

Desenvolvimento Colaborativo e Prototipagem de Peças de Joalheria de Maneira Remota no Contexto da Pandemia

Collaborative Development and Prototyping of Jewelry Pieces Remotely in the Context of the Pandemic

VIERO, Ivi Pivetta; Mestre; ESAD.CR - Politécnico de Leiria.

ivipivettaviero@gmail.com

GONÇALVES, Sérgio Gomes Pires; Especialista; ESAD.CR - Politécnico de Leiria.

sergio.goncalves@ipleiria.pt

Resumo

Em razão da pandemia causada pelo coronavírus e sua rápida dispersão, foram estabelecidas estratégias de prevenção e contenção de riscos, como o distanciamento social. Essa medida resultou em impactos no sistema educacional, e ocasionou a suspensão de atividades presenciais em instituições do mundo todo. Considerando esse cenário, professores e alunos buscaram estratégias para dar continuidade a suas atividades e manterem-se próximos, seguindo, na medida do possível, com o planejamento que precedeu a pandemia. Esse estudo contextualiza as práticas e os resultados atingidos por orientador e orientanda no contexto de um curso de Mestrado em Design de Produto. O tipo de pesquisa utilizada foi a descritiva, e como método de coleta de dados, adotou-se o estudo de caso. Os resultados expõem a experiência com a criação de produtos pela dupla, de maneira remota, por meio de reuniões online e desenvolvimento de protótipos modelados virtualmente e posteriormente impressos em impressora 3D.

Palavras-chave: Pandemia; Reunião *online*; Impressão 3D.

Abstract

Due to the pandemic caused by the coronavirus and its rapid dispersion, risk prevention and containment strategies were established, such as social distancing. This measure resulted in impacts on the educational system and caused the suspension of face-to-face activities in institutions around the world. Considering this scenario, teachers and students sought strategies to continue their activities and stay close, following, as far as possible, with the planning that preceded the pandemic. This study contextualizes the practices and results achieved by supervisor and mentee in the context of a master's course in Product Design. The type of research used was descriptive, and as a method of data collection, the case study was adopted. The results expose the experience with the creation of products by the duo, remotely, through online meetings and development of prototypes modeled virtually and later printed in a 3D printer.

Keywords: Pandemic; Online meeting; 3D printing.

1 Introdução

O mundo e, principalmente, as interações humanas, alteraram-se drasticamente a partir de dezembro de 2019, época em que foi identificado, primeiramente na China, um tipo de coronavírus, o SARS-CoV-2. Esse vírus de rápida propagação é responsável por causar a doença denominada de COVID-19, que apresenta quadro variável entre infecções assintomáticas e quadros mais graves, podendo até mesmo levar a internações em unidades de tratamento intensivo. A partir do dia 11 de março de 2020, a doença foi considerada uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional e passou para a categoria de “pandemia mundial”. Desde então, quase todos os países do globo passaram a adotar medidas particulares de controle à pandemia, como por exemplo a recomendação de higienização constante das mãos, a obrigatoriedade do uso de máscaras de proteção e o distanciamento social. Essas medidas e implicações afetaram Portugal e o Brasil de forma semelhante no que tange à paralisação do sistema educacional, ocasionando que, em seguida, tivesse que ser adotado o ensino remoto em algumas instituições, por período indeterminado. Algumas dessas instituições, principalmente no Brasil, deram continuidade às suas atividades acadêmicas por meio de ambientes *online* de aprendizado, fator que acarreta o distanciamento físico entre estudantes e professores. As instituições passaram, então, a vislumbrar uma gama de novas oportunidades para utilizações estratégicas das atuais Tecnologias de Informação e Comunicação (SANTOS JUNIOR; MONTEIRO, 2020).

De acordo com Pires *et al.* (2021), o processo de virtualização da aprendizagem já estava em ascensão antes mesmo da pandemia, atingindo um crescimento ainda mais expressivo em decorrência dela. Especialmente no âmbito do programa de Mestrado em Design de Produto da Escola Superior de Artes e Design das Caldas da Rainha (adiante designada como ESAD.CR), divisão do Politécnico de Leiria em Portugal (IPLeiria), a turma de 2018 já havia concluído todas as disciplinas de atendimento presencial quando a pandemia se instaurou. Os alunos estavam, então, em fase de desenvolvimento do trabalho final, alguns, como a autora deste artigo, contavam com reuniões presenciais semanais com seus respectivos orientadores. Em decorrência do design de produto, como o nome demonstra, ser uma área do conhecimento bastante orientada à materialidade dos artefatos, esses encontros presenciais eram bastante necessários ao desenvolvimento do trabalho, pois orientanda e orientador tinham a possibilidade de projetar, esquematizando, criando modelos tridimensionais, maquetes e protótipos de produtos, nesse caso, peças de joalheria. Em determinado momento, em razão da pandemia, foi necessária uma mudança de país por parte da orientanda, fato que contribuiu ainda mais para a necessidade de as reuniões acontecerem de forma remota. Devido a esse cenário, essa interação com a materialidade teve que ser alterada e, a validação dos protótipos que acontecia de forma presencial, teve que modificar-se para atender a esse novo cenário, passando a acontecer de forma remota, através de reuniões *online* e prototipagem 3D.

Diante dessa nova realidade nos sistemas educacionais, especialmente no Brasil e em Portugal, esse estudo tem como objetivo contextualizar a interação entre professor e aluno no âmbito do Mestrado em Design de Produto, analisando as práticas projetuais e os resultados decorrentes dessas práticas na materialização dos produtos resultantes do trabalho final do curso. Além disso, tem o intuito de fornecer relatos sobre os acontecimentos para que, possivelmente, outros acadêmicos ou equipes de design que estejam cocriando à distância, possam adotar dinâmicas semelhantes, visto que o contexto da pandemia permanece. A

tipologia de pesquisa utilizada foi a descritiva, e optou-se pelo estudo de caso como meio de coleta de dados. Para aprofundar esse estudo, foi realizada uma revisão de literatura sobre os aspectos que envolvem essa investigação, como os processos de interação entre aluno e professor durante a pandemia, a utilização da *internet* e dos aplicativos de comunicação para *smartphone*, além da prototipagem 3D como alternativa para criação conjunta de produtos.

