

DESENVOLVIMENTO DE JOIA MEDIANTE A RECICLAGEM DE VIDROS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO MULTIDISCIPLINARES

JEWELRY DEVELOPMENT THROUGH GLASS RECYCLING AND MULTIDISCIPLINARY MANUFACTURING PROCESSES

Maria Eduarda Simon Mostardeiro¹

Ana Lúcia Oderich¹

Mariana Kuhl Cidade^{1*}

*Autora para correspondência: mariana.cidade@ufsm.br

Resumo: O *designer* é essencial hoje em dia em novas formas de projetar, sendo responsável pela criação de produtos que contribuam com o meio ambiente e não só usando matérias-primas virgens, mas sim considerando questões ambientais, como gastos energéticos e logísticos, reutilização e reciclagem dos materiais incorporados aos projetos. Com o objetivo de projetar um produto com materiais reciclados, este artigo empregou métodos distintos e de diferentes áreas para a reciclagem do vidro e para a fabricação de um pingente. Foram feitos testes para fusão do vidro, chegando-se a uma peça diferenciada por meio do vidro e da prata.

Palavras-chave: reciclagem; vidro; joalheria.

Abstract: The designer is essential nowadays in new ways of projecting, being responsible for the creation of products that contribute to the environment and not only using virgin raw materials, but considering environmental issues, such as energy, logistics, reuse and recycling of materials incorporated into projects. Aiming to design a product with recycled materials, this paper used different methods from separate areas for the recycling of glass and for the manufacture of a pendant. Tests were done for the glass melting, up to a distinguished jewelry piece through glass and silver.

Keywords: recycling; glass; jewelry.

INTRODUÇÃO

Hoje em dia, um tema largamente discutido é a sustentabilidade, já que o consumo está cada vez maior e mais incentivado e os recursos naturais são explorados de forma irresponsável. Cavalcante *et al.* (2012) ressaltam que a sustentabilidade atua na preservação ambiental, da cultura e da dignidade social das gerações, fazendo surgir, assim, o termo *desenvolvimento sustentável*, que se compromete em traçar essas estratégias e meios para alcançar a prosperidade da população sem causar danos irreparáveis ao planeta. Os autores defendem ainda que, por meio dos pilares do desenvolvimento sustentável ambiental, social e econômico, devem ser feitas mudanças culturais para que se alcance a qualidade de vida almejada pela população (CAVALCANTE *et al.*, 2012).

Segundo Manzini e Vezzoli (2008), responder a uma agenda de sustentabilidade que trata de recursos, políticas de gestão, energia, preocupações sociais, planejamento, economia, impactos ambientais, práticas de construção, entre outros levou instituições a reconsiderar seus processos básicos, com novas e criativas soluções para a resolução de problemas.

Dessa forma, o *designer* tem função essencial nessa mudança, pois pode atuar na escolha de materiais e na mudança de ciclo de vida dos produtos. Como afirmado por Manzini e Vezzoli (2008, p. 24), “o papel do *design* industrial pode ser sintetizado como a atividade que, ligando o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário, faz nascer novas propostas que sejam social e culturalmente apreciáveis”.

Ressaltando a ligação entre ecologia e *design*, salienta-se que o *ecodesign* estabelece uma nova maneira de criar que considera todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou serviço (CAVALCANTE *et al.*, 2012). Observa-se ainda, conforme Palombini (2015), que, para se criar uma sociedade sustentável, os recursos como matéria-prima não são suficientes. O autor ainda defende que o *designer* precisa pensar em todas as etapas do processo criativo, não só na utilização de matérias-primas, mas considerar os recursos transformadores, a energia, os termos de logística, a reutilização e a reciclagem dos resíduos (PALOMBINI, 2015).

Para Manzini e Vezzoli (2008), a reciclagem é muito relevante em projetos que levam em conta o baixo impacto ambiental e o fim de vida dos materiais presentes nos produtos. Ainda, segundo os autores, ela carrega uma vantagem ambiental dupla: primeiramente, evitando o impacto ambiental proveniente do despejo dos materiais no meio ambiente; e em segundo lugar, o impacto dos processos de produção de um material virgem (MANZINI; VEZZOLI, 2008).

