

A manufatura aditiva no âmbito do vestuário: entraves e reflexões teóricas

Additive Manufacturing in the context of clothing: obstacles and theoretical reflections

Valdecir Babinski Júnior^[1], Vivian Andreatta Los^[2],
Eduarda França Odorcik^[3], Helena Kappaun^[4],
Sabrina Lopes Bueno^[5], Vitória Baratto Ribeiro^[6]

Resumo: O presente artigo tem como objetivo estabelecer um *framework* (quadro teórico) acerca dos entraves para a popularização da manufatura aditiva no âmbito do vestuário. Metodologicamente, a pesquisa desenvolvida pode ser enquadrada como pesquisa descritiva, básica, qualitativa e bibliográfica. Como instrumento de coleta de dados, empregou-se uma revisão narrativa e assistemática de literatura. A partir do exposto, os impedimentos encontrados foram classificados por meio de seis categorias: (I) características materiais; (II) pirataria; (III) capacitação técnica; (IV) acesso aos *fab labs*; (V) custos; e (VI) processos de

[1] Mestre em Design de Vestuário e Moda, UDESC. vj.babinski@gmail.com

[2] Mestra em Educação, FURB. vlos@ifsc.edu.br

[3] Estudante do curso técnico em Modelagem do vestuário, IFSC. francaodorcike@gmail.com

[4] Estudante do curso técnico em Modelagem do vestuário, IFSC. helenakappaun@gmail.com

[5] Estudante do curso técnico em Modelagem do vestuário, IFSC. buenolopessabrina@gmail.com

[6] Estudante do curso técnico em Modelagem do vestuário, IFSC. vitoria.baratto@gmail.com

impressão. Para cada categoria, foram estabelecidas recomendações com ênfase na superação de obstáculos e na minimização do risco à inovação.

Palavras-chave: Manufatura aditiva. Impressão 3D. Fabricação digital. Vestuário.

Abstract: *This article aims to establish a framework (theoretical framework) about the barriers to the popularization of additive manufacturing in the field of clothing. Methodologically, the research developed can be classified as descriptive, basic, qualitative and bibliographical research. As a data collection instrument, a narrative and unsystematic literature review was used. Based on the above, the impediments found were classified into six categories: (I) material characteristics; (II) piracy; (III) technical training; (IV) access to fab labs; (V) costs; and (VI) printing processes. For each category, recommendations were established with an emphasis on overcoming obstacles and minimizing the risk to innovation.*

Keywords: *Additive Manufacturing. 3D Printing. Digital Manufacturing. Clothing.*

INTRODUÇÃO

De maneira empírica, pode-se observar que, desde a Revolução Industrial, a indústria de confecção de peças de vestuário busca por um estado de constante inovação. Se outrora máquinas de costura foram utilizadas como instrumentos para o avanço tecnológico, atualmente, o desenvolvimento de maquinários e equipamentos não garante, por si só, a evolução necessária aos novos tempos. Nesse cenário, a tecnologia figura como fonte de inovação associada às credenciais ambientais dos processos industriais. Sobre o conceito de inovação, Moriconi (2005, p. 23) cita que “[...] uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de *marketing*, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios [...]”.

De modo similar, Kupfer e Hasenclever (2002) sustentam que a inovação percorre três estágios: (I) invenção, quando o produto pode ser idealizado; (II) inovação em si, quando a invenção pode ser materializada e testada comercialmente; e (III) difusão, quando, depois de aceita pelo mercado, a inovação recebe nova atenção com ênfase em produzir melhorias contínuas no produto confeccionado. Moriconi (2005) compreende como produto o resultado de processos indus-

triais que podem gerar bens materiais^[7]. Empiricamente, percebe-se que, entre os processos atuais, há um aumento na utilização da manufatura aditiva como subsídio para o barateamento da produção e o teste de novas possibilidades construtivas acerca do vestuário, haja vista a degradação ambiental provocada pelos processos tradicionais e a finitude dos recursos naturais do planeta empregados como insumos para a indústria de confecção, a exemplo do poliéster extraído do petróleo (KUHN; MINUZZI, 2015).

Kuhn e Minuzzi (2015) defendem que o incremento tecnológico produzido pela manufatura aditiva nos últimos anos está baseado no valor das máquinas de impressão em três dimensões (3D), que sofreram queda de preços no mercado mundial após a entrada de concorrentes asiáticos. Takagaki (2012) esclarece que a impressão 3D consiste em realizar múltiplos fatiamentos na representação técnica de uma figura, o que permite certa deposição de materiais das partes sólidas do objeto e a sua respectiva montagem. Segundo o autor, a impressão 3D pode ocorrer por diversos processos, a saber: (I) por extrusão de material; (II) por jato de material; (III) por jato colante; (IV) pela laminação em folhas; (V) pela polimerização em tanques; (VI) pela deposição de energia dirigida; ou (VII) por fusão de camadas de pó; entre outros.

No Brasil (BR), a manufatura aditiva se popularizou a partir de grandes centros urbanos, como as cidades de São Paulo (SP) e de Porto Alegre (RS). Com base na fabricação digital em impressoras 3D, essa forma de manufatura cresceu cerca de 30% apenas no ano de 2016 (CONCEIÇÃO; SANTOS, 2017). Conceição e Santos (2017) acreditam que esse crescimento foi incentivado pelo uso de tecnologias digitais para o encurtamento dos prazos de projeto e pela compreensão de que a manufatura aditiva facilita a administração de recursos e insumos, assim como a prototipagem e a pilotagem de produtos, que podem ser alterados rapidamente, caso sejam detectados problemas significativos.

[7] A percepção de serviços como produtos não será explorada neste artigo.

