conceptual design collection of jewelry, which it will be previously made the metallographic test of recovered materials, as well as glass waste characterization tests, for subsequent generation of alternatives, setting the collection to be developed. Finally, there is the detailing of the collection, the description and validation by development of the jewels.

Keywords: Contemporary jewelry. Waste Recovery. Recycling. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa Ilustrativo das etapas do Design Innovation Process	20
Figura 2 - Esquema do Desenvolvimento Projetual segunda as etapas do Design Innovation Process	21
Figura 3 - Variáveis no controle do impacto ambiental.....	23
Figura 4 - Extração de prata nas 6 maiores companhias do mundo	27
Figura 5 - Consumo de Cobre mundial em milhões de toneladas.....	28
Figura 6 - Composição da película radiográfica	33
Figura 7 - Etapas da revelação das películas radiográficas.....	34
Figura 8 - Técnicas para recuperação da prata contida em resíduos de radiografias	36
Figura 9 - Motor monofásico e fios de cobre em seu interior	37
Figura 10 - Processo de lapidação	38
Figura 11 - Estilos de Lapidação.....	39
Figura 12 - Par de brincos com vidro lapidado SWAROVSKI.....	40
Figura 13 - Coluna no site da Vogue francesa com tendências de joalheria	42
Figura 14 - Abotoadura de prata e cerâmica reciclada de placas de circuito impresso	43
Figura 15 - Desenho artístico de uma peça	44
Figura 16 - Processo de fundição artesanal com chama de maçarico.....	45
Figura 17 - Processo de laminação	46
Figura 18 - Processo de trefilação.....	46
Figura 19 - Diferença entre brasagem e soldagem.....	47
Figura 20 - Processo de cravação de gemas	48
Figura 21 - Processo de polimento	49
Figura 22 - Coleções de joias.....	51
Figura 23 - Painel Estilo de Vida do Público-Alvo	53
Figura 24 - “Bilhete” deixado na caixa de correio dos moradores da vizinhança, orientando que tipo de resíduo estará sendo coletado e o objetivo explicitado	54
Figura 25 - UDC Cândia Gomes	55
Figura 26 - Resíduos Eletrônicos na UDC Cândia Gomes	56
Figura 27 - UT da Vila Pinto.....	57
Figura 28 - Volume de vidro coletado e triado pela UT Vila Pinto	58
Figura 29 - Joias de Valéria Sá utilizando vidros e drusas, minerais pouco valorizados no mercado de joias.	59

Figura 30 - Etapas da desmontagem do ventilador	61
Figura 31 – Detalhe de radiografias arrecadadas (A) e pesagem das radiografias (B)	62
Figura 32 – Vista parcial do interior da empresa Arteglass Vitrais Recuperações	63
Figura 33 - Resíduos de vidro selecionados, incluindo vidros de garrafas, taças e resíduos de empresa de vitrais.....	63
Figura 34 - Etapas da recuperação da prata a partir das radiografias realizada no LACOR.	67
Figura 35 - Detalhe da prata recuperada das radiografias	68
Figura 36 - Teste papel indicador de PH6	69
Figura 37 – Processo de lapidação manual realizado pelo lapidador.....	71
Figura 38 - Lapidações do tipo baguette (direita) e brilhante (esquerda).....	72
Figura 39 - Bracelete de Rosella Resin Jewelry	73
Figura 40 - Processo de fabricação da Rosella Resin Jewelry	74
Figura 41 - Joias de prata reciclada da designer Ashley Heather	75
Figura 42 - Joias de prata e vidro reciclados da marca Pamina	76
Figura 43 - Joia feita com prata e sacola plástica de Malgosia Kalinksa.....	76
Figura 44 - Colar em prata 950	77
Figura 45 - Testes de liga variando a proporção de Cu e Ag.....	78
Figura 46 - Vidros selecionados e lapidados para analisar o índice de refração da luz.....	79
Figura 47 - Foto conceitual que mostra a origem do vidro e posterior par de vidros lapidados	81
Figura 48 - Foto conceitual que mostra a prata recuperada ao lado da radiografia.....	81
Figura 49 – Liga normal e recuperada respectivamente, antes da fundição	83
Figura 50 - Amostras sendo embutidas a frio	83
Figura 51 - Amostras antes do ataque químico. A) liga recuperada, B) liga normal	84
Figura 52 - Liga normal antes (A) e depois (B) do ataque químico, relevando a microestrutura do material.....	85
Figura 53 - Liga recuperada antes (A) e depois (B) do ataque químico, relevando a microestrutura do material.....	85
Figura 54 - Amostras da liga normal (A) e recuperada (B), com 100x de aumento após o ataque químico	86
Figura 55 - Micrografia de liga 50% Cu e 50% Ag	86
Figura 56 - Amostras da liga normal (A) e recuperada (B) com 1000x de aumento após o ataque químico	87
Figura 57 - Refratômetro e vidros analisados	88
Figura 58 - Análise do vidro no polariscópio.....	89
Figura 59 - Palavras-chave de inspiração no projeto.....	90

Figura 60 - Painel geral de inspiração	91
Figura 61 - Cor Rose Quartz da Pantone lançada como tendência para 2016	93
Figura 62 - Painel de formas	94
Figura 63 - Painel de cores	94
Figura 64 - Primeiros estudos de formas e cores	95
Figura 65 – Vista frontal e lateral do brinco-leque (A), e vista isométrica do pingente (B) escolhido para a coleção	97
Figura 66 - Alternativas de anéis escolhidas para a coleção	98
Figura 67 - Bancada de trabalho com ferramentas e peças finalizadas	99
Figura 68 - Peça escurecida com a oxidação (esquerda) e com o tom rosado após polida (direita) ..	100
Figura 69 – Primeira composição fotográfica das peças	102
Figura 70 - Segunda composição fotográfica das peças	103
Figura 71 - Terceira composição fotográfica das peças	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais itens da produção mineral brasileira e a posição do país no ranking internacional	25
Tabela 2 - Principais componentes dos vidros e suas funções	29
Tabela 3 - Tipos de Vidro e suas aplicações	30
Tabela 4 - Tipos de resíduos sólidos	32
Tabela 5 - Concentrações limites de alguns metais pesados em água	35
Tabela 6 - Termos da joalheria	41

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1- Reações químicas do processo de confecção das chapas radiográficas.....	33
Equação 2 - Reação do alvejante sobre a radiografia.....	65
Equação 3 - Reação de desidratação do bórax.....	66
Equação 4 - Reação de formação do vidro no bórax.....	66
Equação 5 - Reações de formação de escórias de metaboratos, supondo CuO como impureza presente	66

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CGTRQ	Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos da UFRGS
DMLU	Diretório Municipal de Limpeza Urbana
IBGM	Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos
ICSID	Internacional Council of Societies of Industrial Design
LABOGEM	Laboratório de Gemologia da UFRGS
LACAR	Laboratório de Caracterização de Materiais da UFRGS
LACOR	Laboratório de Corrosão, Proteção e Reciclagem de Materiais da UFRGS
UDC	Unidade de Destino Correto
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UT	Unidade de Triagem
WCED	Comissão Mundial do Desenvolvimento e Meio-Ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Objetivo geral.....	16
1.1.2	Objetivos específicos	16
1.2	JUSTIFICATIVA	17
1.3	DELIMITAÇÃO DO TEMA	18
1.4	MÉTODOS.....	18
1.4.1	Referências Metodológicas.....	19
1.4.2	Plano do desenvolvimento projetual.....	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1	SUSTENTABILIDADE	22
2.2	EXTRAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS E SEU IMPACTO AMBIENTAL.....	24
2.2.1	Prata	26
2.2.2	Cobre.....	27
2.2.3	Vidro	28
2.3	RESÍDUO E SUA POSSIVEL RECUPERAÇÃO/REUTILIZAÇÃO	31
2.3.1	Radiografias e a prata	32
2.3.2	Recuperação de cobre a partir de fios de motores monofásicos	37
2.3.3	Lapidação	38
2.4	JOALHERIA CONTEMPORÂNEA	40
2.4.1	Joalheria contemporânea e a tendência da sustentabilidade/ <i>slow fashion</i>	42
2.5	JOALHERIA ARTESANAL E SEUS PROCESSOS.....	43
3	ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO	50
3.1	PÚBLICO-ALVO	50
3.1.1	Resultado das Entrevistas	51
3.1.2	Definição do Público-Alvo	52
3.1.3	Painel de Estilo de Vida.....	53
3.2	PESQUISA	54
3.2.1	Coleta de resíduos.....	54
3.2.2	Visitas técnicas.....	55
3.2.3	ENTREVISTA COM VALERIA SÁ.....	58

3.3	ANÁLISE E SELEÇÃO DOS RESÍDUOS COLETADOS	60
3.3.1	Ventiladores	60
3.3.2	Radiografias.....	62
3.3.3	Vidro	62
3.4	RECUPERAÇÃO DA PRATA E PURIFICAÇÃO DO COBRE	64
3.4.1	Análise do resíduo da recuperação.....	69
3.4.2	Considerações sobre o processo de recuperação da prata	70
3.5	TESTES DE LAPIDAÇÃO VIDRO.....	71
3.6	ANÁLISE DE SIMILARES	73
3.7	DEFINIÇÕES PRELIMINARES	77
3.7.1	MATERIAIS.....	77
3.7.2	PROCESSO DE FABRICAÇÃO	79
3.7.3	CONCEITO	80
4	DESENVOLVIMENTO	82
4.1	CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS	82
4.1.1	Análise metalográfica de liga recuperada e normal	82
4.1.2	Caracterização dos vidros	87
4.2	CRIAÇÃO.....	90
4.2.1	Tema de Inspiração	90
4.2.2	Pesquisa de Tendências	92
4.2.3	Geração de Alternativas.....	95
4.2.4	Alternativas escolhidas	96
4.2.5	Desenvolvimento das peças.....	98
5	APRESENTAÇÃO DA COLEÇÃO	102
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
	REFERÊNCIAS	106

1. INTRODUÇÃO

O design de produtos é considerado uma atividade de caráter multidisciplinar, que tem como objetivo a materialização de conceitos em resposta a necessidades situadas cultural e historicamente na vida do ser humano (SANTOS, 2000). Ao projetar objetos, o designer atua no estudo de comportamentos e na atribuição de significados das ações que regem o meio entre o objeto e o sujeito. Tendo em vista a crescente abordagem referente aos conceitos de reciclagem e gestão sustentável de produtos, cria-se uma oportunidade para aplicação deste tema a um tradicional mercado de consumo: o da joalheria.

É através do consumo que a maioria das pessoas se relaciona com os artefatos, acreditando que partindo dessa atividade seus valores serão comunicados com a sociedade. Porém, este consumo também traz desvantagens. Apesar de fundamentais para a qualidade de vida desejada, o crescente consumo de produtos, também está relacionado, de maneira direta ou indireta, com parte da poluição e esgotamento de recursos causados pela ação humana (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2001). O design atua, então, como um agente de transformação, com o papel de projetar produtos que cumpram seu papel social, ambiental e econômico na sociedade.

“Criar estratégias para o descarte, para a re-materialização e para a reciclagem constitui-se num desafio significativo para a atuação do design como agente de transformação, promoção de novos estilos de vida, principalmente diante da aguda crise ambiental que estamos vivendo” (DOS SANTOS, 2008).

O consumo é distante de ser sustentável e equivalente aos recursos disponíveis (MANZINI; VEZZOLI, 2008). Então, visto que o consumo é uma forma necessária para compreender as organizações sociais e tem um papel importante na sociedade, é essencial que o designer, ao projetar, apresente opções que incluam a sustentabilidade no desenvolvimento destes novos produtos. Tavares, Ferreira e Torres (2009) referem-se ao avanço gradativo da tecnologia que acabou possibilitando às indústrias a exploração de diversos métodos para atrair o consumidor, seja por propaganda ou até mesmo pelo rompimento de fronteiras referentes à aquisição dos produtos. Portanto, na medida em que o consumo aumenta, a extração de recursos naturais e a geração de lixo também aumenta, aumentando o impacto ambiental. Uma das possíveis soluções para a problemática referente ao consumo e à extração demasiada de recursos naturais está em projetar produtos mais

sustentáveis. Essa atividade projetual inclui pensar em todo o processo, inclusive com possibilidades de estudo e modificação do ciclo de vida do sistema – produto. O design pode colaborar na transição para o desenvolvimento de uma cultura projetual a partir da geração de produtos capazes de diminuir a quantidade de recursos ambientais utilizados na sociedade atual (MANZINI; VEZZOLI, 2008).

Neste panorama, a joalheria contemporânea, nos aspectos de sustentabilidade, apresenta uma problemática inerente ao processo projetual e ao próprio conceito do que seria um projeto de produto sustentável. Com a flexibilidade pela seleção de materiais que a joalheria contemporânea proporciona, aliada ao debate atual de sustentabilidade e consciência do consumo e do ciclo de vida do produto, há uma possibilidade para inovar e aplicar novas ideias para este mercado.

“Parece ser inegável o reconhecimento do papel singular das joias como objetos simbólicos, que tem como função ser porta-voz de um discurso, que leva às complexas relações construídas pelos homens que as criaram, as possuíram, e as usaram[...]” (CAMPOS, 2011).

As atuais mudanças no mercado de luxo também apresentam novas características deste consumidor, e cabe ao designer de joias atuar, portanto, trazendo novas alternativas e soluções para este novo consumidor, com diferentes necessidades.

“O novo consumidor de luxo possui uma abordagem totalmente nova de luxo como uma cultura. Eles já não dependem exclusivamente dos símbolos de status tradicionais. Eles têm um estilo de vida saudável e querem ser cercados com itens que se encaixam com o seu estilo de vida. Eles exigem autenticidade e transparência[...]” (WITTIG et al., 2015)

Portanto, este projeto parte do desenvolvimento de estudos relacionados à joalheria contemporânea sob a perspectiva da sustentabilidade e sua relação com a cultura de consumo, consciência, processo de resíduos, recuperação de matérias-primas e design. Pretende-se então, através do processamento dos resíduos, obter materiais para aplicação em uma linha de joias contemporâneas, como base nos conceitos de sustentabilidade e análise do ciclo de vida dos produtos. Espera-se que o resultado deste projeto instigue uma reflexão no papel da joalheria, com um propósito maior do que a do simples adorno, visto que traz uma alternativa sustentável para um problema atual.

1.1 OBJETIVOS

Foi delimitado um objetivo geral e subsequentes objetivos específicos ao projeto, com o intuito de auxiliar nas etapas do desenvolvimento.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar o processo de recuperação de metais e lapidação de vidros a partir de resíduos, para posterior aplicação em uma coleção de joias contemporâneas, incentivando alternativas sustentáveis para este nicho de mercado.

1.1.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos do TCC, estão:

- a) pesquisar a relação da sustentabilidade com a extração de recursos minerais (metais e vidros) e seu impacto ambiental, assim como o estado da arte da joalheria contemporânea e suas tendências;
- b) elaborar pesquisa de público-alvo e aceitação do produto no mercado;
- c) pesquisar o panorama dos resíduos descartados, através de pesquisas e visitas técnicas, a fim de selecionar quais resíduos são mais interessantes para a aplicação neste projeto;
- d) adquirir quantidade suficiente de resíduos;
- e) realizar o processo de recuperação dos metais, assim como os testes de lapidações nos vidros;
- f) analisar exemplos de integração entre design e sustentabilidade, através de similares;
- g) realizar a análise metalográfica da liga recuperada, assim como testes de caracterização dos vidros;
- h) desenvolver a coleção de joias com a técnica artesanal de produção, tendo como inspiração os conceitos abordados.

1.2 JUSTIFICATIVA

A atual aproximação da joalheria contemporânea ao mercado da moda traz uma motivadora possibilidade de quebra de conceitos do tradicional mercado de luxo da joalheria, instigando novos meios de inovação, seja nos desenhos, nos processos de fabricação, ou mesmo nos materiais utilizados. Contudo, muitas vezes o aspecto efêmero da moda contrapõe o conceito de sustentabilidade, promovendo a exploração de recursos naturais sem ser levada em consideração a análise do ciclo de vida dos produtos. Pelo crescente debate acerca da sustentabilidade, abordagem social e preservação de recursos, nota-se que mercados tradicionais procuram cada vez mais adequar-se a medidas mais sustentáveis, a fim de ampliar seu público-alvo e cumprir com seus deveres ambientais, ecológicos e sociais. Partindo desta mesma ideia, os consumidores de produtos de luxo recentemente estenderam suas expectativas de qualidade para as dimensões sociais e ambientais (MURAT; LOCHARD, 2011). O luxo muitas vezes é associado com prazer pessoal, superficialidade e ostentação, enquanto a referência para o desenvolvimento sustentável evoca altruísmo, sobriedade, moderação e ética (WILDLOECHER, 2011). Porém, no livro de Lochard e Murat (2011), eles apoiam a ideia de que os dois conceitos são compatíveis.

De acordo com Kim et al. (2012), o desenvolvimento sustentável é uma oportunidade para melhorar a diferenciação de marca e imagem corporativa, especialmente à luz do fato de que os consumidores dos produtos de luxo estão cada vez mais cientes das questões sociais e ambientais (PRESSE, 2008). Ageorges (2010) e Kim et Al. (2012) argumentam que os fabricantes de produtos de luxo necessitam investir além do nome da marca e da qualidade intrínseca ou raridade de seus produtos; atualmente é importante transmitir valores humanos e ambientais, a fim de estabelecer uma relação duradoura com os clientes. Consumidores que levam em consideração as questões sociais e ambientais mostram diferentes formas de compromisso; pode ser bem visível, por exemplo, através da participação em movimentos anti-publicidade (DUBOISSON-QUELIER; BARRIER, 2007), ou de práticas mais discretas e individuais (ROUX, 2007), tais como a separação de resíduos ou a compra de produtos “verdes”. Adotando este comportamento responsável, os consumidores expressam tanto motivações altruístas relacionados à rejeição da dominação do mercado (PEATTIE; PEATTIE, 2009) como também as motivações egoístas, tais como a proteção da sua própria saúde, bem-estar e a busca de níveis de qualidade melhores (HERTEL; AARTS; ZEELLENBERG, 2002).

Consumidores que são ambientalmente conscientes (BIANCHI; BIRTWISTLE, 2012) adotam comportamento de compra de produtos ecológicos responsáveis pela verificação de informações que comprovem a utilização de materiais reciclados. Este público aceita que os preços dos produtos sustentáveis são mais elevados do que os de suas contrapartes convencionais (HARRIS; FREEMAN, 2008), e estão mesmo dispostos a pagar mais por eles (GAM *et al.*, 2010). Guagnano (2001) mostra que mais de 80% dos consumidores americanos pesquisados estão dispostos a pagar mais por um produto doméstico feito a partir de materiais reciclados. Tal informação de público-alvo pretende ser validada através de pesquisa com possíveis consumidores da coleção desenvolvida.

Através destes conceitos, o projeto tem como objetivo, por fim, desenvolver uma coleção de joias contemporâneas a partir do processamento dos resíduos. Pretende-se com esta pesquisa instigar uma reflexão acerca das possibilidades de utilização de materiais mais ecológicos e menos impactantes ao meio ambiente.

1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este projeto trabalha os conceitos de reciclagem de resíduos relacionados à joalheria contemporânea e suas possíveis aplicações, apresentando a possibilidade de consumo de alternativas mais sustentáveis. Ao instigar a pesquisa em pequena escala, há o interesse de abrir oportunidades para pesquisas futuras que mostrem as possibilidades de formas mais sustentáveis de fabricação para empresas de joalheria na escala industrial.

Tendo a sustentabilidade como requisito primordial ao projeto, ao reciclar resíduos e aplicá-los na joalheria, objetiva-se expor a viável aplicação deste conceito e sua crescente popularidade, atualmente encontrada em similares do mercado, como em indústrias de fabricação de roupas, por exemplo.

1.4 MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto tornou-se necessário escolher o método mais adequado para o tema, descrito a seguir.

1.4.1 Referências Metodológicas

Após pesquisa de autores e ferramentas, notou-se como melhor opção a metodologia desenvolvida por Vijay Kumar (2012), pelo fato da metodologia trazer conceitos atuais e inovadores para o desenvolvimento do projeto, como a utilização do processo iterativo e não-linear, trazendo uma liberdade na criatividade e validação das ideias.

O modelo proposto por Vilay Kumar possui quatro princípios fundamentais para a inovação bem-sucedida de um projeto, listados abaixo:

- a) princípio 1: construa inovações em torno de experiências.

Experiência pode ser definida como o ato de viver através dos eventos. Embora o termo “experiência do usuário” seja associado geralmente ao uso do software e informações de tecnologias da indústria, experiência de usuário é um fator chave para o sucesso de qualquer oferta (KUMAR, VILAY. 2012. Página 3).

- b) princípio 2: pense em inovação como um sistema.

Um sistema pode ser definido como qualquer conjunto de entidades interativas ou interdependentes que acaba tendo um valor maior do que a soma das suas partes. Inovadores que entendem como este grande sistema funciona conseguem criar e oferecer soluções de alto valor (KUMAR, VILAY. 2012. Página 5).

- c) princípio 3: cultive a cultura da inovação.

Este princípio é acerca da cultivação de uma mentalidade entre pessoas de uma organização em que todo mundo esteja ativamente engajado em inovar diariamente, onde as ações de quaisquer pessoas possam alterar o comportamento cultural global da organização (KUMAR, VILAY. 2012. Página 6).

- d) princípio 4: adotar um processo de inovação disciplinado. O sucesso da inovação pode e deve ser planejado e gerido como qualquer outra função organizacional.

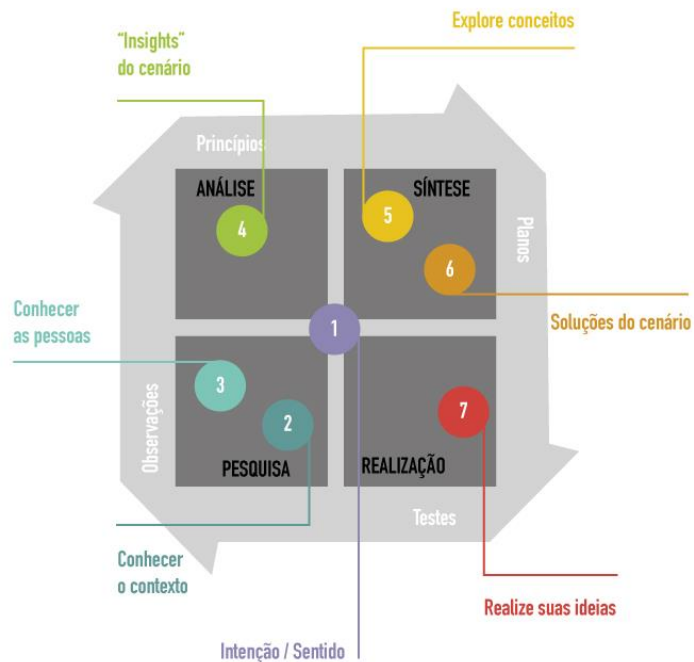
A partir da prática destes 4 princípios, pretende-se exercitar a inovação para alternativas mais originais e inusitadas ao projeto. Através do uso de pesquisa, entrevistas e vistas a pontos chaves, como centros de triagem, DMLU¹ e especialistas na área de joalheria, o projeto ampliará conhecimento para assim entender as problemáticas e construir uma alternativa com bases em pesquisas e dados devidamente fundamentados.

¹ DMLU (Departamento Municipal de Limpeza Urbana)

1.4.2 Plano do desenvolvimento projetual

A partir da escolha do referencial metodológico, estruturou-se, por intermédio dos passos (Figura 1) da metodologia do Kumar (2012), o plano de desenvolvimento projetual.

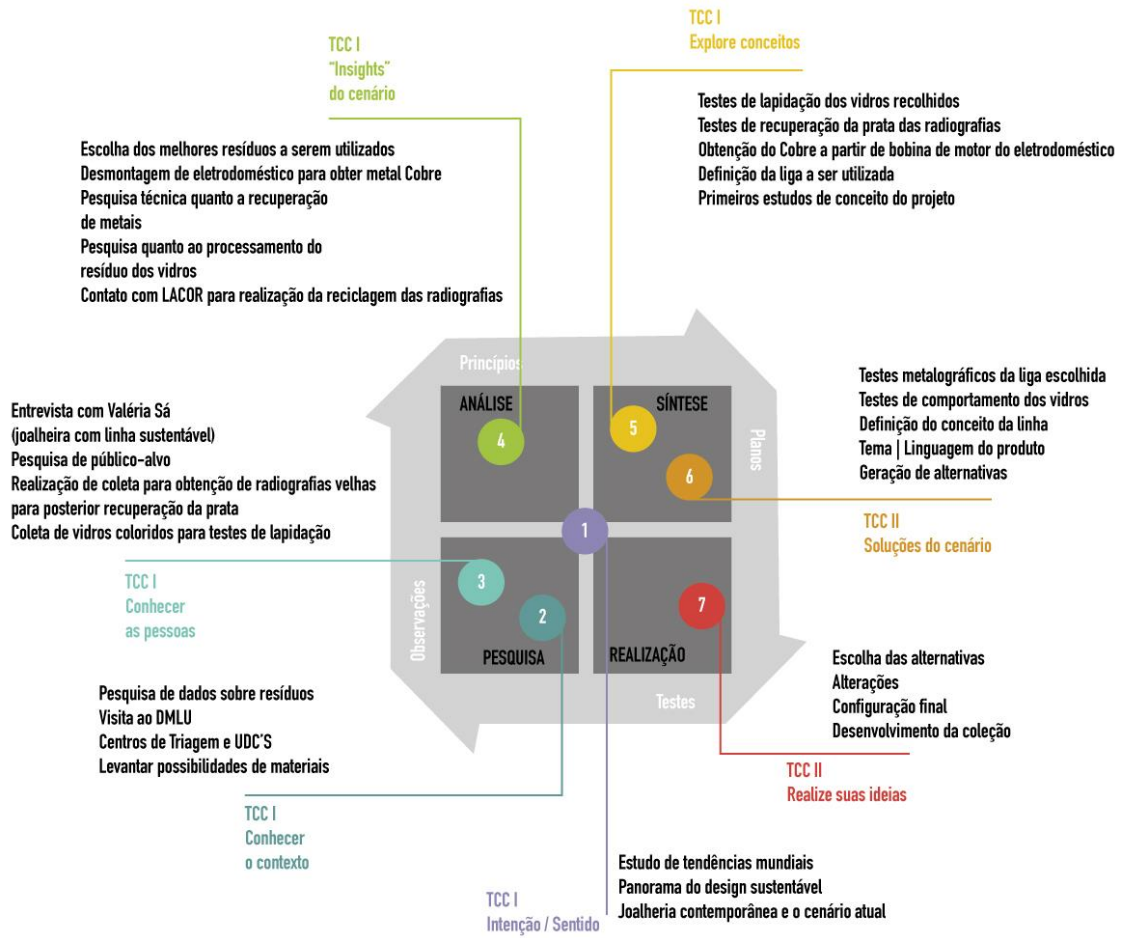
Figura 1 - Mapa Ilustrativo das etapas do Design Innovation Process



Fonte: Modificado de KUMAR (2012)

A primeira etapa é representada pelo processo de pesquisa, localizado no quadrante inferior esquerdo, onde realiza-se a investigação da situação atual e suas possibilidades. Por fim desta primeira etapa, segue-se para o próximo quadrante, a análise, localizada no quadrante superior esquerdo, onde todas as informações coletadas na parte inicial de pesquisa são exploradas, e inicia-se um processo de estudo de novos cenários que possam trazer alternativas para o problema inicial, com o intuito de impulsionar a inovação. O quadrante superior direito é a síntese, etapa na qual os cenários desenvolvidos durante a análise servem como base para a geração de novos conceitos e alternativas. A última etapa localizada no quadrante inferior direito é a realização, onde o conceito projetual desenvolvido é executado. Utilizando o referencial metodológico que se estrutura por: pesquisa, análise, síntese e realização, o projeto foi especificado dentre as sete ferramentas conforme esquema da Figura 2 abaixo.

Figura 2 - Esquema do Desenvolvimento Projetual segunda as etapas do Design Innovation Process



Fonte: Autora (2015)

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo contém o referencial teórico necessário para a compreensão do problema e embasamento do projeto, apresentando conceitos de sustentabilidade, extração de recursos minerais e o estado da arte da joalheria contemporânea.

