Desenvolvimento de joia a partir da reciclagem de garrafas de vidros

Development of jewelry based on the recycling of glass bottles

BLAYA, Liliane Raquel Gaida; Acadêmica; Universidade Federal de Santa Maria

lili.lrgb@gmail.com

CAMARGO, Kevyann Rodrigues; Acadêmico; Universidade Federal de Santa Maria

kevyanrodrigues@gmail.com

PALOMBINI, Felipe Luis; Doutorando; Universidade Federal do Rio Grande do Sul

felipe.l.palombini@gmail.com

GARCIA, Wagner Jesus da Silva; Doutor; Universidade Federal de Santa Maria

wagnerjgarcia@hotmail.com

CIDADE, Mariana Kuhl; Professora Adjunta; Universidade Federal de Santa Maria

mariana.cidade@ufsm.br

Resumo

Os vidros provenientes de descarte doméstico consistem em materiais com baixo valor comercial, apesar de suas boas características de reciclabilidade. Como consequência, centros de triagem que dependem da comercialização de resíduos esbarram na falta de interesse econômico no material, tornando-o subutilizado. Este trabalho apresenta a realização de testes práticos de recuperação de garrafas de vidros descartadas com diferentes tonalidades para o desenvolvimento de uma joia. Foram executados e analisados diferentes processos de fabricação de joalheria artesanal e industrial, como fusão em fornos e com o auxílio de maçarico. Uma das peças de vidro derretido obtidas, com uma estética diferenciada, foi utilizada na fabricação de um pingente.

Palavras Chave: joalheria; reciclagem; vidro.

Abstract

Glasses from domestic disposal consist of materials with low commercial value, despite their good recyclability characteristics. Consequently, sorting centers that rely on the commercialization of residues face the lack of interest in the material, making it underused. This work presents the practical recovery tests of discarded glass bottles with different colors for the development of a jewel. Different manufacturing processes of artisanal and industrial jewelry were conducted and analyzed, such as melting in furnaces and with a blowtorch. Having a differentiated aesthetics, one of the obtained melting pieces of glass was used in the manufacture of a pendant.

Keywords: jewelry; recycling; glass.

1 Introdução

Até a segunda metade do século XIX, o valor de uma joia estava estritamente atrelado ao material com a qual era produzida (GOLA, 2013; MERCALDI; MOURA, 2017). Porém, contemporaneamente esse conceito tem perdido força, e o valor de uma joia passou a depender também de outros fatores, como a complexidade e o acabamento da peça (CIDADE; PALOMBINI; KINDLEIN JÚNIOR, 2015). Destaca-se ainda a possibilidade de utilização de materiais considerados inusitados na joalheria contemporânea, podendo inclusive contribuir para aspectos sustentáveis ligados ao reaproveitamento e a reciclagem (CIDADE *et al.*, 2016).

De um modo geral, é notável a crescente conexão do design de produto com variáveis de sustentabilidade (VEZZOLI; MANZINI, 2008). Dentre os principais aspectos abordados encontram-se os relacionados ao fim do ciclo-de-vida de produtos, em especial a reutilização e reciclagem de seus componentes (PALOMBINI; CIDADE; DE JACQUES, 2017). Compreende-se por reciclagem a reinserção de um material em um novo ciclo de fabricação, por meio de etapas de reprocessamento para a transformação do mesmo em uma matéria-prima (PALOMBINI, 2015). Desse modo, a possibilidade de aproveitamento de resíduos pode tornar-se uma importante forma de valorização do material através da aplicação na joalheria contemporânea.

Com o intuito de desenvolver peças joalheiras por meio de reciclagem, foi desenvolvida uma lista de opções de materiais com um alto índice de descarte, mas com um baixo aproveitamento. Dentre eles optou-se pelo vidro, um material que despertou fascínio durante séculos e tem suas propriedades baseadas em sua organização interna de sílica amorfa em estado vítreo (KULA; TERNAUX, 2012; LESKO, 2012).