Pensando em prolongar a vida útil de um material, este projeto foi desenvolvido com base na reciclagem de um produto, o vidro. A reciclagem ocorre com a transformação dos resíduos sólidos, alterando suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, objetivando sua transformação em novos resíduos ou produtos (BRASIL, 2010). Ainda, dá-se a reciclagem quando os materiais são reprocessados e transformados em matéria-prima secundária e, portanto, utilizados para fabricar novos produtos industriais (MANZINI; VEZZOLI, 2008).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Vidro (ABIVIDRO, 2018), a reciclagem do vidro resulta na mesma quantidade inicial do material, o qual é totalmente reciclado, ou seja, perda zero, sem poluição para o meio ambiente, poupando ainda matérias-primas naturais como a areia. Além disso, é um material que pode ser infinitamente reciclado (BRASIL, 2018).

Apesar de tamanha vantagem, o Brasil produz em média 980 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, usando apenas cerca de 45% de matéria-prima reciclada na forma de cacos (CEMPRE, 2018), tornando a baixa reciclabilidade um problema ambiental. Entre os motivos, estão a carência de iniciativas de utilização, por parte do setor empresarial do país (ABIVIDRO, 2018), e o baixo valor comercial do rejeito de vidro, causando desvantagem nas vendas para os centros de triagem de resíduos sólidos urbanos em todo o Brasil.

Desse modo, visando achar soluções criativas para o destino desse material, neste artigo foi feita a reciclagem do vidro por meio de processos de fabricação multidisciplinares envolvendo duas áreas distintas, para posterior aplicação em uma joia.

JOALHERIA COM MATERIAIS INUSITADOS

Desde o início da história das civilizações, a joia está presente na vida das pessoas, tendo papéis diferentes de acordo com a época e a cultura da sociedade. Gola (2013) define a joia como adorno e constata que foi a necessidade do homem de usar adornos, já que possui poucos atributos em relação a outras espécies, que o levou a utilizar os aviamentos. A autora acrescenta que nesses aviamentos estão incluídos os objetos feitos com a técnica de ourivesaria como uma das mais antigas formas de arte (GOLA, 2013).

Na contemporaneidade, a joalheria é definida pela imensa possibilidade de conceitos, formas e materiais, com foco não mais na exibição de luxo e/ou no uso de materiais nobres, mas na inovação, ligando-se muito às tendências da atualidade, ao mercado da moda e do *design* (CIDADE *et al.*, 2016). Os autores acrescentam ainda que há grande utilização de materiais inusitados aliados a metais nobres, mas também o emprego desses materiais unicamente, com alto nível de acabamento e refinamento, compondo uma joia (CIDADE *et al.*, 2016).

Esses conceitos, formas e materiais diferenciados na joalheria tiveram seu início com vários movimentos, um deles o *arts and crafts*, criado na segunda metade do século XIX, que reconhecia e incentivava a arte e o trabalho artesanal (FAVARO, 2013). Para Denis (2000), esse movimento mostrou o poder do *design* de transformar a sociedade, acarretando mudanças nos padrões de gosto e de consumo, que podem levar a alterações sociais mais profundas. O autor ainda acrescenta que a atribuição de valores morais à estética passou a ser uma das características da arte, da arquitetura e do *design* no século XX (DENIS, 2000). Posteriormente, esse movimento acabou influenciando o *art nouveau*, que teve René Lalique como seu representante mais notável na joalheria: suas peças eram inspiradas na fauna e na flora e inovadoras na utilização de materiais não clássicos da joalheria, como vidro, marfim, ossos etc. (FAVARO, 2013; GOLA, 2013).

A partir de então, o conceito de joia foi modificado. Ela não é mais apenas caracterizada como algo nobre, com o uso de gemas, diamantes, ouro, platina, entre outros, mas sim como algo criativo, mediante diferentes processos e materiais inusitados e constante inovação, como nos exemplos apresentados na Figura 1.

Nas Figuras 1A, 1B e 1C estão adornos da artista Malgosia Kalinska, que utiliza sacolas plásticas recortadas e/ou moldadas a quente. Materiais ambientalmente problemáticos são um dos focos da artista, a qual em suas peças usa somente esses materiais ou estes acrescidos de metal.