Nesse contexto, Rockenbach (2019) afirma que a inteligência artificial se mostra, cada vez mais, autônoma e personalizável. Para a autora, a partir do uso da fabricação em impressoras 3D, a inteligência artificial avançou na criação de novas, flexíveis e adaptáveis soluções para os processos industriais. Em solo brasileiro, no entanto, a fabricação digital com base na manufatura aditiva ainda se encontra em fase de implementação e de adoção por parte das indústrias de confecção. Nesse sentido, de maneira empírica, observa-se que pequenas empresas do setor lideram o uso de impressoras 3D em processos produtivos para a confecção de peças de vestuário, calçados, componentes e acessórios. Esses são os casos das marcas: (I) Plural, de Minas Gerais (MG); (II) Ateliê Laís Hornburg, da cidade catarinense de Jaraguá do Sul (SC); e (III) Black Purpurin, da capital de Santa Catarina (SC).

Conceição e Santos (2017) e Gomes *et al.* (2020) citam que a grife mineira Plural fez uma parceria com a empresa Lopes para a impressão de tecidos que desfilaram em um evento de moda chamado Minas Trend, no ano de 2017. A coleção desfilada pela marca ficou em exposição no Minas+10, um salão de exibição que faz parte do mesmo evento. Para complementar a experiência do visitante, impressoras 3D em funcionamento foram inseridas na exposição. Os tecidos foram impressos em poliuretano termoplástico (TPU), um polímero composto por uma cadeia de unidades orgânicas em ligações de carbamato, o que conferiu caimento e conforto para as peças da Plural.

Por sua vez, no Ateliê Laís Hornburg, o uso da impressão em 3D tem como finalidade a produção de aviamentos para peças de vestuário. Depois de estudar a viabilidade e a sustentabilidade da manufatura aditiva, a professora e designer Laís Hornburg passou a empregar a fabricação digital como forma de garantir credenciais ambientais em suas criações. O material empregado na marca consiste, sumariamente, de filamentos de ácido polilático (PLA) que, assim como o TPU, também tem capacidade termoplástica e pode

garantir conforto aos usuários das peças tanto quanto produtos fabricados a partir da fibra de algodão. Além dessas qualidades, o PLA pode ser considerado um material biodegradável (HORNBERG, 2019).

O PLA também consiste em fonte para a fabricação de bolsas, máscaras e acessórios na empresa Black Purpurin, de Florianópolis (SC). Segundo Babinski Júnior *et al.* (2020), a marca surgiu em 2018 por intermédio de Juliano Mazute e Raquel Souza, um engenheiro mecânico e uma designer de moda que buscavam inovação no mercado catarinense. Desde então, a marca utiliza a manufatura aditiva para a fabricação de peças com destino ao mercado de luxo: uma bolsa Black Purpurin custa, em média, R\$ 300,00 (trezentos reais).

Os exemplos da marca Black Purpurin, do Ateliê Laís Hornburg, e da grife Plural comprovam que o uso da impressão 3D já está presente na realidade das empresas brasileiras. Diante dessa observação, este artigo tem como objetivo estabelecer um *framework* (quadro teórico, em livre tradução) acerca dos entraves para a popularização da manufatura aditiva no âmbito do vestuário. Para tanto, como objetivos específicos, estabelecem-se: (a) explorar e compreender abordagens teóricas de caráter científico acerca da manufatura aditiva; (b) sumarizar os dados levantados na bibliografia investigada de modo a fornecer evidências sobre quais entraves devem ser considerados relevantes mediante a manufatura aditiva; e (c) formalizar uma proposta teórica sob o formato de quadro que possa ser empregada por estudantes, designers autônomos e indústrias de confecção.

Por fim, cabe sublinhar que a fundamentação teórica apresenta o aprofundamento das evidências científicas e dos argumentos que fornecem bases para a construção do conhecimento objetivado. Após descortinar abordagens e conceitos, procede-se para o resultado da pesquisa, ou seja, para a apresentação do *framework*. Por último, as considerações finais apresentam as reflexões teóricas dos autores que passam, também, a formação de uma agenda de pesquisa

acerca dos assuntos tratados no artigo. Assim, a seguir, discute-se a problemática da manufatura aditiva no vestuário.

2 MANUFATURA ADITIVA

Entre o final do século XVIII e o início do século XIX, a Revolução Industrial marcou o Ocidente. Com teares mecânicos e máquinas de costura industriais, a sociedade contemporânea assistiu e promoveu a aceleração dos processos de manufatura para assegurar a escalabilidade necessária à produção em série. Debom (2018) cita que o primeiro modelo de máquina de costura foi inventado em 1829, por Barthélemy Thimmonier, e aperfeiçoado em 1850, por Issac Singer. Desde então, o processo de industrialização foi acompanhado pelo avanço tecnológico e, concomitantemente, pela degradação do meio ambiente.

Para Schulte (2015) e Müller e Mesquita (2018), o crescimento industrial dos últimos 200 anos impactou de sobremaneira o planeta. Entre os prejuízos provocados por esse processo, pode-se citar: (I) a redução da biodiversidade e dos ecossistemas naturais; (II) a extinção de espécies animais e vegetais; (III) as mudanças climáticas; (IV) o aumento do efeito estufa; (V) a chuva ácida; (VI) a deterioração dos solos e das águas; e (VII) o aumento do desperdício material; entre outros. Não à toa, Lima e Dupont (2018) apontam que a indústria de confecção consiste na segunda mais poluente do mundo. Os autores mencionam que, diariamente, só na região de Bom Retiro (SP), descartam-se mais de 12 toneladas de retalhos. Apesar desse volume, recicla-se apenas 4% do material. Estima-se que esse número dobre até 2025 e alcance o montante de 2,2 bilhões de toneladas no mundo.

O desperdício e a poluição resultantes dos processos industriais tradicionais relacionados ao *fast fashion*^[8] (moda rápida, em livre tradução para língua portuguesa) incidem na geração de resíduos sólidos têxteis e na emissão de compostos líquidos tóxicos (SHIMAMURA; SANCHES, 2012; GWILT, 2014; SCHULTE, 2015). A exemplo do exposto, cita-se que, em

[8] Segundo Shimamura e Sanches (2012), o termo *fast fashion* pode ser considerado um modelo de negócios que se encontra dentro da superprodução, pois objetiva fabricar peças rapidamente e alimentar os anseios do público habituado às compras por impulso. Exemplos de varejistas mundiais podem ser observados na Europa (UE), em empresas como Zara (Inditex) e Benetton, e, no Brasil (BR), em marcas como Riachuelo e Hering.

média, para a fabricação de uma única calça jeans, desperdiça-se 100 litros de água. Fletcher e Grose (2011) e Firmo (2014) assinalam que, em termos de resíduos sólidos, há uma perda de, aproximadamente, 20% de insumos no processo de encaixe, enfiado, risco e corte de tecidos. Lima e Dupont (2018) destacam, ainda, a problemática do descarte pós-consumo: além de envolver cerca de 400% mais carbono do que outras peças, o vestuário advindo do *fast fashion* tende a ser usado apenas cinco vezes antes de ser colocado para doação ou ser destinado a lixões e/ou aterros sanitários.