No Brasil são produzidas aproximadamente 980 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, sendo que, desse total, apenas 470 mil toneladas são recicladas (CEMPRE, 2018). Além de serem utilizados para a fabricação de embalagens, os cacos de vidros também são aplicados na composição de asfalto e pavimentação de estradas, produção de espuma e fibras de vidro, drenagem contra enchentes, tintas reflexivas e bijuterias (CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, 2018). Contudo, os valores de reciclagem do vidro muitas vezes tornam-se ainda menores, devido ao seu baixo custo de venda. Devido à matéria-prima abundante e barata, o interesse comercial pela reciclagem do vidro torna-se um dos principais entraves para sua recuperação. Em visita técnica à Cooperativa dos Recicladores de Dois Irmãos/RS, foi relatado que este material muitas vezes permanece estocado, à espera de uma alta em seu valor comercial para, com isso, poder gerar mais renda aos seus trabalhadores; uma vez que é através da triagem, seleção e comercialização de resíduos que milhares de pessoas baseiam seus ganhos (PALOMBINI; CIDADE; DE JACQUES, 2017).

Com isso, este trabalho tem como objetivo a utilização de um material considerado economicamente pouco valorizado na atualidade dos centros de triagem e reciclagem, aliando-o a um processo artesanal e industrial de fusão no desenvolvimento de uma peça joalheira. O vidro utilizado é oriundo de garrafas de descarte doméstico, sendo analisado em diferentes testes. Este trabalho está vinculado ao grupo de pesquisa Design, Pesquisa e Inovações Tecnológicas (CNPq).

2 Joalheria

Segundo Michaelis (2018), adorno é “Qualquer coisa com que se adorna algo; atavio,

donaire, enfeite, exornação, ornato”; enquanto que ornamento é definido como “Tudo o que serve para ornar ou abrilhantar; ornato”; e o significado de joia é “Ornamento de metal nobre de fino lavor, geralmente com engaste de gemas ou aplicação de esmalte, usado como adorno de uma indumentária ou como peça independente (adorno de cabeça, anel, tiara etc.)”

Explicitando as diferenças de cada nomenclatura, a história da joalheria começa na pré-história, com os humanos utilizando-se de materiais encontrados na natureza para usarem como adorno. Com a descoberta dos metais e mais tarde com o polimento das rochas, a produção de ornamentos se intensifica com o intuito de se destacar em um contexto social, político ou cultural (SANTOS, 2013). Posteriormente, cada movimento artístico influenciou severamente na joalheria, principalmente nos formatos e materiais, assim como a moda e os avanços tecnológicos (CIDADE, 2012; SANTOS, 2013). Seguiu o desenvolvimento de processos que por muitas vezes revolucionaram a joalheria, tais como: fundição, ourivesaria, modelagem em cera, lapidação de gemas e cravação. O avanço tecnológico permitiu o desenvolvimento de processos de fabricação inovadores, como a manufatura aditiva e o uso de lasers, como CO₂ e YAG para gravação, soldagem e corte (CAMARGO; CIDADE, 2017; CIDADE *et al.*, 2018; SANTOS, 2013). A tecnologia possibilitou uma parcial redução de consumo energético para a fabricação de peças joalheiras, assim como uma otimização do tempo do processo (CAMARGO; CIDADE, 2017).

Com a evolução dos processos joalheiros e a valorização de materiais inusitados na composição das peças, outros elementos começaram a serem explorados. Um exemplo disso é a utilização de materiais naturais, como o uso de rochas e madeiras, ou na combinação com materiais sintéticos (Figura 1). Na Figura 1 A podemos visualizar uma pulseira da designer Rita Holanda, de prata com capim-dourado, uma planta tipicamente brasileira. Há também a exploração de novas combinações de materiais, como a mescla de madeira com resina desenvolvida pela designer Britta Boekmann, apresentada na Figura 1 B. Além de materiais naturais e sintéticos, há também os reciclados. Os brincos feitos com prata (Ag 950) e PET (Politereftalato de etileno) reciclado da designer Carol Barreto são o exemplo disso, na Figura 1 C.

Figura 1 - Peças de joalheria com diferentes materiais: (A) pulseira feita de prata com capim dourado; (B) joias em resina e madeira e (C) brincos utilizando PET reciclado

Fonte: InfoJoia (2018).

Segundo Mercaldi e Moura (2017), joias são portadoras de signos, e transmissoras de ideias, estilo, personalidade e identidade. Portanto, a maioria das joias pode ser considerada atemporal, visto que, mesmo que tenham sido criadas há séculos, existem pessoas que se

inspiram e se identificam com outros tempos para a composição de sua imagem e estética (GOLA, 2013). Assim como a joia intermedia a representação de um pensamento ou a intenção ao ser usada ou vestida por uma pessoa, seus materiais constituintes também possuem significados importantes (ASHBY; JOHNSON, 2011). Com a utilização de materiais reciclados com pouco interesse comercial atrelado, tem-se a possibilidade de ser valorizado com processos de fabricação e aplicações diferenciadas.