2.1 SUSTENTABILIDADE

Considerando a sustentabilidade como um tema abrangente, o termo desenvolvimento sustentável tornou-se amplamente conhecido em meados dos anos 80, sendo incorporado ao vocabulário “politicamente correto” das empresas. O conceito mais divulgado na época surgiu com a publicação do relatório WCED², denominado “*Our Common Future*” (Nosso Futuro Comum), também conhecido como “Relatório Brutland”. De acordo com a comissão, o desenvolvimento sustentável pode ser definido como: “satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprirem suas necessidades”³.

Assim, popularizado o desenvolvimento sustentável a nível global, o tema passou a ser discutido pela população, empresas e governo; porém, há diferentes interpretações sobre o assunto, cada um com seus objetivos específicos (DIAS, 2009). O planejamento ambiental possui três eixos: o técnico, o social e o político. A união destes fatores estabelece a realização de ações visando o maior aproveitamento de recursos naturais prevendo a participação de diversos setores da sociedade que podem opinar sobre os problemas ambientais de seu interesse (SANTOS, 2004). Ruscheinsky (2003) define a sustentabilidade como a capacidade de um modelo ou sistema sustentar-se na dinâmica evolutiva sem permitir que algum setor aprofunde-se em crises de tal forma que venha a atingir sua totalidade.

Já Manzini e Vezzoli (2008) partem do conceito de que sustentabilidade ambiental é um objetivo que deve ser percorrido através de processos de mudança que tangem a inovação social, cultural e tecnológica, de acordo com as possibilidades e oportunidades. Desta forma, o controle dos impactos ambientais depende de três variáveis fundamentais: a

² World Commission on Environment and Development (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento).

³ (...that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs).

população, a procura do bem-estar humano e a eco eficiência das tecnologias aplicadas (Figura 3).

Figura 3 - Variáveis no controle do impacto ambiental



Fonte: Adaptado de Manzini (2008)

É importante ressaltar que o exercício da inovação sustentável alavanca o crescimento econômico e sustentabilidade; além disso, ajuda a reduzir a pobreza e a minimizar os impactos ambientais negativos e a saúde da população. Esta prática é uma dimensão crucial para os países em desenvolvimento e economias em transição, pois sem sua utilização estes países continuarão a ser prejudicados e incapazes de fazer uma mudança para tecnologias de recursos mais limpas e eficientes (UNEP, 2009).

A tendência mundial é que o consumidor do futuro também irá privilegiar as empresas que possuem um bom comportamento social (TACHIZAWA; ANDRADE, 2008). Empresas que atuam estrategicamente com uma ênfase ambiental terão maiores vantagens competitivas, bem como a redução de custos e o aumento nos lucros em médio e longo prazo.

Redig (1977) especifica o termo ecológico como necessário na definição do design sustentável, sendo o equacionamento simultâneo de fatores ergonômicos, perceptivos,

antropológicos, tecnológicos, econômicos e ecológicos no projeto de artefatos de uso - necessários à vida, ao bem estar, e/ou à cultura do homem.

Partindo de uma visão mais contemporânea, porém com o mesmo pensamento da década de 70, o Internacional *Council of Societies of Industrial Design - ICSID*⁴ (2011) conceitua o design como uma atividade criativa cuja finalidade é estabelecer as qualidades multifacetadas de objetos, processos e serviços que envolvam os sistemas em ciclos de vida. Dentre as premissas, o ICSID visa: reforçar a sustentabilidade global e proteção ambiental, fornecer benefícios para toda a comunidade e apoiar a produção de produtos, serviços e sistemas que expressem (semiologia) e sejam coerentes com a complexidade (estética) do ambiente.

Ainda que a discussão quanto ao papel da sustentabilidade venha sendo discutido há três décadas, ultimamente repara-se um interesse maior em abordar assuntos que relacionem os impactos que os produtos, empresas, serviços e consumidores causam ao meio ambiente. Com isso, o design exerce um papel essencial ao longo deste processo de consciência do ambientalismo (CARDOSO, 2004).

Já em 1969, o ICSID aconselhou os designers a darem prioridade a qualidade de vida sobre a quantidade de produção. Pelo seu envolvimento estreito com o processo produtivo industrial, os designers têm demonstrado um nível elevado de consciência em relação a questões ecológicas, e as soluções adotadas pela categoria refletem uma boa disposição para acompanhar as rápidas mudanças de pensamento em uma área que exige uma constante abertura para o novo e muita flexibilidade em termos de metodologia de projeto (CARDOSO, 2004, p.215).

2.2 EXTRAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS E SEU IMPACTO AMBIENTAL

Os diversos modelos de política econômica adotados no Brasil desde a década de 70 proporcionaram o aumento dos núcleos urbanos, motivado pelo crescimento do parque industrial. Dentro deste contexto, a pressão por exploração de bens minerais experimentou um avanço exponencial, tanto de recursos para emprego na indústria, como de materiais para construção civil. Outro fator de pressão, na apropriação de bens do subsolo, reside no elevado índice de desemprego da população brasileira, que proporcionou uma verdadeira corrida para a garimpagem em meados dos anos setenta, principalmente para o ouro e minerais-gema. Nesse cenário político e socioeconômico, a sociedade, em muitos casos, vem explorando os

⁴ Internacional Council of Societies of Industrial Design (Conselho Internacional das Sociedades de Design Industrial) – organização sem fins lucrativos que protege e promove os interesses da profissão.

recursos naturais (renováveis e não renováveis) sem considerar as suas fragilidades, o que acarreta o comprometimento do meio ambiente, por vezes de forma irreversível (GEO Brasil⁵, 2002).

Parte desses recursos compõem as reservas minerais consideradas expressivas quando relacionadas mundialmente. Tal patrimônio mineral tem contribuído para a manutenção e expansão do parque industrial do Brasil, considerando-se não só a indústria extrativa mineral, como também as indústrias siderúrgicas, metalúrgicas, fertilizantes, cerâmicas, de cimento e outras, em que o insumo mineral é matéria-prima básica na elaboração de bens e produtos para a sociedade (GEO BRASIL, 2002).

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil - CRPM⁶ (2015) a vastidão e a diversidade de terrenos geológicos conferem ao Brasil um dos maiores potenciais mineiros do planeta. O Brasil ocupa uma posição de destaque na produção mineral de pelo menos 12 minérios diferentes com destaque para o nióbio, ferro, manganês e bauxita (Tabela 1).

Tabela 1 - Principais itens da produção mineral brasileira e a posição do país no ranking internacional

N	Mineral	Posição	Percentual
1	Nióbio	1º	95,0%
2	Ferro	2º	18,8%
3	Manganês	2º	25,0%
4	Tantalita	2º	17,0%
5	Alumínio (Bauxita)	2º	12,4%
6	Crisotila	3º	9,7%
7	Magnesita	3º	8,0%
8	Grafita	3º	7,1%
9	Vermiculita	4º	4,9%
10	Caulim	5º	5,5%
11	Estanho	5º	4,7%
12	Rochas Ornamentais	6º	5,6%

Fonte: (IBRAM, 2009)

Cerca de 42% do território nacional é formado por terrenos antigos (cerca de 19Ga), via de regra ricos em depósitos minerais de grande significado econômico. Não é sem razão, portanto, que o Brasil é um dos principais produtores mundiais de minérios, tanto de minerais

⁵ Geo Brasil – Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil

⁶ CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais)

metálicos como os não-metálicos. No Brasil, os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados em quatro categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora e subsidência de terrenos (GEO BRASIL, 2002).

Em geral, a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados que podem ser denominados de externalidades. Algumas dessas externalidades são: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. Estas externalidades podem gerar conflitos com a comunidade, que normalmente têm origem quando da implantação do empreendimento, visto que algumas vezes os empreendedores responsáveis não estão a par das expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração (BITAR, 1997).

2.2.1 Prata

A produção de prata é consumida nos setores da joalheria e artefatos de prata (28%), indústria (42%) e fotografia (21%), embora este último esteja em declínio devido ao aumento do uso da fotografia digital. O Brasil não possui reservas significativas deste metal, mas o produz como subproduto da extração de ouro e cobre (KLIAUGA; FERRANTE, 2009).

Essa acentuada utilização implica na descarga desse metal para o ambiente, o que representa risco para organismos aquáticos e terrestres (PURCELL;PETERS, 1998). Essa preocupação se justifica pelo seu reconhecido potencial tóxico quando despejada sem critérios no ambiente (GORSUCH;KLAINÉ, 1998).

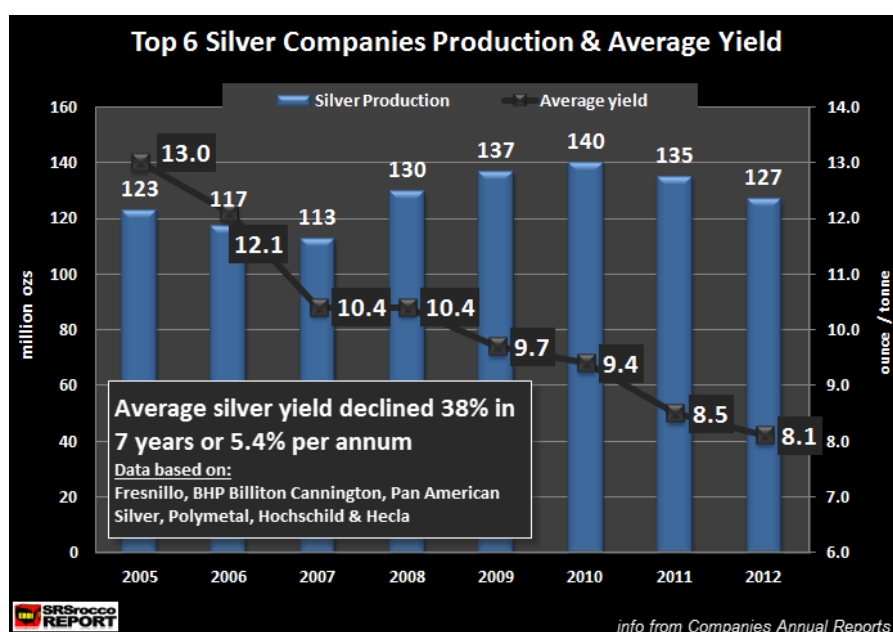
Na Figura 4 é possível observar a produção de prata em onças⁷ por tonelada entre as seis maiores produtoras de prata no mundo. O gráfico mostra a visível diminuição do rendimento de extração do metal das minas nos últimos sete anos. Comparando o ano de 2005, quando de 123 milhões de onças extraía-se 13 onças (404.3g) por tonelada, em 2012, de 127 milhões de onças, rende-se atualmente apenas 8.1 onças (251.9g) por tonelada. Constatando-se uma contração de 38% no rendimento (ANGELO, 2013).

O impacto desta queda de rendimento vem sendo refletida em toda a indústria de mineração. O que se pode testemunhar é a evaporação da produção de prata de alta

⁷ 1 Uma onça é uma unidade de medida inglesa de massa; uma onça- troy (medida para metais preciosos) vale 31,103478 g.

qualidade para ser substituída por uma baixa oferta a um preço cada vez mais alto. Devemos considerar também o fator energético, que contribui para o aumento dos custos da mineração, assim como seu preço final. Deste modo, a prata vai ser um investimento cada vez mais valorizado no futuro, visto que ele funciona como uma ótima reserva de valor, assim como o ouro atualmente.

Figura 4 - Extração de prata nas 6 maiores companhias do mundo



Fonte: (ANGELO, 2013)

2.2.2 Cobre

Para o ourives, o cobre é um metal muito importante, pois é utilizado como elemento de liga para melhorar as propriedades mecânicas do ouro e da prata, além de servir como material para a fabricação de modelos e padrões. Depois da prata, é o melhor condutor de eletricidade e calor, sendo extensivamente utilizado como condutor elétrico, material de construção e componente de várias ligas. O seu calor específico é muito alto e tem também alto ponto de fusão (1.083°C), sendo muito difícil fundi-lo com chama de gás de cozinha (KLI AUGA; FERRANTE, 2009).

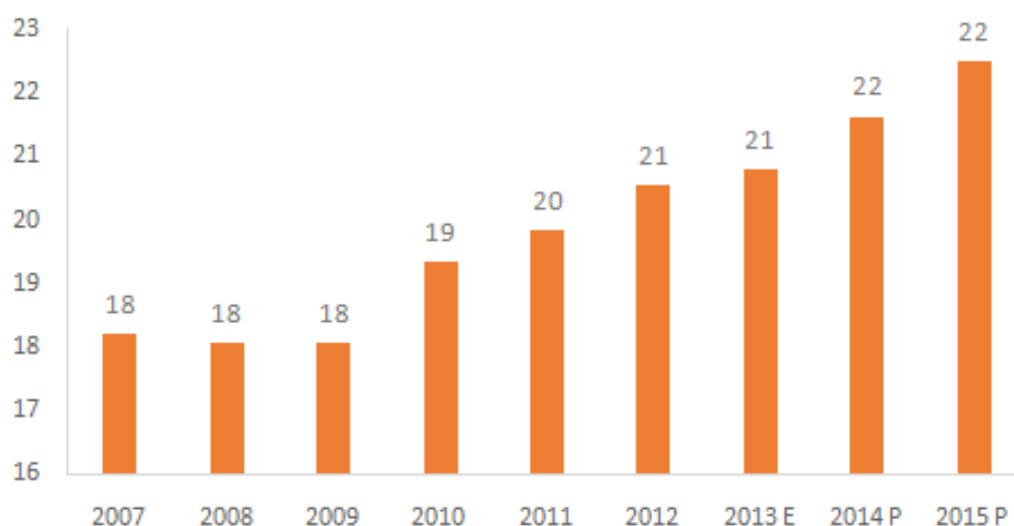
Existem mais de 170 minerais presentes na natureza de onde o cobre pode ser extraído, destes quais, entre dez e quinze possuem interesse de aplicação por parte da indústria. Os principais minerais se dividem em dois grupos: sulfetados (calcopirita, calcocita,

covelita, bornita), e os oxidados (azurita, malaquita, cuprita, tenorita e crisocola) (BERALDO, 1981).

O Brasil também explora cobre, mas o exporta na forma de minério por não possuir refino auto-suficiente, importando o cobre na forma metálica (KLI AUGA; FERRANTE, 2009).

A consumo total mundial de cobre obteve um crescimento de 18.2 milhões de toneladas em 2007 para estimados 20.8 milhões de toneladas em 2013 (Figura 5), um aumento da porcentagem anual de 2.25%. A nomenclatura E e P a seguir dos anos 2013, 2014 e 2015 refere-se respectivamente a: estimativa e previsão.

Figura 5 - Consumo de Cobre mundial em milhões de toneladas



Fonte: (ICSG, 2013)

A China é a maior consumidora do metal no mundo, cerca de 9.4 milhões de toneladas em 2013, totalizando 44% do consumo mundial (ICSG, 2013). Com base nos dados de 2006 de consumo per capita, estima-se que perto dos anos 2100 a demanda global pelo cobre irá ultrapassar a quantidade extraída (COHEN, 2007).

2.2.3 Vidro

O vidro é um composto mineral não metálico formado por óxidos de sílica (74%) e de sódio (12%), muito embora outros elementos tais como cálcio, magnésio, alumínio e potássio tomem parte da composição final (Tabela 2). Segundo a definição proposta pela *American*

Society for Testing and Materials (2009), o vidro é um produto inorgânico de fusão, que foi resfriado até atingir condição de rigidez, sem cristalizar (ASTM, 2009).

Tabela 2 - Principais componentes dos vidros e suas funções

COMPONENTE	FÓRMULA	%	FUNÇÃO
Óxido de Sílica	SiO ₂	74	Vitrificante
Óxido de Sódio	Na ₂ O	12	Baixa o ponto de fusão da sílica
Óxido de Cálcio	CaO	9	Estabilidade
Óxido de Magnésio	MgO	2	Resistência mecânica
Óxido de Alumínio	Al ₂ O ₃	2	Resistência
Potássio	K ₂	1	Estabilidade

Fonte: (COELHO, 2009)

Existem diferentes tipos de vidros, podendo ser classificados entre cinco principais categorias mais utilizadas no mercado, com diferentes aplicações (Tabela 3). Estas categorias são descritas a seguir, segundo Coelho (2009):

- a) **Sílica Vítreo:** material obtido aquecendo-se areia de sílica ou cristais de quartzo até uma temperatura acima do ponto de fusão da sílica, ou seja, acima de 1.725°C. Devido a extrema pureza obtida no processo de sua produção, a sílica vítrea é um material de alto custo de produção.
- b) **Vidros Sodo-Cálcicos:** os óxidos alcalinos são excelentes fluxos já que eles “amolecem” o vidro, reduzindo a viscosidade do vidro fundido da sílica. Esses óxidos alcalinos são incorporados nas composições dos vidros sob a forma de carbonatos. A adição dos carbonatos alcalinos diminui a resistência química do vidro. Com altas concentrações de álcalis, o vidro torna-se solúvel em água, formando a base da indústria de silicatos solúveis muito utilizados em adesivos, produtos de limpeza e películas protetoras. Para reduzir a solubilidade dos vidros de silicatos alcalinos mantendo-se a facilidade de fusão, fluxos estabilizantes são incluídos na composição do vidro no lugar de fluxos alcalinos. O óxido estabilizante mais utilizado é o de cálcio (CaO), muitas vezes junto com óxido de magnésio (MgO). Este tipo de vidro compreende, de longe, a família de vidros mais antiga e largamente utilizada.

Pertencem à categoria dos vidros sodo-cálcicos a maior parte das garrafas, frascos, potes, janelas, bulbos e tubos de lâmpadas.

- c) Vidros ao chumbo: vidros alcalinos ao chumbo possuem uma longa faixa de trabalho (pequena alteração de viscosidade com diminuição de temperatura), e, desta maneira, eles são utilizados na produção de artigos finos de mesa e peças de arte. O chumbo também confere ao vidro um maior índice de refração, aumentando seu brilho. Esse vidro também é conhecido como cristal, um termo errôneo, pois o vidro é um material amorfo.
- d) Vidro boro-silicatos: o óxido de boro, por si só, forma um vidro com resfriamento a partir de temperaturas acima do seu ponto de fusão, a 460°C. Os vidros boro-silicatos possuem uma alta resistência ao choque térmico e por isso são empregados em produtos de mesa que podem ser levados ao forno. É o caso dos produtos Pyrex® e Marinex®.
- e) Vidros planos: podem ser vidros temperados, vidros laminados ou espelhos que recebem a camada de prata para refletir as imagens. Os vidros planos, em geral, exigem uma tecnologia especial para serem reciclados. Alguns vidros planos resultam da sobreposição de camadas de vidros e polímeros tais como o policarbonato, por exemplo. Esse polímero pode atingir transparência de até 90%, além de ser extremamente resistente a impactos.

Tabela 3 - Tipos de Vidro e suas aplicações

Tipo De Vidro	Aplicações
Sílica Vítrea	Indústria aero-espacial, telescópios, fibras óticas
Sodo-Cálcico	Embalagens em geral, indústria automobilística, construção civil e eletrodomésticos (na forma de vidro não planos)
Boro-Silicato	Utensílios resistentes a choque térmico
Ao chumbo	"Cristais": copos, taças, ornamentos e peças artesanais. (o chumbo confere mais brilho ao vidro)
Vidros Planos	Vidro temperado, vidro laminado (ou blindado), vidros de controle solar, espelhos

Fonte: Reciclagem e Desenvolvimento Sustentável no Brasil (COELHO, 2009)

Características como alta durabilidade, elevada transparência, ótima resistência à água, a solventes e ácidos (exceto para o ácido fluorídrico, HF e o ácido fosfórico, H_3PO_4), tornam o vidro um produto muito apreciado comercialmente.

Assim como os polímeros, certas propriedades físicas dos vidros podem ser modificadas pela adição de um determinado tipo de aditivo. Os vidros podem ter uma grande diversidade de cores que são obtidas pela adição de vários tipos de óxidos (figura 4). O cobalto e o cobre conferem uma tonalidade azul, enquanto o manganês e o selênio geram cores em vermelho. O cromo e o níquel são usados quando se deseja obter uma coloração amarela ou marrom, e o verde é obtido quando se adiciona o ferro (COELHO, 2009).

Certos tipos de cores podem impedir a penetração de radiação solar na faixa do infravermelho ou na faixa da radiação ultravioleta. O uso de garrafas na cor âmbar para a cerveja e na cor verde para o vinho impede a penetração de radiação UV que comprometeria seriamente a qualidade desses produtos. Já os vidros planos usados em janelas de residências e veículos, frequentemente são dotados de filtros coloridos que impedem a entrada de radiação na faixa do infravermelho, mas permitem, por outro lado, a entrada da luz visível. Esses filtros impedem, portanto, a passagem do calor e tornam o clima interior mais agradável e ainda economizam o uso de sistemas de refrigeração (COELHO, 2009).

2.3 RESÍDUO E SUA POSSIVEL RECUPERAÇÃO/REUTILIZAÇÃO

O objetivo da recuperação de resíduos é restaurar frações ou algumas substâncias que possam ser aproveitadas no processo produtivo desde que em condições economicamente vantajosas e que representem um benefício à sociedade em geral, independentemente da rentabilidade. Um exemplo bem sucedido de recuperação de substâncias a partir de seus resíduos são os metais (TOCCHETTO, 2003).

A maioria dos programas de reciclagem e/ou recuperação depende de um bom sistema de coleta, disposição e tratamento de resíduos sólidos (descritos na Tabela 4).

Tabela 4 - Tipos de resíduos sólidos

Origem	Tipo de Resíduo Sólido
Urbano	Residencial/doméstico; Comercial, institucional e outros serviços; Resíduos e material de descarte da construção civil (entulhos, etc); Especial (certos tipos de lixo hospitalar, resíduos de baixa radioatividade, lixo industrial especial e lixos de portos e aeroportos); Área da saúde excluindo o lixo infecto-contagioso (lixo comum de hospitais, postos de saúde, farmácias, clínicas e laboratórios); Séptico ou infecto-contagioso (lixo especial contendo potencialmente vetores de doenças infecto-contagiosas); Público (varrição, capina das ruas e remoção de grandes volumes); Lama de ETE;
Industrial	Indústrias de transformação, alimentícias etc;
Agrícola	Embalagens de agrotóxicos e fertilizantes Material de poda; Excrementos;
Radioativo	Lixo e combustíveis de reatores nucleares; Raio X; Armas;

Nota: ETE – estação de tratamento de esgoto

Fonte: (COELHO, 2009)

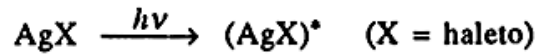
Existem vários aspectos positivos quando se fala em recuperação de resíduos: economia, diminuição da quantidade de resíduos gerados, conscientização da população, etc. A seguir serão descritos os resíduos específicos trabalhados no projeto, assim como seus respectivos potenciais de recuperação.

2.3.1 Radiografias e a prata

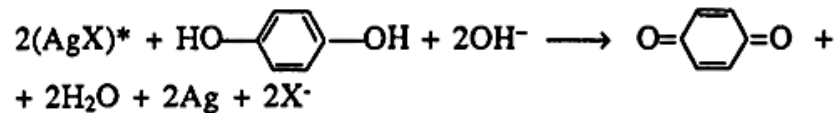
A radiografia torna-se um resíduo interessante ao projeto por possuir quantidades consideráveis de prata em sua composição, cerca de 5g de prata granulada por m² de radiografia de acordo com Kuya (1992). O processo de confecção de chapas radiográficas envolve uma série de etapas químicas descritas abaixo na Equação 1.

Equação 1- Reações químicas do processo de confecção das chapas radiográficas

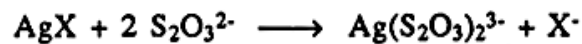
a) Exposição à radiação (formação da imagem latente):



b) Revelação (supondo hidroquinona como redutor):



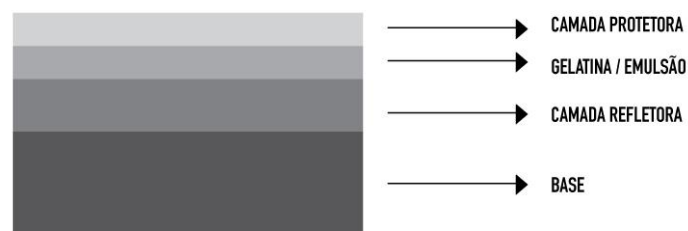
c) Fixação:



Fonte: KUYA, (1992)

A base da chapa, feita de acetato, é recoberta por uma fina camada de grãos de sais de prata, ou quimicamente chamados de haletos ou halogenetos de prata, com composição usualmente de 98% de brometo de prata (AgBr) e o restante de iodeto de prata (AgI³), sensíveis à luz (REIS, 2004). Ao expor a camada de grãos de prata à luz, ocorre a reflexão da luz e cada grão de prata comporta-se de uma maneira diferente, ou seja, acontecem diferentes graus de exposição de precipitação na gelatina, como pode ser observado na Figura 6 a seguir.

Figura 6 - Composição da película radiográfica



Fonte: Adaptado de REIS (2004)

Após o processo de exposição à luz, a chapa precisa ser revelada, pois a imagem ainda não é visível, os reveladores mais comuns são o metol e a hidroquinona. Na fase seguinte, ocorre a eliminação da prata que não foi sensibilizada pela ação da luz e estabilização da imagem revelada. O fixador mais utilizado é o tiosulfato de sódio (PRADO FILHO, 2012).

Figura 7 - Etapas da revelação das películas radiográficas



Fonte: Adaptado de REIS (2004)

A Figura 7 apresenta no fluxograma as etapas do processo de revelação das películas radiográficas, desde a revelação, fixação, lavagem até a secagem. Sendo a prata um metal pesado e altamente poluidor, a sua liberação no ambiente é proibida por normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). As Resoluções da Diretoria Colegiada (RDC) 306/04, da Anvisa, e Resolução no 358/05, do Conama, dispõem sobre o gerenciamento dos resíduos.

- Resíduos de produtos e de insumos farmacêuticos, sob controle especial (Portaria MS 344/98) - devem atender a legislação em vigor. Fixadores utilizados em diagnóstico de imagem - devem ser submetidos a tratamento e processo de recuperação da prata (ANVISA, 2006).

A Tabela 5 apresenta as concentrações limites para a presença de metais pesados no meio ambiente de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

Tabela 5 - Resolução nº357 Qualidade de Água - concentrações limites de alguns metais pesados em água

Metal	Concentração limite (mg/L)*	
	Lançamento de efluente	Potabilidade da água
Alumínio	-	0,1
Cobre	1,0	0,009
Chumbo	0,5	0,01
Prata	0,1	0,01
Cromo	0,5	0,05
Mercúrio	0,01	0,0002

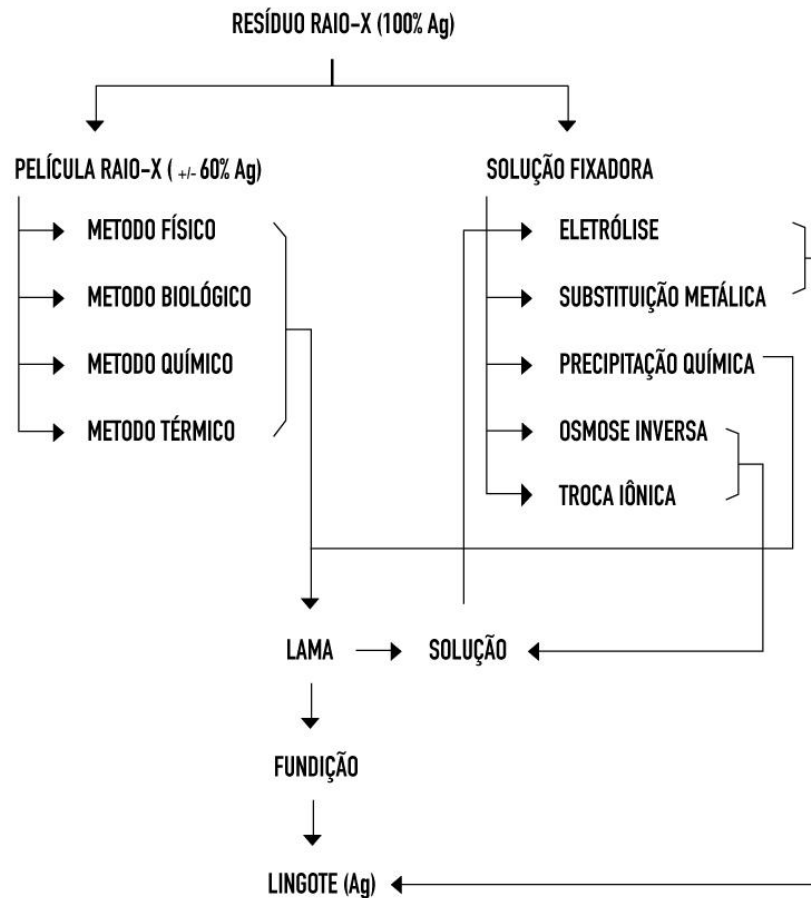
Fonte: (CONAMA, 2005)

2.3.1.1 Recuperação da prata a partir de radiografias

A recuperação da prata dos resíduos sólidos (radiografias) pode ser realizada por meio de processos físicos, químicos, biológicos ou térmicos. O processo térmico, mais conhecido por incineração, é o processo mais antigo que ultimamente tem deixado de ser utilizado devido aos problemas ambientais gerados, como mau cheiro e liberação de gases tóxicos; além de não ser possível recuperar a película de acetato (SHANKAR; MORE; LAXMAN, 2010). As técnicas biológicas são as menos invasivas para o meio ambiente, mas têm a desvantagem de serem processos muito lentos.