2 Mediação em tempos de pandemia

De acordo com Botter *et al.* (2020), mudanças de longo prazo exigem uma visão sistêmica, porque, para uma transformação planejada de realidades, a problematização antecede o projeto. No contexto da pandemia do coronavírus, essa problematização inicial para resolução de um problema posterior foi atropelada pela necessidade de uma ação rápida em vários setores e sistemas que não tiveram tempo de adaptar-se a uma situação que não fora prevista antes. Quando problemas como a pandemia surgem, muitas vezes não podem ser resolvidos por ações pontuais e independentes, e exigem ações sistêmicas, pois esses problemas têm origem em diversos fatores interligados, e, consequentemente, modelos de sociabilidade e técnicas precisam ser adaptados (BOTTER *et al.*, 2020). A pandemia aparece como um contexto de emergência, não só como uma situação grave e crítica, mas como uma oportunidade de surgimento de diversas metodologias, tecnologias, mediações e contextos sociais.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) afirmaram, em primeira contagem global da situação da educação mundial impactada pelo COVID-19, que quase 300 milhões de estudantes, em 22 países diferentes foram afetados pelo fechamento das instituições de ensino (SANTOS JUNIOR; MONTEIRO, 2020). Diante desse cenário e, para dar prosseguimento às atividades letivas, algumas instituições brasileiras adotaram o Ensino Remoto Emergencial (ERE), que é diferente do já adotado em algumas instituições, Ensino à Distância (EAD). Isso se deve ao fato de que o EAD se apoia em vários recursos e em uma equipe multidisciplinar que oferta os conteúdos e atividades pedagógicas por meio de diferentes mídias, já o intuito do ERE não é estruturar um programa educacional definitivo, mas oferecer o acesso temporário aos conteúdos que seriam, normalmente, desenvolvidos presencialmente (HODGES *et al.*, 2022). Outros países também adotaram sistemas de ensino semelhantes em decorrência da pandemia e, em muitos lugares do mundo, as salas de aula e de reuniões foram substituídas por plataformas virtuais, o que acarretou a necessidade de grandes adaptações pelos envolvidos, sejam eles alunos, professores ou membros de uma equipe. Essa crise sanitária, de acordo com Hermógenes *et al.* (2020), deixou claro à humanidade que é possível ser criativo, tomar decisões, liderar equipes e entregar resultados satisfatórios de maneira remota, utilizando aplicativos e ferramentas digitais que, em sua grande maioria, são de utilização gratuita. Para os citados autores, hoje é possível estar conectado de forma integrada a diversos dispositivos e aplicativos através do uso dos *smartphones* e *notebooks*. Para Santos Junior e Monteiro (2020) a tecnologia, que antes era vista muitas vezes como algo que retirava o usuário do convívio social, agora passou a ser cada vez mais utilizada para o benefício coletivo e de interação com pares.

2.1 *Internet* e aplicativos de *smartphone* e computador

Atualmente, a rede de *internet* rompe barreiras geográficas, e permite interações entre pessoas que, de outra maneira, poderiam ser impedidas de comunicar-se e enxergar-se com rapidez, por exemplo se estivessem em países diferentes umas das outras. Uma das ferramentas que possibilita essa conversação quase que em tempo real é o WhatsApp®. O

aplicativo consiste em uma maneira de troca de mensagens instantâneas, e pode ser acessado por celulares e computadores, permitindo a troca de mensagens de texto, áudios, fotografias, vídeos e outras mídias, de maneira muito dinâmica. Esse aplicativo já era bastante utilizado num contexto social e, com a pandemia, passou a ser utilizado, muitas vezes, como um recurso de apoio ao ensino e aprendizado, ou ainda uma maneira de realizar rápidas reuniões online.

Além do WhatsApp®, outras ferramentas existem especificamente para videoconferências, como é o caso dos aplicativos Zoom®, Microsoft Teams®, Skype®, entre outros. De acordo com Hermógenes *et al.* (2020), essas ferramentas podem ser “baixadas” em *smartphones*, *tablets* e computadores, e permitem a utilização para diversos fins, sejam reuniões formais e informais, aulas online, ou até mesmo bate-papo escrito.

Segundo Ricarte (2020), as plataformas de comunicação online não tiveram apenas considerável aumento de tráfego, mas também de novos utilizadores. Esse autor afirma que durante os meses de março e maio de 2020, em comparação ao trimestre anterior, a plataforma Google Meet®, por exemplo, teve aumento de 180% em todo o mundo, indicando o rápido crescimento e adesão durante a pandemia.

2.2 Impressão e prototipagem 3D

Mattos *et al.* (2021) afirma que a impressão 3D tem sido um grande ponto de relevância dentre as mudanças que vêm acontecendo desde o começo da chamada quarta revolução industrial¹, e que os conceitos conhecidos como protótipo, pré-produção, dentre outros, vêm se alterando devido a esse crescimento da manufatura aditiva. Esse cenário mostra que pode haver uma vantagem significativa para as instituições em acompanhar esse avanço e trazê-lo para o interior da comunidade acadêmica. As tecnologias 3D, de acordo com Silva *et al.* (2022), são um conjunto de técnicas, processos, métodos e recursos para visualizar objetos e materializar modelos virtuais, além de para manipular modelos tridimensionais. Para tanto, arquivos digitais que contém o objeto tridimensional a ser impresso são criados em aplicativos de modelagem virtuais, tais como os programas SolidWorks® e Rhinoceros®. Posteriormente, a impressora 3D lê esses arquivos e os imprime por diversos meios, como a deposição de material e a estereolitografia (SLA). Na síntese aditiva, a materialização do objeto começa pela base dele, com o material se sobrepondo em várias camadas até criar a forma desejada. Essa facilidade de criação de um arquivo e posterior envio desse arquivo para impressão elimina a necessidade do envio de um produto físico, por exemplo, e permite que a produção seja feita *in loco*, a partir de modelos digitais, utilizando tecnologias como a impressão 3D (SAMPAIO; LUIZ, 2021). A facilidade com que se materializam artefatos com a impressão 3D pode eliminar os percalços surgidos com as distâncias geográficas, por exemplo a necessidade de envio de um artefato fisicamente, como afirmam Junior e Castillo (2014):