Já na Figura 1D, pode-se visualizar um anel em ouro e polietileno tereftalato (PET) moldado a quente pela joalheira Junia Machado. Outro exemplo de joias com materiais inusitados é o pingente de prata e borracha de câmara de pneu de bicicleta com texturas de linhas gravadas a laser, do designer Kevyann Rodrigues Camargo (Figura 1E). Já a Figura 1F mostra um pingente produzido pela designer Mana Bernardes feito com garrafa PET em formato de lantejoulas e ouro.

Figura 1 – Joias produzidas com diferentes materiais: (A) colar com sacolas plásticas e suporte de prata; (B) bracelete de sacolas plásticas; (C) colar de sacolas plásticas conformado; (D) anel em ouro com polietileno tereftalato (PET) moldado; (E) pingente em prata e borracha de câmara de pneu de bicicleta cortado e gravado a *laser*; (F) pingente em ouro e PET



Fonte: KALINSKA (2019); MACHADO (2019); CAMARGO *et al.* (2018); BERNARDES (2019)

MATERIAIS E MÉTODOS APLICADOS

Vidro

Segundo Manzini e Vezzoli (2008), as características dos materiais quando reciclados variam dependendo do seu grau de pureza ou limpeza, e por isso a sua escolha não pode ser feita apenas sob análise ecológica, mas também por suas características quanto ao seu valor no mercado quando reciclado. Além disso, os autores acrescentam que escolher materiais facilmente recicláveis significa saber como eles serão reutilizados no futuro (MANZINI; VEZZOLI, 2008). Dessa forma, para este artigo, analisaram-se o vidro como material a ser reciclado, suas características e classificações.

O vidro é um material sólido amorfo transparente, duro, frágil, tem excelente resistência ao tempo e à maioria dos produtos químicos (ASHBY; JOHNSON, 2011). Sua composição é sílica, óxido de cálcio e carbonato de sódio, e sua classificação, em três tipos básicos: vidros comuns, vidros resistentes a choques térmicos e vidros de sílica (LESKO, 2012).

Os vidros comuns fundem-se a temperaturas relativamente baixas e dividem-se em vidro de cal de soda e vidro chumbo alcalino. O vidro de cal de soda é composto de 13–17% de Na₂O (a soda), 5–10% de CaO (a cal) e 70–75% de SiO₂ (o vidro), tem baixo ponto de fusão, em torno de 1.500°C (LEFTERI, 2014), é fácil de soprar e moldar e relativamente barato no mercado (ASHBY; JOHNSON, 2011). É utilizado usualmente em janelas, copos, tubulações e garrafas. Conforme Lesko (2012), esse tipo representa 90% da produção total de vidro e não apresenta resistência a altas temperaturas, mudanças bruscas de temperatura e produtos químicos. Já o vidro chumbo alcalino contém monóxido de chumbo, usado para cristais de chumbo, tendo

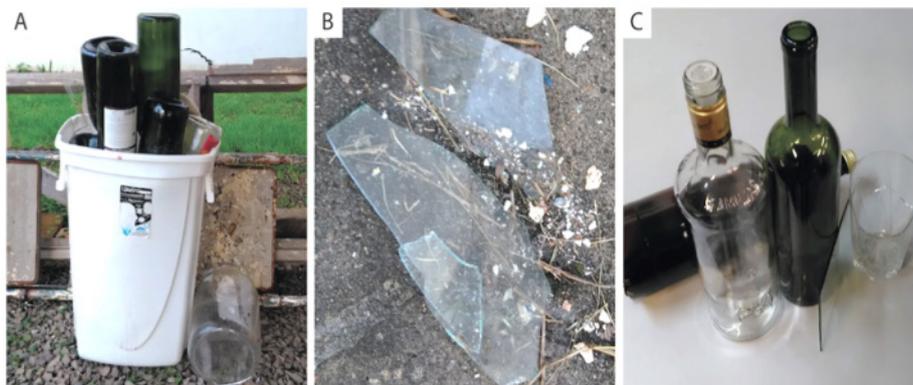
o nome de cristal por causa do seu alto índice de refração (LESKO, 2012). Apresenta pouca resistência a altas temperaturas e ao choque térmico, tem melhor isolamento elétrico que o vidro tipo cal de soda e de borossilicato e é usado para lentes, prismas ópticos e na proteção de radiação atômica (LESKO, 2012).