Por estes motivos, o procedimento mais utilizado consiste em processos de lixiviação. Em primeiro lugar dá-se a moagem das películas seguindo-se sua deposição em um banho de soda cáustica a altas temperaturas, até fervura e redução dos haletos de prata existentes na camada de emulsão em prata metálica. Após a remoção da prata, as películas são novamente lavadas para retirar vestígios do banho anterior, sendo depois transportadas para empresas recicladoras de polímeros (HOCHBERG, J., WILMINGTON, 1989).

Figura 8 - Técnicas para recuperação da prata contida em resíduos de radiografias



Fonte: Adaptado de KHUNPRASERT *et al.* (2007)

Como resultado destes métodos obtém-se uma espécie de “lama” carregada de prata e efluentes líquidos, semelhantes ao do banho fixador. A recuperação da prata destes efluentes líquidos pode realizar-se por vários processos, como: eletrolise, substituição metálica, precipitação química, osmose inversa ou troca iônica (KHUNPRASERT *et al.*, 2007).

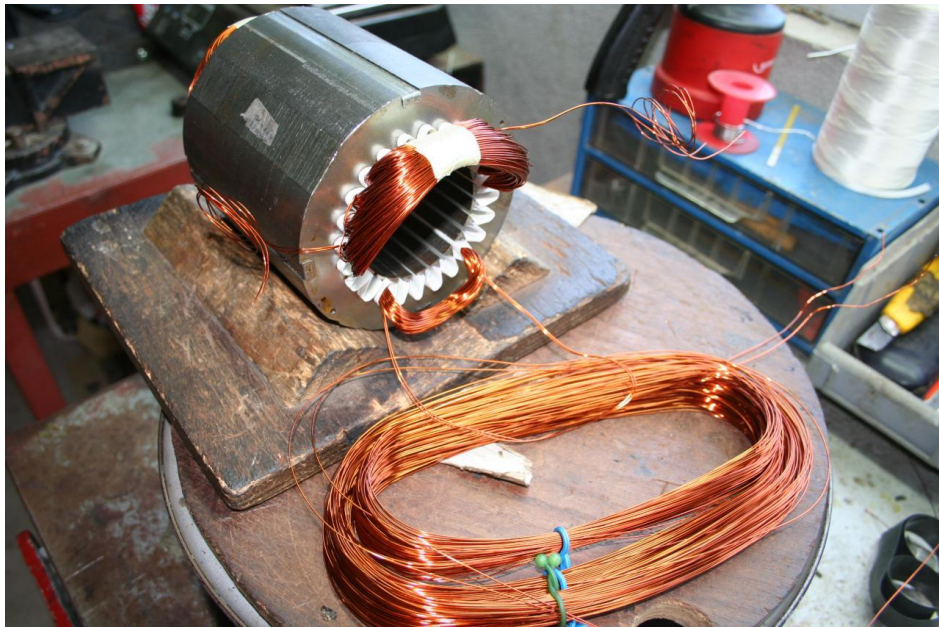
A “lama” recuperada após esse processo de remoção da prata das películas radiográficas, bem como da solução fixadora, passará por um processo de purificação por fundição, utilizando bórax (Borato de sódio ou tetraborato de sódio) como elemento purificador que dissolverá os óxidos presente nesta lama. Todos estes processos de recuperação (Figura 8) decorrem posteriormente na fundição da prata (em torno de 961,8 °C),

dentro de lingotes, seguido por arrefecimento brusco em água, resultando nas pepitas de prata brilhantes.

2.3.2 Recuperação de cobre a partir de fios de motores monofásicos

A construção dos motores elétricos foi iniciada em 1813 por Michael Faraday que, introduzindo um magneto em uma bobina de fio de cobre, fez com que o mesmo girasse ao passar por uma corrente elétrica. O motor monofásico (Figura 9) é um tipo de motor que possui apenas um conjunto de bobinas e sua alimentação é feita por uma única fase de corrente alternada. Dessa forma, esse tipo de motor absorve energia elétrica de uma rede monofásica e a transforma em energia mecânica (ITOSU; SANTOS; BERTUCCI, 2015).

Figura 9 - Motor monofásico e fios de cobre em seu interior



Fonte: VIANA, (2012)

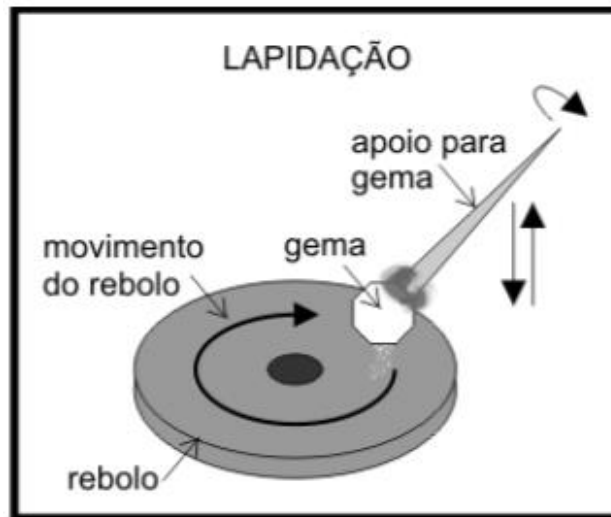
Estes motores são utilizados em diversos equipamentos que necessitam de motores com pequenas potências como: motores para ventiladores, geladeiras e furadeiras portáteis. A presença do cobre nestes motores é interessante ao projeto, visto que a quantidade encontrada é consideravelmente alta, e muitos destes aparelhos quando estragados vão ao lixo sem o devido descarte.

A recuperação do cobre para este projeto será realizada através da desmontagem de um eletrodoméstico que apresente motor monofásico, para assim ser obtido o fio envernizado de cobre, que posteriormente será purificado para utilização na coleção de joias.

2.3.3 Lapidação

A lapidação (Figura 10) é o conjunto de técnicas de corte e polimento que tem como objetivo ressaltar as características ópticas das gemas e permitir sua utilização em objetos de adorno (MOL, 2009). O processo manual é realizado geralmente pressionando-se a gema contra um disco giratório de material abrasivo (rebolo), que vai gradativamente retirando o material da gema.

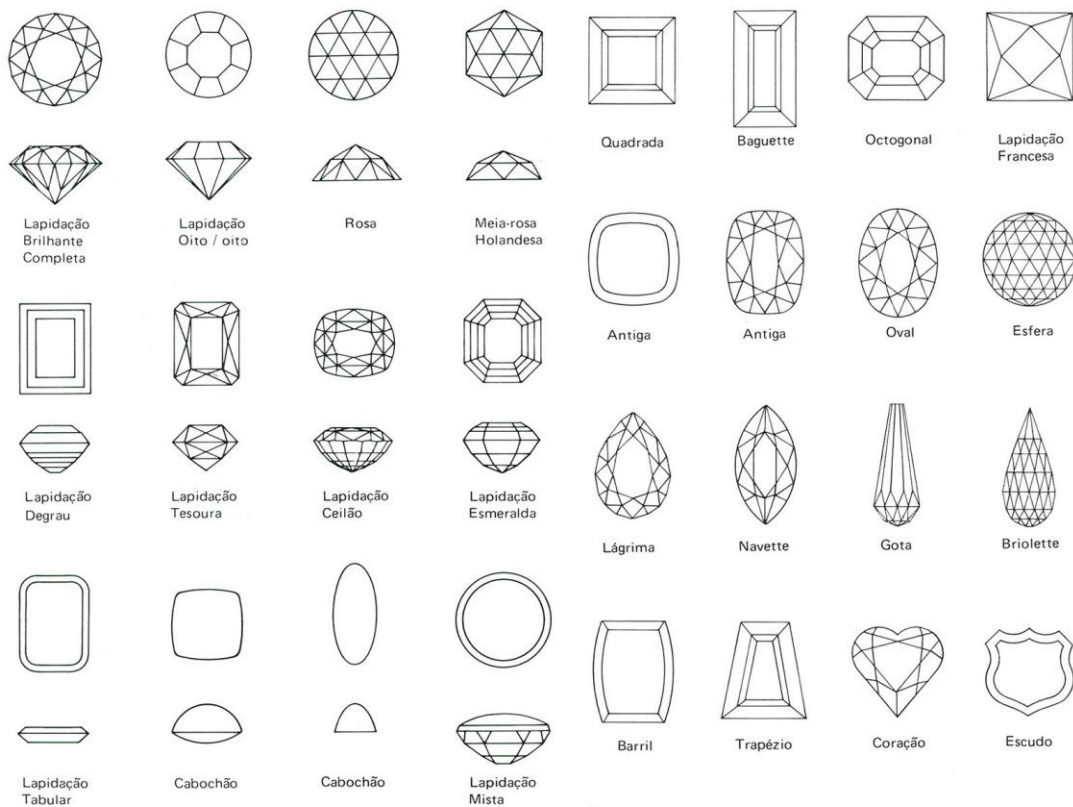
Figura 10 - Processo de lapidação



Fonte: Adaptado, STRALIOTTO (2009)

Não existe uma regra geral válida para as diversas lapidações. Na literatura, portanto, pode-se encontrar discordâncias ao classificá-las. Não obstante, uma distinção de acordo com os tipos e formas de lapidação é possível. Baseando-se na impressão óptica das gemas lapidadas, podemos dividi-las em três grupos, ou tipos de lapidação: facetadas, lisas e mistas. Existe um número enorme de formas variadas dos tipos básicos de lapidação (Figura 11). Elas podem ser redonda, ovalada, cônica, quadrada (carré), retangular baguette, triangular e multifacetadas (SCHUMANN, 2006).

Figura 11 - Estilos de Lapidação



Fonte: SCHUMANN, (2006)

A lapidação de vidros pode ser considerada uma atividade habitual no ramo das bijuterias, neste projeto pretende-se inovar, utilizando resíduos de vidro como base da lapidação, testando diferentes formas na joalheria contemporânea. A Figura 12 apresenta exemplos de vidros lapidados utilizados em um brinco, produzido pela empresa austríaca Swarovski, fundada em 1895 e atuante até hoje.

O posicionamento da marca Swarovski é interessante, visto que a marca tem um público-alvo de nível social alto e este público muitas vezes não têm conhecimento ou não se importa com o fato de que o material base da marca é composto na verdade de vidro, além do fato que este material possui em sua composição 32% de chumbo (Pb). O uso de chumbo aumenta o índice de refração dos vidros, fazendo com que o vidro brilhe mais. Daniel Swarovski, fundador da marca, registrou a fórmula de composição dos vidros na década de 1890.

Figura 12 - Par de brincos com vidro lapidado SWAROVSKI



Fonte: (SWAROVSKI, 2015)

2.4 JOALHERIA CONTEMPORÂNEA

A joalheria contemporânea teve seu início nos anos de 1950, emergindo como um movimento internacional no início dos anos 70, salientando inovações em material e estética (GOLA, 2008). A manifestação da joalheria contemporânea surgiu como uma tendência que permitia um espaço para experimentação de diferentes materiais e para a criação livre, efetiva e sem preconceitos de produtos inovadores (FAGGIANI, 2006). Na joalheria contemporânea não existem regras definidas para a criação ou elaboração de joias, cada designer têm seu método pessoal e inúmeras fontes de inspiração, não estando preso a um único estilo como ocorria nas épocas passadas (WAGNER, 1980). Além disso, não está totalmente desligada da joalheria tradicional, uma vez que provém da arte e do ofício tradicional (CLARKE, 2013).

Para a joalheria contemporânea, o que revigora é o significado e o propósito das peças, é necessário ter conhecimento da técnica, sem restrição de padrões ou convenções pré-formuladas. Gola (2008) salienta que inovador é aquele que concilia valores de arte e individualismo com as inquietações da moda, do comércio e da indústria. Portanto, estar atento as tendências que regem o mercado e as necessidades do público-alvo e bem-estar da sociedade devem ser consideradas essenciais para o sucesso do projeto.

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

nobres (GOLA, 2008). As descrições dos termos da joalheria são apresentadas na Tabela 5 abaixo.

Tabela 6 - Termos da joalheria

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

Fonte: Adaptado de CERATTI (2013)

A joalheria brasileira até os anos 80 acompanhava somente tendências internacionais, sendo muitas vezes considerada inferior no mercado justamente por ser imitação. Contudo, com a abertura do mercado às importações, foi preciso buscar e incorporar tecnologias próprias que se destacassem frente aos concorrentes.

De acordo com o IBGM⁸(2012), as joias contemporâneas são um nicho de mercado em ascensão. Elas atuam motivando os consumidores que buscam a individualidade em suas expressões estéticas e uma forte identificação. O caráter de contemporaneidade possibilita que o designer de joias apresente sua visão sobre os caminhos da joalheria, em uma época em plena formação.

Longe da senilidade *old fashion* do estilo ostentatório, o design de joias brasileiro tem como motor criativo a busca da pura beleza e dos sentidos do afeto. Desta maneira, já nasceu moderno, e hoje, expressa, em sua juventude, o vigor da joalheria

⁸ Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM)

contemporânea do século XXI (Introdução do Catálogo dos 30 finalistas de Prêmio IBGM de Design, 2012).

Pode-se considerar, então, que a joalheria contemporânea é a busca por particularidades e diferenciação, reunindo o uso de técnicas convencionais com não convencionais, trazendo também a experimentação como uma de suas possíveis leituras. Esta nova proposta de joalheria diz respeito a pesquisas, reflexões e proposições de quem a idealiza, quase sempre inserida no contexto social e histórico de seu momento, como argumenta Danto (2005) sobre a arte.

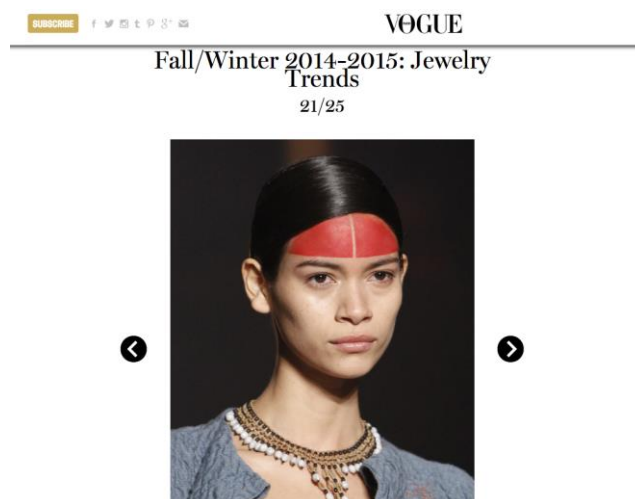
2.4.1 Joalheria contemporânea e a tendência da sustentabilidade/*slow fashion*

A abordagem de tendências sempre obteve um grande espaço no mercado e nas mídias do ramo da moda. Diversas publicações do ramo da moda, como a Vogue e a Elle apresentam uma coluna (Figura 13) que aborda o tema, destacando-o como uma das referências essenciais para o sucesso dos produtos.

Os pesquisadores de tendências agora apostam no *slow fashion*, termo criado por Kate Fletcher (2007).

O *slow fashion* não é uma tendência sazonal que vem e vai, e sim, um movimento de moda sustentável que está ganhando cada vez mais seguidores. Os primeiros passos do movimento *slow fashion* não significa que precisamos fazer nossas próprias meias de tricô; nós simplesmente precisamos tomar decisões de comprar de forma mais consciente e durável (FLETCHER, 2007).

Figura 13 - Coluna no site da Vogue francesa com tendências de joalheria



Fonte: VOGUE (2015)

A tendência do *slow fashion* presume que o consumidor atual possua uma consciência ambiental e social; assim estando atento a como as empresas atuais se posicionam quanto ao ciclo de vida do produto, seus impactos e possíveis alternativas sustentáveis para a inovação social. A crescente relevância que o tema em questão abrange atualmente pode ser encontrada nos profissionais da área do design de joias que utilizam a sustentabilidade como característica primordial, revendo o ciclo de vida dos produtos e pensando na origem da matéria-prima usada para fabricação. A joalheira Ashley Heather, da África do Sul, fabrica suas peças com prata reciclada de resíduos de placa de circuito impresso. A Figura 14 apresenta uma abotoadura da coleção de Ashley feita com prata e cerâmica recicladas dos resíduos.

Figura 14 - Abotoadura de prata e cerâmica reciclada de placas de circuito impresso



Fonte: HEATHER (2015)

2.4.2 JOALHERIA ARTESANAL E SEUS PROCESSOS

Apesar da produção de joias industrial ser a principal forma de produção hoje em dia, a habilidade manual e artesanal ainda é fundamental na fabricação das peças. Sendo esta tarefa especialmente conferida ao ourives, responsável pela fabricação, acabamento, ajustes, finalização e eventualmente também a cravação das gemas lapidadas (ASHTON, 2012).

O processo de fabricação artesanal de joias está presente atualmente no mercado tanto na produção em pequena escala, com joalheiros independentes, quanto em grandes empresas de joalheria, como a empresa francesa Cartier por exemplo. Neste processo o ourives, a partir do desenho técnico repassado pelo designer que projetou a peça, utiliza seus conhecimentos e habilidade manuais, adquiridos geralmente com anos de experiência no ramo, desenvolvendo as peças a fim de garantir a exclusividade e qualidade do produto final.

Na produção artesanal em pequena escala o joalheiro geralmente acompanha a produção da peça desde a parte inicial da fundição até o acabamento final, utilizando os equipamentos de manuseio físico e/ou com motores elétricos. A seguir serão descritas as etapas básicas utilizadas neste projeto para a fabricação das peças, que incluem: criação do desenho, fundição, laminação, trefilação, modelagem da peça, acabamento e polimento final.

2.4.2.1 Criação do desenho

Há diferentes formas para a criação dos desenhos, uma das alternativas mais utilizada em empresas a nível industrial é o uso de plataformas computacionais de modelagem tridimensional, onde neste caso o modelista trabalha desenvolvendo modelos realísticos da peça, definindo-se medidas, volumes e espessuras para posterior prototipagem e produção. Contudo, no processo artesanal utilizado neste projeto a criação da peça geralmente é desenvolvida através do desenho manual artístico e técnico (Figura 15), onde o designer procura aproximar-se do produto final, utilizando suas habilidades manuais de desenho. Tal opção possui vantagens em relação ao seu baixo custo e liberdade de criação, porém, pela limitação do desenho de duas dimensões, no momento em que a peça for executada é possível encontrar desafios projetuais de forma. É muito comum que a concepção do produto final seja equivocada pela falta de conhecimento das etapas do processo produtivo, por parte dos designers ou responsáveis pelo desenvolvimento da peça (NOGUCHI; ECHTERNACHT, 2003).

Figura 15 - Desenho artístico de uma peça

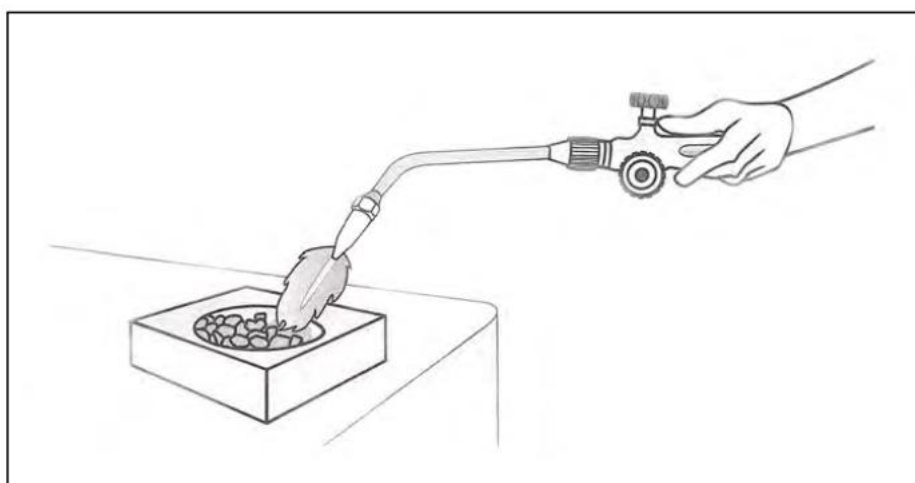


Fonte: MALECK (2013)

2.4.2.2 Fundição

A fundição de metais e ligas é prática diária do joalheiro. Na produção em menor escala, pequenas quantidades de metal são fundidas em um cadinho com a utilização da chama de um maçarico (Figura 16), utilizando gás combustível. O tipo de gás pode ser o GLP (gás de cozinha), propano, metano ou acetileno. O maçarico geralmente contém duas mangueiras, uma de condução do gás e outra para a condução de ar ou oxigênio, e a temperatura máxima alcançada depende da composição da mistura de gases (KLI AUGA; FERRANTE, 2009). Ao fundir o metal neste cadinho, despeja-se o material em uma lingoteira lubrificada, e após desligar o maçarico, se pega o lingote fundido com uma pinça e verte-o ainda quente na água para resfriar o mesmo (SALEM, 2007).

Figura 16 - Processo de fundição artesanal com chama de maçarico

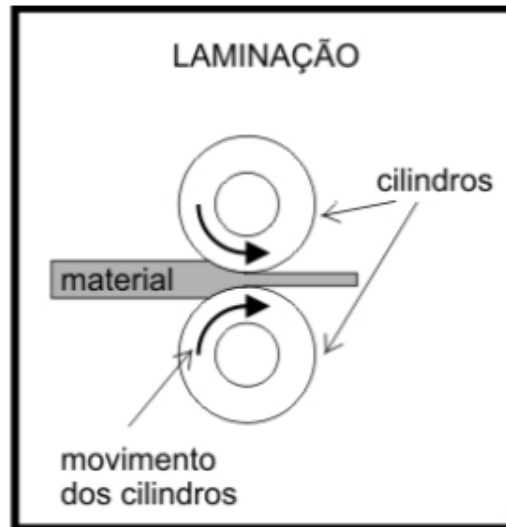


Fonte: Adaptado, KLI AUGA; FERRANTE (2009)

2.4.2.3 Laminação

Após realizada a fundição, o lingote passa pelo processo de laminação até o formato desejado. O laminador é uma máquina que consiste de dois rolos de aço (Figura 17), de movimento controlado por um sistema de engrenagens, e cuja distância entre eles é ajustável por um sistema de mancais. O acionamento pode ser manual, através de manivelas, ou elétrico, através de um motor (SALEM, 2007).

Figura 17 - Processo de laminação

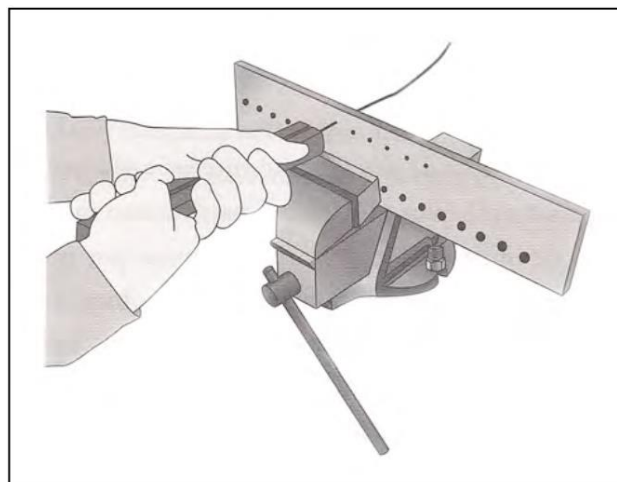


Fonte: Adaptado, STRALIOTTO (2009)

2.4.2.4 Trefilação

A trefilação é um processo utilizado desde o século XII, o método ainda é aplicado hoje na oficina de joalheria para a fabricação de fios e tubos, tanto de seção redonda, como quadrada, triangular e meia-cana (KLI AUGA; FERRANTE, 2009). Após a laminação, o fio que sai quadrado do laminador é trefilado (Figura 18) em uma fieira até a medida desejada. As fieiras são placas de aço com furos calibrados e retificados em ordem descendente de tamanho (SALEM, 2007).

Figura 18 - Processo de trefilação



Fonte: Adaptado, KLI AUGA; FERRANTE (2009)

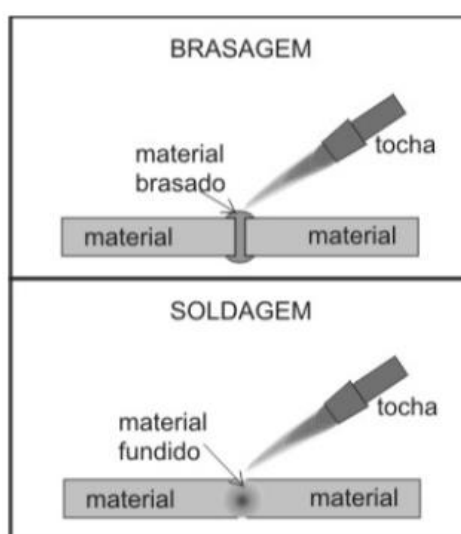
2.4.2.5 Modelagem da peça

Após realizadas as etapas iniciais da joalheria de fundição, laminação e trefilação, inicia-se a modelagem da peça, ou seja, o trabalho manual na bancada (posto de trabalho de ofício do ourives, joalheiros e designer de joias). Esta é a etapa que demanda mais tempo na fabricação de uma joia, neste processo a joia é modelada com a utilização de diversas ferramentas, como limas, alicates, e lixas até adquirir a forma desejada (ASHTON, 2012).

No processo de modelagem podem ser utilizadas técnicas de união e elementos de junção. As uniões são diferenciadas entre justaposta e/ou sobreposta, podendo ser permanentes ou não, unindo peças, partes ou porções de material. Estas uniões podem ocorrer através das seguintes formas: união térmica, união mecânica e adesão (LESKO, 2004).

A união térmica decorre do aumento da temperatura, que funde a solda⁹ ou parte dos materiais que se pretende unir. Brasagem e soldagem (Figura 19) são duas formas de união térmica de metais, sendo que grande parte das operações feitas na confecção de joias se enquadra na classificação de brasagem (LESKO, 2004). Na joalheria, é comum utilizar indistintamente a palavra soldagem para designar qualquer método de união por metal líquido, porém tal afirmação é equivocadamente empregada.

Figura 19 - Diferença entre brasagem e soldagem



Fonte: Adaptado, STRALIOTTO (2009)

⁹ Metal ou liga metálica que é adicionado para unir outros metais de temperatura de fusão mais alta (LESKO, 2004).

Na brasagem o metal de junção tem ponto de fusão mais baixo do que os metais base, logo este metal de junção funciona como uma “cola”, com pouca alteração da região próxima à junta (KLIAUGA; FERRANTE, 2009). Este processo é muito utilizado no joalheria pois confere excelente durabilidade na união, pelo fato da solda penetrar por entre os grãos dos metais unidos, garantindo resistência à junção (LESKO, 2004).