Os arquivos voltados a impressão podem se materializar fisicamente através de qualquer impressora 3D desde que siga seus parâmetros de produção (...) do mesmo modo que um arquivo pode ser enviado pelo correio eletrônico como “PDF” (*portable document format*) e posteriormente ser impresso em 2D, um artefato pode ser enviado através de um arquivo “STL” (*stereolithography*) instantaneamente

¹ Segundo Aires *et al.* (2017), a quarta revolução industrial iniciou no séc. XXI, por volta dos anos 2000, e caracteriza-se por uma internet ubíqua e móvel, por componentes de computadores menores, desenvolvimento da inteligência artificial, interação entre domínios físicos, digitais e biológicos e por máquinas inteligentes conectadas.

para qualquer parte do mundo via internet e ser impresso em 3D (JUNIOR; CASTILLO, 2014, p.6).

Para Harari (2018), esse tipo de tecnologia pode, até mesmo, alterar a maneira que os seres humanos produzem e consumem bens, por exemplo, uma roupa não precisa mais ser produzida em um país de mão de obra barata e enviada aos Estados Unidos para ser comercializada, o código *online* para impressão da roupa pode ser adquirido e a mesma pode ser impressa pelo usuário em qualquer lugar do mundo. É esse cenário que pretende a marca da designer Danit Peleg, que lançou coleções de roupas com uma malha especial (Figura 1) feita de polímeros e desenvolvida para ser impressa na casa do utilizador (VIERO, 2020).

Figura 1 – Coleção “*Liberty Leading the People*” feita em polímero e impressa em 3D.



Fonte: Danit Peleg (2022)

Para Oliveira (2020), foi com o início da Revolução Industrial que a realização de protótipos e maquetes teve sua importância mais relevante, pois o projetista buscava elaborar, então, um produto experimental na fase anterior ao lançamento oficial e à fabricação do artefato. Isso fez o protótipo tornar-se uma etapa necessária no desenvolvimento de produtos, pois permite uma análise física e real do objeto, facilitando que as equipes envolvidas com a concepção do artefato experimentem o produto a ser desenvolvido, tendo a liberdade de fracassar sem ter altos custos de alteração de projeto, e perceberem o que pode ser melhorado. Ao realizar testes com um protótipo, é possível encontrar problemas e corrigi-los no início do processo, poupando a equipe de ter que lidar com possíveis problemas depois de o produto finalizado. Oliveira (2020) afirma que o uso de protótipos e maquetes no desenvolvimento de produtos não surge como uma solução perfeita e imutável, mas sim como possibilidade de experimentação, ajuste e melhorias até chegar-se ao resultado esperado e mais adequado para determinado artefato. “A prototipagem é um estágio necessário no processo de desenvolvimento de produto no qual se verifica se este atende aos requisitos dos usuários e funciona com as devidas expectativas” (OLIVEIRA, 2020, p.2). Isso significa que a produção desses protótipos e maquetes não segue um fluxo contínuo num único sentido, mas pode avançar e retroceder quando necessário: “Tais modelos podem ser alterados, testados e aprimorados rapidamente, o que facilita a melhoria, tanto dos produtos quanto do próprio processo de produção” (SAMPAIO; LUIZ, 2021, p.150).

3 Procedimento metodológico

Esse estudo caracteriza-se como pesquisa descritiva, que, segundo Gil (2009), tem como principal objetivo as descrições de fenômenos ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Como forma de fundamentar esse trabalho, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica sobre os principais aspectos que envolvem este estudo, tais como: as relações e a comunicação entre as pessoas através de meios digitais, a interação entre os pares durante a pandemia, a *internet*, os aplicativos de comunicação para *smartphone* e computador, as possibilidades da impressão e prototipagem 3D em um planejamento de produto remoto. O método de pesquisa empregado foi o estudo de caso, modalidade de pesquisa bastante utilizada nas ciências sociais, pois não visa proporcionar conhecimento preciso de características de uma determinada população, por exemplo, e sim proporcionar uma visão ampla de um problema ou identificar fatores que o influenciam (GIL, 2009). Esse método consiste no estudo de um objeto, permitindo seu detalhamento e, normalmente, é a maneira mais adequada de investigar fenômenos contemporâneos em seu real contexto (GIL, 2009).

Em Portugal, especificamente no início da pandemia e na Escola Superior de Artes e Design das Caldas da Rainha, o vírus acarretou o fechamento da instituição por um período curto de algumas semanas, logo após os primeiros casos registrados na cidade. Particularmente no caso da autora deste trabalho, o que acontecia de modo presencial na época, eram reuniões semanais com o orientador do trabalho de mestrado, que passaram a ser de forma virtual através de plataformas de reunião *online*. Tendo em vista esse cenário, e, sendo a orientanda de nacionalidade brasileira, a não mais necessidade de estar presencialmente na instituição de ensino acarretou uma mudança de país, de Portugal para o Brasil. Isso fez com que, antes mesmo de que o trabalho de conclusão do mestrado estivesse terminado, orientador e orientanda se localizassem em países diferentes, o primeiro em Portugal, e a última no Brasil. Semelhante ao que aconteceu com Pupo e Gomez (2020) em seus projetos:

“Era preciso realizar as atividades de desenvolvimento, programação, testes e avaliação em ambientes físicos e distantes, por vezes de milhares de quilômetros, já que em nossa equipe, conforme já citado, tinham membros no Brasil e na Europa. A melhor maneira de construir essa rede colaborativa foi utilizando de ferramentas digitais e contemporâneas para integração dos membros e validação dos resultados. Foram criados grupos em comunicadores digitais e de *e-mails*, além do uso de sistemas de videoconferência para visualização dos resultados” (PUPO; GOMEZ, 2020, p.359).