Abreu e Menezes (2017) e Lima e Dupont (2018) acreditam que a nocividade das indústrias que empregam o modelo *fast fashion* pode ser reduzida por meio da adequação a processos produtivos pró-sustentabilidade, a exemplo da impressão em 3D. Silva (2020, p. 66) corrobora com o argumento dos autores e defende que:

“ O uso da manufatura aditiva para roupa traz grandes expectativas e promessas. Produtos personalizados de acordo com as preferências do consumidor e construídos sob medida aos corpos dos usuários se contrapõem à cultura do consumo em massa e do *fast fashion*, o que pode ser uma revolução na maneira como se produz e se consome moda.

Cabe salientar que a revolução da manufatura aditiva citada por Silva (2020) teve seu início na década de 1980. De acordo com Dantas *et al.* (2018) e Soares e Campos (2019), a primeira impressora 3D foi criada em 1984, pelo empresário Charles Chuck Hull, com funcionamento a vapor e por tecnologia de estereolitografia^[9]. Inicialmente, o equipamento custava em torno de US\$ 100.000 (cem mil dólares), o que restringia seu uso a empresas de grande porte em metrópoles do primeiro mundo. A princípio, a máquina foi criada para ser utilizada no processo de prototipagem rápida e no desenvolvimento de componentes plásticos, ao atuar de forma acelerada em relação à execução tradicional. Com o tempo, a impressora foi aprimorada, popularizada, barateada e se tornou acessível a empresas menores. Mineiro e Magalhães

[9] Soares e Campos (2019) mencionam que a estereolitografia consiste em uma técnica que emprega resinas de fotopolímeros que são endurecidas por um feixe de *laser* lançado sobre o material em uma superfície plana.

(2019) comentam que a redução da complexidade envolvida na programação das impressoras 3D também contribuiu para sua disseminação.

Em meados do século XXI, o equipamento começou a ser implementado nos processos produtivos da indústria de confecção com ênfase na prototipagem de peças de vestuário e de acessórios, como bolsas e sapatos. Entre as vantagens percebidas estavam a possibilidade de criar peças sem costura e com um desperdício menor, se comparado com a produção tradicional. Os materiais empregados na manufatura aditiva também evoluíram e, segundo Lima e Dupont (2018, p. 114), “[...] nos materiais utilizados para imprimir um produto 3D, hoje, já vemos pós, resinas e acrílicos que possuem a capacidade de serem picados para reciclagem ou para serem biodegradados na natureza.”

Conceição e Santos (2017), Calixto e Sobreira (2020) e Silva (2020) afirmam que a primeira peça vestível produzida por manufatura aditiva foi um vestido, o *Black Drape Dress*, feito em 2000, por Janne Kyttanen e Jiri Evenhuis. Materializado a partir da técnica de sinterização seletiva à *laser* (SLS)^[10], o vestido se encontra no acervo do Museu de Arte Moderna (MoMA) de Nova York (EUA). Mineiro e Magalhães (2019) destacam que, apenas a partir de 2007 as impressoras 3D começaram a ser utilizadas em mesas e bancadas laboratoriais. Silva (2020) comenta que a primeira vez que uma peça de vestuário impressa em 3D desfilou em uma passarela foi no ano de 2010. Tratava-se da coleção *Crystallization* da designer de moda Iris Van Herper. Além da designer, entre os profissionais da área que empregavam a manufatura aditiva, cita-se: Alex Walsh, Andreas Bastian, Bradley Rothenberg, Catharine Wales, Danit Peleg, Francis Bitonti, Gláucia Fróes, Julia Koerner, Michael Schmidt, Neri Oxman, Richard Beckett, Ross Leonardy, entre outros (GOMES *et al.*, 2020; SILVA, 2020).

Na visão de Conceição e Santos (2017) e Pires e Martins (2017), a impressão 3D se tornou popular entre designers e estilistas autônomos devido à possibilidade de acelerar os

[10] Calixto e Sobreira (2020) esclarecem que essa técnica consiste na aplicação de um fecho de laser para fundir o material de impressão que, por sua vez, encontra-se como pó. A fusão só termina com a materialização do objeto projetado.

processos de prototipagem e a correção de modelos pela manufatura aditiva. O que, de outra maneira, levaria dias ou meses para corrigir, poderia ser alterado e reimpresso em questão de poucas horas. Ainda hoje, “existe a possibilidade de idealizar e materializar uma peça com eficiência, bens que, até recentemente, só podiam sair das fábricas” (CONCEIÇÃO; SANTOS, 2017, p. 10). Gomes *et al.* (2020) mencionam que já existem empresas especializadas na fabricação de artefatos criados por consumidores ou designers autônomos que não dispõem de acesso a impressoras 3D, tais como Freedom of Creation, Make Eyewear, Rapid Made e Sculpture LLC, entre outras.

Mineiro e Magalhães (2019) comentam que a diversidade de possibilidades originadas a partir da disseminação das impressoras 3D também acompanhou a oferta de seus modelos que, a cada lançamento, apresentavam novas funcionalidades e formatos. Para os autores, hoje, os modelos têm capacidade de interpretar os códigos gerados pelos sistemas do tipo *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por Computador, em livre tradução, ou CAD) e *Computer Aided Manufacturing* (Manufatura Assistida por Computador, em livre tradução, ou CAM). Esse avanço aumenta a precisão da impressão e das modificações realizadas sobre os insumos com base nos códigos programados. Nesse mesmo viés, Gonçalves, Teófilo e Campos (2017) sublinham que os modelos mais recentes de impressoras 3D possibilitam repensar a modelagem, a pilotagem, a confecção e o acabamento dos artefatos vestíveis.