Contudo, na soldagem a união de partes metálicas é feita pela adição de calor e/ou pressão, com ou sem adição de um metal de ponto de fusão mais próximo ao dos metais sendo ligados. Isto significa que as partes metálicas são parcialmente fundidas na região da junção, tendo sua microestrutura fortemente modificada. Devido ao alto custo dos equipamentos, a soldagem é quase que exclusivamente utilizada na fabricação e no reparo de peças de ouro e de platina.

A união metálica é realizada a fim de conformar peças metálicas sobre os materiais ou peças que se queira unir, formando um engate mecânico que os fixa (LESKO, 2004). Esta união permite a montagem e desmontagem da joia, garantindo a multifuncionalidade da peça (KLIAUGA; FERRANTE, 2009). Alguns exemplos de elementos de junção mecânica utilizados em joias são: rebites, garras, argolas, elos, parafusos e engastes (SALEM, 2007). A união mecânica através de garras e engastes é conhecida como cravação (Figura 20), frequentemente utilizada para a fixação de gemas e peças metálicas.

Figura 20 - Processo de cravação de gemas



Fonte: Adaptado, STRALIOTTO (2009)

Já a adesão ou união química é realizada através de adesivos que colam as partes a serem unidas (LESKO, 2004). É considerada uma união permanente, pois trata-se de uma

união que dificulta a total separação dos elementos unidos. Geralmente utiliza-se o adesivo bicomponente à base de resina epóxi, popularmente conhecido como Araldite. Este processo é utilizado frequentemente na indústria de bijuterias.

2.4.2.6 Acabamento e polimento

Os processos de acabamento consistem nas etapas finais da produção de joias e restringem-se aos tratamentos das superfícies da estrutura de uma joia (SALEM, 2007). De acordo com a preferência, podem ser realizados diferentes acabamentos na superfície como: texturização, esmaltação, galvanização, etc.

O polimento é a última etapa da produção de uma joia e consiste na suavização de uma superfície até que esta atinja um acabamento brilhante e espelhado. O polimento (Figura 21) é feito com escovas de polir (de pano ou pelo), utilizando-as com pastas de polimento, usadas em um motor de alta rotação.

Figura 21 - Processo de polimento



Fonte: CARTIER (2015)

3. ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO

Assim fundamentada toda a parte teórica, prossegue-se então a especificação do projeto, com a definição do público-alvo com base em questionário, e pesquisas através de visitas técnicas ao centro de triagem da Vila Pinto, ao DMLU e a UDC da Cândia Gomes. Após as pesquisas, foi realizada uma entrevista com a joalheira Valéria Sá, profissional que apresenta um interessante trabalho na linha de joalheria sustentável, utilizando matérias-primas recicladas.

Com os seguintes materiais devidamente selecionados a serem utilizados no projeto para a coleção das joias: prata, cobre e vidro, foi realizada então uma coleta voluntária de resíduos que apresentassem estes materiais, arrecadando diversos resíduos que posteriormente foram analisados para os subseqüentes devidos processos.

Após análise dos materiais arrecadados, dividiu-se então os processos em: recuperação da prata a partir das radiografias, recuperação de cobre de bobinas de motores elétricos e a lapidação de resíduos de vidro, apresentados no decorrer desta etapa.

3.1 PÚBLICO-ALVO

O mercado de consumo das joias é bastante variado uma vez que os consumidores possuem diferentes personalidades. O estilo, sua identificação com o produto, necessidades e o que os levam a consumir são alguns exemplos desta visão. Surge a necessidade, então, de discernir um grupo de pessoas que se identifique com a proposta sustentável do projeto. Para tanto, aplicou-se uma entrevista estruturada através de perguntas diretas e objetivas quanto ao consumo de joias do mercado tradicional e de origem mais contemporânea.

A abordagem quanto ao consumo de produtos através de e-commerce tem como objetivo identificar o quanto o público está acostumado a este meio de compra, visto que é uma das formas mais crescentes de venda atual. Abaixo estão listadas as perguntas realizadas:

- a) Sexo
- b) Idade

- c) Já comprou acessórios pela internet?
- d) Se já comprou, continua comprando?
- e) Se nunca comprou, compraria?
- f) Já comprou joias pela internet?
- g) Se já comprou, continua comprando?
- h) Se nunca comprou, compraria?
- i) Analise as coleções abaixo (Figura 22):

Figura 22 - Coleções de joias



Fonte: Autora (2015)

- j) Qual teria interesse em comprar?
- k) Qual te parece mais sustentável no âmbito econômico, social e ambiental?

3.1.1 Resultado das Entrevistas

Através de um questionário online, foram realizadas perguntas a trinta e sete mulheres, sendo a faixa etária dos dezoito aos vinte e cinco anos a mais abrangida, seguida posteriormente pela faixa etária dos vinte e seis aos trinta e cinco anos, que abrangeu quase dezoito por cento das respostas.

Observou-se que a compra de acessórios pela internet já foi realizada pela maioria das entrevistadas, contudo, em relação a compra de joias, este número cai para apenas cinco por cento. Este dado demonstra como o e-commerce ainda apresenta um papel pouco explorado

no mercado das joias brasileiro. Ainda que o e-commerce de joias seja pouco abordado no Brasil, esta minoria de cinco por cento afirma que continua comprando joias pela internet, o que mostra que mesmo que o mercado seja novo, o cliente possui segurança em continuar comprando.

Em relação a análise das coleções, foram apresentados três diferentes tipos de produção de joias, a primeira utilizando o metal recuperado de resíduos e os vidros de resíduos lapidados, a segunda utilizando o metal de origem tradicional e material de reciclagem de jornais, e por fim, a terceira apresentava uma coleção que utiliza metal e gema de origens tradicionais extraídas da natureza.

A primeira coleção foi escolhida pela maioria dos entrevistados (cerca de sessenta por cento) em relação a pergunta “Qual teria interesse em comprar? ”, mostrando a boa aceitação no mercado de um produto produzido com matérias-primas recuperadas. Não obstante, a afirmação de que a primeira coleção era ao ver dos entrevistados a mais sustentável a nível econômico, social e ambiental, reafirma o dado coletado na fundamentação teórica de que o número de consumidores mais conscientes do ciclo de vida do produto comprado é crescente.

3.1.2 Definição do Público-Alvo

Tendo como base a pesquisa da fundamentação teórica e os resultados das entrevistas, definiu-se que o público-alvo corresponde a mulheres, na faixa dos vinte aos trinta e cinco anos, consumidoras conscientes, preocupadas com seu bem-estar, seja em relação a saúde física, como também a mental e emocional. O senso de procura do bem-estar comum da sociedade também seria uma das características deste público, refletindo em suas escolhas de consumo, que acontecem de uma forma sustentável e ecológica. Acerca da ideia inicial do projeto, a escolha de unir a joalheria contemporânea com o processo de recuperação de metais a partir dos resíduos, e a lapidação dos resíduos do vidro, valida a necessidade de um produto com este conceito. Os resultados das entrevistas possibilitaram a comprovação da relevância do tema abordado, bem como verificar a viabilidade deste projeto, definindo o público-alvo para posterior geração de *insights* para as etapas de criação.

3.1.3 Painel de Estilo de Vida

Com a intenção de tornar mais conhecido o estilo de vida das consumidoras entrevistadas, desenvolveu-se um painel semântico do estilo de vida apresentado na Figura 23. Neste painel está representada uma consumidora que aproveita seu tempo de lazer para cuidar de seu bem-estar, aliando a vida profissional a um estilo de vida saudável. Gosta de apoiar o consumo local, realizando suas compras, sempre que possível, em feiras locais, procurando consumir produtos que conheça e se identifique com a origem. Está sempre procurando novos desafios e descobertas, pois a curiosidade desperta o conhecimento que procura.

Figura 23 - Painel Estilo de Vida do Público-Alvo



Fonte: Autora (2015)

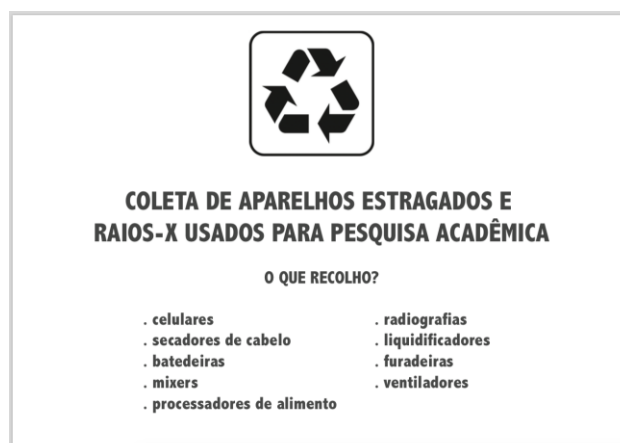
3.2 PESQUISA

A pesquisa do projeto ocorreu através do estudo e análise de onde seria possível recuperar metais e vidros, revendo o ciclo de vida dos produtos e a extração natural dos minerais. Em conjunto com este estudo, houve o reconhecimento e a valorização de materiais locais, no caso os resíduos mais coletados, a fim de beneficiar e representar uma ferramenta importante para imaginar uma reconstrução da capacidade que a localidade tem perante o mercado (KRUCHEN, 2009).

3.2.1 Coleta de resíduos

O primeiro passo para obtenção de resíduos ocorreu por meio de amigos e vizinhos, que disponibilizaram materiais que seriam descartados. Nesta tarefa, o contato com os vizinhos foi realizado por mensagem na caixa de correio, sendo que com os amigos o contato foi realizado pessoalmente. Foram previamente solicitados resíduos que contenham os elementos de interesse desta pesquisa (Figura 24), e que foram definidos como potencialmente favoráveis para a recuperação de metais durante a etapa da revisão de literatura. Após alguns dias, pode-se reunir vários resíduos interessantes ao projeto, como uma quantidade razoável de radiografias e um ventilador estragado. Os resíduos de vidro foram especialmente coletados pela autora do projeto, com o intuito de selecionar a cor, espessura e afins.

Figura 24 - “Bilhete” deixado na caixa de correio dos moradores da vizinhança, orientando que tipo de resíduo estará sendo coletado e o objetivo explicitado



Fonte: Autora (2015)

3.2.2 Visitas técnicas

Foram realizadas visitas ao centro de UDC¹⁰ da Cândia Gomes, a UT¹¹ da Vila Pinto, e por fim, ao DMLU¹² de Porto Alegre. A seguir, uma breve descrição destes locais e algumas informações referentes ao tipo de material encontrado e fotografias, como forma de ilustrar a coleta e as visitas.

3.2.2.1 Visita a UDC Cândia Gomes

A UDC da Cândia Gomes (Figura 25) é uma das UDC's de Porto Alegre que estão distribuídas pela cidade e são destinadas a atender pequenos geradores de diversos resíduos que não podem ser descartados para recolhimento das coletas regulares – domiciliar e seletiva. As Unidades de Destino Certo recebem: madeira, móveis velhos, colchões, solo, entulho, calça, cerâmica, sucata de ferro, eletrodomésticos, resíduos arbóreos e diversos materiais que muitas vezes acabam sendo descartados irregularmente em locais públicos.

Figura 25 - UDC Cândia Gomes



Fonte: Autora (2015)

¹⁰ UDC (Unidade de Destino Correto)

¹¹ UT (Unidade de Triagem)

O funcionamento ocorre da seguinte forma: a UDC funciona somente como um meio entre estes resíduos e o retorno para empresas (ligadas ao DMLU) que farão o processo de logística reversa. Porém, notou-se que na prática as vezes há uma falha de comunicação entre as UDC's e o público, pois, as UDC's muitas vezes acabam recebendo resíduos que deveriam ser destinados à coleta regular normal (por exemplo: vidros, garrafas PET etc).

O objetivo da visita era o de coletar resíduos como eletrodoméstico que possuem bobinas de motores, porém não havia resíduos deste tipo no local, somente resíduos eletrônicos (Figura 26) que já tinham parceria com empresa de logística reversa e não interessavam ao projeto.

Figura 26 - Resíduos Eletrônicos na UDC Cândia Gomes



Fonte: Autora (2015)

3.2.2.2 Visita a UT Vila Pinto

A UT da Vila Pinto (Figura 27) é uma das Unidades de Triagem de Porto Alegre que atua na separação e posterior comercialização de resíduos sólidos reaproveitáveis ou recicláveis (denominado informalmente como “lixo seco”). As UT's têm sustento financeiro pela negociação destes resíduos, gerando emprego e renda para estes trabalhadores formalmente organizados em associações e/ou cooperativas. Esta tarefa é de suma

importância, tanto do ponto de vista social, como também do ambiental, pois diminuem em grande parte o resíduo que será destinado às unidades de Aterro Sanitário.

Figura 27 - UT da Vila Pinto



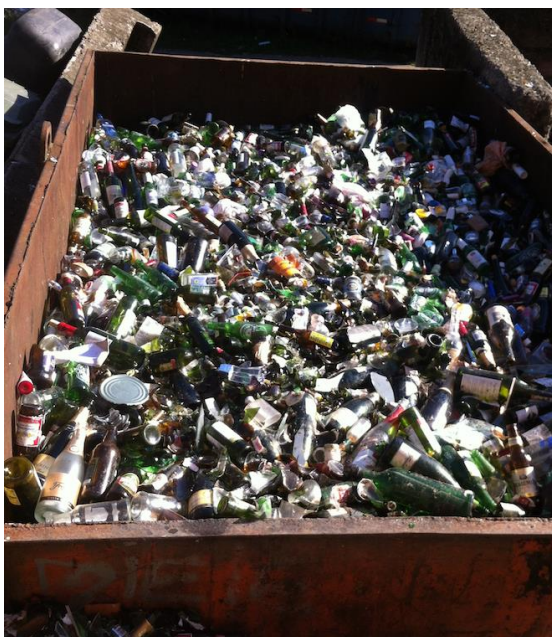
Fonte: Autora (2015)

Foram coletados os seguintes dados quanto aos resíduos recicláveis interessantes ao projeto:

- a) Vidro: UT recebe em média 6.800 kg por mês;
 - Preço: R\$0,04 por kg;
- b) Radiografias: UT recebe em média 20 kg por mês;
 - Preço: R\$0,50 por kg;
- c) Eletrodomésticos: não souberam dizer a média, porém o processo funciona assim: a UT retira o cobre da bobina e vende como “Fio-capá”, sendo que o restante do material que os compõem, serão destinados à sucata, e deste modo, coletados novamente pelo DMLU, e destinado às unidades de aterro sanitário.
 - Preço: R\$3,50 por kg (Fio-capá);

Grande parte dos resíduos recicláveis são comercializados com atravessadores e empresas, obtendo diferentes procuras e preços, como pode ser observado na variação dos valores descritos acima. O vidro (Figura 28), por exemplo, apresenta um preço muito baixo devido a pouca procura para reciclagem.

Figura 28 - Volume de vidro coletado e triado pela UT Vila Pinto



Fonte: Autora (2015)

3.2.3 ENTREVISTA COM VALERIA SÁ

Valéria Sá é designer de joias desde 1996. A designer cria, desenha e produz suas joias tanto da maneira tradicional (utilizando metais nobres e gemas), como também possui uma linha de joias sustentáveis (Figura 29), onde utiliza metais recuperados de radiografias e vidros reciclados lapidados. Abaixo a descrição encontrada no seu site quanto a linha de joias sustentáveis:

Preocupados em deixar um mundo melhor para as próximas gerações, não fugimos da nossa responsabilidade social. Estamos trabalhando com uma linha confeccionada através da prata recuperada de raio x e mamografias, assim como vidro reciclado, fundido e lapidado como se fosse uma pedra preciosa. Senso assim, reduzimos a extração desmedida, irresponsável, e reutilizamos a matéria-prima para a construção de um mundo melhor (SÁ, 2013).

Figura 29 - Joias de Valéria Sá utilizando vidros e drusas, minerais pouco valorizados no mercado de joias.



Fonte: (INFOJOIA, 2015)

Através de uma entrevista realizada pessoalmente com a designer, foram feitas perguntas acerca de seu trabalho, especialmente no desenvolvimento da linha de joias sustentáveis.

Quando questionada sobre como surgiu a ideia de trabalhar com resíduos, Valéria comentou que sempre teve vontade de trabalhar a questão de sustentabilidade, procurando alternativas que fossem diferentes da origem das escavações de minas, e consequente exploração dos trabalhadores nos garimpos, como o exemplo da gema tanzanita e sua exploração na África. Com a ideia de trabalhar fontes mais abundantes, Valéria seguiu para o estudo de lapidação de vidros e metais de fontes recicladas.

A lapidação dos vidros em seu atelier ocorre da seguinte forma: os vidros são fundidos e posteriormente lapidados por fornecedor, em relação à prata, o metal é comprado diretamente de empresa que realiza o processo de recuperação da prata a partir das radiografias. Segundo Valéria, não valeria a pena realizar o processo de recuperação da prata em seu atelier, pois o processo requer tempo e já existe empresa que fornece o material recuperado de forma ecologicamente correta.

Porém, como o processo de desenvolvimento das radiografias está mudando com o crescimento da tecnologia, a tendência é que as radiografias sejam entregues virtualmente ,por meio digital, economizando material e energia. Diante desta situação, Valéria afirmou

que procura se inteirar de possíveis novas fontes residuais que contenham metais, como resíduos eletrônicos, a fim de testar novas possibilidades para o seu trabalho.

Para Valéria, o design brasileiro de joias possui características e traços marcantes, que atualmente estão muito em alta no exterior, seja pela diversidade das cores de nossas gemas como pela personalidade das joias. Segundo Valéria, o design de joias não deve ser dominado totalmente pelas tendências de moda, devendo sempre buscar inspirações originais em diferentes referências.

Pela recuperação de materiais nobres, pelo uso de materiais alternativos de origem certificada, e por promover e oferecer serviços de manutenção das joias dos clientes, Valéria demonstra uma atenção ao ciclo de vida do seu produto, possuindo uma consciência ambiental e sustentável.

3.3 ANÁLISE E SELEÇÃO DOS RESÍDUOS COLETADOS

Após a coleta de resíduos realizada com os vizinhos e amigos, o próximo passo foi separar e analisar estes resíduos, com o intuito de verificar a quantidade, facilidade de obtenção e qualidade dos materiais, bem como a possibilidade dos mesmos de se adequarem aos requisitos projetuais. Foram analisados em ordem apresentada abaixo: um ventilador estragado, radiografias usadas e resíduos de vidros.

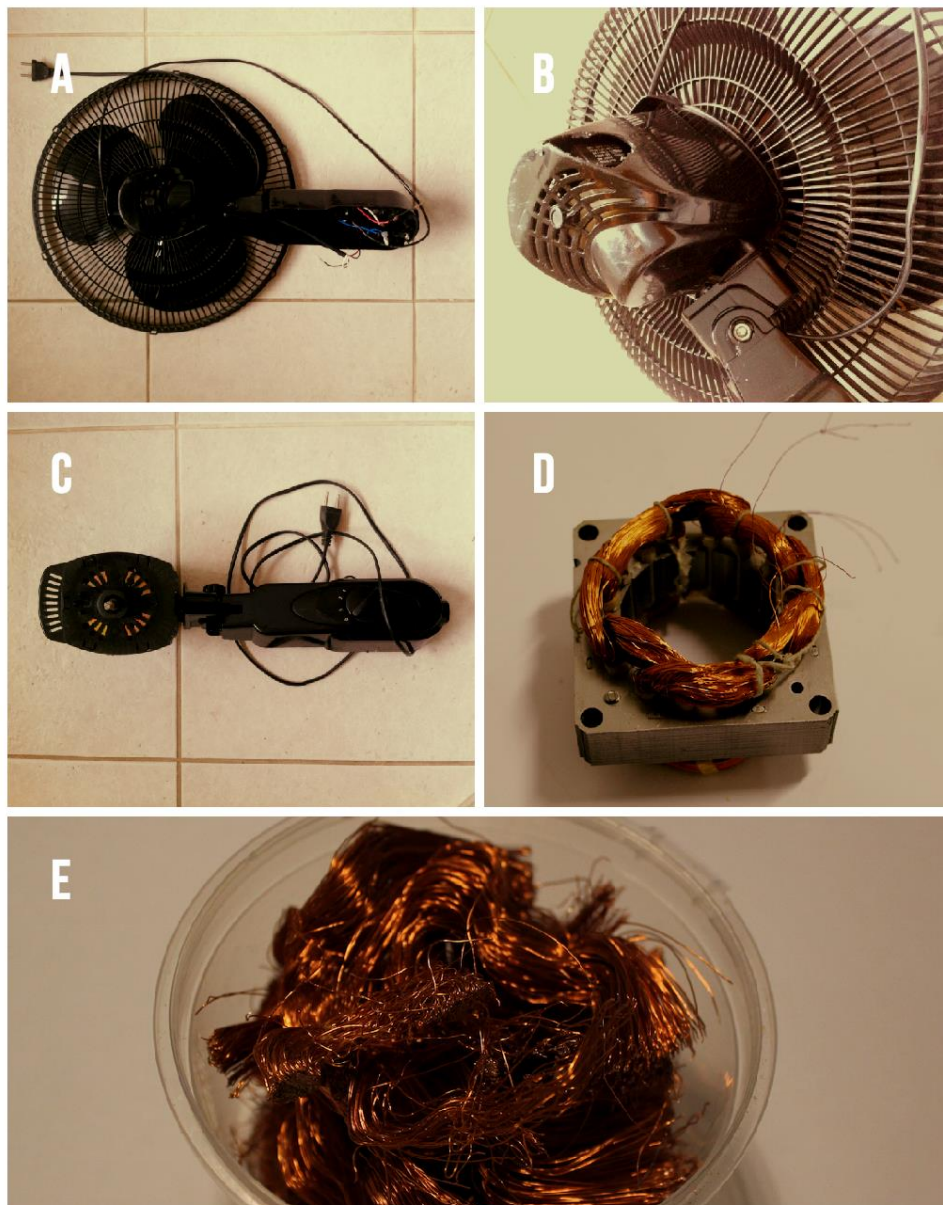
3.3.1 Ventiladores

O ventilador arrecadado pela coleta foi desmontado manualmente, com o intuito de alcançar a bobina de motor onde se encontra o fio de cobre. A seguir são descritas as etapas de processo de desmontagem do ventilador até a obtenção do fio do cobre.

A desmontagem do ventilador (Figura 30) foi realizada com a ajuda de ferramentas como chaves de fenda e facas de serra, podendo ser considerada uma desmontagem de fácil execução. O ventilador (Figura 30A) possuía uma hélice quebrada e fios desencapados a mostra. Deu-se início a desmontagem com a retirada da estrutura das hélices e proteção externa (Figura 30B), através da remoção dos parafusos com chave de fenda. Assim sendo possível observar o motor com o cobre inserido dentro da estrutura externa de polímero

(Figura 30C). Após remoção da estrutura, pode-se separar facilmente o motor monofásico, sendo possível observar o cobre presente (Figura 30D). Com a ajuda de uma faca foi possível cortar os fios de cobre para retirá-los do interior do motor. O cobre extraído foi quantificado (Figura 30E), com o uso de balança de precisão da marca Tomate. Obteve-se uma massa de 175g de cobre em forma de fios.

Figura 30 - Etapas da desmontagem do ventilador

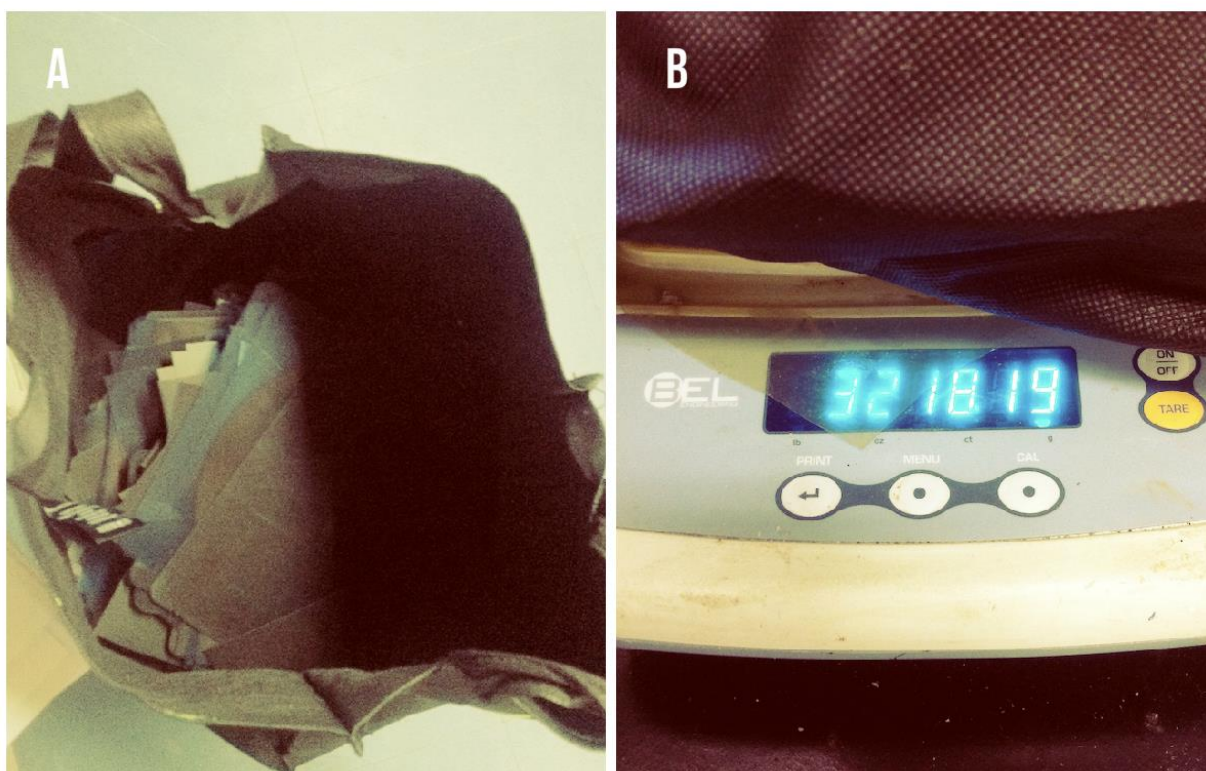


(A) vista posterior do ventilador, (B) detalhe do motor dentro da estrutura, (C) corpo do ventilador sem as hélices, (D) motor retirado do interior com o cobre exposto, por fim (E) cobre recuperado do motor

3.3.2 Radiografias

A coleta de material radiográfico foi bastante positiva, visto que a quantidade de material (Figura 31A) foi estimada em aproximadamente 3.2 kg (Figura 31B). A massa foi estimada em balança BEL, com precisão de 5 casas decimais.

Figura 31 – Detalhe de radiografias arrecadadas (A) e pesagem das radiografias (B)



Fonte: Autora (2015)

3.3.3 Vidro

Foram coletados diversos resíduos de vidro para posterior testes de lapidação com fornecedor que realiza o processo de lapidação em Porto Alegre. Alguns dos vidros selecionados para os testes foram: resíduos de garrafas de espumante com coloração incolor, assim como resíduos de taça quebrada com coloração roxa, sendo estes resíduos classificados de vidros sodo-cálcicos, como descrito anteriormente. Com a intenção de conseguir uma variedade de cores, foi realizado o contato com a empresa Arteglass Vitrais Restaurações (Figura 32), de Canoas, questionando-os sobre a possibilidade de arrecadar resíduos de vidros da empresa, que com sucesso acabaram sendo doados para o trabalho.

Figura 32 – Vista parcial do interior da empresa Arteglass Vitrais Recuperações



Fonte: Autora (2015)

Os vidros obtidos na empresa também são classificados como sodo-cálcicos. Após estudo de combinações de tons, chegou-se a seleção dos resíduos da Figura 33.

Figura 33 - Resíduos de vidro selecionados, incluindo vidros de garrafas, taças e resíduos de empresa de vitrais



Fonte: Autora (2015)

3.4 RECUPERAÇÃO DA PRATA E PURIFICAÇÃO DO COBRE

O processo de recuperação da prata foi realizado no LACOR¹³ com a supervisão do Prof. Dr. Hugo Marcelo Veit, o qual orientou sobre qual método seria mais interessante ao projeto, visto que há diferentes métodos para a recuperação da prata.

Após levantamento bibliográfico específico sobre procedimentos de recuperação de prata, decidiu-se utilizar como referência o método descrito por Kuya (1992). Este método é economicamente vantajoso e de fácil execução em comparação aos outros métodos analisados, que incluem eletrólise ou o uso de ácidos mais fortes, como o nítrico, por exemplo.