Como citado anteriormente, esse trabalho desenvolveu-se no âmbito do mestrado em Design de Produto, área bastante relacionada à materialidade física, e faz parte da pesquisa para a dissertação do trabalho final deste curso, intitulada “Joalheria como interface entre as pessoas e o mundo”, que tinha como objetivo desenvolver peças de joalheria que auxiliassem o usuário a envolver-se mais ativamente com as questões do dia a dia, além de explorar o potencial da joia, fazendo do comum da vida diária a oportunidade para a joalheria incorporar novamente seu papel ativo de funcionalidade e afeto. Nos momentos de reunião entre orientador e orientanda prévios à pandemia, posteriormente à geração de alternativas por meio de esboços, eram produzidas maquetes e protótipos manuais para realização de testes físicos por ambos, durante a chamada “fase de geração”, da metodologia proposta por Löbach (2001) para a criação de produtos industriais (Figura 2). Tais maquetes e protótipos eram confeccionados em materiais variados de baixo custo, como papel, papelão, arames, MDF (paineis de fibras de média densidade) e metais como latão e cobre.

Após a pandemia, com a impossibilidade de encontros presenciais, e com a mudança de país por parte da orientanda, não havia mais possibilidade de as maquetes serem testadas por ambos os envolvidos de maneira física e concomitante. Porém, essa etapa do projeto era de suma importância, afinal os protótipos funcionam como uma prévia do produto final, uma ferramenta utilizada para a diminuição dos erros e otimização dos processos, no sentido em que tentam aproximar-se ao máximo do artefato antes de sua fabricação. Essa etapa de produção de protótipos auxilia o projetista a visualizar as soluções das melhores formas possíveis e entender o funcionamento, as características e capacidades, principalmente de produtos físicos (OLIVEIRA, 2020).

Figura 2 – Fases do processo de design propostas por Löbach (2001) e descrição de como estas

	O QUE É?	COMO FOI REALIZADA?	
Fase de Preparação	Análise do problema de design; conhecimento do problema; coleta de informações; análise de informações.	Realização prévia à pandemia, de forma presencial, à partir de pesquisas sobre os temas abordados; fundamentação teórica.	
Fase de Geração	Produção de ideias; geração de alternativas e esboços; construção de protótipos, maquetes e modelos de teste.	pré-pandemia De forma presencial, com esboços e maquetes feitos à mão em materiais de baixo custo.	pós-pandemia De forma remota, através de reuniões online e produção de maquetes por prototipagem 3D, além das feitas à mão em materiais de baixo custo.
Fase de Avaliação	Avaliação das alternativas desenvolvidas e escolha da melhor solução.	pré-pandemia De forma presencial, com a análise dos protótipos pela dupla de criação concomitantemente.	pós-pandemia De forma remota, com os testes sendo realizados ao mesmo tempo, porém em locais físicos distintos, e as considerações sendo feitas por videochamadas.
Fase de Realização	Realização e produção da solução considerada ideal; fabricação do produto; produção de desenhos técnicos.	Seguiu o planejamento prévio à pandemia: a fabricação dos produtos finais foi realizada pela orientanda e posteriormente as peças foram enviadas ao orientador para registro.	

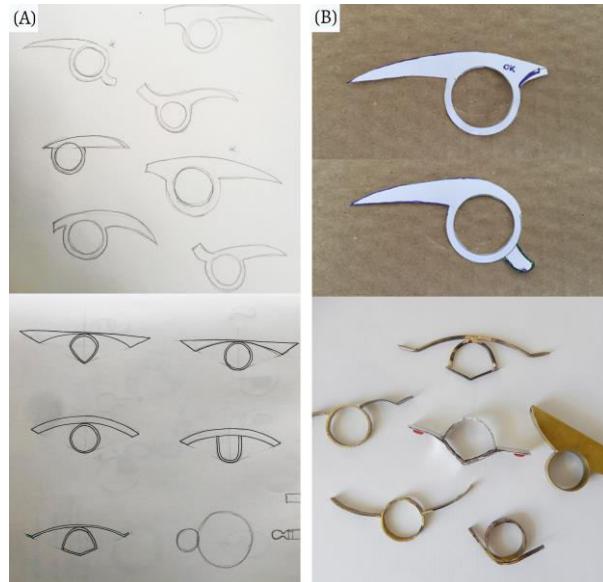
aconteceram no âmbito desse trabalho.

Fonte: Autores (2022)

Foi considerado difícil enviar as maquetes físicas criadas pela orientanda via correios do Brasil para serem testadas pelo orientador em Portugal, devido ao alto custo e tempo a ser despendido nesse processo. Optou-se, então, pela continuidade do projeto de forma remota, e utilizando-se da disponibilidade dos aplicativos de videoconferência *online*, além da prototipagem 3D. Alguns projetos de produto utilizam apenas protótipos virtuais em seu desenvolvimento. Essa alternativa não foi considerada para esse trabalho pois a falta de protótipos físicos reais causa a impossibilidade de testes e interação direta com o objeto, ou seja, não se consegue tocá-los fisicamente. O fluxo das atividades seguiu, na medida do possível, o mesmo que era realizado presencialmente (Figura 3): primeiro, esboçavam-se ideias de alternativas para as soluções dos produtos pretendidos, e discutiam-se essas ideias em videochamadas *online* (Figura 3A). Então, seguia-se para a materialização das maquetes e protótipos. Essas fases de projetação, denominadas por Löbach (2001) como “fase de

geração”, acontecem geralmente de forma presencial entre os pares por meio de materiais físicos como papéis e canetas para os desenhos e materiais de baixo custo para as maquetes (Figura 3B). Para Davis *et al.* (2021), são os aspectos intangíveis e invisíveis da interação no espaço físico que contribuem para o sucesso desse formato de interação em ambiente físico.