Os vidros resistentes a choque térmico fundem-se a temperaturas relativamente altas e denominam-se de vidro de borossilicato e aluminossilicato (LEFTERI, 2014). O vidro de borossilicato é formado “quando grande parte de cal no vidro de cal de soda é substituída por bórax, B_2O_3 ” (ASHBY; JOHNSON, 2011, p. 254). Conhecido pela marca Pirex[®], tem resistência a altas temperaturas e agentes químicos, além de resistência a choques térmicos (KULA; TERNAUX, 2012), o que permite ser usado em vidros de laboratório, vidros para fornos e tubulações. Já o vidro de aluminossilicato apresenta maior custo que o anterior, assim como maior complexidade de fabricação, sendo usado em aplicações de alta *performance*, como termômetros de altas temperaturas, janelas de veículos espaciais e resistores em circuitos elétricos (LESKO, 2012).

Conforme Lesko (2012), os vidros de sílica fundem-se a altas temperaturas e são de dois tipos, vidro de 96% de sílica e sílica fundida. Ainda conforme o autor, o primeiro é um tipo de vidro de borossilicato que tem grande resistência ao calor, pode ser conformado mais rapidamente e moldado em maior variedade de formas do que a sílica fundida. É utilizado na fabricação de janelas de naves espaciais, como revestimento termorresistente para a superfície externa de ônibus espaciais, utensílios de laboratório e envelopes para lâmpadas de alta temperatura (LESKO, 2012; ASHBY; JOHNSON, 2011). Já o vidro de sílica fundida apresenta maior custo e é composto puramente de sílica (LESKO, 2012). Para Ashby e Johnson (2011, p. 254), “é difícil de ser trabalhado, porém, mais do que qualquer outro vidro resiste à temperatura e ao choque térmico”.

Segundo Manzini e Vezzoli (2008), os vidros, por razões físico-químicas e seus muitos processos de tratamento, exibem ótimo resultado quando reciclados, bastante próximo das utilidades iniciais. Por essa razão, o presente artigo utilizou o vidro classificado como comum, de vidro de cal de soda (Figura 2), com o intuito de fundi-lo em um molde cerâmico, a fim de, assim, proporcionar ao material um novo formato e um novo uso. Para isso, foram recolhidos vários rejeitos de vidro em lixos domésticos (Figura 2A) e depositados em ambientes públicos (Figura 2B). Após o recolhimento, todos os rejeitos foram higienizados e selecionados para melhor manuseio, como se pode visualizar na Figura 2C.

Figura 2 – Rejeitos recolhidos para a fabricação da joia: (A) vidros descartados no lixo; (B) vidros de janela quebrada encontrados em ambientes públicos; (C) amostras higienizadas e selecionadas