Na introdução do artigo Kuya explicita a viabilidade da recuperação do metal:

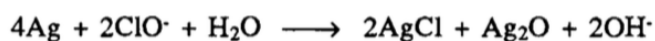
Nenhum outro metal se encontra tão disseminado como a prata. Cada um de nós certamente possui em casa materiais contendo prata. Sem falar dos espelhos, objetos decorativos, moedas, medalhas comemorativas, talheres e joias, todo nós possuímos fotografias branco e preto e seus negativos e talvez filmes de raio-x. Estes dois últimos materiais constituem verdadeiras fontes secundárias de prata. A recuperação dessa prata é uma atividade bastante lucrativa e concorrida, a ponto de ocorrer registros de furtos de radiografias principalmente de hospitais. É também uma atividade bastante interessante do ponto de vista didático pois, além da motivação inicial provocada por um metal nobre, pode-se usar a experiência da recuperação da prata para aplicar ou ilustrar conceitos químicos. Neste trabalho relatamos uma experiência sobre recuperação de prata de filmes processados de Raio-x ou de negativos branco e preto que pode ser realizada usando recursos caseiros e reagentes facilmente disponíveis no comércio (KUYA, 1992).

Devido à grande quantidade de radiografias (cerca de 3,2kg), o processo de recuperação (Figura 34) foi repetido três vezes, para poder adequar-se ao volume máximo de processamento de materiais dos equipamentos do LACOR.

As etapas a serem seguidas no processo contemplam o ataque químico via alvejante doméstico a base de hipoclorito de sódio (NaClO), dissolvida em água (H₂O) na proporção 3:2 (Figura 34A), a qual removeu a gelatina que contém a prata dispersa (Figura 34B), deixando o acetato totalmente limpo (Figura 34C), podendo ser então submetido ao processo de reciclagem. Após 24 horas da solução parada, a solução inicialmente escura vai clareando devido a formação da prata em AgCl em função da ação oxidante do hipoclorito (Equação 2), que sob meio alcalino se hidrolisa fragmentando e liberando lentamente a prata nele dispersa, formando uma lama sedimentada ao fundo.

¹³ LACOR – Laboratório de Corrosão, Proteção e Reciclagem de Materiais - UFRGS

Equação 2 - Reação do alvejante sobre a radiografia

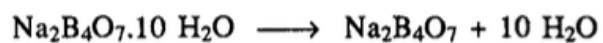


Fonte: (KUYA, 1992)

A lama sedimentada formada contendo a prata foi decantada (Figura 34D) e levada à fervura (Figura 34E), com soda cáustica (NaOH) e sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁), ilustrada na Etapa 5. Neste processo a lama ainda contendo material orgânico não totalmente hidrolisado, prata dispersa ainda não oxidada e principalmente cloreto e óxido de prata, quando fervida com sacarose em meio alcalino, leva à formação de prata metálica. Neste processo o material orgânico é totalmente hidrolisado pela ação combinada da alta temperatura com a alcalinidade do meio, liberando a prata. Esta, se estiver na forma de AgCl é transformada em seu óxido que por sua vez oxida a sacarose formando como produto final CO₂, com formação intermediária dos ácidos levulínico (CH₃CCH₂CH₂CO₂H) e fórmico (CH₂O₂).

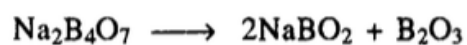
Feitas estas etapas, ocorreu a formação da prata metálica (Etapa 7), que apesar de não apresentar o lustro típico deste metal (apresenta uma cor escura devido a oxidação do metal), possui todas as suas propriedades químicas, apresentando algumas impurezas que serão eliminadas na purificação. Prosseguiu-se a purificação desta prata refinando-a por fusão com bórax (Na₂B₄O₇·10H₂O), utilizando um maçarico alimentado por GLP (gás de cozinha) e ar comprimido. Com o aquecimento, o bórax perde água (Equação 3), espumando e inchando. Ao continuar o aquecimento, o borax forma um líquido viscoso o qual solidifica como um vidro. Enquanto líquida, ela pode ser espalhada sobre a superfície (geralmente argila refratária), onde pretende-se fundir a prata impura. Com isso, forma-se uma superfície vitrificada (Equação 4) que impede que a prata penetre na superfície porosa do tijolo refratário. O borax atua como um fluxo limpador, dissolvendo os óxidos de impurezas metálicas (formando metaboratos) eventualmente presentes que evaporam no processo de purificação (Figura 34F e 34G). Após a fundição completa da prata já pura, despejou-se esta prata em um recipiente metálico com água, gerando grânulos (Figura 34H), caso estes grânulos não se apresentassem brilhantes, a prata deveria ser repurificada utilizando o mesmo processo. Como obteve-se um bom resultado de brilho, o processo não foi repetido. As reações envolvidas são descritas abaixo:

Equação 3 - Reação de desidratação do bórax



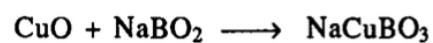
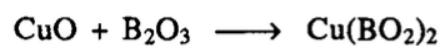
Fonte: (KUYA, 1992)

Equação 4 - Reação de formação do vidro no bórax



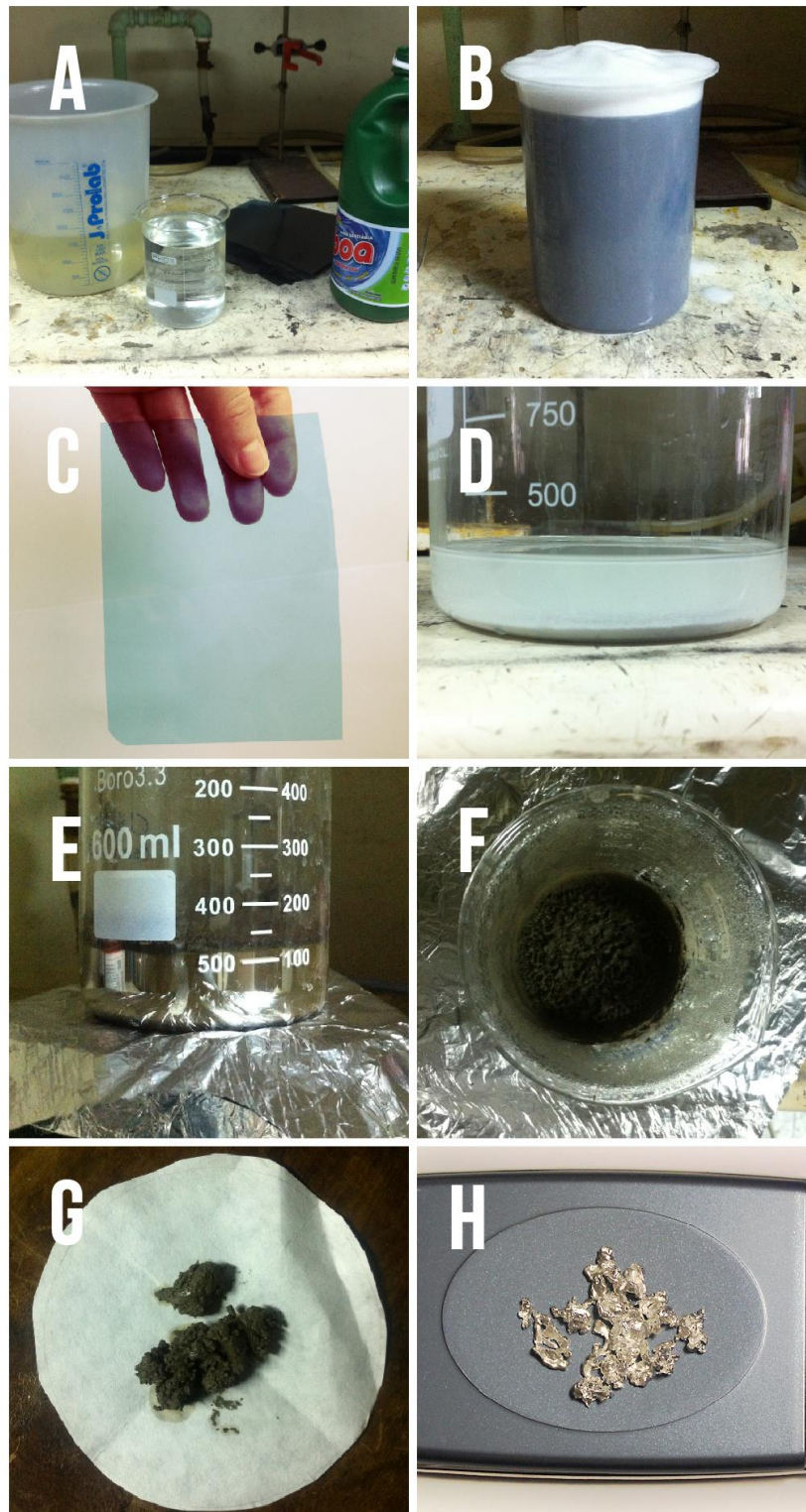
Fonte: (KUYA, 1992)

Equação 5 - Reações de formação de escórias de metaboratos, supondo CuO como impureza presente



Fonte: (KUYA, 1992)

Figura 34 - Etapas da recuperação da prata a partir das radiografias realizada no LACOR.



(A) materiais utilizados no processo inicial da recuperação, (B) reação química da solução com as radiografias, (C) detalhe da radiografia após a recuperação, (D) prata depositada na solução, (E) processo de aquecimento da solução com soda cáustica e sacarose, (F) vista superior da solução, (G) prata obtida na recuperação com impurezas, e por fim (H) prata purificada no processo.

Figura 35 - Detalhe da prata recuperada das radiografias



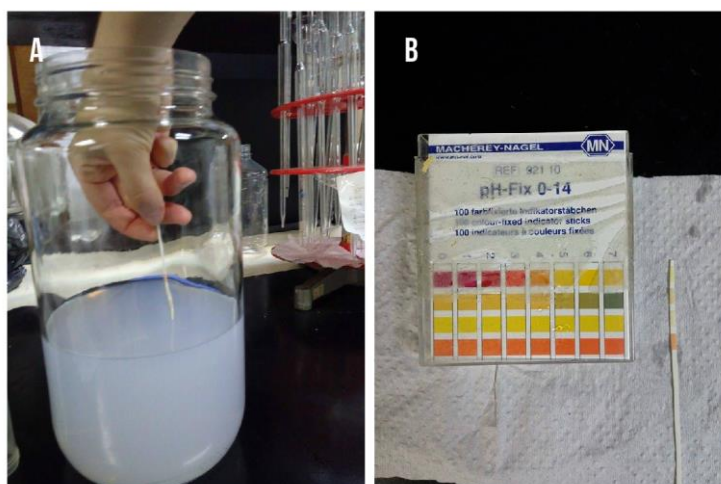
Fonte: Autora (2015)

Observa-se que a prata da recuperação (Figura 35) após a purificação possui o brilho anteriormente descrito que deveria ser atingido. Pretende-se analisar a pureza deste metal recuperado através de análise metalográfica, a ser desenvolvida na próxima etapa do projeto.

3.4.1 Análise do resíduo da recuperação

Após realizada a recuperação, gerou-se um resíduo composto dos materiais utilizados na dissolução da prata das radiografias, ou seja: hipoclorito de sódio (alvejante doméstico) diluído em água na proporção 3:2, e possíveis resíduos das radiografias. A fim de realizar o descarte correto, é necessário analisar se este resíduo contém mais do que a concentração limite permitida pela Resolução nº357 de Qualidade de Água da CONAMA, comentada na seção 2.3.1 que informa a quantidade máxima de 0.1mg/L de prata no lançamento de efluentes. Para a devida análise do resíduo, primeiramente foi realizado o teste da fita indicadora de PH (Figura 36A), onde a fita foi imersa na solução residual por 30 segundos, e logo após comparada com a escala calorimétrica de 1 a 14, onde obteve-se um resultado do PH de fator 5 (Figura 36B). Tal resultado apresenta uma solução pouco ácida, visto que a água da torneira possui um PH geralmente de fator 6. Já para a análise da proporção de prata no resíduo, uma amostra foi analisada no Laboratório da Ecologia, através do teste de análise de prata por absorção atômica, onde se obteve a proporção de 0.2mg/L, tal resultado é mais do que o permitido pela lei, portanto o restante do resíduo foi tratado no CGTRG¹⁴ da UFRGS.

Figura 36 - Teste papel indicador de PH



(A) fita indicadora de PH imersa no resíduo, (B) resultado do teste do ph, indicando a faixa de PH de número 5

Fonte: Autora (2015)

¹⁴ Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos da UFRGS

3.4.2 Considerações sobre o processo de recuperação da prata

No experimento realizado neste projeto, cerca de 3.2kg de radiografias gerou um total de 12.1g de prata metálica, resultando em uma média de 3.8g de prata por cada quilo de radiografia. O procedimento segundo o artigo de Kuya (1992) produziria em média 5g de prata granulada por m² de radiografia processada.

O processo realizado demonstrou-se viável do ponto de vista econômico mesmo sendo realizado em pequena escala, visto que foram gastos R\$10,50 de material (preço de três embalagens de alvejante de 1L cada) mais R\$22 de custo de análise do resíduo, e conseguiu-se R\$35,09 do metal (com a prata no valor de R\$2,90 o grama), considerando que as radiografias foram coletadas gratuitamente. Porém, devido a fatores como a longa espera para a sedimentação da prata, cerca de 72 horas no total, como também o custo para tratamento do resíduo, a recuperação mostra-se mais vantajosa quando realizada em escala industrial, visto que assim é possível utilizar os materiais químicos do processo de forma mais otimizada e econômica, assim como recuperar a prata de uma quantidade maior do que a realizada neste experimento.

Analisando pelo fator ambiental o processo de obter prata a partir da recuperação de resíduos em comparação com a fonte tradicional de mineração apresenta vantagens como: menor custo energético de produção, assim como um menor impacto ambiental. Outra informação relevante obtida neste experimento é de que se encontrou em média 15x mais prata nesta fonte residual do que se fosse obtido de uma fonte tradicional, tendo como referência o dado de 2012 (251.9 g de prata em uma tonelada de minério) comparando com a proporção da radiografia encontrada neste experimento (proporção calculada em 3.8 kgs de prata em uma tonelada de radiografia).

No âmbito social, seria interessante estender este conhecimento para centros de triagem que recebam radiografias, como a Unidade de Triagem da Vila Pinto, uma vez que o processo de recuperação é relativamente fácil e o retorno financeiro vendendo a matéria-prima recuperada em vez de vender somente as radiografias para os atravessadores aumentaria o lucro para as UT's. Contudo, questões como tratamento do resíduo e medidas de segurança, como uso de luvas e máscaras, deveriam ser realizadas a fim de promover um ambiente seguro e correto.

3.5 TESTES DE LAPIDAÇÃO VIDRO

Os testes de lapidação foram realizados pelo lapidador Missias, que desenvolve o trabalho de lapidação manual (Figura 37) em seu atelier em Porto Alegre. No processo de lapidação manual primeiro corta-se o vidro de acordo com o tamanho previsto com uma serra circular com pó de diamante em sua superfície. O vidro então adquire uma lapidação em facetas, depois do pré-polimento, mediante discos de polir horizontais. Para isso são coladas com litocola ou laca em canetas de madeira de 10 a 15 cm de comprimento. Para conduzir esta caneta com o vidro utiliza-se um gabarito, com cavidades onde deve-se inserir a ponta da caneta que não contem a gema. Neste gabarito, cada cavidade corresponde a uma faceta da gema, com ângulo de inclinação específico, sendo utilizado um conjunto de cavidades para cada tipo de lapidação. Segundo o ângulo das facetas coloca-se a parte extrema posterior da caneta em um dos furos mencionados (SCHUMANN, 2006).

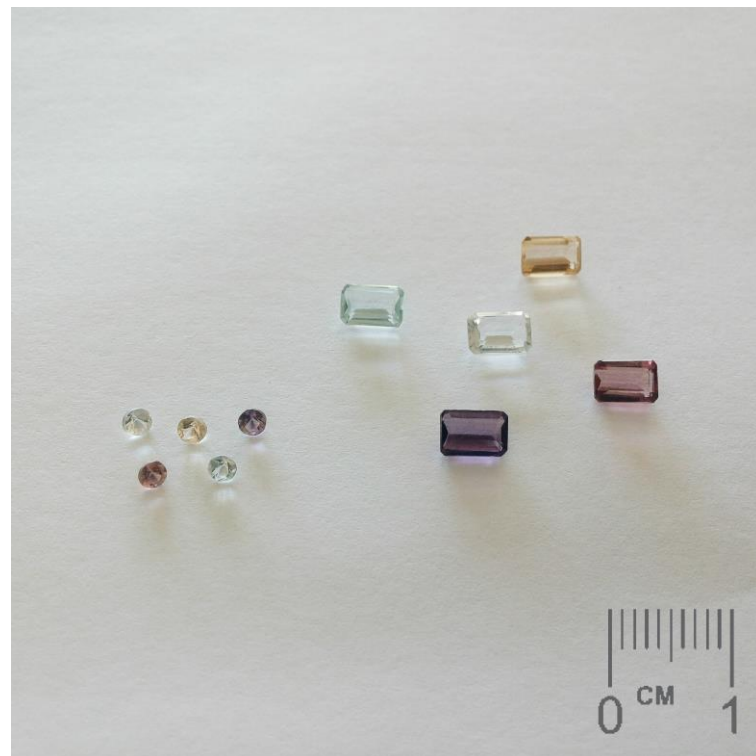
Figura 37 – Processo de lapidação manual realizado pelo lapidador



Fonte: Autora (2015)

Foram realizadas as lapidações do tipo brilhante e baguette (Figura 38) em cada um dos vidros. A lapidação brilhante foi realizada no tamanho de diâmetro de 2.5 mm e 1.5 mm de altura, devido ao pequeno tamanho, não foi possível realizar todas as facetas tradicionalmente realizadas na lapidação brilhante. A razão é de que o vidro não oferece as mesmas condições de dureza que um diamante, por exemplo, oferece. Outro argumento do lapidador foi de que o vidro poderia eventualmente quebrar caso muitas facetas fossem criadas. A lapidação baguette foi realizada no tamanho de 5 x 2 x 3 mm em cada um dos vidros, neste caso não foi necessário diminuir o número de facetas em relação à lapidação tradicional, obtendo-se um resultado satisfatório de acabamento.

Figura 38 - Lapidações do tipo baguette (direita) e brilhante (esquerda)



Fonte: Autora (2015)

Com os primeiros testes de lapidação finalizados, objetivou-se para a próxima etapa delimitar quais formas e cores dos vidros serão utilizadas, para então desenvolver a coleção de joias contemporâneas utilizando a prata recuperada e os vidros lapidados.

3.6 ANÁLISE DE SIMILARES

A fim de auxiliar na definição do conceito projetual, assim como proporcionar uma melhor compreensão das possibilidades atuais em relação ao tema abordado neste projeto, foi realizada uma análise de similares. Como análise preliminar de similares apresenta-se diferentes produtos que envolvam em seu desenvolvimento o conceito de sustentabilidade, principalmente em relação à seleção de materiais, uma vez que a recuperação de materiais é o foco deste projeto.

O primeiro similar selecionado é desenvolvido pela marca Rosella Resin Jewelry (Figura 39), onde a designer utiliza uma resina da marca Entropy, certificada pelo USDA¹⁵ como uma resina ecológica. De acordo com Rosella, esta resina utiliza materiais provenientes de óleos vegetais, como o pinho, derivados de resíduos de outros produtos de manufatura. O processo de fabricação é ilustrado na Figura 40, onde os moldes são preenchidos com a resina e os flocos de metais, posteriormente as peças são retiradas dos moldes e polidas para o acabamento. Rosella comenta que o efeito visual da resina com os flocos de metais se assemelha às incisões de algumas gemas tradicionais, como a lápis lazuli. Pensando no ciclo de vida do produto, a desvantagem deste método é que a união da resina com o metal dificultará a reciclagem destes materiais.

Figura 39 - Bracelete de Rosella Resin Jewelry



Fonte: (ROSELLA, 2012).

¹⁵ USDA – *United States Department of Agriculture* (Departamento da Agricultura dos Estados Unidos).

Figura 40 - Processo de fabricação da Rosella Resin Jewelry



Fonte: (ROSELLA, 2012)

O segundo similar analisado é a marca de joias da sul-africana Ashley Heather (Figura 41), onde suas peças são criadas utilizando exclusivamente prata recuperada de resíduos eletrônicos. A matéria-prima recuperada é comprada de uma grande empresa que realiza o processo de recuperação, garantindo uma alta qualidade da matéria-prima. A iniciativa de recuperar metais dos resíduos eletrônicos é uma atividade com grande potencial de crescimento, uma vez que a quantidade de resíduos eletrônicos tende a crescer cada vez mais, devido aos avanços da tecnologia. Devido à complexidade do processo de recuperação dos metais a partir de resíduos eletrônicos, não é viável a recuperação em pequena escala, exemplificado pelo fato desta marca adquirir a matéria-prima de uma grande fornecedora.

Figura 41 - Joias de prata reciclada da designer Ashley Heather



Fonte: (HEATHER, 2015)

O próximo similar é a marca de joias PAMINA, localizada em Londres. A coleção da Figura 42 abaixo é fabricada a partir do uso de prata reciclada e da fusão de resíduos de vidros quebrados de carros, produzindo um efeito muito interessante. Tal coleção foi reconhecida pela famosa loja de Londres Harvey Nichols, que vendeu a coleção aumentando o reconhecimento da marca. Ver os para-brisas de automóveis esmagados estabelecidos em joias de prata esterlina ao lado de pedras preciosas convencionais era muito gratificante, segundo Pamina. Em contrapartida com o sucesso das joias da Pamina, o preconceito com produtos recicláveis geralmente está relacionado à falta de ressignificação deste produto no mercado. O produto reciclável necessita uma atenção maior ao seu branding (conceito e posicionamento de marca), assim como em seu acabamento e forma em si. Desta forma, estes produtos poderão ser desassociados desta simbologia proveniente da sua origem residual, e assim poder competir com os produtos de origem tradicional com igual, ou até mesmo maior aceitação no mercado.

Figura 42 - Joias de prata e vidro reciclados da marca Pamina



Fonte: (PAMINA, 2014)

As peças apresentadas na Figura 43 abaixo, pertencentes à coleção Foliówki, são joias criadas pela designer polonesa Gretel Kalinska. Suas peças são feitas por recortes de sacolas plásticas fixadas em suportes de prata utilizando técnicas de ourivesaria. O interesse da designer em trabalhar com o conceito “lixo” foi a inspiração deste trabalho, relacionando também o fato da sacola plástica ter um longo período para decomposição (centenas de anos) com a simbologia da durabilidade de uma joia. A designer trabalha a questão de ressignificação comentada anteriormente, através de um perfeito acabamento e ótima conceituação do produto.

Figura 43 - Joia feita com prata e sacola plástica de Malgosia Kalinksa



Fonte: (KALINSKA, 2009)

3.7 DEFINIÇÕES PRELIMINARES

Desta forma, as definições preliminares do projeto são especificadas após a análise de todas informações coletadas ao longo da pesquisa, delimitando quais materiais e processos de fabricação serão utilizados na coleção de joias.

O parâmetro destas definições foram as possibilidades que o mercado atual da joalheria oferece, procurando focar mais na inovação de materiais do que em relação a processos, visto que se pretende valorizar o processo tradicional de fabricação artesanal de joias.

3.7.1 MATERIAIS

Considerando o contexto mercadológico da joalheria contemporânea e sua ampla seleção de materiais, foi definida a utilização de duas ligas para a coleção. A primeira a tradicional prata 950 (Figura 44), considerada uma liga metálica nobre, a prata 950 (95% de Ag e 5% de elementos de liga, comumente o Cu ou o Zn) é a liga mais utilizada na joalheria (MAGTAZ, 2008).

Figura 44 - Colar em prata 950



Fonte: Autor (2014)

A segunda liga a ser utilizada é uma variação da liga japonesa conhecida como Shibuichi, no projeto aplicou-se a seguinte proporção: 60% de Cu e 40% de Ag. Pretende-se utilizar esta liga devido a sua cor diferenciada, como pode ser observado na Figura 45 que mostra os testes de liga realizados variando a proporção de cobre e prata, sendo respectivamente, da esquerda para a direita, a liga tradicional de prata composta de Ag950, a segunda Ag600, a terceira Ag500, a quarta Ag400, e por fim, a quinta e última tem a composição Ag300.

Também pode ser considerado o fato da liga Ag400 ser escolhida pelo fato desta possuir mais cobre em sua composição, visto que foi obtido mais cobre do que prata no processo de recuperação dos metais.

Figura 45 - Testes de liga variando a proporção de Cu e Ag.



Respectivamente, da esquerda para a direita: liga tradicional de prata composta de Ag950, a segunda Ag600, a terceira Ag500, a quarta Ag400, e por fim, a quinta e última com composição Ag300

Em relação aos vidros, como já previamente especificado, delimitou-se uma combinação de tons dos resíduos de vidros sodo-cálcicos (Figura 46), que depois de selecionados foram analisados no Labogem¹⁶ da UFRGS, a fim de coletar dados como o índice de refração e comportamento da luz no material, que classifica como isotrópico ou anisotrópico. Estes ensaios, descritos posteriormente, foram realizados para analisar eventual diferença de índice de refração entre os vidros, e assim utilizar estes dados para obter o melhor ângulo de refração de luz no processo de lapidação manual dos vidros.

Figura 46 - Vidros selecionados e lapidados para analisar o índice de refração da luz



Fonte: Autora (2015)

3.7.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Para a produção das peças foi escolhido o processo artesanal de fabricação, descrito na seção 2.4.2, assim como o processo de lapidação manual, referido na seção 2.3.3 e especificado nos testes de lapidação, encontrados na seção 3.5.

O desenvolvimento das peças foi realizado na Escola de Joalheria Criativá, em Porto Alegre, sendo todas as peças executadas pela autora do projeto, desde a criação dos

¹⁶ Labogem - Laboratório de Gemologia da UFRGS

desenhos até o acabamento final, exceto as lapidações e cravação das pedras, realizadas por fornecedores da região, devido à complexidade de tais tarefas.

3.7.3 CONCEITO

Uma vez definida as especificações do projeto, é possível especificar o conceito do produto, que representa a síntese das características que o produto deve possuir, no caso, a coleção de joias. Este conceito será representado por meio de descrições das características formais, simbólicas e funcionais que serão aplicadas na coleção.

Em relação ao aspecto formal o conceito pretende-se exercitar a relação de ressignificação do produto, já comentada anteriormente na relação de desmistificação da origem residual. Ao produzir na coleção um nível de qualidade e acabamento excelente, o consumidor valorizará o produto final, atribuindo um novo aspecto formal a sua compra. Fatores como tendências do mercado e unidade visual da coleção também serão levadas em conta, com o propósito de despertar a curiosidade do consumidor.

Definindo o conceito através do seu aspecto simbólico o produto cumprirá sua função traduzindo as vontades de seu público-alvo, ao explicitar em seu conceito (através de posicionamento de marca, *branding*, materiais, etc) os valores que o consumidor deste produto se reconhece. No caso deste projeto, o conceito simbólico mais apreciado pelo consumidor refere-se ao valor da consciência sustentável, previamente especificados na pesquisa com o público-alvo.

Já em relação ao aspecto funcional, o projeto trabalhará questões como mostrar a qualidade dos materiais trabalhados, a fim de garantir uma boa funcionalidade e segurança ao consumidor no momento de compra e posterior uso do produto.