Atualmente, embora a manufatura aditiva ainda se baseie na produção mecanizada de produtos em série, ela permite aos consumidores uma participação direta na escolha de formatos, cores e acabamentos das peças. Por essa razão, acredita-se que a manufatura aditiva possibilite a customização em massa ou a produção de pequenos lotes seriados (GONÇALVES; TEÓFILO; CAMPOS, 2017; MINEIRO; MAGALHÃES, 2019). Conforme Soares e Campos (2019), o próprio termo “manufatura aditiva” passou a incluir outras tecnolo-

gias, tal como o processo de *Fused Deposition Modeling* (Modelagem por Deposição Fundida, em livre tradução, ou FDM), no qual a prototipagem ocorre pela deposição de filamentos termoplásticos que, por sua vez, ao passarem por uma extrusora, tornam-se camadas de produto no suporte da máquina (cama de impressão).

Assim, desde a primeira máquina de costura aos últimos modelos de impressoras 3D, a tecnologia envolvida nos processos de manufatura da indústria de confecção evoluiu potencialmente. Esse progresso, que outrora ignorava o impacto ambiental provocado pelo processo de industrialização, passou a ser mediado por credenciais pró-sustentabilidade na medida em que, recentemente, favorece o uso de materiais biodegradáveis e evita o desperdício de insumos. Traçado um quadro geral sobre a manufatura aditiva, a seguir, apresenta-se a problemática dos *fab labs* — espaços destinados ao uso de tecnologias para a fabricação digital (SILVEIRA *et al.*, 2020).

2.1 FAB LABS

Para a compreensão da manufatura aditiva no cenário brasileiro, faz-se necessário esclarecer como funcionam os espaços que abrangem tal processo. Os laboratórios que comportam impressoras 3D, usualmente, denominam-se de *fab labs*. De acordo com Silveira *et al.* (2020), esses espaços visam à inovação colaborativa de forma rápida e barata, assim como a realização de projetos, o compartilhamento de informações e a materialização de protótipos e de peças finais. Os autores afirmam que: “ser um *fab lab* significa conectar-se a uma comunidade global de alunos, educadores, tecnólogos, pesquisadores, fabricantes e inovadores [...]” (SILVEIRA *et al.*, 2020, p. 23).

Silva, Silva e Rüttschilling (2019) destacam que existem cerca de 1.206 laboratórios de fabricação digital em atividade no mundo, sendo que, desses, 49 estão localizados no Brasil (BR). Conforme apontam os autores, esses laboratórios tendem a adotar a estrutura física e conceitual desenvolvida pelo

Massachusetts Institute of Technology (MIT) em parceria com a Fab Foundation — uma organização sem fins lucrativos que visa a fornecer acesso a ferramentas que têm por objetivo fomentar a inovação. Os autores mencionam que o Brasil (BR) ainda tem uma lacuna de oportunidade para implementação de *fab labs*, visto que países de território menor, como a Espanha (ES), têm, em média, 50 laboratórios. A exemplo do exposto, os Estados Unidos da América (EUA), que se assemelha ao Brasil (BR) em dimensões territoriais, contam com 173 *fab labs* em atividade.

Silva, Silva e Rüttschilling (2019) afirmam que essa diferença entre as três nações supramencionadas se dá pelo estágio avançado de desenvolvimento econômico e tecnológico no qual se encontram a Espanha (ES) e os Estados Unidos da América (EUA). Dados de Silveira *et al.* (2020) apontam que a região Sul do Brasil (BR) reúne cerca de 24% de todos os laboratórios de fabricação digital cadastrados na rede Fab Foundation, sendo a segunda região com mais *fab labs* do país. A maior parte deles fica localizada nas capitais Florianópolis (SC) e Porto Alegre (RS).

Em geral, nesses espaços, disponibilizam-se recursos como: (I) impressora 3D para fusão por depósito de material termoplástico; (II) corte e gravação a *laser*; (III) fresadoras; e (IV) máquinas de usinagem. Bastos e Castillo (2016, p. 4562-4563) consideram que “é perceptível que o maquinário disponível em espaços como o *fab lab* permite uma grande diversidade de uso, desconhecida pela maioria dos profissionais hoje atuantes [...]”.

Desse modo, os espaços destinados à fabricação digital permitem compartilhar conhecimentos e práticas na impressão de novos artefatos. Equipados com maquinários apropriados para a manufatura aditiva, os *fab labs* podem prover uma economia nos esforços financeiros daqueles que desejam empreender ou se aventurar na impressão 3D, além de aprimorar técnicas e materiais. A fim de contextu-

alizer o assunto, procede-se para os entraves encontrados na literatura pesquisada.

2.2 ENTRAVES PARA ADOÇÃO DA MANUFATURA ADITIVA NO ÂMBITO DO VESTUÁRIO

Rocha (2018, p. 136) comenta que “a tecnologia 3D vem revolucionar a forma como até hoje tem funcionado a indústria de moda”. A autora acredita que, por enquanto, as possibilidades de avanço na impressão de peças de vestuário em 3D estão limitadas pelo acesso aos materiais e pelos custos para aquisição de maquinário. Segundo aponta a autora, “[...] a tecnologia 3D tem um desenvolvimento tão rápido que é apenas uma questão de tempo até as peças de moda podem ser impressas em variadíssimos materiais e por preços bastante baixos [...]” (ROCHA, 2018, p. 136).

Sobre os entraves para adoção da tecnologia na indústria de confecção, Rocha (2018) estabeleceu duas perspectivas: (I) a da pirataria, uma vez que, ao serem compartilhados arquivos com códigos de programação CAD em redes de computadores, as peças de vestuário podem acabar por ser usurpadas indevidamente e impressas em equipamentos domésticos; e (II) a dos insumos, visto que os materiais utilizados na impressão 3D ainda não apresentam o conforto tátil, a flexibilidade e a leveza das matérias-primas convencionais. Calixto e Sobreira (2020, p. 8-9) também manifestam preocupação com a pirataria ao citarem que:

“ [...] as criações com base em arquivos digitais a fim de permitir a concretização do produto final colidem com a questão do direito autoral no contexto da produção descentralizada. O método de impressão tridimensional, dentro da cultura *maker*, permite a reprodução de quase todos os projetos 3D disponíveis digitalmente [...].