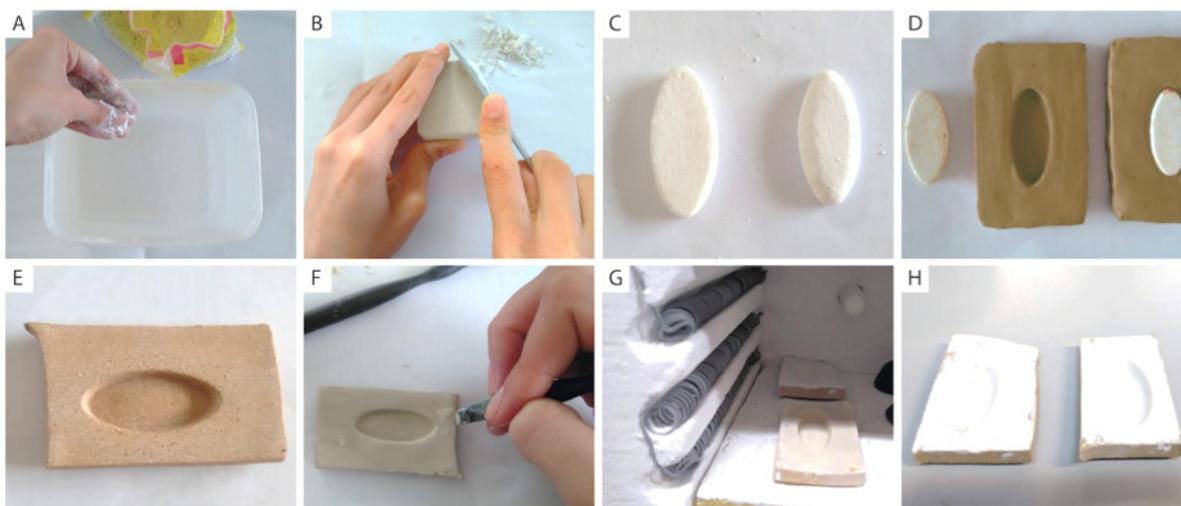


Fonte: primária (2019)

Fabricação de moldes

Para a fusão dos rejeitos de vidros recolhidos, fizeram-se necessárias a criação e a fabricação de um molde cerâmico para o posterior vertimento do material vítreo (Figura 3). Para isso, primeiramente, misturou-se gesso em pó com água (Figura 3A), para a formação de um bloco de gesso (Figura 3B). Este, por sua vez, foi esculpido de modo a se obter duas peças com o formato elíptico, porém com pequena variação de tamanho (Figura 3C). Esse formato foi criado pensando na possível semelhança com uma gema, já que o produto final vai ser uma joia. Em seguida, as duas peças elípticas esculpidas foram usadas para a confecção de duas formas de argila, em que o formato das peças foi utilizado em baixo-relevo (Figura 3D). As formas de argila foram queimadas em um forno elétrico de Mufla, localizado no Laboratório de Cerâmica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (Figura 3E), revestidas de caulim (Figura 3F) e, em seguida, queimadas mais uma vez (Figura 3G). Recorreu-se ao caulim nessa etapa, misturado com água e posteriormente puro na etapa de testes, ambas as vezes com a função de facilitar a retirada do vidro depois de sua fusão. Após seu resfriamento, as formas ficaram prontas para os testes de fusão do vidro, tornando-se moldes cerâmicos (Figura 3H).

Figura 3 – Processo de fabricação do molde cerâmico: (A) gesso sendo misturado com água; (B) bloco de gesso sendo esculpido; (C) peças elípticas esculpidas; (D) confecção das formas de argilas; (E) forma de argila depois de queimada; (F) caulim sendo passado na peça; (G) formas no forno para serem queimadas novamente; (H) moldes prontos para os testes



Fonte: primária (2019)

Testes aplicados

Após a fabricação do molde cerâmico, partiu-se para a execução dos testes de fusão do vidro comum. Para isso, os rejeitos de vidro foram quebrados em pequenos pedaços, a fim de se obter uniformidade para a fusão (Figura 4). Nesse processo, os vidros foram acomodados em papelão e sacolas plásticas para serem martelados (Figura 4A), para posterior seleção (Figura 4B) e separação em recipientes conforme as suas tonalidades (Figura 4C).

Figura 4 – Processo de quebra do vidro: (A) amostras sendo quebradas com martelo; (B) rejeitos de vidro selecionados; (C) separação dos rejeitos de vidro em diferentes cores, prontos para utilização



Fonte: primária (2019)

Com os rejeitos prontos para utilização, partiu-se para os testes. No primeiro teste (Figura 5), uma camada bem fina de caulim foi pulverizada manualmente no molde (Figura 5A). Em seguida, separaram-se rejeitos do vidro com dimensões menores, que foram acoplados delicadamente até preencher o interior do molde, ficando rentes à sua superfície (Figura 5B). A fusão do vidro foi executada com a ajuda de um forno Mufla da marca Zezimaq®, utilizado com frequência em peças joalheiras (Figura 5C). Para a aplicação dos métodos de fusão do vidro e posterior fabricação da joia, foram usados os equipamentos localizados no Laboratório de Joalheria da UFSM.