3 Materiais e Métodos

3.1 Vidro

O vidro possui quatro principais variações comerciais, sendo diferidos principalmente em suas composições: vidro de sílica, de cal de soda, de borossilicato e chumbo-alcálico (ASHBY; JOHNSON, 2011; LESKO, 2012). O vidro de sílica é quase completamente composto por SiO_2 (óxido de silício). O material possui um alto ponto de fusão e é de difícil manuseio, mas tem a melhor resistência à temperatura e a choques térmicos, além de um alto grau de transparência (LEFTERI, 2014). É mais utilizado pela indústria na fabricação de envelopes para lâmpadas de alta temperatura.

O vidro de cal de soda, ou vidro comum, responsável por 90% da produção total de vidros (LESKO, 2012), possui cerca de 13-17% de Na_2O (óxido de sódio), 5-10% CaO (óxido de cálcio) e 70-75% SiO_2 . Este vidro é barato, de fácil manuseio e tem baixo ponto de fusão, geralmente límpido e de fácil planificação, usado em janelas, garrafas, recipientes e (ASHBY; JOHNSON, 2011; LEFTERI, 2014). Contudo, o vidro de cal de soda não possui resistência a mudanças térmicas bruscas, a altas temperaturas e a produtos químicos.

Substituindo quase totalmente a cal (CaO) por B_2O_3 (trióxido de boro) tem-se o borossilicato, sendo o primeiro tipo de vidro resistente a choque térmico e altas temperaturas, desenvolvido sob a marca Pyrex, em 1912 (LESKO, 2012). O borossilicato tem ponto de fusão maior que o de cal de soda, sendo mais difícil de ser trabalhado, com coeficiente de dilatação mais baixo e alta resistência química. Apesar do baixo custo de produção, porém é um pouco mais caro comparado aos outros tipos (LEFTERI, 2014). Utilizado em vidraria de laboratório, vidraria para fornos, faróis dianteiros, indicadores de nível, isolantes térmicos, miras, vedação metal/vidro, espelhos de telescópio e tubulação.

Já o vidro chumbo-alcálico, ou plumbado, possui a adição de cerca de 30% de PbO (óxido de chumbo), sendo caracterizado pelo alto índice de refração (ASHBY; JOHNSON, 2011; LEFTERI, 2014). Essa propriedade de brilho e translucidez contribuiu para sua popularização como cristal, ainda que sua estrutura cristalina seja de material amorfo (LESKO, 2012). O material possui baixa resistência a choques térmicos e altas temperaturas, baixa rigidez e possui um custo mais alto, contudo permite mais facilmente a utilização de gravações e processos de fabricação, de um modo geral, sendo aplicado desde cristais, tubos de termômetros e peças artísticas (LEFTERI, 2014). Além disso devido à sua composição o chumbo-alcálico permite ser aplicado em ambientes de proteção à radiação (LESKO, 2012).

Para este trabalho optou-se por utilizar o vidro cal de soda, por ser o mais comum dentre

as variações exemplificadas anteriormente, e por existir em maior abundância, tanto em lixos domésticos como em Centros de Triagem e Reciclagem. Outro ponto favorável é o relativo menor ponto de fusão deste material, uma que os métodos pretendidos para a realização desta pesquisa são voltados a processos artesanais e industriais simples, sendo os mesmos utilizados na fabricação de joias. Com o objetivo de descobrir-se o melhor método para a fusão uniforme de cores distintas de pedaços de garrafas de vidro, para posterior fabricação de peças joalheiras com o acrescento de ligas de prata, determinados testes foram realizados. Todas as garrafas de vidro foram higienizadas previamente para a realização dos mesmos.

3.2 Primeiro Teste

Para a execução do primeiro teste (Figura 2), por segurança, as garrafas de vidro foram envolvidas em uma camada de papel e de filme polimérico (Figura 2 A), quebrando-as gentilmente com a utilização de um martelo (Figura 2 B). Na figura 2 C são exemplificados os diferentes tamanhos de vidro obtidos no processo.

Figura 2 – Processo de preparação das garrafas descartadas: (A) envolvimento das garrafas; (B) quebra do material e (C) visualização dos pedaços quebrados de vidro em diversos tamanhos.

Fonte: Autores (2018).