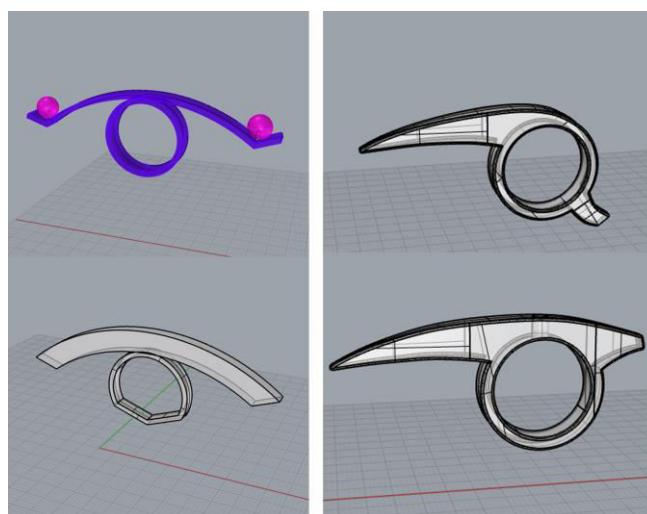
Figura 3 – Fase de geração do projeto: (A) esboços do desenvolvimento de dois anéis; (B) maquetes dos anéis em materiais de baixo custo.



Fonte: Autores (2022)

O que se seguia, após essa fase, era a modelagem tridimensional das peças de maneira virtual (Figura 4), no caso específico, utilizando o *software* Rhinoceros®. De acordo com Ferrari (2011), o programa mencionado é compatível com a grande maioria dos sistemas de prototipagem quando exportado em formato STL (*stereolithography*), como as impressoras 3D, e é muito utilizado no ramo joalheiro, pela sua diversificação de ferramentas específicas utilizadas para este tipo de produto e por proporcionar a construção de formas orgânicas.

Figura 4 – Opções de modelagem de cada anel no *software* Rhinoceros®.



Fonte: Autores (2022)

O arquivo das modelagens era então enviado para o orientador via *e-mail* (Figura 5). O mesmo utilizava o laboratório de prototipagem 3D da ESAD.CR para realizar as impressões das alternativas modeladas para cada peça em uma impressora 3D utilizando o polímero PLA (ácido poliláctico) (Figura 5A). Concomitantemente a isso, a orientanda realizava maquetes físicas das mesmas peças de maneira manual, utilizando o arquivo modelado como guia, em metais como latão e cobre (Figura 5B). Nessa fase, por algumas vezes, houve a participação do professor responsável pelo laboratório de prototipagem da citada escola nas videoconferências, a fim de confirmar a possibilidade de impressão de determinado modelo, o posicionamento de possíveis suportes e a confirmação de que as dimensões projetadas poderiam ser impressas sem grandes percalços. De acordo com Ozturk *et al.* (2021), uma tendência da colaboração no processo de design é justamente uma rede diversificada de pessoas envolvidas com a projetação, desde designers, engenheiros, clientes, usuários, pesquisadores, fabricantes, fornecedores e outros.

Figura 5 – Fabricação de maquetes e protótipos: (A) protótipos de teste dos anéis impressas em PLA pelo orientador do mestrado; (B) protótipos feitos à mão pela orientanda em latão.



Fonte: Autores (2022)

Oliveira (2020) afirma que a produção desses protótipos e maquetes é importante para que haja análise, podendo levar o designer a lidar com novas perspectivas e refinar o projeto, isso significa que a produção de protótipos é uma experimentação que leva a melhorias, e não é um processo engessado, na medida em que volta e avança conforme os testes vão sendo realizados:

“As práticas de projetos envolvem descobertas contínuas, desde as etapas de criação até o produto finalizado. As etapas transformam a visão do designer em refletir sobre o projeto, no que tange às proposições, problemas e requisitos. Cada experimentação pode

confirmar ou não os questionamentos encontrados" (OLIVEIRA, 2020, p.4).

Posteriormente à realização das maquetes e protótipos de forma manual no Brasil, e à impressão 3D dos mesmos objetos em Portugal, estes eram testados por orientador e orientanda, e por pessoas próximas que pudessem contribuir com o projeto, como designers conhecidos ou pessoas que se encaixassem no público-alvo dos produtos (Figura 6). Depois, realizavam-se reuniões, com uma certa frequência, para a discussão do projeto, fase também utilizada na metodologia proposta por Löbach (2001) e denominada por ele de "fase de avaliação". As videoconferências para essas reuniões entre orientador e orientanda passaram a acontecer através de aplicativos como o Skype®, com horário marcado através de troca de mensagens por WhatsApp®, levando-se em conta as diferenças de fuso horário entre os participantes. Essas reuniões assemelhavam-se muito às presenciais, visto que os envolvidos estavam conectados para uma finalidade em comum, ao vivo, mesmo que em espaços diferentes. Esses instrumentos de reunião virtual em tempo real conseguem manter a colaboração e interação esperada num projeto de produto. Durante essas reuniões, orientador e orientanda utilizavam as maquetes e protótipos para a geração de testes e discussões sobre os objetos, propondo alterações e melhorias quando necessário.