Para limitar a temperatura de fusão empregada, utilizaram-se como base o artigo de Blaya (2018) e dados de referenciais científicos. Com isso, viu-se que o ponto de partida para a temperatura para o início dos testes aqui realizados era de 260°C, mantidos durante 12 minutos (BLAYA, 2018). Em seguida, aumentou-se a temperatura gradativamente de 120 em 120°C, com intervalos de 15 minutos, até atingir a temperatura máxima do forno, em torno de 850°C, e as peças foram mantidas nessa temperatura por 12 minutos (BLAYA, 2018). Depois, diminuiu-se a temperatura aos poucos até atingir a temperatura ambiente, num processo natural que levou cerca de 40 minutos.

Figura 5 – Primeiro teste: (A) moldes pulverizados com um pouco de caulim; (B) pedaços de vidro acoplados no molde; (C) moldes com os rejeitos de vidro colocados no forno



Fonte: primária (2019)

Com a finalização do primeiro teste, optou-se por testar e analisar um novo método de posicionamento dos rejeitos de vidro no interior do molde, para a verificação do comportamento do vidro após a fusão. Para isso, aplicaram-se um segundo e um terceiro teste (Figura 6), em que foi utilizada uma camada mais espessa de caulim, para que o vidro depois do processo de fusão se separasse com maior facilidade do molde.

Figura 6 – Segundo e terceiro testes: (A) formas com uma camada espessa de caulim e pedacinhos bem pequenos de vidro na base; (B) colocação de pedacinhos de vidro ultrapassando a altura da forma no segundo teste; (C) formas levadas ao forno no terceiro teste



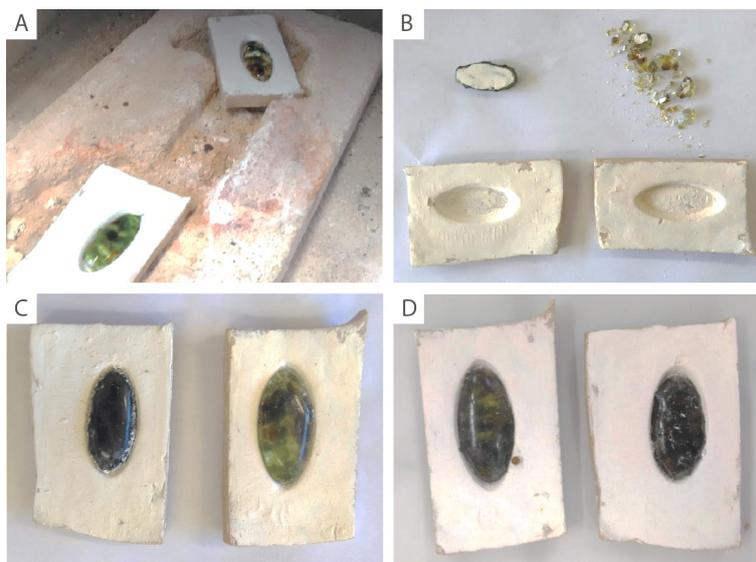
Fonte: primária (2019)

O preenchimento do molde foi feito com uma base de rejeitos bem pequenos de vidro na parte de baixo, como visto na Figura 6A, e colocaram-se pedaços um pouco maiores mais acima da superfície, encaixando-os até a máxima altura possível de forma que não caíssem do molde, como mostrado na Figura 6B. Após serem preenchidos, os moldes foram levados ao forno, como na Figura 6C, e repetiram-se as mesmas temperaturas do primeiro teste. A diferença entre o segundo e o terceiro teste foi somente a variação dos tamanhos e das cores dos rejeitos de vidro escolhidos para o preenchimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado, obtiveram-se peças diferenciadas (Figura 7). No primeiro teste executado (Figura 7A), as peças de vidro resultantes ficaram satisfatórias em relação à sua aparência, com os tons de vidro mesclados de forma atrativa. Porém, após sua fusão, o vidro deixou de preencher o molde, ficando menor e sem formato definido. Teve-se ainda dificuldade para separar as peças de vidro do molde, resultando na quebra de uma das amostras (Figura 7B).

Figura 7 – Resultado dos testes: (A) primeiro teste quando pronto no forno; (B) peças separadas do molde; (C) segundo teste; (D) terceiro teste.