Em seguida, como visto na Figura 3, foram selecionados três pedaços de vidro, sendo dois transparentes e um na tonalidade verde (Figura 3 A). Com o objetivo de passar os materiais por um processo de fusão, as peças foram introduzidas em um Forno Mufla, da marca Zezimaq. O equipamento pode alcançar temperaturas de até 1.200°C, sendo utilizado para a calcinação do

gesso na fundição de peças joalheiras. No interior do forno, os materiais foram alocados de maneira que o vidro na tonalidade verde ficasse posicionado dentre os incolores (Figura 3 B).

Figura 3 - Primeiro teste de processo de fundição de vidro: (A) seleção de partes do material; (B) posicionamento dos materiais no forno e (C) configuração das temperaturas do forno

Fonte: Autores (2018).

Com a alocação dos vidros, partiu-se para o aquecimento do forno, com o intuito das tonalidades dos vidros mesclarem-se com a fusão. Ao atingirem 560°C os vidros tendem a amolecer e, com 1.250°C, fundem-se completamente (LEFTERI, 2014; LESKO, 2012). Com isto, configurou-se o forno (Figura 3 C) para aquecer até a temperatura de 260°C, que durou em torno de 12 minutos. Após a temperatura foi gradativamente aumentada de 120°C em 120°C, com intervalos de 15 minutos. O forno foi aquecido até uma temperatura máxima de 850°C e assim mantida por aproximadamente 12 minutos. Depois a temperatura foi sendo diminuída gradualmente até a temperatura ambiente, em um processo natural que durou aproximadamente 24 horas. Desta forma, buscou-se minimizar eventuais fraturas causadas por choque térmico.

3.3 Segundo Teste

O segundo teste é apresentado na Figura 4, onde foram também selecionados três pedaços de vidro, com tonalidades idênticas às do primeiro teste, contudo utilizando-se outro tipo de forno, denominado de Forno de Mini Fundição (Figura 4 A). Como este é utilizado para a fundição de joias, havia no recipiente de fusão uma camada de resíduo de metal em seu interior (Figura 4 B). Mesmo assim, o teste foi prosseguido para averiguar como se comportaria este resíduo de metal com a fusão dos vidros. Os pedaços de vidro foram acoplados dentro deste recipiente e alocados no forno, como podemos visualizar na Figura 4 C. Para este experimento, o forno foi aquecido seguindo os mesmos parâmetros utilizados no primeiro teste, com o forno Mufla, entretanto, o tempo de espera para o material chegar a temperatura ambiente duplicou, com aproximadamente 48h.

Figura 4 – Processo com forno de mini fundição: (A) separação dos vidros e preparação do forno, (B) camada de resíduo de metal no fundo do recipiente e (C) detalhe, seta branca, dos pedaços de vidro acoplados para a fusão.

Fonte: Autores (2018).

3.4 Terceiro Teste

Para a realização deste teste optou-se pela utilização de um maçarico de bancada, de uso voltado para soldagem e aquecimento de metais, onde o processo pode ser acompanhado na Figura 5. Desta vez, tentou-se introduzir um novo elemento à composição: uma pequena chapa de cobre entre os pedaços de vidro (Figura 5 A). Primeiramente, aqueceu-se um pedaço de vidro transparente (Figura 5 B), e foi adicionado um pequeno pedaço do metal em formato triangular. Após alguns minutos, foi adicionado o segundo fragmento de vidro (Figura 5 C), formando uma composição de materiais intercalados.

Figura 5 – Processo com maçarico de bancada: (A) pedaços de vidro transparente e chapa de cobre, (B) aquecimento de um pedaço de vidro e adição do cobre e (C) adição de todos os elementos formando uma composição intercalada.

Fonte: Autores (2018).

3.5 Quarto Teste

Para o quarto teste optou-se em continuar o mesmo método de fusão utilizado anteriormente. Entretanto, uma nova tonalidade azulada de garrafa de vidro foi inserida aos testes (Figura 6), os procedimentos de quebra já utilizados foram seguidos (Figura 6 A). Com as garrafas em pedaços, fez-se a seleção de uma peça azul e uma transparente (Figura 6 B), e ambas foram alocadas em uma posição intercalada para aquecimento com o maçarico (Figura 6 C).

Figura 6 - Fusão de vidro azul: (A) garrafa sendo quebrada com o auxílio de um martelo, (B) coleta de pedaços de vidro azul com auxílio de pinça e (C) fusão do material com o maçarico.

Fonte: Autores (2018).