Calixto e Sobreira (2020) acreditam que a Lei de Direitos Autorais^[11] e o Marco Civil da Internet^[12] precisam ser revisados para abarcar a produção de peças impressas com e sem

[11] Lei nº 9.610, de 1998 (CALIXTO; SOBREIRA, 2020).

[12] Lei nº 12.965, de 2014 (CALIXTO; SOBREIRA, 2020).

a autorização dos criadores do documento original. Assim como Rocha (2018) e Calixto e Sobreira (2020), Silva (2020) também esboça apreensão com possíveis problemas que podem ser gerados a partir da implicação de direitos autorais sobre as peças de vestuário e seus arquivos digitais. A autora comenta que, no futuro, será necessário criar instrumentos e medidas de controle sobre os direitos de estilistas, designers de moda e programadores.

Por sua vez, acerca do entrave material citado anteriormente por Rocha (2018), Silva (2020, p. 66) defende que: “nos projetos de vestuário que empregam a fabricação digital, a relação do material com o corpo precisa ser repensada, se constituindo [em] uma das barreiras e um grande desafio para o avanço e a popularização do uso da tecnologia na área”. De modo semelhante, ao conduzir um estudo para analisar as percepções dos consumidores sobre peças de vestuário produzidas a partir da impressão 3D, Perry (2017) também identificou obstáculos à manufatura aditiva. O estudo analisou três dimensões: (I) vantagens; (II) preocupações; e (III) compras. Os resultados destacam como desvantagens da impressão 3D: (I) ausência de conforto; (II) dificuldade de movimento; (IV) alto custo; (V) durabilidade das peças; e (VI) manutenção e cuidado.

Além da barreira material, Bastos e Castillo (2016) e Mineiro e Magalhães (2019) mencionam que as práticas de design sofrem influência da manipulação de insumos e das especificidades produzidas na fabricação dos artefatos e que, portanto, um entrave possível está na capacitação de futuros designers para a operação de equipamentos de manufatura aditiva. Isso permite dizer que conhecer a configuração estético-formal do produto e a sua interferência na interface entre o projeto e a produção pode se tornar um bloqueio para estudantes que almejam adquirir habilidades técnicas no uso das impressoras 3D. Bastos e Castillo (2016, p. 4561) defendem que:

“ Essa realidade se reflete nos cursos técnicos, tecnólogos e de graduação ofertados no contexto brasileiro. Observando as matrizes curriculares da maioria dos cursos de design de moda, é possível perceber a ausência de unidades curriculares que contemplem atividades experimentais e de fabricação digital.

A lacuna de conhecimento e de capacitação técnica indicada por Bastos e Castillo (2016) reforça o distanciamento entre a academia e o mercado. De maneira similar, Silveira *et al.* (2020) constataram entraves no acesso de estudantes e profissionais aos espaços de fabricação digital. Os autores observaram que muitos *fab labs* detêm a permissão sobre a utilização dos equipamentos e dos maquinários e restringem sua operação aos servidores técnicos laboratoriais e aos docentes das instituições às quais estão vinculadas. Ou seja, o usuário desses ambientes acaba por ter uma posição passiva na produção do artefato projetado. Outro ponto relatado pelos autores está na ausência de comunicação sobre esses espaços à comunidade externa e circundante às universidades. Isso se reflete na falta de investimentos da iniciativa privada e na captação de recursos do próprio Estado para subsidiar a manutenção desses locais.

Fuchs, Cotrim e Leal (2021) também descortinaram barreiras à adoção da manufatura aditiva. Ao conduzirem uma pesquisa para prototipação de um salto alto, os autores identificaram como entraves: (I) o tempo de impressão; (II) o volume de insumos; (III) a disponibilidade de cores; e (IV) a escalabilidade fabril. Do mesmo modo, Calixto e Sobreira (2020) perceberam que, apesar de possibilitar a customização de peças ao gosto dos consumidores, a impressão 3D ainda encontra desafios na produção de itens em larga escala, o que a afasta dos interesses da indústria de confecção e, em especial, dos negócios do modelo *fast fashion*. Ademais, os autores apresentam outra problemática: a regulação da impressão doméstica.

Calixto e Sobreira (2020) sustentam que, sem o controle da impressão 3D doméstica, a manufatura aditiva pode ter

como consequências: (I) a superprodução de artefatos vestíveis para sustentar o impulso consumista contemporâneo; e (II) a impressão indevida de peças que apresentam risco à saúde, a exemplo de superfícies pontiagudas e cortantes ou à base de insumos tóxicos e contaminantes. Além disso, as autoras acrescentam que, até que a democratização da fabricação digital atinja níveis globais, o acesso a peças de vestuário impressas em 3D poderá ser um fator de estratificação social, visto o elevado custo desses itens.

Logo, os entraves percebidos na bibliografia pesquisada possibilitam entender as adversidades da manufatura aditiva no cenário atual, além de esclarecer como as objeções à fabricação digital estão articuladas. Acredita-se que ainda existam outros obstáculos além dos identificados e que, ao passo em que se tornar democrática, a impressão 3D apresentará mais desafios. Assim, evidenciados os impedimentos à popularização da manufatura aditiva, a seguir, descreve-se os procedimentos metodológicos empregados nesta pesquisa.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Mediante a classificação metodológica proposta por Gil (2008), este artigo pode ser compreendido enquanto: (I) pesquisa descritiva, concernente aos seus objetivos; (II) pesquisa básica, no que diz respeito à sua finalidade; (III) pesquisa qualitativa, perante o tratamento dado ao corpo de conhecimento formulado; e (IV) pesquisa bibliográfica, do ponto de vista dos procedimentos técnicos empregados em sua realização.