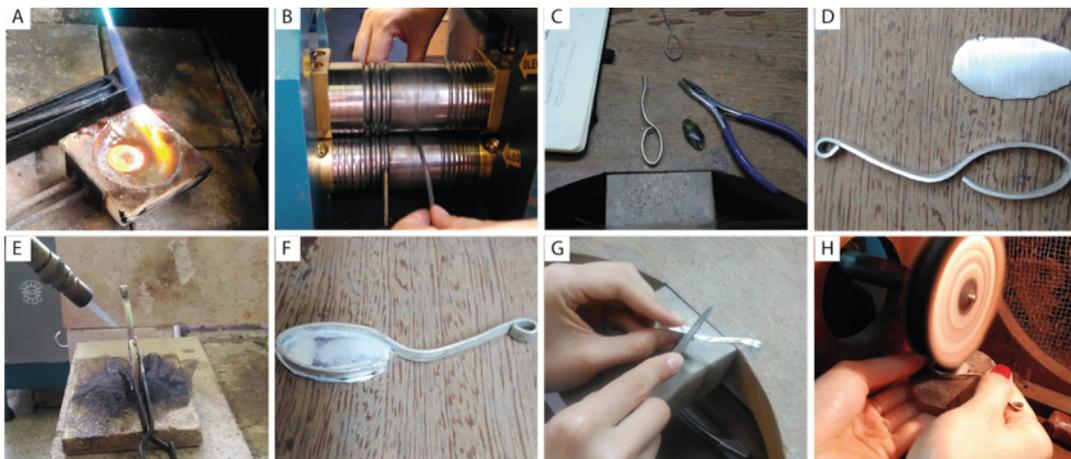
Fonte: primária (2019)

No segundo e no terceiro teste, que tiveram posicionamento dos rejeitos de vidro no molde de forma diferenciada e nos quais foi utilizada uma camada mais espessa de caulim, o formato ficou como o desejado, preenchendo completamente o interior dos moldes. A retirada das peças de vidro dos moldes foi imediata e sem dificuldade. O segundo teste (Figura 7C) resultou num aspecto interessante como no primeiro. Já o terceiro (Figura 7D) ficou menos agradável esteticamente, apresentando algumas ranhuras em sua superfície.

Após as peças de vidro ficarem prontas, partiu-se para a confecção da joia. Nessa etapa, a criação do pingente foi direcionada para um formato que envolvesse o vidro reciclado, dando mais ênfase a este. Optou-se, então, por utilizar uma das peças de vidro do segundo teste, substituindo o que possivelmente seria uma gema.

Para a fabricação da parte metálica do pingente, como mostrado na Figura 8, foi usado um maçarico de oxiacetileno para a fundição de uma liga metálica (Figura 8A) de prata (Ag 950), que, em seguida, foi vertida numa lingoteira. Com a fundição do metal, obteve-se um lingote, o qual pode ser laminado no formato de fio ou de chapa. Primeiramente, optou-se por fabricar o formato de fio (Figura 8B), até que ficasse com espessura aproximada de 1,2 mm e comprimento de 140 mm.

Figura 8 – Processo de fabricação do pingente: (A) fundição da liga metálica; (B) laminação; (C) parte do pingente após uso do alicate; (D) partes do pingente prontas para formar a caixinha; (E e F) solda das partes do pingente; (G) acabamento com limas; (H) polimento.



Fonte: primária (2019)

Logo depois, utilizou-se um alicate para dar o formato curvilíneo a essa parte do pingente (Figura 8C). Outro lingote, no formato de chapa, foi laminado e serrado para a criação de uma base, que seria usada na formação de uma caixinha para a inserção da peça de vidro (Figura 8D). As duas partes foram soldadas (Figura 8E) formando uma caixinha (Figura 8F), e, na sequência, os excessos foram removidos com a ajuda primeiramente de um arco de serra e, em seguida, de uma lima (Figura 8G). Usou-se a lima também no restante da peça, sendo utilizadas do mesmo modo lixas de diferentes granulometrias. Em seguida, o pingente passou por um processo de polimento para dar o brilho final à peça (Figura 8H). Para finalizar, a peça de vidro resultante escolhida foi inserida e fixada na parte de prata.

Na Figura 9, pode-se verificar o pingente finalizado. Na Figura 9A, visualizam-se a peça por inteiro e um detalhe do vidro reciclado. Já na Figura 9B, é mostrada uma utilização dessa peça, e nas Figuras 9C e 9D se apresenta uma ambientação natural com o pingente.