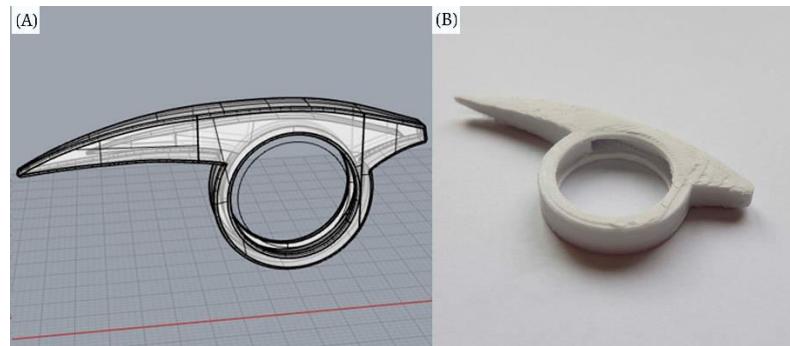
Figura 6 – Maquetes e protótipos impressos em 3D e feitos à mão em latão sendo utilizados para testes em situações diversas, pela orientanda, orientador e conhecidos.



Fonte: Autores (2022)

Nesse momento foi que a possibilidade e necessidade de testar os artefatos no mundo físico ficou mais evidente, pois, depois de as considerações feitas sobre as maquetes de cada um dos objetos, percebeu-se que algumas apresentavam possibilidade de melhoria ou necessidade de alteração para melhor adequar-se às soluções esperadas. Tais carências não seriam percebidas não fossem os testes de volume, tamanho e usabilidade permitidos devido às materializações das modelagens 3D. Especificamente no caso de um dos anéis apresentados nas figuras anteriores, após os testes físicos realizados durante as reuniões *online*, chegou-se à conclusão de que criando-se uma parte oca na peça, aconteceria a economia de material no produto final, além de acarretar a diminuição do peso e aumento do conforto da peça (Figura 7). A partir dessas análises e posteriores conclusões, novas modelagens eram criadas com as alterações previstas (Figura 7A), solucionado as questões levantadas em reunião, e as novas maquetes eram impressas para testes novamente (Figura 7B).

Figura 7 – Alteração de maquetes: (A) modelagem virtual com as alterações previstas; (B) novo protótipo com as alterações impresso em PLA.

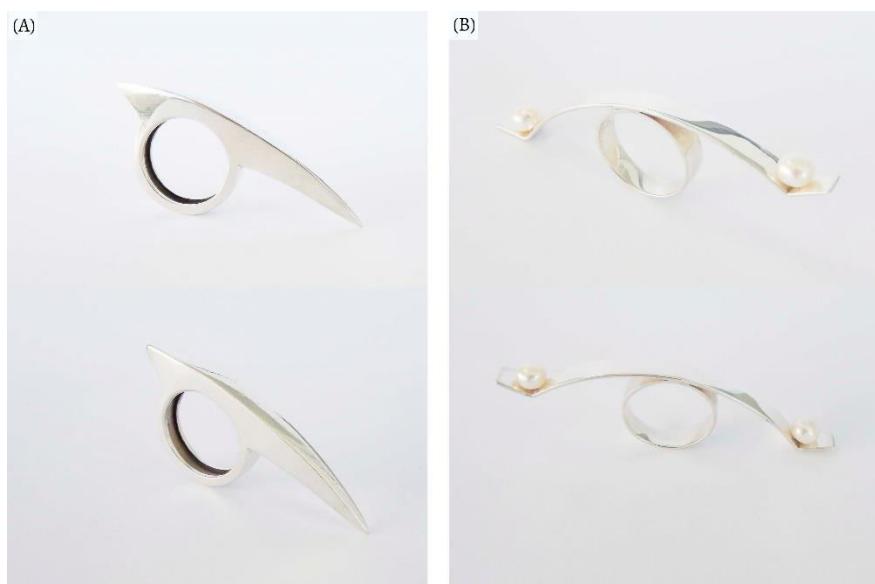


Fonte: Autores (2022)

Essas impressões de maquetes e protótipos foram essenciais para o projeto, e só foram possíveis em decorrência dos testes, que só aconteceram devido à possibilidade da realização das impressões 3D. Todos esses encontros online e testes foram primordiais para se alcançar um resultado satisfatório na projetação dos objetos pretendidos para o trabalho final de Mestrado.

Depois de chegadas às conclusões finais e de resolvidas as últimas questões, as peças foram então fabricadas em prata 925 (Figura 8). Algumas delas, como exemplo do anel que foi alterado, foram produzidas a partir do método de fundição por cera perdida, o qual utilizou o mesmo arquivo de modelagem tridimensional das maquetes para a produção da peça definitiva, no material nobre (Figura 8A). Já outras peças foram fabricadas de maneira manual utilizando a técnica da joalheria artesanal de bancada, e utilizaram do modelo em 3D para a produção nas dimensões adequadas e previstas (Figura 8B).

Figura 8 – Peças produzidas em prata 925: (A) anel final produzido através do método de fundição por cera perdida; (B) anel final produzido através do método da joalheria artesanal de bancada.



Fonte: Autores (2022)

4 Conclusões

O estudo de caso expôs o processo adotado e alguns dos resultados alcançados no contexto do desenvolvimento de um trabalho final de curso de Mestrado em Design de Produto de maneira remota. O período de realização das atividades aqui descritas deu-se entre maio de 2020 e março de 2021, data da defesa final da dissertação. Os eventos narrados, especificamente as reuniões *online*, aconteceram por meio de aplicativos de videochamada como o Skype®. Esses encontros online funcionaram como ferramentas utilizadas para a interação entre orientador e orientanda, a fim de discutir aspectos importantes do projeto. Além disso, a impressão 3D foi utilizada como ferramenta para a prototipagem e criação de maquetes que pudessem ser testadas por ambos os envolvidos no projeto, sem a necessidade de estarem presentes juntos fisicamente, e possibilitava as sensações de materialidade e teste do objeto pelos participantes.