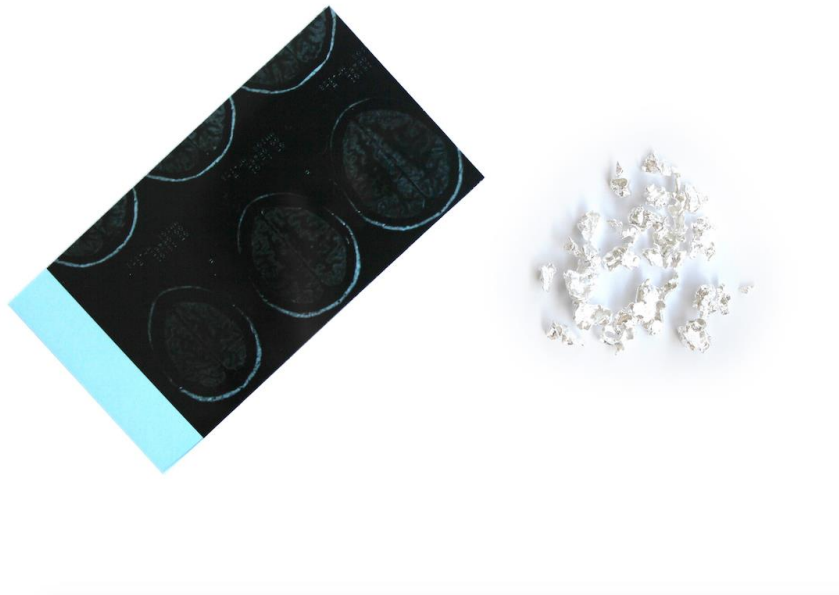
O conceito da coleção é ilustrado a seguir, colocando lado a lado a origem da lapidação (Figura 47), a garrafa de vinho, ao lado da sua lapidação, proveniente de uma mesma garrafa de vinho. De mesmo modo ilustra-se a origem da recuperação da prata, a partir da radiografia colocada ao lado das pepitas de prata recuperadas (Figura 48).

Figura 47 - Foto conceitual que mostra a origem do vidro e posterior par de vidros lapidados



Fonte: Autora (2015)

Figura 48 - Foto conceitual que mostra a prata recuperada ao lado da radiografia



Fonte: Autora (2015)

4. DESENVOLVIMENTO

Este capítulo trata das etapas finais de Síntese e Realização do projeto, desde a caracterização das propriedades dos materiais, através de comparação da análise metalográfica da liga de metal recuperado com a liga de metal de origem tradicional utilizada no mercado da joalheria, como também dos testes de caracterização dos resíduos de vidros, até o desenvolvimento final das peças e conclusão do projeto.

Para ajudar no processo de criação, a procura por tendências e desenvolvimento de painéis foram importantes na geração de alternativas, a fim de traduzir os conceitos de unidade visual que se esperava na coleção.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

A caracterização dos materiais foi realizada em dois momentos, primeiramente com a análise metalográfica de duas amostras, sendo estas analisadas no LACAR¹⁷, com o assessoramento do Prof Me. Wilbur Trajano Guerin Coelho. Já a caracterização dos vidros foi realizada no Labogem, com o auxílio do Prof. Dr. Pedro Luiz Juchem, descritos a seguir no projeto.

4.1.1 Análise metalográfica de liga recuperada e tradicional

Com a finalidade de analisar a estrutura da liga de metal não tradicional (60% de Cu e 40% de Ag) a ser utilizada na coleção das joias, foi realizado um ensaio metalográfico em duas amostras desta liga (Figura 49), posteriormente analisando estas estruturas em um exame microscópico com respectivos aumentos: 50x, 100x, 200x, 500x e 1000x. A fim de obter um resultado comparativo, uma destas amostras era composta dos metais recuperados neste projeto, enquanto que a outra amostra era de origem tradicional utilizada na joalheria, ressaltando-se o fato de que geralmente não se tem informação da procedência deste material tradicionalmente utilizado, podendo inclusive ser material já recuperado de resíduos. A outra liga a ser utilizada na coleção, de prata 950 (95% de Ag e 5% de Cu), não foi analisada

¹⁷ LACAR - Laboratório de Caracterização de Materiais da UFRGS

pelo fato da micrografia desta estrutura ser facilmente encontrada na literatura, ao contrário desta liga não tradicional realizada neste projeto.

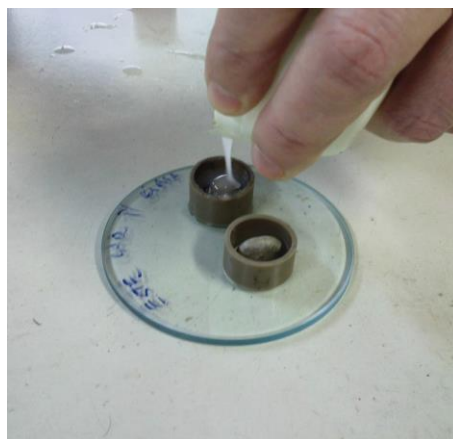
Figura 49 – Liga tradicional e recuperada respectivamente, antes da fundição



Fonte: Autora (2015)

As duas amostras foram fundidas em formato de lingote para posterior embutimento. O processo de embutimento é realizado para facilitar o manuseio no processo de lixamento e polimento das peças antes de serem atacadas quimicamente. Foi escolhido o embutimento a frio, a fim de evitar alterações na microestrutura do material, causada pela pressão ou por mudanças na temperatura no embutimento a quente. O processo de embutimento pode ser observado na Figura 50, onde se utilizou uma resina de embutimento a frio *Acritec F – 800* da marca *Pantec*.

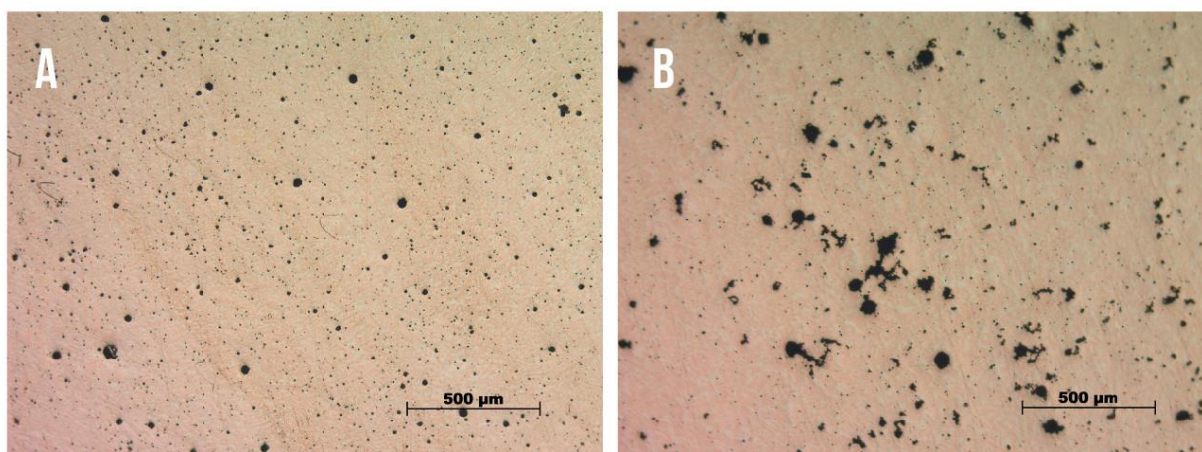
Figura 50 - Amostras sendo embutidas a frio



Fonte: Autora (2015)

Após o embutimento, as amostras passaram pelo lixamento em ordem decrescente de granulometrias: 80, 100, 220, 320, 400 e 600, sob lubrificação à água. O abrasivo utilizado para o polimento das amostras foi a alumina de granulometria de 1 μm . Com as amostras devidamente polidas, limpou-se a superfície com álcool e secador, para otimizar a secagem. Após a limpeza, examinou-se as amostras antes do ataque químico com o intuito de encontrar eventual diferença na estrutura das amostras. A Figura 51A apresenta a amostra de liga recuperada, enquanto a Figura 51B mostra a liga tradicional, pode-se notar que a liga tradicional apresenta mais poros do que a liga recuperada, tal característica provavelmente foi atribuída ao material no momento de fundição da liga, devido ao excesso de gás oxigênio. Salvo esta característica observada, as ligas aparentam possuir estruturas similares, com algumas inclusões provenientes de eventuais resíduos na lingoteira ou cadinho no processo de fundição.

Figura 51 - Amostras antes do ataque químico. (A) liga recuperada, (B) liga tradicional

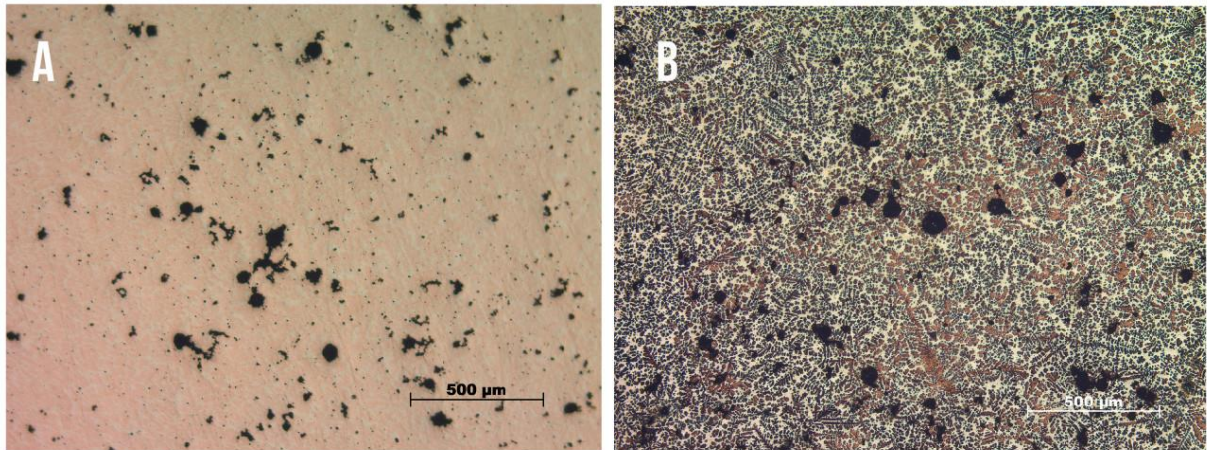


Fonte: Autora (2015)

Observada as amostras, realizou-se o ataque químico da superfície com o reagente. Para obter um resultado satisfatório, buscou-se na literatura o reagente ideal para ser utilizado neste ataque químico. A partir de pesquisa foi escolhido o seguinte reagente químico a ser utilizado: 3ml NH_4OH , 3ml de água destilada e 3ml de H_2O_2 (SCOTT, 1991). Com a aplicação do reagente notou-se o ataque químico no contato com as amostras, como pode ser visto na comparação da Figura 52A e Figura 52B que apresenta a diferença da amostra de liga tradicional respectivamente antes e depois do ataque químico. Nota-se que a microestrutura

após o ataque químico é representada na parte mais escura pelo cobre enquanto que a parte mais clara mostra a prata.

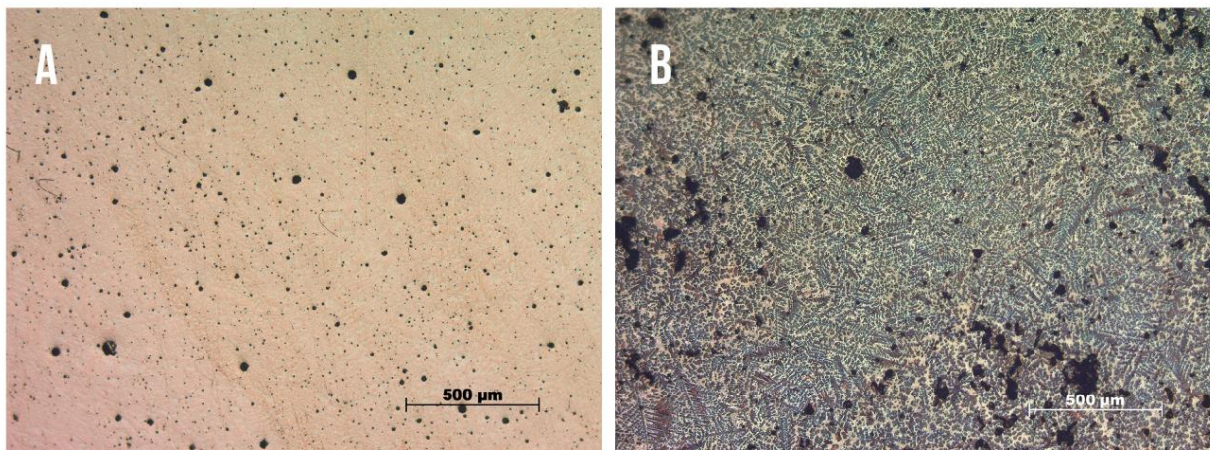
Figura 52 - Liga tradicional antes (A) e depois (B) do ataque químico, relevando a microestrutura do material



Fonte: Autora (2015)

A comparação da liga recuperada antes e após o ataque químico também pode ser observada na Figura 53, onde após o processo (Figura 53B) a microestrutura foi revelada, com aspecto similar à reação da liga tradicional.

Figura 53 - Liga recuperada antes (A) e depois (B) do ataque químico, relevando a microestrutura do material

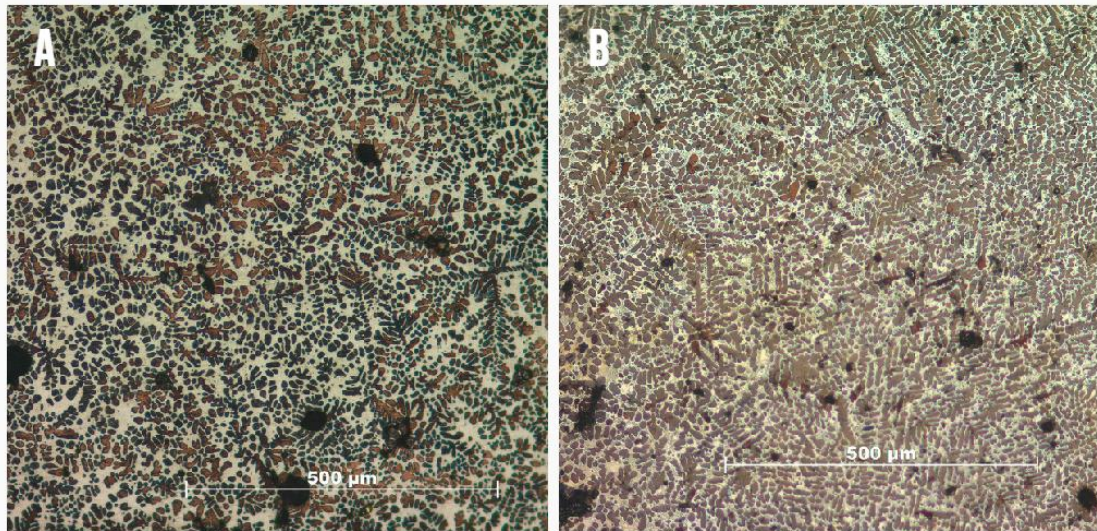


Fonte: Autora (2015)

A Figura 55 abaixo mostra a liga tradicional (Figura 54A) e a liga recuperada (Figura 54B) com 100x de aumento após o ataque. Pode-se visualizar uma formação de liga

semelhante a liga hipereutética, onde a liga se solidifica com formação de fase β primária e tem intervalo de solidificação entre 870 e 779°C (KLI AUGA; FERRANTE, 2009).

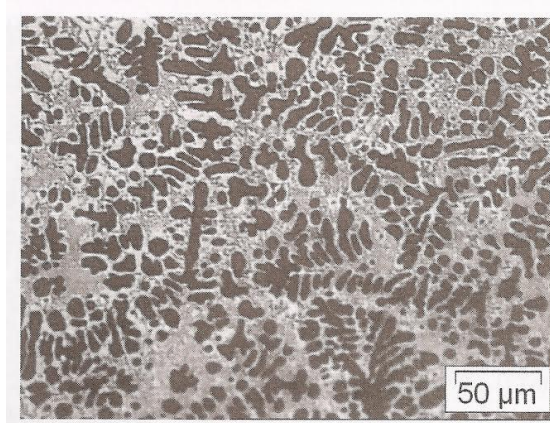
Figura 54 - Amostras da liga normal (A) e recuperada (B), com 100x de aumento após o ataque químico



Fonte: Autora (2015)

O líquido e o sólido vão se enriquecendo em prata à medida que a solidificação avança, e quando o líquido atinge a temperatura eutética, formam-se concomitantemente as fases α e β . Na Figura 55 verifica-se uma análise metalográfica de liga 50% de Ag e 50% de Cu, com aparência de microestrutura similar às amostras analisadas no projeto.

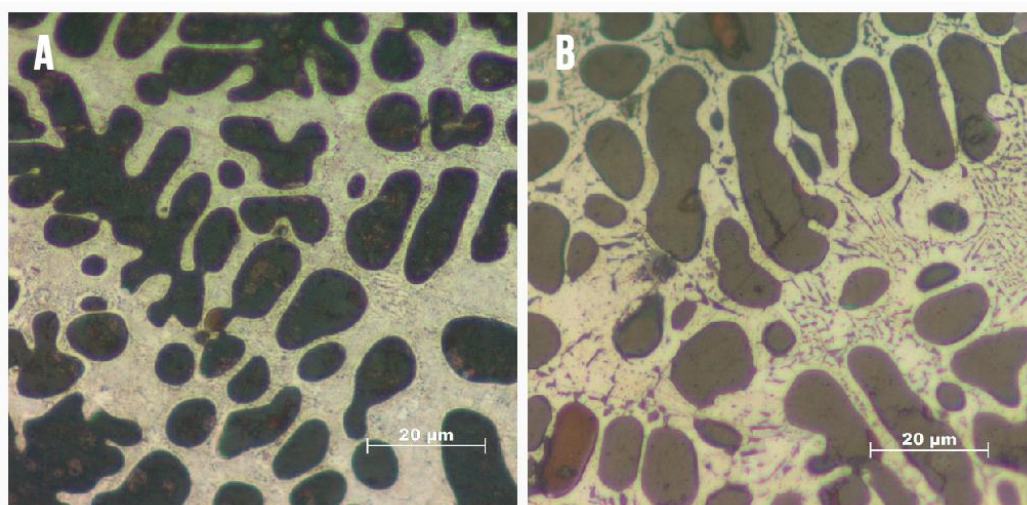
Figura 55 - Micrografia de liga 50% Cu e 50% Ag



Fonte: KLI AUGA; FERRANTE (2009)

Na Figura 56 a seguir com magnificação de 1000x pode ser observada a formação de dendritas na parte mais escura das amostras, onde a liga da Figura 56A apresenta a amostra de liga normal, enquanto que a liga da Figura 56B mostra a liga recuperada. Nota-se que a liga recuperada possui mais heterogeneidades no material, como a presença de inclusões talvez provenientes da origem do material, como também do processo de fundição.

Figura 56 - Amostras da liga tradicional (A) e recuperada (B) com 1000x de aumento após o ataque químico



Fonte: Autora (2015)

Por fim, pode-se verificar que as estruturas apresentaram microestruturas similares na reação ao ataque químico, ocasionando um resultado satisfatório de comparação entre as ligas.

4.1.2 Caracterização dos vidros

Foram realizadas análises de caracterização dos vidros no Labogem com o objetivo de identificar características específicas dos materiais, para tal foram utilizados equipamentos que auxiliam na identificação destes comportamentos, como o refratômetro e o polariscópio. Estes testes necessitam a utilização de técnicas analíticas não-destrutivas, para não degradar o material a ser utilizado.

Através do refratômetro obtém-se o valor numérico dos índices de refração, ou seja, a relação proporcional entre a velocidade da luz no ar e no material analisado (SCHUMANN,

2006). O desvio do raio de luz provém da diminuição da sua velocidade assim que ele penetra um outro meio, no caso, os vidros.

O refratômetro (Figura 57) da marca *Topcon* utilizado nesta pesquisa tem seu princípio de funcionamento baseado no ângulo crítico para a reflexão total da luz, que é um ângulo de incidência da luz a partir do qual não há mais refração quando a luz passa de um meio mais refringente para outro menos refringente.

Figura 57 - Refratômetro e vidros analisados



Fonte: Autora (2015)

Para a leitura dos índices, cada vidro foi analisado separadamente na superfície plana de um vidro (“janela” do refratômetro) com índice de refração 1,81, sobre um líquido de contato com o mesmo índice, a fim de impedir a formação de uma camada de ar entre a superfície e o material, que poderia formar desvios de raios de luz. Após posicionado os vidros, uma fonte de luz monocromática (com comprimento de onda da luz correspondendo à cor amarela) emite um feixe de luz que incide sobre a superfície do material. Os valores da refração da luz foram lidos diretamente em uma escala, como mostra o esquema da Figura 59, obtendo-se os seguintes resultados:

- a) Índice Vidro Incolor = 1,520
- b) Índice Vidro Laranja = 1,520
- c) Índice Vidro Rosa = 1,518
- d) Índice Vidro Verde = 1,520
- e) Índice Vidro Roxo = 1,509

Os índices obtidos ficaram dentro da média esperada de faixa entre 1,44 – 1,90 (SCHUMANN, 2006), havendo pouca diferença entre os índices dos vidros analisados, resultado esperado visto que os materiais possuem a mesma classificação de vidros sodocálcicos, assim como pelo fato de que somente a diferença de cor não incide em diferença no índice de refração da luz.

Já o polariscópio permite determinar se o material analisado é isotrópico ou anisotrópico, este dado é determinado de acordo com a propagação da luz no interior do material. As substâncias isotrópicas são minerais do sistema cúbico ou substâncias amorfas, neste caso a luz se propaga sempre com a mesma velocidade, em qualquer direção. Já as substâncias anisotrópicas são todos os minerais que não são do sistema cúbico, onde a luz se propaga com velocidade variável, conforme a direção de propagação. A Figura 58 mostra o equipamento da marca Schneider utilizado no projeto, com o vidro posicionado no aparelho para a avaliação.

Figura 58 - Análise do vidro no polariscópio



Na análise realizada neste projeto todos os vidros tiveram o mesmo comportamento, de caráter isotrópico, inserindo-se na classificação de substância mineral amorfa.

4.2 CRIAÇÃO

O processo de criação teve início com a identificação de características que se aproximem do público-alvo e conceito do projeto, resultando em temas de inspiração e, conseqüentemente, painéis que traduzam estes atributos. Assim como estas características, foram atribuídas também à criação tendências do mercado da moda, assim como tendências comportamentais do consumidor e a fim de traduzir a contemporaneidade que se deseja atingir na coleção.

4.2.1 Tema de Inspiração

Para a busca de características que se identifiquem com o tema do projeto foram selecionadas algumas palavras-chave que servirão de tema de inspiração para a coleção. Na Figura 59 abaixo são apresentados os conceitos gerados.

Figura 59 - Palavras-chave de inspiração no projeto



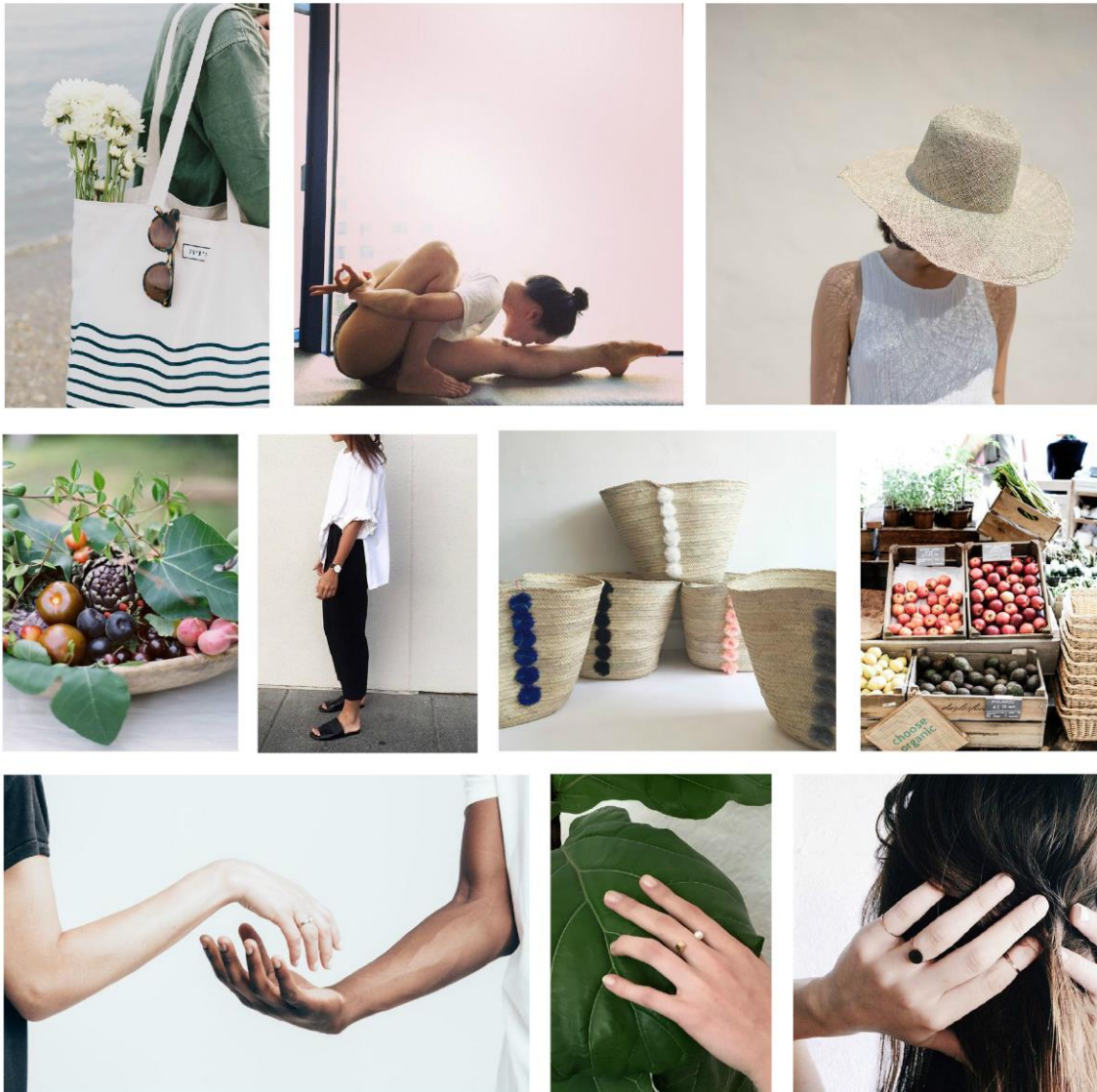
Fonte: Autora (2015)

Estes conceitos ressaltam os valores que o público-alvo da coleção possui, como: transparência, bem-estar e conhecimento da origem dos produtos que são comprados.

“Os novos consumidores de luxo são mais críticos, mais educados, e muito mais experientes com a tecnologia. Eles possuem uma abordagem totalmente diferente de luxo como uma cultura. Eles já não dependem exclusivamente nos símbolos de status tradicionais. Eles têm um estilo de vida saudável e querem ser cercados com itens que se encaixam com seu estilo de vida. Eles exigem autenticidade e transparência.” (WITTIG et al., 2015)

A fim de traduzir estes conceitos através de imagens, foi elaborado o painel geral de inspiração (Figura 60) a seguir a partir destas referências.

Figura 60 - Painel geral de inspiração



Fonte: Autora (2015)

Observa-se que o painel geral ressalta o conceito de um estilo de vida simples e ao mesmo tempo sofisticado, notando os cuidados do cliente em prezar por produtos/alimentos que a origem seja conhecida e certificada da qualidade.

4.2.2 Pesquisa de Tendências

O termo tendência pode ser considerado uma direção geral para a qual algo se movimenta ou evolui. Esta tendência pode ser um comportamento macro ou micro, sendo a micro a que aparece com menor força e está localizada em regiões isoladas; enquanto que a macro apresenta informações de diferentes áreas que se propagam em grande escala (SHARIFF, 2011). É importante ressaltar que as tendências não se limitam ao mercado da moda, elas são comportamentos sociais analisados em determinados grupos que tendem a crescer o debate acerca do novo comportamento, até a dispersão destes costumes nos demais grupos.