3.6 Processo de Fabricação da Joia

Com os testes executados com as garrafas de vidro, optou-se pela escolha de uma peça de vidro dos resultados obtidos para criação de um pingente. Desse modo, a mesma foi utilizada como substituição de uma possível gema. Assim, foi desenvolvida uma forma para melhor acoplá-la, seguindo um método tradicional de cravação de uma gema.

Para o processo de fabricação do pingente, uma liga metálica de prata (Ag 950) foi fundida com o auxílio de um maçarico de oxiacetileno (Figura 7 A) sendo, na sequência, vertida em uma lingoteira em formato de chapa para posterior formado do pingente. Após o resfriamento do lingote fundido, passou-se para a laminação da peça em chapa. O processo foi seguido até chegar a uma espessura de chapa de aproximadamente 1,5 mm, adequada para se obter uma certa estabilidade na fixação da peça de vidro.

Com a laminação da chapa finalizada, utilizou-se um arco de serra para a recorte do formato desenvolvido para o pingente (Figura 7 B). Após o corte, a peça foi limada e suavizada com lixas de diversas granulometrias (Figura 7 C). Em seguida, a chapa foi conformada para a cravação do vidro, com o auxílio de alicates e, após a fixação da peça fabricada de vidro, foi

seguido um novo processo de acabamento para a finalização (Figura 7 D, E e F).

Figura 7 - Processo de fabricação da joia em prata: (A) fundição do metal, (B) serragem com arco de serra, (C) peça serrada, (D) e (E) conformação com auxílio de alicates e (F) acabamento a peça.

Fonte: Autores (2018).

4 Resultados e Discussões

Com a utilização de métodos não convencionais para a manipulação de vidros, como os utilizados na fabricação de joias, foi possível criar novas possibilidades para a joalheria contemporânea. Do mesmo modo, foi possível propor a adoção de materiais inusitados e sem grande interesse comercial, como os vidros provenientes de descarte doméstico, a serem aplicados como gemas. De um modo geral, os testes realizados alcançaram resultados diferenciados, como detalhado a seguir, além de construtivos para melhorar a reprodução em testes futuros.

No primeiro teste executado, através da introdução dos pedaços de vidro em um forno Mufla com temperatura controlada, obteve-se um resultado satisfatório, com uma peça uniforme e com a mesclagem de todas as tonalidades dos vidros. O objetivo foi cumprido sem abaloamento ou ranhuras entre o vidro colorido e os transparentes. Do mesmo modo, não foram observadas

trincas e as camadas de vidro permaneceram inteiras, durante e após o processo (Figura 8 A). Todavia, deve-se ressaltar que o método levou um grande período de tempo, considerando os processos de fundição e resfriamento.

Figura 8 – Resultado dos testes de reciclagem de vidro: (A) primeiro teste, (B) segundo teste, (C) terceiro teste e (D) quarto teste.

Fonte: Autores (2018).

Já no segundo teste, a face da peça que estava em contato com o metal do fundo do recipiente do forno armazenou pequenos defeitos com aspectos de bolhas, contribuindo para uma aparência diferenciada e atrativa (Figura 8 B). Contudo, mesmo com um maior tempo total de execução do processo, este teste mostrou-se com o melhor resultado. O terceiro teste com a inserção de uma pequena chapa metálica de cobre, apresentado na Figura 8 C, não obteve um resultado satisfatório devido à quebra da peça. Isto ocorreu provavelmente devido a dois fatores. O primeiro quanto ao resfriamento ser em temperatura ambiente ao invés de um ambiente controlado, como nos testes 1 e 2, levando a um resfriamento mais súbito. O segundo fator é devido às diferenças de propriedades termofísicas, como condutividade e dilatação térmicas, de materiais distintos, como no caso do vidro e do cobre. Para o último teste (Figura 8 D), o resultado mostrou-se regular com os pedaços de vidro na tonalidade azul mesclando-se, mas não se derretendo por completo. Já em termos estéticos, este derretimento incompleto das partes levou a um diferencial na peça. Entretanto, as partes poderiam quebrar-se mais facilmente durante o uso por não estarem derretidas totalmente.

Com os resultados obtidos e analisados, foi escolhida a peça do segundo teste para a

execução da joia. Na Figura 9 visualiza-se a peça final fabricada em uma simulação de uso (Figura 9 A), e em uma ambientação relacionada à natureza, em virtude da relação do conceito do projeto com aspectos de sustentabilidade e a reciclagem de materiais (Figura 9 B).