É importante ressaltar a vantagem de os pares envolvidos no projeto possuírem conexão de *internet* suficientemente satisfatória para a realização dos encontros virtuais. Mesmo com o exposto, houve ocasiões em que a conexão *online* não permitia a conversação, e a reunião teve de ser adiada, por vezes em algumas horas, outras vezes em um ou dois dias, porém sem comprometimento do andamento do projeto. Para a cocriação de produtos de design de maneira remota, é importante que todos os envolvidos tenham acesso à *internet* e equipamentos eletrônicos de qualidade.

Souza e Quirino (2020); Rodrigues *et al.* (2017), ressaltam também as limitações do material utilizado para a impressão dos protótipos desse trabalho, o PLA. Em comparação a outros polímeros como o ABS, o PLA, apesar de ter sua origem em fontes renováveis, como o amido de milho (VIANA; LOUREIRO, 2010), tem menos resistência mecânica e permite um nível de acabamento menor, além de não resistir bem ao calor e umidade elevados. Entretanto, para esse projeto, levando em conta que os objetos impressos eram protótipos para testes e não o produto final, essas questões não eram um problema.

Os formatos, dimensões e especificidades que caracterizam as peças a serem produzidas têm impacto significativo na escolha da tecnologia mais adequada para a realização de protótipos. A tecnologia escolhida é influenciada diretamente pelas características físicas do objeto, desde o tamanho, até a complexidade das superfícies. Pela dependência das tecnologias 3D de seus respectivos equipamentos, é necessário dominar os parâmetros de cada processo a ser utilizado para a prototipagem 3D, e a escolha de determinado equipamento deve ser atrelada à finalidade de aplicação (SILVA *et al.*, 2022). Um modelo 3D de baixa resolução pode ser insuficiente para a criação de um produto final fiel, mas pode ser suficiente para a prototipagem de uma maquete de teste.

Especificamente para esse trabalho, a necessidade de distanciamento físico entre os envolvidos não comprometeu os resultados almejados no início do processo. As videochamadas foram suficientes para a discussão em todas as etapas do projeto, e não houve perdas significativas nesse quesito pela falta da presença física. A realização das maquetes e protótipos por meio da tecnologia de impressão 3D foi considerada como primordial para a realização desse trabalho à distância pelos pares, pois, de outra maneira, os testes de maquetes teriam que ser realizados apenas por um dos integrantes, comprometendo a qualidade do trabalho. É de conhecimento comum entre designers, especificamente os de produto, que essa fase de testes de protótipos é imprescindível, pois é o meio que permite testes de um produto físico sem que o mesmo tenha que ser produzido em âmbito industrial para isso. O teste físico do produto por meio de maquetes é necessário para perceber questões de tamanho, dimensões, ergonomia, usabilidade, entre outros aspectos. É

importante lembrar que nem todo protótipo precisa ser de alta-fidelidade e detalhamento e, em muitos momentos do projeto, trabalhou-se com protótipos rápidos e de baixa fidelidade, pois quanto mais se testa um protótipo de produto, mais chances o produto final terá de ser uma solução adequada.

5 Considerações finais

Nos últimos anos, surgiram várias tentativas de traduzir o espaço físico de colaboração no design em ambientes digitais e virtuais. A importância, mas também as limitações desses espaços colaborativos online tornaram-se bastante evidentes no contexto da pandemia. Essa pesquisa refletiu sobre os fenômenos causados pela pandemia do novo coronavírus, principalmente no âmbito educacional e de projetação conjunta. A revisão da literatura revelou que, no contexto da pandemia, diversas instituições, sejam elas de ensino ou não, utilizaram de ferramentas e plataformas de encontros *online* para dar continuidade ao planejamento anterior à pandemia: seja seguir com um determinado curso acadêmico, projetar um produto ou reunir uma equipe. Além disso, percebe-se que, nesse contexto, as redes sociais e a *internet*, muitas vezes consideradas meios de afastamento e isolamento, foram utilizados justamente para o contrário, aproximando pessoas afastadas até mesmo por continentes diferentes. Foi constatado que, atualmente, existem diversas plataformas para gerenciar e transmitir essas reuniões *online*, e que a impressão 3D atua como suporte à projetação de produtos de maneira participativa e remota. No desenvolvimento de projeto de produto, a prototipagem e confecção de maquetes é acompanhada por etapas de experimentação, testes e análises desses protótipos, *feedbacks* entre os participantes, modificações e verificação dos modelos. O processo continua até que sejam alcançados os requisitos necessários e previstos. O *feedback* é obtido de forma mais conclusiva quando há experimentação dos protótipos por todos os envolvidos em seu desenvolvimento, facilitando que se chegue a uma solução adequada e que o produto tenha sucesso. Nesse contexto, relatou-se a experiência e os resultados da aplicação dessa tecnologia para a criação de peças de joalheria que fazem parte do trabalho final do Mestrado em Design de Produto. É importante elucidar que esse fato não se configura como Ensino Remoto Emergencial, uma vez que não representa uma disciplina regular da grade curricular do curso citado. Porém, os eventos relatados foram estratégias para fomentar o aprendizado e a interação entre orientador e orientanda no momento de isolamento social, permitindo a criação conjunta de produtos. Foi observado que experiências como as descritas demonstram a possibilidade de criação e adaptação métodos, além de contribuir com novos aprendizados aos participantes do projeto. Observa-se que a criação de maquetes e protótipos gera diversas reflexões, e que cada reflexão acarreta uma nova tomada de decisão, assim como cada incerteza ou problema encontrado serve de aprendizado. É importante ressaltar que, no caso desse trabalho, o contexto acadêmico em que se insere facilitou e possibilitou a utilização das tecnologias aditivas de impressão 3D.