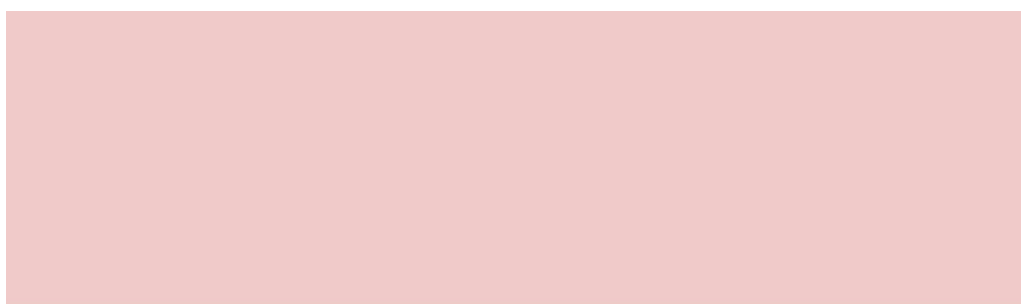
As principais tendências abordadas neste projeto trazem o minimalismo e o *lowsumerism*, esta última referida pela pesquisa da agência de pesquisa de tendências em consumo, comportamento e inovação, Box1824, como a principal tendência comportamental da atualidade. Na pesquisa a agência discute o fato de que as microtendências mostram que todo o nosso *zeitgeist* tem se voltado ao “menos é mais”. Novos tipos de economia — sustentável, colaborativa, coletiva — têm renovado os modelos capitalistas.

“ O ato da compra passa a ser revisto como um ato social, e com isso voltam hábitos de consumo ligados a valores locais e tradicionais. Projetos de zero *waste* e *upcycling* ganham o apreço de um público mais antenado, e é interessante observar como eles se beneficiam de uma linguagem *cool* e de uma estética contemporânea.” (BOX1824, 2015)

Além do aspecto comportamental analisado em relação a tendência minimalista, o projeto abordará a perspectiva estética desta tendência, onde a coleção trabalhará na essência, fundamento e identidade do conceito, desconsiderando todas as formas não essenciais, atendo-se à linhas geométricas e “limpeza” formal. A arte minimalista experimentou seu maior crescimento durante os anos 1960 e 1970, quando os artistas minimalistas começaram a aparecer na pintura, escultura e música. Logo o movimento transcendeu no design e arquitetura, sendo mais conhecido pelo termo: design moderno (BECKER, 2014).

Ainda na tendência estética, a cor nomeada de *Rose Quartz* (Figura 61) da Pantone, inspirada na gema quartzo rosa pela semelhança de tom, foi escolhida como o tom principal da coleção, sendo esta divulgada pela marca como a principal cor para 2016. A tonalidade foi escolhida também pela similaridade com a liga de cobre e prata utilizada na coleção.

Figura 61 - Cor Rose Quartz da Pantone lançada como tendência para 2016



ROSE QUARTZ

PANTONE 13-1520

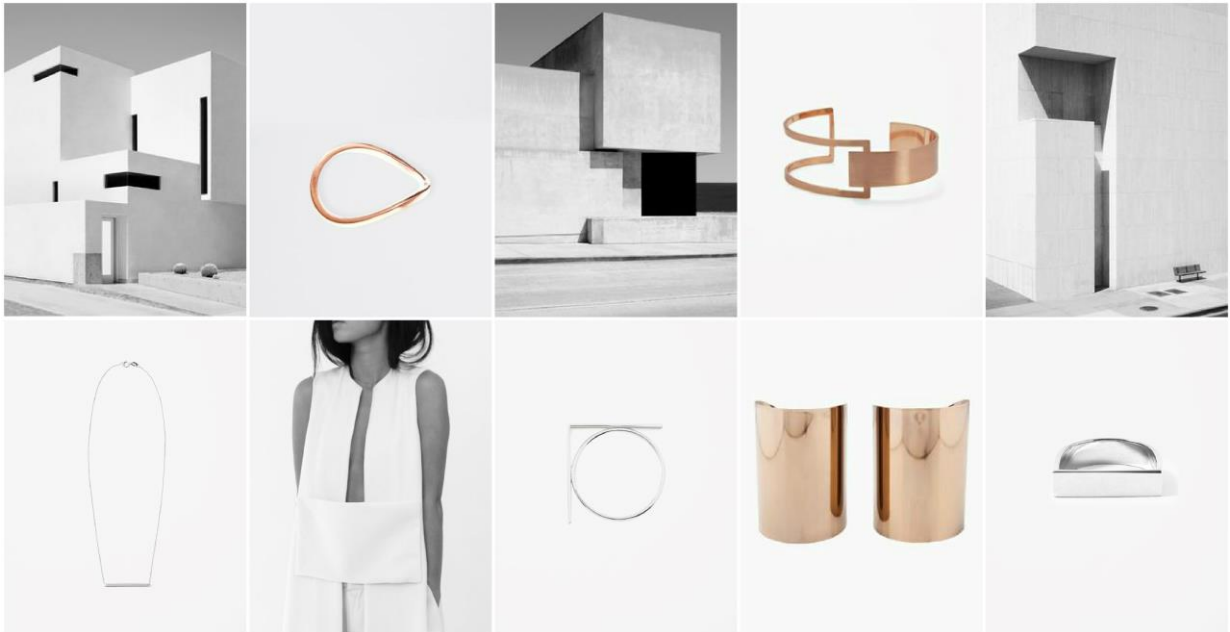
One of 210 New Colors for FASHION, HOME + INTERIORS

Fonte: (PANTONE, 2015)

4.2.2.1 Painel de Formas

Com base na tendência minimalista, o painel de formas (Figura 62) foi elaborado com referências de arquitetura moderna, assim como de acessórios que seguem esta mesma tendência. Nota-se a utilização de tons claros, assim como de acessórios com a tonalidade acobreada, trazendo a inspiração minimalista para a coleção.

Figura 62 - Painel de formas

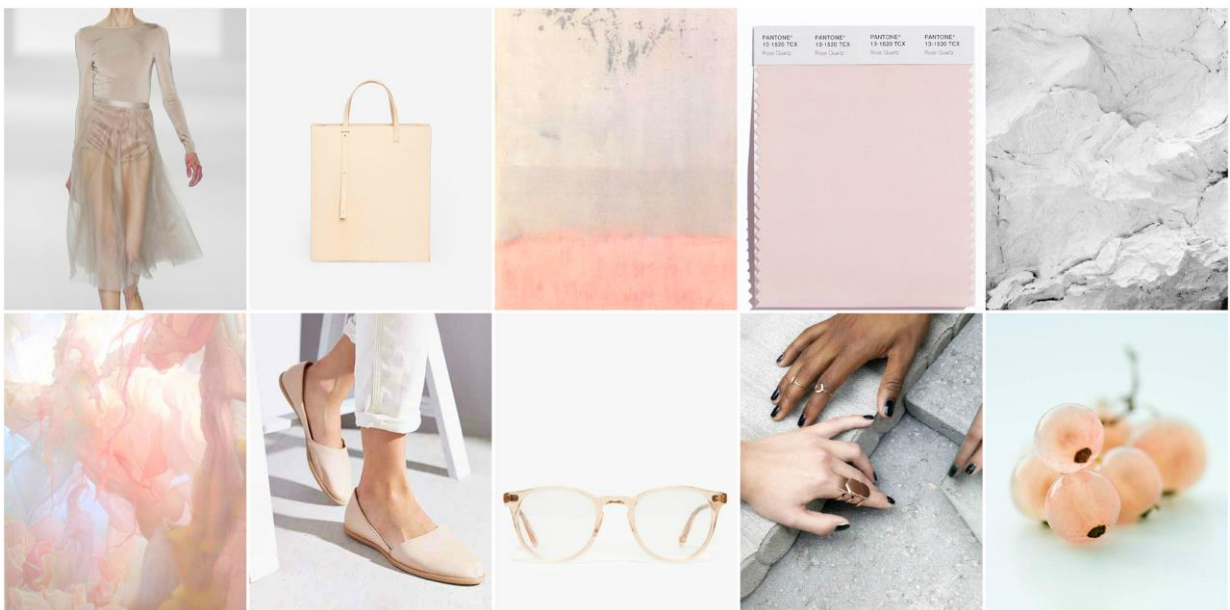


Fonte: Autora (2015)

4.2.2.2 Painel de Cores

Com base na tendência da cor *Rose Quartz*, o painel de cores (Figura 64) foi gerado com tonalidades claras de variações das cores: rosa, branco, nude, laranja, azul, dentre outras.

Figura 63 - Painel de cores



Fonte: Autora (2015)

4.2.3 Geração de Alternativas

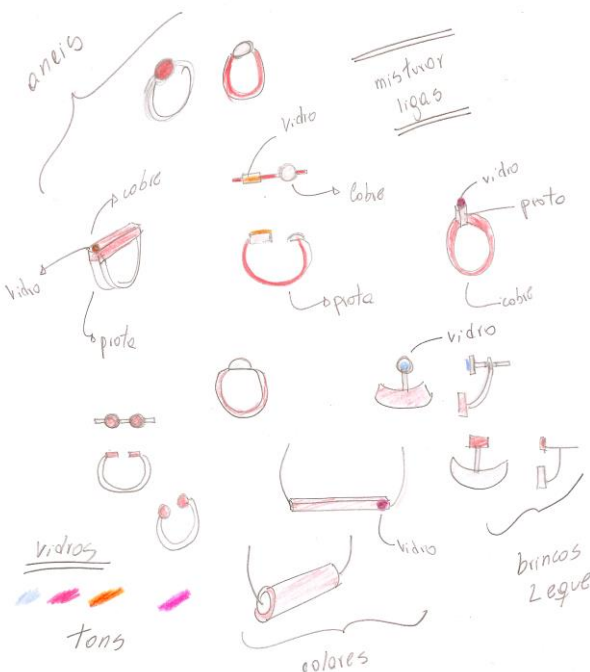
Os primeiros desenhos das alternativas para a coleção surgiram com a inspiração nos aspectos formais identificados nos painéis semânticos desenvolvidos. Formas geométricas, contexto minimalista e a ideia de utilizar as diferentes ligas em uma mesma peça tornou o processo de criação mais versátil e com diferentes possibilidades.

A geração de alternativas teve início com o exercício de criação de desenhos rápidos, com o intuito de desenvolver diversas formas e combinações de peças, atendo-se aos cuidados de manter uma unidade visual e formal na coleção.

4.2.3.1 Sketches

Esses primeiros sketches (Figura 64) servem como base para a próxima etapa de desenvolvimento, onde estes desenhos são estudados e aprimorados, a fim de planejar a viabilidade da execução manual dos mesmos.

Figura 64 - Primeiros estudos de formas e cores



Fonte: Autora (2015)

Devido à pouca quantidade de material para a criação da coleção, especificadamente 6g da liga Ag950 e 14g da liga Ag400, as alternativas foram desenvolvidas priorizando opções de peças mais leves, como: anéis, brincos e pingentes. A escolha da tendência minimalista também contribuiu na elaboração de peças mais delicadas e com menos material.

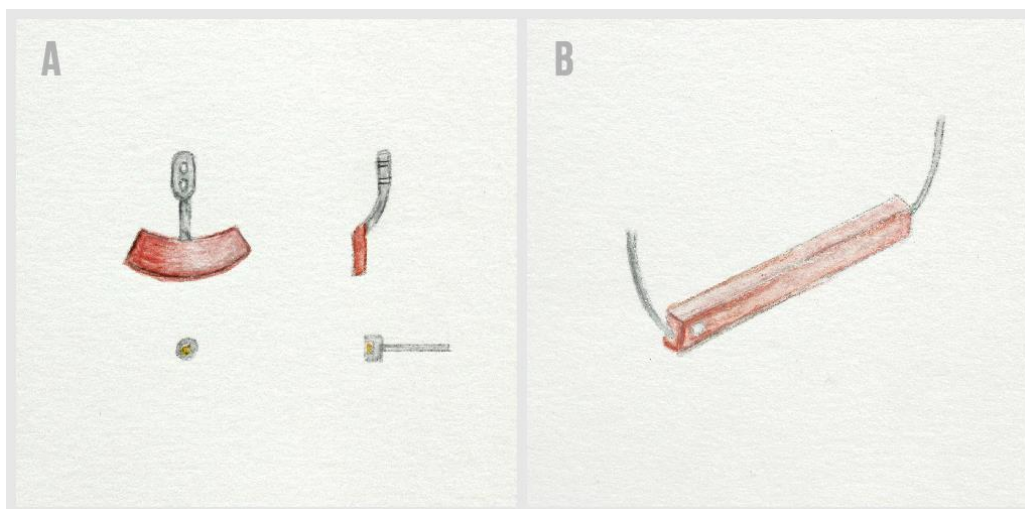
4.2.4 Alternativas escolhidas

Após os primeiros *sketches*, as alternativas passaram por um refinamento e então por uma seleção de quais peças iriam compor a coleção, analisando a viabilidade do desenvolvimento físico e uma média prevista do peso de cada peça. A fim de atender os requisitos projetuais, as alternativas escolhidas possuem as características pretendidas como: geometrização e simplificação de formas, utilizando a combinação de cores para compor uma coleção com forte unidade visual e formal. Observa-se que nos desenhos a seguir, as partes rosadas representam a liga Ag400, em decorrência da cor mais avermelhada que a liga apresenta, enquanto que as frações cinza representam a liga Ag950.

A Figura 65A abaixo apresenta o par de brincos desenvolvido para a coleção, composto por duas peças, este estilo de brinco é popularmente conhecido como brinco "leque", onde a peça com o pino é encaixada no outro objeto que acaba ficando posicionado atrás da orelha, contornando a região abaixo do lóbulo, no caso as duas partes com o pino recebem os vidros com a utilização da cravação embutida. Neste estilo de cravação uma pequena quantidade de material é inserida por cima da gema. As tarraxas dos brincos também foram compradas a fim de otimizar o processo, como também devido à escassez de material.

Já a Figura 65B mostra o pingente definido a ser produzido, composto de um retângulo maciço da liga Ag400, sendo utilizada a cravação inglesa para acomodar o vidro. Para a corrente utilizou-se o estilo veneziana de 0.5mm de espessura com fecho-mola, visto que este estilo de corrente é produzido industrialmente, não é viável tentar reproduzi-la manualmente. As tarraxas também foram compradas, uma vez que a produção das mesmas demandaria mais tempo, como também pela limitada quantidade de material disponível para feitura das peças.

Figura 65 – Vista frontal e lateral do brinco-leque (A), e vista isométrica do pingente (B) escolhido para a coleção



Fonte: Autora (2015)

As alternativas de anéis foram as opções mais elaboradas do projeto, devido as inúmeras possibilidades de criação, assim como pelo fato de ser uma peça-chave nas coleções, sendo bem valorizada comercialmente. A figura 66A mostra a opção de anel em aro quadrado com formato U de liga Ag950, onde a peça recebe uma cravação embutida de vidro posicionada em uma das laterais da parte superior de liga Ag400.

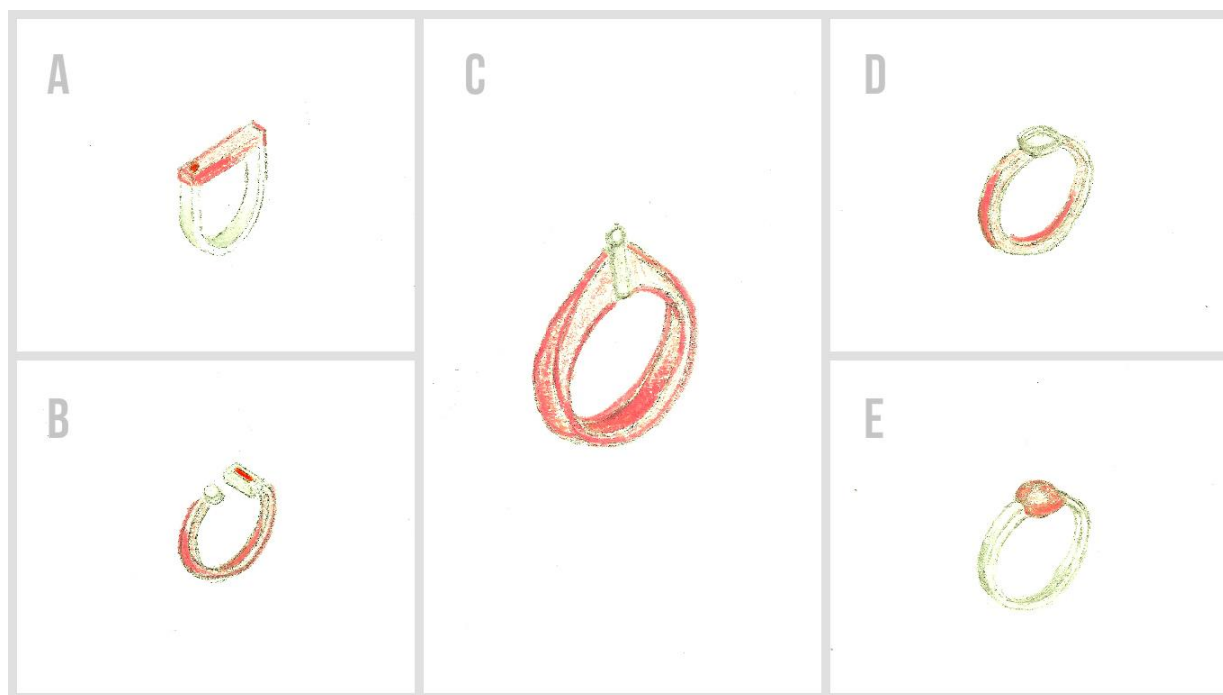
A próxima alternativa, representada pela Figura 66B, apresenta a opção de anel também em aro quadrado de liga Ag400, com uma abertura na parte superior, onde acomoda-se de um lado o vidro em cravação inglesa, enquanto que no outro lado é soldada uma chapa em formato de círculo, as duas superfícies soldadas na parte superior são compostas da liga Ag950.

A Figura 66C mostra a alternativa de anel solitário desenvolvida, onde o aro é feito na liga Ag400, enquanto que a estrutura tubular situada na parte superior utiliza Ag950 em sua composição, este estilo de peça tradicionalmente possui uma gema central localizada na parte superior, contudo, pretende-se não utilizar vidro neste caso propositalmente com um objetivo conceitual.

Por fim, as Figura 66D e 66E apresentam as opções de anéis mais minimalistas, com a elaboração de aros quadrados finos, com uma peça central em formato circular. A Figura 66D apresenta a peça com aro quadrado em liga Ag400, com uma estrutura central de chapa em formato circular da liga Ag950. Já a Figura 66E aponta a opção de anel também com o aro

quadrado em liga Ag950, quando que a estrutura central é na composta da liga Ag400 em formato de semiesfera maciça.

Figura 66 - Alternativas de anéis escolhidas para a coleção



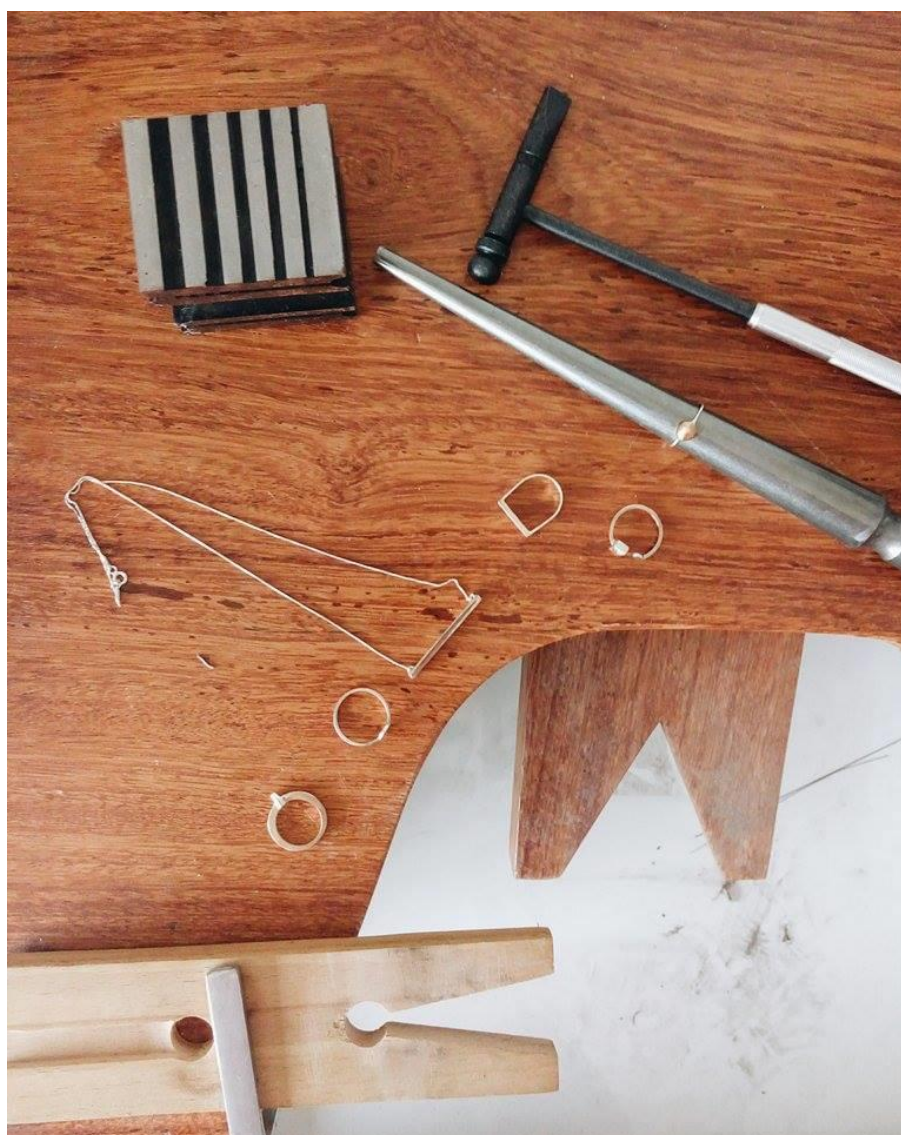
Legenda: A) anel em formato de U, B) anel aberto, C) anel solitário, D) anel em círculo, e por fim E) anel em esfera

Fonte: Autora (2015)

4.2.5 Desenvolvimento das peças

As peças foram desenvolvidas manualmente pelo processo artesanal de ourivesaria pela autora do projeto. Primeiramente os materiais recuperados foram separados a fim de compor as duas ligas definidas a serem produzidas, resultando na quantidade já anteriormente descrita de: 6g da liga Ag950 e 14g da liga Ag400, totalizando 20g de materiais a disposição para execução das peças. Após definida a proporção, os materiais passaram pelos processos descritos na seção 2.4.2 de produção artesanal de ourivesaria, desde a fundição, laminação, trefilação, moldagem, soldaduras até o acabamento final das peças, como podem ser observadas na Figura 67 sobre a bancada de ourivesaria algumas das peças desenvolvidas.

Figura 67 - Bancada de trabalho com ferramentas e peças finalizadas



Fonte: Autora (2015)

Após finalizadas as peças, o processo de cravação dos vidros foi realizado por um fornecedor da região, sendo que todas as peças cravadas receberam o mesmo estilo de cravação, no caso a embutida, onde a estrutura dos vidros fica contornada pelo metal sem a utilização de garras, obtendo um acabamento mais limpo visualmente.

Um desafio encontrado no projeto foi procurar uma solução para a rápida oxidação da liga Ag400, como pode ser observado na Figura 68A, fazendo com que a peça em contato com o oxigênio acabasse escurecendo ao longo do tempo. Uma possível alternativa era encontrar algum componente que formasse uma camada protetora transparente em torno das peças, a fim de manter a durabilidade da cor e qualidade do material, protegendo da oxidação.

Procurou-se uma alternativa para esta situação também pelo fato de que há discussões acerca do contato de adornos de cobre diretamente com a pele, onde eventualmente ocorrem reações químicas com o corpo, contudo, as pesquisas não foram claras quanto aos malefícios ou benefícios deste contato.

“O cobre e suas ligas estão sujeitas a reações químicas na exposição a fatores ambientais ou fisiológicos, onde estas ligas são difusíveis através da pele de mamíferos. A química de oxidação é analisada, bem como o fator que contribui para a corrosão. O grau de corrosão de cobre está sujeito a um certo número de fatores biológicos e ambientais variáveis que tornam improvável a previsão da reação, porém pode-se afirmar que soluções salinas e oxigênio são os principais fatores corrosivos.” (HOSTYNEK, 2006)

Figura 68 - Peça escurecida com a oxidação (esquerda) e com o tom rosado após polida (direita)



Fonte: Autora (2015)

A alternativa encontrada para minimizar este problema foi dispor-se de um procedimento conhecido industrialmente como banho de verniz cataforético, realizado em uma empresa de Sapiranga, Gaúcha Metais, onde o processo realizado é utilizado tradicionalmente no mercado de peças metálicas industriais do setor moveleiro, assim como no mercado de acessórios bijuterias. Esta técnica acontece através de um processo eletroforético catódico à base de um copolímero de uretano, onde acontece a deposição de um filme sobre superfícies condutoras.

O processo é semelhante a uma eletrodeposição metálica, mas em vez da deposição de um metal é depositado este copolímero incolor ou pigmentado. Após a deposição, a peça revestida é lavada e curada em estufa em temperaturas que variam de 120 a 160°C. Algumas das vantagens deste processo são: elevada resistência à abrasão, alta resistência à oxidação, material atóxico e antialérgico.

APRESENTAÇÃO DA COLEÇÃO

A coleção de joias desenvolvida possui uma unidade visual e características de uma joalheria contemporânea, tanto pela origem dos materiais utilizados, quanto pela linguagem visual minimalista e moderna. Os conceitos pré-estabelecidos também condizem com o resultado atingido, uma vez que os aspectos de linhas geométricas, tons claros e a simplificação de formas foram aplicados nas peças de maneira eficiente e funcional. Em seguida, as Figuras 69, 70 e 71 apresentam diferentes composições das peças em montagens fotográficas.

Figura 69 – Primeira composição fotográfica das peças



Fonte: Autora (2015)

Figura 70 - Segunda composição fotográfica das peças



Fonte: Autora (2015)

Figura 71 - Terceira composição fotográfica das peças



Fonte: Autora (2015)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste projeto foi desenvolver estudos relacionados à joalheria contemporânea sob a perspectiva da sustentabilidade e sua relação com a cultura de consumo, consciência, processo de resíduos, recuperação de matérias-primas e design. Para tal, foi realizado o processamento dos resíduos, através da recuperação de metais e lapidação de resíduos de vidros, onde posteriormente estes materiais foram aplicados em uma coleção de joias contemporâneas.

Debates atuais acerca da consciência do consumo e do ciclo de vida do produto ocasionaram uma possibilidade de inovação, aplicando novas ideias para este mercado. Além disso, era necessário que a coleção criada estivesse de acordo com as diferentes necessidades do público-alvo, como estilo de vida saudável, autenticidade e clareza.

No decorrer do desenvolvimento do projeto buscou-se embasamento teórico a respeito dos fatores envolvidos para a criação da coleção. A pesquisa buscou contextualizar a relação da sustentabilidade com a extração de recursos minerais, especialmente metais e vidros, e seu impacto ambiental, assim como o estado da arte da joalheria contemporânea, suas tendências, e o processo de fabricação artesanal da ourivesaria.

Outro aspecto fundamental no embasamento teórico foi pesquisar o panorama dos resíduos descartados, através de pesquisas e visitas técnicas, a fim de analisar quais resíduos eram mais interessantes para a aplicação neste projeto. Além disso, foi elaborada uma pesquisa de público-alvo, com o intuito de prever a aceitação de uma coleção de joias sustentáveis no mercado.

Quanto ao processo de recuperação de prata a partir de radiografias, se mostra necessária a realização de mais estudos quanto ao tratamento do resíduo, como também acerca da viabilidade da recuperação em pequena escala, quando comparada, por exemplo, em uma escala à nível industrial, talvez sendo mais interessante ao designer de joias não realizar o processo de recuperação, mas sim, certificar-se da origem do material utilizado, procurando empresas que realizem o processo de recuperação de forma correta e sustentável.

Em relação à utilização dos resíduos de vidros, o resultado mostrou-se satisfatório, visto que os desafios em relação à cravação, em decorrência da eventual fragilidade do

material, foram superados com sucesso. Seria possível, inclusive, estender a pesquisa a fim de conseguir diferentes efeitos na lapidação dos vidros, como por exemplo, através do método de lapidação diferenciada, contudo, visto a ideia de simplificar formas e manter o conceito minimalista, as lapidações foram mantidas em estilos tradicionais.