Importa ressaltar que os procedimentos seguiram as seguintes etapas: (I) revisão narrativa e assistemática para fundamentação teórica; (II) análise das informações encontradas e estruturação das evidências científicas; (III) sumarização dos entraves encontrados na literatura em categorias; (IV) descrição do resultado da pesquisa e redação das considerações finais; e (V) formação de uma agenda de pesquisa sobre o assunto.

A revisão realizada para a coleta de dados foi baseada em autores escolhidos randomicamente, ou seja, sem critérios de seleção ou de exclusão de obras. O que implica dizer que a busca pelos dados não privilegiou bases, universidades ou grupos de pesquisa em específico. Para o tratamento de dados não foram empregados *softwares*. Do ponto de vista epistemológico, a análise dos dados seguiu uma postura interpretativista com inclinações ao pensamento lógico indutivo — que, por sua vez, na visão de Gil (2008), permite que a leitura de dados particulares seja utilizada para a extrapolação de cenários generalistas. Uma vez esclarecidos os procedimentos metodológicos, procede-se para a descrição do resultado.

4 RESULTADO

Ao analisar os entraves encontrados na bibliografia, os autores da pesquisa estabeleceram agrupamentos que expresam ideias similares. Ao total, foram elencadas seis categorias: (I) características materiais; (II) pirataria; (III) capacitação técnica; (IV) acesso aos *fab labs*; (V) custos; e (VI) processos de impressão. Para cada categoria, foram criadas recomendações com base nas discussões realizadas entre os autores acerca das obras investigadas (Quadro 1).

Quadro 1: Entraves e recomendações para a popularização da manufatura aditiva

Embasamento teórico	Entraves percebidos	Recomendações
Categoria 1: Características materiais		
Perry (2017), Lima e Dupont (2018), Rocha (2018), Calixto e Sobreira (2020), Silva (2020), Fuchs, Cotrim e Leal (2021).	<ul style="list-style-type: none"> - Insumos pouco flexíveis, confortáveis e leves; - Dificuldade de movimento; - Durabilidade das peças; - Complexidade de manutenção e cuidado; - Pouca disponibilidade de cor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Testar novos processos de manufatura (prensa, usinagem, entre outros) com materiais flexíveis; - Produzir acabamentos nas peças de modo a diminuir a abrasão e o atrito; - Realizar estudos exploratórios a partir de novas composições com acréscimo de fibras naturais.

Embasamento teórico	Entraves percebidos	Recomendações
Categoria 2: Pirataria		
Perry (2017), Lima e Dupont (2018), Rocha (2018), Calixto e Sobreira (2020), Silva (2020), Fuchs, Cotrim e Leal (2021).	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilidade de cópia e de impressão indevidas das peças; - Fraude quanto aos direitos autorais dos criadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não compartilhar arquivos digitais em redes de computadores; - Criar senhas criptografadas para acesso restrito ao conteúdo dos documentos digitais.
Categoria 3: Capacitação técnica		
Bastos e Castillo (2016), Mineiro e Magalhães (2019).	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldades cognitivas na compreensão dos <i>softwares</i> e na programação do equipamento; - Ausência de atividades e experiências predispostas na matriz curricular de cursos de moda e lacunas na oferta de unidades curriculares em universidades. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ofertar treinamento contínuo para estudantes e profissionais da comunidade externa às instituições de ensino; - Capacitar docentes, técnicos laboratoriais e discentes para fazer uso da manufatura aditiva nos processos produtivos; - Revisar os Projetos Pedagógicos de Curso para incluir unidades curriculares voltadas à fabricação digital.
Categoria 4: Acesso aos <i>fab labs</i>		
Silveira <i>et al.</i> (2020).	<ul style="list-style-type: none"> - A permissão depende de aprovação da universidade em que o espaço se encontra; - O uso de maquinários e equipamentos está atrelado a um técnico laboratorial ou a um professor; - Há baixa divulgação sobre a presença de <i>fab labs</i> para as comunidades circundantes às instituições de ensino. 	<ul style="list-style-type: none"> - Criar políticas de uso e dispor de horários livres para atender a demandas externas à instituição; - Criar espaços de orientação e promover o uso supervisionado de maquinários e equipamentos; - Elaborar termos de responsabilidade sobre a utilização dos espaços laboratoriais, de modo a integrar discentes e comunidade externa; - Efetuar campanhas de divulgação dos <i>fab labs</i> como convite à sociedade.

Embasamento teórico	Entraves percebidos	Recomendações
Categoria 5: Custos		
Perry (2017) e Calixto e Sobreira (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Pelo custo de aquisição do equipamento, as impressoras 3D ainda se encontram inacessíveis, financeiramente, para a maior parte da população; - As peças impressas em 3D têm custo elevado e reforçam a estratificação social. 	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar oportunidades de aluguel dos equipamentos; - Encontrar formas de acesso às impressoras 3D a partir de espaços <i>maker</i> compartilhados entre estudantes e profissionais; - Buscar estratégias para subsidiar o barateamento da produção dos artefatos vestíveis, de modo a democratizar o acesso de mais consumidores.
Categoria 6: Processo de impressão		
Fuchs, Cotrim e Leal (2021), Calixto e Sobreira (2020), Silva (2020).	<ul style="list-style-type: none"> - Tempo de impressão; - Impossibilidade de produção em larga escala; - Superprodução doméstica de artefatos vestíveis; - Produção indevida de objetos nocivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver tecnologias de aceleração no tempo de depósito das camadas de filamentos; - Alterar a legislação vigente a fim de adequar ao cenário de popularização da manufatura aditiva; - Fiscalizar e instruir sobre as possibilidades construtivas da impressão 3D e o uso de insumos tóxicos.

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Com base no Quadro 1, pode-se observar que os entraves evidenciados pressupõem recomendações e reflexões teóricas que, embora sejam viáveis, devem ser testadas na prática. Apesar de indicadas pelos autores pesquisados de forma implícita ou explícita, parte dessas recomendações está calcada em percepções empíricas e ensaístas. Portanto, para dar continuidade à pesquisa desenvolvida, sugere-se que uma próxima etapa seja realizada em campo para averiguar a eficiência e os prováveis desvios do estudo.