Figura 9 – Pingente com vidro reciclado: (A) peça inteira e (A1) detalhe do vidro; (B) pingente em uso; (C e D) ambientações com a peça



Fonte: primária (2019)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pensando na responsabilidade que o *designer* tem de descobrir novas formas de produzir que sejam criativas e que colaborem com o meio ambiente, considera-se que este artigo apresentou uma contribuição vantajosa para tal fim. A reciclagem do vidro para uma peça de joalheria expôs uma solução válida e com resultados interessantes, prolongando a vida de rejeitos de vidro, que provavelmente não teriam reaproveitamento e/ou demorariam para serem vendidos, em virtude dos valores comerciais da atualidade.

Outro fator importante a ser levado em conta é a multidisciplinariedade entre as áreas de fabricação dessa joia. Utilizou-se para a produção dos moldes a área da cerâmica, e para a fusão do vidro e fabricação da peça metálica, a área da joalheria.

Ao longo da construção da pesquisa, novas descobertas foram ocorrendo, e, conseqüentemente, desafios solucionados, como, por exemplo, o primeiro teste de fusão do vidro, em que o formato da peça acabou ficando menor que o molde e se optou por refazer o teste para o seu aperfeiçoamento. Na peça satisfatória, do terceiro teste, observou-se que o modo como foram alocados os rejeitos de vidro proporcionou melhor resultado, com o preenchimento total do molde.

No cenário da joalheria da contemporaneidade, a quebra de modelos tradicionais, a inovação de processos de produção e o uso de materiais inusitados são características marcantes, o que fortalece o desenvolvimento de projetos de caráter sustentável.

REFERÊNCIAS

ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materiais e design**: arte e ciência da seleção de materiais no *design* de produto. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE VIDRO (ABIVIDRO). **Benefícios da reciclagem do vidro**. Abividro. Disponível em: <<https://www.abividro.org.br/reciclagem-abividro/beneficios-da-reciclagem-do-vidro>>. Acesso em: 24 out. 2018.

BERNARDES, M. **Joias com PET e ouro**. 2019. Disponível em: <<http://www.manabernardes.com.br/>>. Acesso em: 27 maio. 2019.

BLAYA, L. R. G. Desenvolvimento de joia a partir da reciclagem de garrafas de vidros. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 13., 2018. **Anais [...]**. 2018.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2 ago. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Como e por que separar o lixo?** Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/8521-como-e-porqu%C3%AA-separar-o-lixo.html>>. Acesso em: 24 out. 2018.

CAMARGO, K. R. *et al.* Joalheria contemporânea: aplicação de tecnologia *laser* CO₂ em borracha EPDM. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 13., 2018. **Anais [...]**. 2018.

CAVALCANTE, A. L. B. L. *et al.* *Design* para a sustentabilidade: um conceito interdisciplinar em construção. **Projética**, Londrina, v. 3, n. 1, 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.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE). **Vidro**. Cempre. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>>. Acesso em: 24 out. 2018.

DENIS, R. C. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

FAVARO, H. A. B. R. F. **Design de joias e pesquisa acadêmica: limites e sobreposições**. 287f. Tese (Doutorado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.

GOLA, E. **A joia: história e design**. São Paulo: Editora Senac, 2013.

KALINSKA, M. **Jewelry design: polymer and silver**. 2019. Disponível em: <<http://malgosiakalinska.com/jewellery.html>>. Acesso em: 27 maio. 2019.

KULA, D.; TERNAUX, E. **Materiologia: o guia criativo de materiais e tecnologias**. São Paulo: Editora Senac, 2012.

LEFTERI, C. **Materials for design**. Londres: Laurence King, 2014.

LESKO, J. **Design industrial: guia de materiais e fabricação**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2012.

MACHADO, J. **Joias com PET**. 2019. Disponível em: <<http://www.juniamachado.com.br/>>. Acesso em: 27 maio. 2019.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

PALOMBINI, F. L. **Design de equipamento híbrido para o reprocessamento de resíduos poliméricos: aglutinador e moinho de facas**. 256f. Graduação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.