A etapa final, após a seleção das alternativas escolhidas, constituiu o desenvolvimento técnico das peças. Nesta etapa as alternativas foram analisadas sob a viabilidade de desenvolvimento físico das peças no processo de fabricação manual, não havendo necessidade de as mesmas precisarem de alterações em seus projetos. Finalizada a coleção, os conceitos pré-estabelecidos estão de acordo com o resultado atingido, uma vez que os aspectos de linhas geométricas, tons claros e a simplificação de formas foram aplicados nas peças de maneira eficiente e funcional.

Pode-se afirmar que mesmo tendo sido alcançados os objetivos, muito ainda pode ser feito em termos de analisar a origem proveniente dos materiais tradicionalmente utilizados na joalheria, estendendo a pesquisa a outros metais mais valorizados e com origem e cadeias de processos poluentes e muitas vezes com condições de trabalho não seguras, como o processo de extração do ouro, por exemplo.

Por fim, pode-se afirmar que o resultado deste projeto é importante não só por mostrar uma solução tangível para a questão residual, através do desenvolvimento da coleção, como também por trazer à tona o assunto e incentivar a discussão no mercado da joalheria.

REFERÊNCIAS

- AGEORGES, D. **Luxe Et Développement Durable Au Palais De Tokyo Pour Parler Avenir**. Agence France Presse. Paris: 2010.
- ANGELO, S. ST. **Silver Price to Rise as Top Miner's Production Evaporates**. Disponível em: <<http://srsroccoreport.com/top-silver-miners-high-grade-production-evaporates/top-silver-miners-high-grade-production-evaporates/>>. Acesso em: 1 jun. 2015.
- ANVISA. **Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde Brasil**, 2006. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/manual_gerenciamento_residuos.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2015.
- ASHTON, E. G. **A ourivesaria e os riscos da atividade: análise microergonômica do trabalho de ourives**. Disponível em: <<http://www.feevale.br/site/files/documentos/pdf/58662.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2015.
- ASTM. **American Society for Testing Materials**. Disponível em: <<http://www.astm.org/>>. Acesso em: 5 jun. 2015.
- BECKER, J. **10 Reasons Why Minimalism is Growing**. 2014.
- BERALDO, J. L. **Concentração por Flotação**. p. 105-106. São Paulo, 1981.
- BIANCHI, C.; BIRTWISTLE, G. **Consumer clothing disposal behaviour: A comparative study**. International Journal of Consumer Studies, v. 36, n. 3, p. 335–341, 2012.
- BITAR, Y. O. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. [s.l.] USP, 1997.
- BRANCO, P DE M. **Dicionário de Mineralogia e Gemologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- BOX1824. **A principal tendência da atualidade: entenda a origem do lowsumerism**. Disponível em: <<http://pontoeletronico.me/2015/a-principal-tendencia-da-atualidade-entenda-a-urgencia-do-lowsumerism/>>. Acesso em: 19 nov. 2015.
- CAMPOS, A. P. DE. **Pensando a joalheria contemporânea com Deleuze e Guattari**. Revista Trama Interdisciplinar, Mackenzie, v. 2, n. 2, p. 179, 2011.
- CARDOSO, R. **Uma introdução à história do design**. 2. ed. São Paulo: Edigar Blücher, 2004.
- CERATTI, L. **Design de Joias Contemporâneas: Soluções Leves e Versáteis**. UFRGS. Porto Alegre, 2013.
- CLARKE, C. **A arte da joalheria contemporânea**. Disponível em: <<http://www.joiabr.com.br/artigos/acont.html>>. Acesso em: 1 jun. 2015.

COELHO, R. M. P. **Reciclagem e Desenvolvimento Sustentável**. 1. ed. Belo Horizonte: Recóleo, 2009.

COHEN, D. **“Earth’s natural wealth: an audit”**. *New Scientist*, p. 34–41, 2007.

CONAMA. **Resolução nº357**. Brasil, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2015.

CPRM. **Programa Recursos Minerais do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 20 maio 2015.

DANTO, A. C. **A transfiguração do lugar comum**. In: São Paulo: Cosac Naify, 2005. p. 36.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

DUBOISSON-QUELIER, S.; BARRIER, J. **Protester contre le marché: du geste individuel à l’action collective. Le cas du mouvement anti-publicitaire**. *Revue française de science politique*, v. 57, p. 209–237, 2007.

EUROPÉIAS, C. D. C. **Livro verde sobre a política integrada relativa aos produtos**. Bruxelas: [s.n.].

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

FLETCHER, K. **Slow Fashion**. Disponível em: <<http://www.slowfashioned.com/about>>. Acesso em: 1 jun. 2015.

GAM, H. J. et al. **Quest for the eco-apparel market: A study of mothers’ willingness to purchase organic cotton clothing for their children**. *International Journal of Consumer Studies*, v. 34, p. 648–656, 2010.

GEO BRASIL. **Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/site_cnia/geo_brasil_2002.pdf>. Acesso em: 20 maio 2015.

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

GORSUCH, J. W.; KLAINE, S. J. **Toxicity and fate of silver in the environment**. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 17, n. 4, 1998.

GUAGNANO, G. A. **Altruism and market-like behavior: An analysis of willingness to pay for recycled paper products**. *Population and Environment*, v. 22, n. 4, p. 425–438, 2001.

HARRIS, J. D.; FREEMAN, R. E. **The impossibility of the separation thesis**. *Business Ethics Quarterly*, v. 18, n. 4, p. 541–548, 2008.

HEATHER, A. **Abotoaduras de Concreto**. Disponível em: <<http://ashleyheather.co.za/products/concrete-cufflinks>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

HEATHER, A. **Ashley Heather reclaims precious metal from circuit boards to create jewellery.** Disponível em: <<http://www.dezeen.com/2015/03/11/ashley-heather-reclaimed-circuit-board-metal-jewellery-design-indaba-2015/>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

HERTEL, G.; AARTS, H.; ZEELENBERG, M. **What do you think is “Fair”? Effects of in group norms and outcome control on fairness judgments.** *European Journal of Social Psychology*, v. 32, p. 327–341, 2002.

HOCHBERG, J., WILMINGTON, D. **Recovery of silver from photographic film with high shear and caustic.** U.S., 1989.

HOSTYNEK, J. J. **Copper and the Skin.** Nova Iorque: CRC Press, 2006.

IBGM. **Prêmio IBGM de Design.** Disponível em: <[http://www.ibgm.com.br/site/design_galeria.php?id_ctg=Joias com Lapida%E 7%E3o Diferenciada&ano=2012](http://www.ibgm.com.br/site/design_galeria.php?id_ctg=Joias%20com%20Lapida%20Diferenciada&ano=2012)>. Acesso em: 2 jun. 2015.

IBRAM. **IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração,** 2009.

ICSG - INTERNATIONAL COPPER STUDY GROUP. **COPPER INDUSTRY CHARACTERISTICS,** 2013.

INFOJOIA. **Joias sustentáveis de Valéria Sá.** Disponível em: <http://www.infojoia.com.br/news_portal/noticia_8284>. Acesso em: 7 jun 2015.

ITOSU, R. T.; SANTOS, J. J. DOS; BERTUCCI, F. S. **Montagem de um Motor Elétrico Simples.** Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=_montagemdeummotoreletrico>. Acesso em: 17 jun. 2015.

KALINSKA, J. **Malgosia Kalinska Jewelry.** Disponível em: <http://www.kalinska.pl/index_en.php?id=>>. Acesso em: 20 jun 2015.

KHUNPRASERT, P. et al. **Policy concept applied to X-ray waste management in Thailand.** *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 9, p. 93–101, 2007.

KIM, H. K. et al. **Increasing customer equity of luxury fashion brands through nurturing consumer attitude.** *Journal of Business Research*, v. 65, n. 10, p. 1495–1499, 2012.

KLIAUGA, M. A.; FERRANTE, M. **Metalurgia básica para ourives e designers: do metal à joias.** São Paulo: EDGARD BUCHER LTDA, 2009.

KRUCHEN, L. **Design e território: valorização de identidades e produtos locais.** In: Rio de Janeiro: Studio Nobel, 2009.

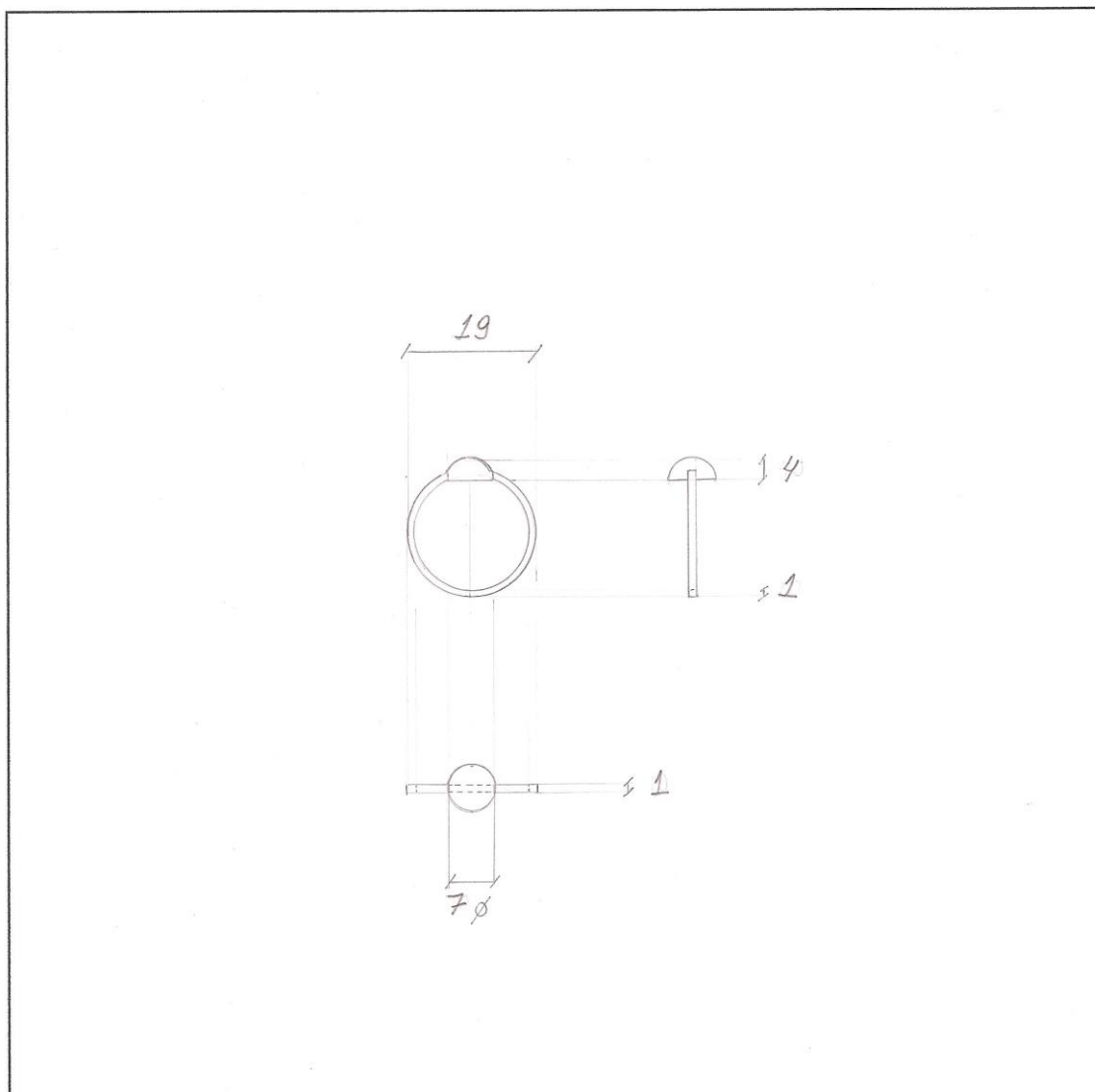
KUMAR, V. **101 design methods: a structured approach for driving innovation in your organization.** In: New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2012. p. 304.

KUYA, M. K. **Recuperação de prata de radiografias: uma experiência usando recursos caseiros.** [s.l.] USP, 1992.

- LESKO, J. **Design Industrial: materiais e processos de fabricação**. São Paulo, 2004.
- MAGTAZ, M. **Joalheria Brasileira**. São Paulo: IBGM, 2008.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. 2 reimpr. ed. São Paulo: EDUSP, 2008.
- MOL, A. **Manual de Lapidação Diferenciada de Gemas**. Brasília: Ed. Athalaia, 2009.
- MURAT, A.; LOCHARD, C. **La nouvelle alliance: Luxe et développement durable**. Paris: Editions d'Organisation, 2011.
- NOGUCHI, L.; ECHTERNACHT, E. **O ourives e os ossos do ofício: A qualidade da joia a partir da interface entre o projeto e execução na produção joalheira**. Ouro Preto: XXIII Encontro Nacional da Engenharia de Produção, 2003.
- PAMINA. **Glitter from the Gutter – sterling silver**. Disponível em: <<http://www.paminalondon.com/glitter-from-the-gutter-sterling-silver/xk78tv8k40nsoc7obqn0p8knzn9s9w>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- PANTONE. Rose Quartz Disponível em: <<http://www.pantone.com/pages/fcr/?season=spring&year=2016&pid=11#rose-quartz>> Acesso em: 16 nov 2015.
- PEATTIE, K.; PEATTIE, S. **Social marketing: A pathway to consumption reduction?** Journal of Business Research, v. 62, p. 260–268, 2009.
- PRESSE, A. F. **WWF épingle l'industrie du luxe sur l'environnement**. Disponível em: <<http://www.leblogfinance.com/2007/12/wwf-pingle-lind.html>>. Acesso em: 15 maio 2015.
- PURCELL, T. W.; PETERS, J. J. **Sources of silver in the environment**. Environment Toxicology and Chemistry, v. 17, n. 4, 1998.
- REDIG, J. **Sobre desenho industrial**. Rio de Janeiro: ESDI, 1977.
- REIS, F. H. S. **Recuperação de prata de resíduos e materiais fotográficos**. [s.l.] USP, 2004.
- ROSELLA. **Rosella Resin Jewelry**. Disponível em: <<http://rosellaresin.ca/concept.html>>. Acesso em: 21 jun. 2015.
- ROUX, D. **La résistance du consommateur: proposition d'un cadre d'analyse**. Recherche et Applications en Marketing, v. 22, n. 4, p. 59–80, 2007.
- RUSCHEINSKY, A. **As mediações entre o ambiental e a noção de sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/029/29cruscheinsky.htm>>. Acesso em: 4 maio 2015.
- SÁ, V. **Joias Sustentáveis**. Disponível em: <<http://www.valeriasa.com.br/loja/index.php/joias-sustentaveis>>. Acesso em: 29 maio 2015.

- SALEM, C. **Jóias: os segredos da técnica**. [s.l.] Parma LTDA, 2007.
- SANTOS, M. R. **Design, produção e o uso de artefatos: uma abordagem a partir da atividade humana**. [s.l.] Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2000.
- SANTOS, R. F. DOS. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- SCHUMANN, W. **Gemas do Mundo**. São Paulo, 2006.
- SCOTT, A. D. **Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals**. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 1991.
- SHANKAR, S.; MORE, S. V.; LAXMAN, R. S. **Recovery of Silver from waste X-Ray film by alkaline**. Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology., v. 6, p. 60–61, 2010.
- SHARIFF, Z. **Dicionário Ilustrado - Moda de A a Z**. São Paulo: Publifolha, 2011.
- SWAROVSKI. **Brincos de Vidro**. Disponível em: <https://www.swarovski.com/Web_US/en/665159/product/Galet_Clear_Crystal_Pierced_Ear_rings.html>. Acesso em: 18 jun. 2015.
- TACHIZAWA, T.; ANDRADE, R. O. B. DE. **Gestão socioambiental: estratégias na nova era da sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- TAVARES, A. S.; FERREIRA, F. DE P. A.; TORRES, P. M. DE A. **Design e lixo eletrônico: possibilidade de reaproveitamento de componentes eletrônicos**. Disponível em: <<http://portal.anhembi.br/sbds/anais/>>. Acesso em: 15 maio 2015.
- TOCCHETTO, M. R. L. **Tratamento de Resíduos: Recuperação de Prata**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-026.pdf>>. Acesso em: 3 jun 2015.
- UNEP. **Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies: Recycling – from e-waste to resources**. Disponível em: <http://www.unep.org/pdf/Recycling_From_e-waste_to_resources.pdf>. Acesso em: 10 maio 2015.
- VOGUE. **Spring/Summer 2015: Jewelry Trends**.
- WAGNER, R. **Joia Contemporânea Brasileira**. In: São Paulo: R. Wagner, 1980.
- WILDLOECHER, P. **Luxe et développement durable : je t'aime, moi non plus ?** Disponível em: <<http://www.femininbio.com/agir-green/actualites-et-nouveautes/luxe-et-developpement-durable-je-taime-moi-non-plus-61430>>. Acesso em: 17 maio 2015.
- WITTIG, M. et al. **Rethinking Luxury: How to Market Exclusive Products in an Ever-Changing Environment**. [s.l.] Roland Berger, 2015. v. 1

APÊNDICE A – DESENHO TÉCNICO



descrição da peça: *anel esfera*

metal sugerido: *Ag 950 e Ag 400*

acabamento do material: *polido*

gema sugerida: *—*

nome	cor	lap/crav.	medida	quantidade
<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>

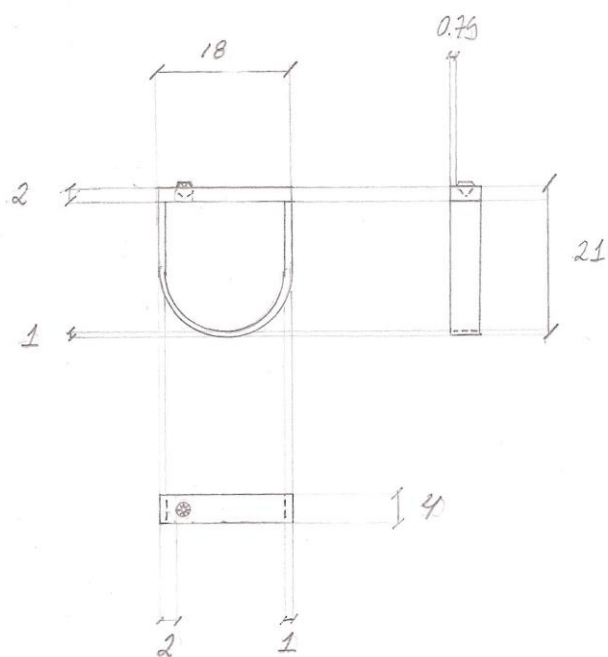
nome *—* cor *—* lap/crav. *—* medida *—* quantidade *—*

obs: *Peso: 1.6g*

coleção: *TEC* temática: *sustentável* data: *25/11/2015*

tipo de peça: *anel* designer responsável: *Eduarda Codore*

escala: *1:1*



descrição da peça: Anel em U

metal sugerido: Ag 950 e Ag 400

acabamento do material: polido

gema sugerida: vidro laranja

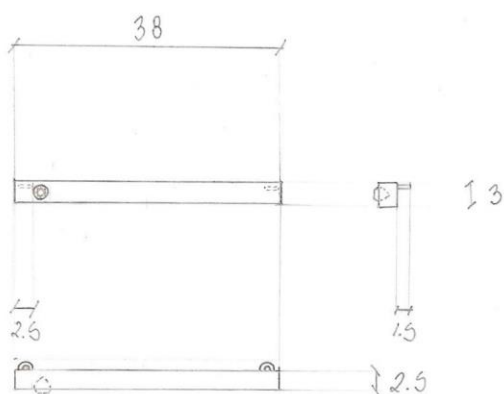
nome	cor	lap/crav.	medida	quantidade
vidro	laranja	brilhante	$\phi 2.5 \times 1.5 \text{ mm}$	1

obs: Peso: 2.5g

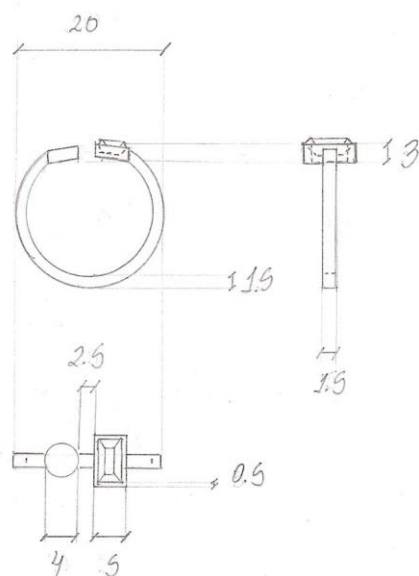
coleção: TCC temática: sustentável data: 25/11/2015

tipo de peça: anel designer responsável: Eduardo Codore

escala: 1:1



descrição da peça: <i>pingente retângulo</i>				
metal sugerido: <i>Ag 400 e Ag 950</i>				
acabamento do material: <i>polido</i>				
gema sugerida: <i>vidro laranja</i>				
nome	cor	lap/crav.	medida	quantidade
<i>vidro</i>	<i>bronja</i>	<i>brilhante</i>	<i>Ø2.5x1.5mm</i>	<i>1</i>
obs: <i>Peso: 3.4g</i>				
coleção: <i>TCC</i>		temática: <i>sustentável</i>	data: <i>26/11/2015</i>	
tipo de peça: <i>pingente</i>		designer responsável: <i>Eduardo Cadore</i>		
escala: <i>1:1</i>				



descrição da peça: anel aberto

metal sugerido: Ag 950 e Ag 400

acabamento do material: polido

gema sugerida: vidro laranja

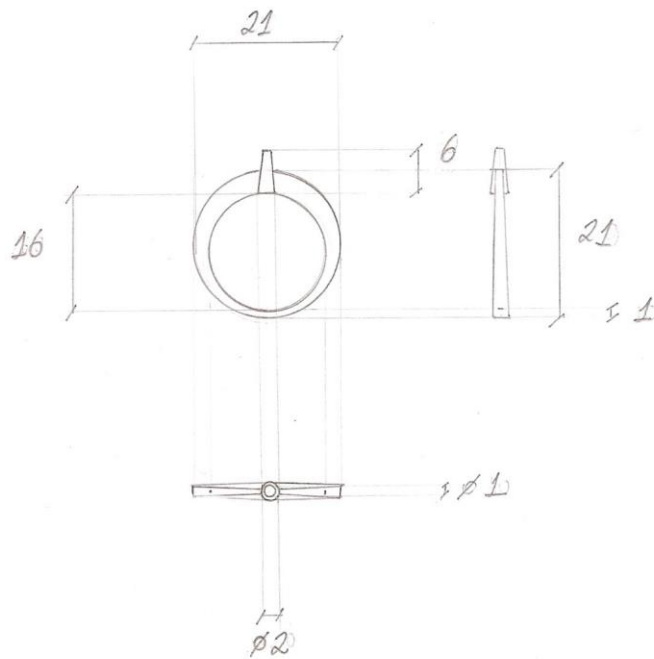
nome	cor	lap/crav.	medida	quantidade
vidro	laranja	baguette	5 x 2 x 3mm	1

obs: Peso: 1.6g

coleção: TCC temática: sustentável data: 25/11/15

tipo de peça: anel designer responsável: Eduarda Cadore

escala: 1:1



descrição da peça: *anel solitário*

metal sugerido: *Ag 950 e Ag 400*

acabamento do material: *polido*

gema sugerida: *—*

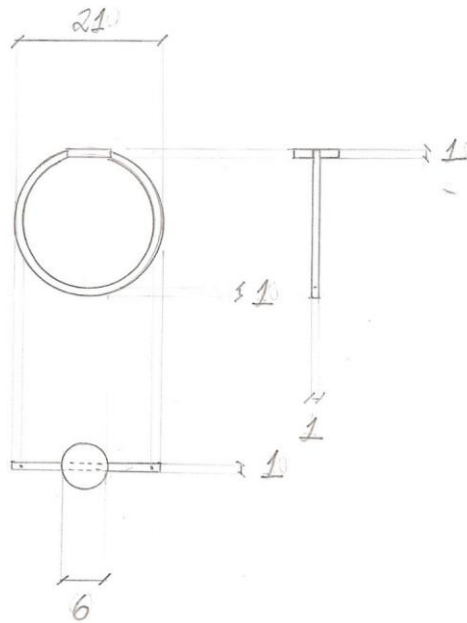
nome	cor	lap/crav.	medida	quantidade
<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>

obs: *peso: 2g*

coleção: *TEC* temática: *sustentável* data: *25/11/2015*

tipo de peça: *anel* designer responsável: *Edvardo Codore*

escala: *1:1*



descrição da peça: *anel círculo*

metal sugerido: *Ag 950 e Ag 400*

acabamento do material: *polido*

gema sugerida: *—*

nome	cor	lap/crav.	medida	quantidade
<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>

obs: *peso: 12g*

coleção: *TCC*

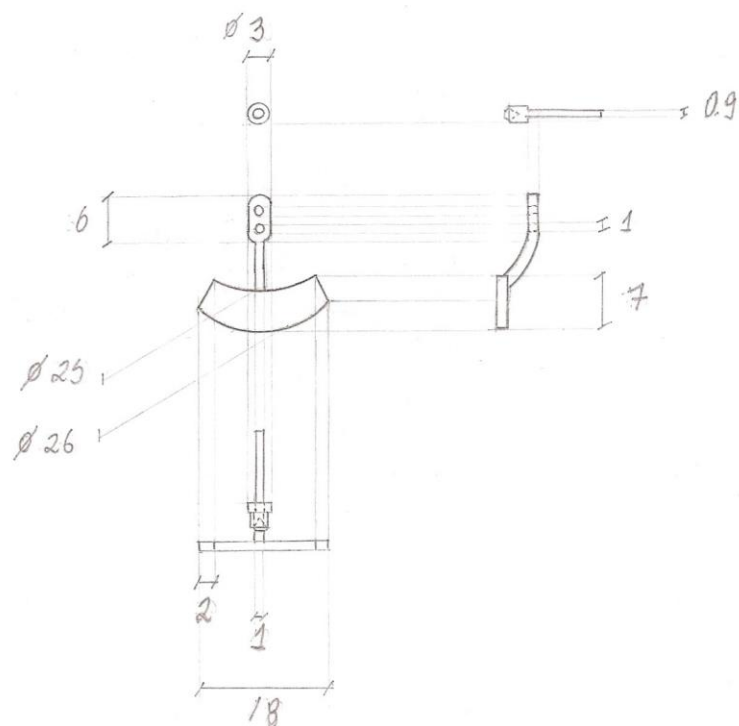
temática: *sustentável*

data: *25/11/2015*

tipo de peça: *anel*

designer responsável: *Eduardo Codore*

escala: *1:1*



descrição da peça: *brinco legue*

metal sugerido: *Ag 950 e Ag 400*

acabamento do material: *polido*

gema sugerida: *vidro azul*

nome	cor	lap/crav.	medida	quantidade
<i>vidro</i>	<i>azul</i>	<i>brilhante</i>	<i>Ø25x1.5mm</i>	<i>2</i>

obs: *Peso: 2.8g*

coleção: *TEC* temática: *sustentável* data: *25/11/2015*

tipo de peça: *brinco* designer responsável: *Eduardo Cadore*

escala: *1:1*

ANEXO A – RESULTADO DE PRATA NO RESÍDUO



INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CENTRO DE ECOLOGIA



Porto Alegre, 10 de novembro de 2015.

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº.: 243/2015 - AA.

CLIENTE: Eduarda Montano Codore.
ENDEREÇO: Rua João Cactano, 79 Apt 1402.
REQUISIÇÃO DE SERVIÇOS Nº: 077/2015.

AMOSTRA

Tipo: Solução de hipoclorito de Sódio.
Data de Recebimento: 05/11/2015.

Data da Coleta: 04/11/2015.

RESULTADO DO ENSAIO

Parâmetro	Unidade	Resultado	Metodologia	LDM
Prata	mg/L	0,204	EAA/Chama Ar-Acetileno	0,007

LEGENDA: LDM = Limite de Detecção do Método.
EAA = Espectrometria de Absorção Atômica.

MÉTODO DE DIGESTÃO: Digestão com ácido nítrico em sistema aberto.

NOTA: Os resultados contidos neste relatório têm significação restrita e se aplicam somente à amostra ensaiada. O Relatório de Ensaio só deverá ser reproduzido na íntegra, não deve ser parcialmente reproduzido sem a prévia autorização do Centro de Ecologia da UFRGS.

Vera Lucia Aty
Química Industrial – CRQ-V: 05201177