Por fim, os autores deste artigo corroboram com o exposto por Conceição e Santos (2017) e Rocha (2018) acerca do avanço da produção a partir da manufatura aditiva: há ainda um longo caminho a percorrer e muitas limitações a serem superadas. Todavia, acredita-se que nas próximas décadas, a impressão 3D será coletivizada e os consumidores poderão cocriar artefatos vestíveis confortáveis e funcionais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a construção do *framework* sobre os entraves no âmbito da manufatura aditiva no ensino e nos negócios atrelados ao vestuário, objetivo geral desta pesquisa, os autores identificaram e agruparam obstáculos conforme a literatura investigada. Nesse processo, foram observadas seis categorias de impedimentos: (I) características materiais; (II) pirataria; (III) capacitação técnica; (IV) acesso aos *fab labs*; (V) custos; e (VI) processos de impressão. Para cada categoria, foram estabelecidas recomendações empíricas a partir de reflexões teóricas. Assim, a principal contribuição científica dessa pesquisa reside na elaboração de um quadro que sintetiza esses achados e oferece sugestões para superá-los.

Se extrapolados cenários e aceitas generalizações, os autores deste artigo creem que, para popularização da fabricação digital na perspectiva do vestuário, leis precisam ser editadas, capacitações devem se tornar regulares, disciplinas necessitam ser incluídas em grades curriculares, *fab labs* devem se tornar acessíveis, riscos à inovação por parte das indústrias precisam ser minimizados, equipamentos devem ser barateados e estudantes, assim como designers, têm de serem convocados a usar a manufatura aditiva para a edificação de um futuro pró-sustentabilidade. A partir dessas ações, quando o processo de democratização da fabricação digital atingir níveis globais, a revolução da manufatura aditiva terá se consolidado no horizonte da Contemporaneidade.

Importa comentar que a pesquisa foi limitada pelo tempo hábil necessário ao seu desenvolvimento. Esse tempo foi

reduzido em função de mudanças de escopo, visto que, inicialmente, pretendia-se levantar requisitos de sustentabilidade atrelados à manufatura aditiva. As questões de ordem orçamentárias e o cenário pandêmico também provocaram desvios na condução da pesquisa, que foi adaptada a partir dos obstáculos que surgiram no decorrer de sua execução.

Para formação de uma agenda acerca do assunto, os autores sugerem o aprofundamento da literatura pelo viés dos insumos e dos processos de manufatura aditiva. Nessa ampliação, revisões a partir de bases de dados poderão fornecer subsídios para orientações e evidências de outros entraves. Logo, acredita-se que a manufatura aditiva na dimensão do vestuário ainda oportuniza o preenchimento de muitas lacunas de pesquisa.

Por último, cabe aos autores deste artigo agradecer o apoio institucional recebido por meio do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus Jaraguá do Sul, centro, e do professor Doutor Selomar Claudio Borges, coordenador do curso técnico integrado em Modelagem do Vestuário, ao qual vincula-se esta pesquisa. Faz-se importante sublinhar, também, a contribuição de discentes, docentes, técnicos laboratoriais e servidores administrativos que compartilharam a jornada do conhecimento com os autores deste artigo até este momento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Ana Cláudia de; MENEZES, Marizilda dos Santos. Impressão 3D: considerações sobre o futuro impacto na área da moda. In: COLÓQUIO DE MODA, 13., 2017, Bauru.

Anais [...]. Bauru: ABEPEM, 2017. p. 1-15. Disponível em: <https://bit.ly/3bJAbAr>. Acesso em: 21 fev. 2021.

BABINSKI JÚNIOR, Valdecir *et al.* Moda e Consumo Sustentável: um exemplo de Florianópolis (SC).

Mix Sustentável, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 93-110, 21 dez. 2020. Disponível em: <http://bit.ly/3sZ0mss>. Acesso em: 08 mar. 2021.

BASTOS, Victoria Fernandez; CASTILLO, Leonardo. Moda e fabricação digital em um contexto *Fab Lab*: equipamentos, métodos e processos para o desenvolvimento de produtos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 12., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Editora Blücher, 2016. p. 4552-4564. Disponível em: <https://bit.ly/2OR39VZ>. Acesso em: 06 jan. 2021.

CALIXTO, Marcela Luíza; SOBREIRA, Maria Adircila Sobreira. Impressão 3D na moda: desafios e reflexões. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE DESIGN, 4., 2020, [S.L.]. **Anais [...]**. [S.L.]: Editora Blücher, 2020. p. 1-14. Disponível em: <https://bit.ly/3AJI5EQ>. Acesso em: 05 abr. 2021.

CONCEIÇÃO, Maria Eloisa de Jesus; SANTOS, Jorge Roberto Lopes dos. Remodelando o Design do Vestuário com tecnologias digitais de produção. **Triades: Transversalidades, Design e Linguagens**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 1-16, 10 maio 2017. Disponível em: <http://bit.ly/3bjxH55>. Acesso em: 15 mar. 2021.

DANTAS, Izabel de Melo *et al.* Implantação de impressão 3D: melhoria no processo de projetos no grupo Açotubo. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 1, n. 123, p. 1-17, 01 jun. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3m3USwv>. Acesso em: 12 maio 2021.

DEBOM, Paulo. Moda: nascimento, conceito e história. **Veredas da História**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 7-25, dez. 2018. Disponível em: <http://bit.ly/3hsymsT>. Acesso em: 29 dez. 2020.

FIRMO, Francis da Silveira. *Zero Waste* (Resíduo Zero): uma abordagem sustentável para confecção de vestimentas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 11., 2014, Gramado. **Anais**

[...]. Gramado: Editora Blücher, 2014. p. 1-13. Disponível em: <https://bit.ly/35D0vcg>. Acesso em: 25 jul. 2020.

FLETCHER, Kate; GROSE, Lynda. **Moda & Sustentabilidade:** design para mudança. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011. Tradução de: Janaína Marcoantonio.