Figura 9 - Resultado da peça final: exemplo de como a joia pode ser utilizada (A) e resultado final da peça pura, sem corrente (B).

Fonte: Autores (2018).

5 Considerações Finais

Os testes realizados com o vidro oriundo do descarte foram considerados válidos, uma vez que os torna possível de inserir no desenvolvimento de joias e até produtos diversos. A reciclagem de materiais com pouco valor no mercado atual torna-se uma boa estratégia para projetos sustentáveis e diferenciados. Além de auxiliar na diminuição de resíduos estocados, a utilização destes materiais via processos criativos inovadores, possibilita renda adicional para as famílias trabalhadoras de Centros de Triagem, uma vez que este tipo de material encontra-se sem interesse econômico. Desse modo, tem-se que o designer possui um papel fundamental tanto na seleção de materiais utilizados quanto no processo de criação e desenvolvimento de seus produtos, necessitando estar cada vez mais atento a questões de reciclabilidade.

Esta pesquisa possibilitou o contato com processos artesanais e industriais utilizados no meio joalheiro para o uso em outros materiais, como a de fusão de materiais vítreos. Com este manuseio, percebe-se os limites de temperatura dos equipamentos, e de resistências dos materiais durante o processo. Como sugestão para trabalhos futuros, utilizando a temática do projeto de pesquisa a qual este trabalho pertence, destaca-se a realização de novos testes e análises com os procedimentos satisfatórios, incluindo novos formatos e sobreposições de tonalidades de vidros.

Agradecimentos

À Cooperativa dos Recicladores de Dois Irmãos/RS.

Referências

- ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. **Materiais e design : arte e ciência na seleção de materiais em projeto de produto**. 2ª ed. Rio de Janeiro: CAMPUS, 2011.
- CAMARGO, K. R.; CIDADE, M. K. **Tecnologia Laser Aplicada ao Desenvolvimento de Joias com Reutilização da Borracha EPDM**. In: 6º Fórum Internacional Ecoinovar. **Anais...** Santa Maria: 2017
- CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Vidro**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>>. Acesso em: 21 mar. 2018.
- CIDADE, M. K. **Caracterização e padronização do processo de gravação a laser em ágata aplicado ao design de joias**. 2012. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Porto Alegre, 2012.
- CIDADE, M. K. *et al.* Método para determinação de parâmetros de gravação e corte a laser CO₂ com aplicação na joalheria contemporânea. **Design & Tecnologia**, v. 12, p. 54–64, 2016.
- CIDADE, M. K. *et al.* Investigation of the thermal microstructural effects of CO₂ laser engraving on agate via X-ray microtomography. **Optics & Laser Technology**, v. 104, p. 56–64, ago. 2018.
- CIDADE, M. K.; PALOMBINI, F. L.; KINDLEIN JÚNIOR, W. Biônica como processo criativo : microestrutura do bambu como metáfora gráfica no design de joias contemporâneas. **Educação Gráfica (Online)**, v. 19, n. 1, p. 91–103, 2015.
- GOLA, E. **A joia : história e design**. 2ª ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2013.
- INFOJOIA. **InfoJoia**. Disponível em: <<http://novo.infojoia.com.br/>>. Acesso em: 26 mar. 2018.
- KULA, D.; TERNAUX, É. **Materiologia : o guia criativo de materiais e tecnologias**. São Paulo: Senac São Paulo, 2012.
- LEFTERI, C. **Materials for design**. London: Laurence King Publishing, 2014.
- LESKO, J. **Design industrial : guia de materiais e fabricação**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2012.
- MERCALDI, M. A.; MOURA, M. Definições da joia contemporânea. **ModaPalavra**, v. 10, n. 19, p. 054–067, 16 dez. 2017.
- MICHAELIS. **Adorno**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em: 21 mar. 2018.
- PALOMBINI, F. L. **Design de equipamento híbrido para o reprocessamento de resíduos poliméricos : aglutinador e moinho de facas**. 2015. 256 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- PALOMBINI, F. L.; CIDADE, M. K.; DE JACQUES, J. J. How sustainable is organic packaging? A design method for recyclability assessment via a social perspective: A case study of Porto Alegre city (Brazil). **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 2593–2605, jan. 2017.
- SANTOS, R. **Joias - fundamentos, processos e técnicas**. São Paulo: SENAC, 2013.
- VEZZOLI, C. A.; MANZINI, E. **Design for Environmental Sustainability**. London: Springer, 2008.