Considerando que as reuniões e o planejamento conjunto do projeto já aconteciam previamente à pandemia, a interação entre docente e aluna ocorreu com facilidade e naturalidade. Por fim, esse artigo visou relatar o uso dos encontros e reuniões *online* e da prototipagem e impressão 3D como ferramenta de aprendizado, e que esses fenômenos contribuíram positivamente para as mudanças e conclusões dos produtos gerados. Conclui-se que é necessário realizar adequações nas interações entre professores e alunos, e em contexto social, como forma de buscar maneiras de lidar com a crise da COVID-19. Apesar de o uso dessas ferramentas de projetação conjunta *online*, muitos designers, no contexto da

pandemia, experienciarão novas e ainda não testadas tecnologias e ferramentas, alterando a forma como o design colaborativo costumeiramente acontecia. Com o resultado da aprovação da mestranda no curso com nota final de valor 17/20 ficou evidente que é válido utilizar das práticas citadas para a realização desse tipo de projeto. Para estudos futuros sugere-se a aplicação das metodologias e fluxograma expostos em outros tipos de projetos de design de produtos, durante a pandemia, ou mesmo fora dela.

6 Referências

- AIRES, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. **Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial.** In: VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação. 2014.
- BOTTER, F.; FUKUSHIMA, K.; GOGOLA, M. Prospectando futuros para a educação superior no contexto pós-pandemia COVID-19. **Estudos em Design**, v. 28, n. 3, 2020.
- DAVIS, A.; WALLACE, N.; LANGLEY, J.; GWILT I. Low-Contact Co-Design: Considering more flexible spatiotemporal models for the co-design workshop. **Strategic Design Research Journal**, v. 14, n. 1, 2021.
- FERRARI, D. O. A. **Estudo comparativo entre o processo criativo na arquitetura e na joalheria com ênfase nas criações de Frank Gehry.** Dissertação apresentada a faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2011.
- GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo: Editora Atlas S. A., 2009.
- HARARI, Y. N. **21 lições para o século 21.** São Paulo: Companhia das Letras, 2018.
- HERMÓGENES, L. R. S.; SANTOS, M.; NASCIMENTO, P. F.; TEIXEIRA, L. F. H. A importância das *digital skills* em tempos de crise: alguns aplicativos utilizados durante o isolamento social devido à pandemia do covid-19. **Revista Augustus**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 51, 2020.
- HODGES, C.; MOORE, S.; LOCKEE, B.; TRUST, T.; BOND, A. **The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning.** EDUCAUSE Review, 2020. Disponível em: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-differencebetween-emergency-remote-teaching-and-online-learning#fn3>. Acesso em: 01 mar 2022.
- JUNIOR, N. A. C.; CASTILLO, L. G. **Impressão 3D na cultura do design contemporâneo.** In: 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. 2014.
- LÖBACH, B. **Design industrial.** São Paulo: Edgar Blücher, 2001.
- MATTOS, V. O.; LAGUNA, J. P. M.; FERREIRA, M. S.; FUKAI, R. I.; ORTEGA, L. R. J.; MARTINS, M. S. Inserção da prototipagem 3D nos âmbitos acadêmico e social. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 4, 2021.
- OLIVEIRA, A. G. N. A. **Reflexões sobre a aprendizagem através da prototipagem no projeto de produto.** In: Colóquio Internacional de Design. 2020.

OZTURK, P.; AVCI, C.; KAYA, C. The Effect of Remote Collaborative Work on Design Processes During the Pandemic. **Strategic Design Research Journal**, v. 14, n. 1, 2021.

PIRES, G.; PEREIRA, L.; ANDRADE, R. A interação professor e aluno em tempos de pandemia: práticas educacionais de técnicas de ilustração de moda criativa por meio do Instagram. **Revista de Ensino em Artes, Moda e Design**, v. 5, n. 1, 2021.

PUPO, R. T.; GOMEZ, L. S. R. **The importance of collaborative design process and fabrication during COVID-19 emergency – case in Brazil**. In: XXIV International Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics. 2020.

RICARTE, E. A expansão do processo de digitalização durante a pandemia de covid-19. **Revista Finisterra**, v. 55, n. 115, 2020.

RODRIGUES, V. P.; ZANCUL, E. S.; MANÇANARES, C. G.; GIORDANO, C. M.; SALERNO, M. S. Manufatura aditiva: estado da arte e framework de aplicações. **GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 12, n. 3, 2017.

SAMPAIO, C. P.; LUIZ, S. M. F. Design e impressão 3D na pandemia: uma análise de possibilidades a partir do modelo teórico DFSS. **Revista Mix Sustentável**, v. 7, n. 4, 2021.

SANTOS JUNIOR, V. B.; MONTEIRO, J. C. S. Educação e Covid-19: as tecnologias digitais mediando a aprendizagem em tempos de pandemia. **Revista Encantar – Educação, Cultura e Sociedade**, v. 2, 2020.

SILVA, F. P.; POHLMANN, M.; MARCON, C. T.; BARBIERI, G.; KAUFFMANN, A. R. **Contribuições das tecnologias 3D à preservação do patrimônio cultural em Porto Alegre**. In: Design em Pesquisa – Volume 4. Porto Alegre: Marcavisual, 2021. cap. 22, p. 435-457. E-book. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>. Acesso em: 3 mar. 2022.

SOUZA, T. A.; QUIRINO, J. M. O uso da prototipagem por impressão 3D e seus benefícios na engenharia mecânica para indústria ou graduação. **TEC-USU**, v. 3, n. 2, 2020.

VIANA, J.; LOUREIRO, N. C. **Caracterização Mecânica de Misturas de PLA/PHA**. In: Encontro Nacional de Materiais e Estruturas Compósitas. Porto, 2010.

VIERO, I. P. **Joalheria como interface entre as pessoas e o mundo**. 2020. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Artes e Design de Caldas da Rainha, Caldas da Rainha, 2020.