FUCHS, Nathalia Ruiz; COTRIM, Syntia Lemos; LEAL, Gislaine Camila Lapasini. Proposta de um modelo de referência para o desenvolvimento de produtos do vestuário utilizando impressão 3D. **Produto & Produção**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 44-66, 1 jan. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3AK6WHe>. Acesso em: 07 abr. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Juliana Neves *et al.* Impressão 3D para vestuário: novos paradigmas de Design e Consumo. **ModaPalavra e-periódico**, Florianópolis, v. 13, n. 29, p. 136-156, 1 jul. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3jTn7LM>. Acesso em: 05 abr. 2021.

GONÇALVES, Juliana; TEÓFILO, Vania; CAMPOS, Fábio Ferreira da Costa. Reflexões sobre a manufatura aditiva na produção e consumo de moda. In: COLÓQUIO DE MODA, 13., 2017, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: ABEPEM, 2017. p. 1-7. Disponível em: <https://bit.ly/3el6JfZ>. Acesso em: 03 fev. 2021.

GWILT, Alison. **Moda sustentável:** um guia prático. São Paulo: Editora Gustavo Gili, 2014. Tradução de: Márcia Longarço.

HORNBURG, Laís Estefani. **Aviamentos personalizados:** utilização da impressão 3D na Indústria do Vestuário. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado) — Curso de Pós-Graduação em Design, Univille, Joinville, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3ceinMR>. Acesso em: 09 mar. 2021.

KUHN, Renato; MINUZZI, Reinilda de Fátima. Uma introdução à impressão 3D no Design de Moda: as primeiras peças e a chegada às passarelas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM MODA, 5., 2015, Novo Hamburgo. **Anais [...]**. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2015. p. 1-6. Disponível em: <https://bit.ly/3eF9775>. Acesso em: 23 nov. 2020.

KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia. **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

LIMA, Patrícia Cristina de; DUPONT, Mariana Gomes. A impressão 3D no mercado de moda: sustentabilidade e desenvolvimento. **Diálogo com a Economia Criativa**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 8, p. 102-116, 21 set. 2018. Disponível em: <http://bit.ly/38B1FWU>. Acesso em: 29 jan. 2021.

MINEIRO, Érico; MAGALHÃES, Cláudio. Da Fabricação Digital para o Design: propriedades emergentes e implicações. In: CONGRESSO BRASILEIRO PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 13., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Editora Blücher, 2019. p. 1-13. Disponível em: <https://bit.ly/3vxjiRx>. Acesso em: 23 jan. 2021.

MORICONI, Palmira. **Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3. ed. [S.L.]: FINEP; 2005.

MÜLLER, Madeleine; MESQUITA, Francisco. **Admirável moda sustentável: vestindo um mundo novo**. [S.L.]: Adverte, 2018.

PERRY, Anna. *3D-printed apparel and 3D-printer: exploring advantages, concerns, and purchases*. **International Journal of Fashion Design, Technology and Education**, Londres, v. 11, n. 1, p. 95-103, 30 mar. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3m2tqiy>. Acesso em: 26 mar. 2021.

PIRES, Rafaela Blanch; MARTINS, Sérgio Reis Moreira. Fabricação digital e impactos na produção em pequena escala no campo da moda: criatividade, inovação, sustentabilidade e inovação. In: COLÓQUIO DE MODA, 13., 2017, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: ABEPEN, 2017. p. 1-15. Disponível em: <https://bit.ly/3bMuRMM>. Acesso em: 03 dez. 2020.

ROCHA, Maria Victória. Moda e Impressão 3D: um novo paradigma?. **Revista Electrónica de Direito**, Porto, v. 17, n. 3, p. 106-151, out. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3g24FPM>. Acesso em: 07 abr. 2021.

ROCKENBACH, Júlia Letícia Peliciolli. **Inovação e Indústria 4.0**: características e posicionamento das instituições empresariais e de ciência e de tecnologia em Santa Catarina. 2019. 99 f. TCC (Graduação) — Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3cgcz5w>. Acesso em: 09 mar. 2021.

SCHULTE, Neide Köhler. **Reflexões sobre Moda Ética**: contribuições do biocentrismo e do veganismo. Florianópolis: Editora UDESC, 2015.

SHIMAMURA, Érica; SANCHES, Maria Celeste de Fátima. O *Fast Fashion* e a identidade de marca. **Projética**, Londrina, v. 3, n. 2, p. 66-76, dez. 2012. Disponível em: <https://bit.ly/2VVRqJr>. Acesso em: 26 mar. 2021.

SILVA, Dailene Nogueira da. **A tridimensionalidade da superfície vestível e a impressão 3D**: processos, estratégias e experimentações. 2020. 173 f. Tese (Doutorado) — Curso de Pós-Graduação em Design, Universidade de Lisboa, Bauru, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3m0iSAJ>. Acesso em: 08 abr. 2021.

SILVA, Thays Ramos; SILVA, Fábio Pinto da; RÜTHSCHILLING, Evelise Anicet. *Textile Labs*: um estudo sobre a implementação de tecnologias de fabricação na Indústria da Moda. **Educação Gráfica**, Bauru, v. 23, n. 1, p. 287-300, abr. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3AO2U0N>. Acesso em: 01 abr. 2021.

SILVEIRA, André Luis Marques da *et al.* Estratégias de ação implementadas pelos *Fab Labs* de Porto Alegre/RS. **Design e Tecnologia**, Porto Alegre, v. 10, n. 21, p. 22-32, 21 dez. 2020. Disponível em: <http://bit.ly/2OoJE7y>. Acesso em: 01 jan. 2021.

SOARES, Juliana Maria Moreira; CAMPOS, Paulo Eduardo Fonseca de. Tecnologia Assistiva, Impressão 3D e Indústria 4.0. In: CONGRESSO BRASILEIRO PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 13., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Editora Blücher, 2019. p. 1-15. Disponível em: <https://bit.ly/3eK702d>. Acesso em: 05 fev. 2021.

TAKAGAKI, Luiz Koiti. Tecnologia de impressão 3D. **RIT — Revista Inovação Tecnológica**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 28-40, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3m3PhGD>. Acesso em: 02 abr. 2021.