

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS UTILIZANDO A MANUFATURA ADITIVA PARA A PRODUÇÃO PERSONALIZADA

Beatriz Vergília da Silva

beatriz.silva@fatec.sp.gov.br

Carolina Yuri Sato

carolina.sato@fatec.sp.gov.br

Prof^a. Me. Silvia Panetta Nascimento

silvia.nascimento@fatec.sp.gov.br

Prof^a. Me. Flávia Morini Garcia

flaviamorini@ufscar.br

RESUMO: O presente artigo trata do desenvolvimento de espelhos de tomada peça aparente que cobre o suporte por meio da Manufatura Aditiva (MA), utilizando a técnica de Modelagem por Fusão e Deposição (FDM). Inicialmente, são detalhados os processos de concepção e desenho dos espelhos, incluindo o uso da plataforma Autodesk Inventor e do *software* Prusa Slicer para fatiamento das peças. Foram desenvolvidos dois modelos de espelhos: um convencional, similar aos vendidos comercialmente, e outro em formato de nuvem. O material escolhido foi o Polietileno Tereftalato Glicol (PETG) devido às suas características mecânicas e capacidade de suportar altas temperaturas. Após a impressão dos espelhos, realizada por uma impressora Bambu Lab P1P, foram apresentados os tempos de produção e os custos envolvidos. Em seguida, são discutidos os resultados de um questionário aplicado para investigar o interesse do mercado consumidor em produtos personalizados produzidos por MA. Os dados evidenciam uma boa aceitação por parte dos consumidores, especialmente em relação à personalização, qualidade, preço e sustentabilidade dos materiais. Dessa forma, evidenciou-se que a combinação de MA e a personalização oferece uma oportunidade promissora no mercado consumidor, com os espelhos de tomada desenvolvidos neste estudo demonstrando um potencial de aceitação e recomendação por parte dos consumidores. Esses resultados destacam a importância de considerar as preferências e necessidades dos consumidores ao desenvolver produtos utilizando tecnologias inovadoras como a impressão 3D.

Palavras-chave: Materiais. Indústria 4.0. Impressão 3D.

DEVELOPMENT OF PRODUCTS USING ADDITIVE MANUFACTURING FOR CUSTOMIZED PRODUCTION

ABSTRACT: This article addresses the development of outlet mirrors through Additive Manufacturing (AM), using the Fused Deposition Modeling (FDM) technique. Initially, the conception and design processes of the mirrors are detailed, including the use of the Autodesk Inventor platform and Prusa Slicer software for slicing the pieces. Two models of mirrors were developed: a conventional one, like those commercially available, and another in cloud format. Additionally, Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG) was chosen as the material due to its mechanical characteristics and ability to withstand high temperatures. After printing the mirrors, carried out by a Bambu Lab P1P printer, production times and costs involved were presented. Subsequently, the results of a questionnaire applied to investigate the interest of the consumer market in customized products produced by AM were discussed. The data show a good receptivity from consumers, especially regarding customization, quality, price, and material sustainability. Thus, it was evidenced that the combination of AM and customization offers a promising opportunity in the consumer market, with the outlet mirrors developed in this study demonstrating a potential for acceptance and recommendation from consumers. These results highlight the importance of considering consumer preferences and needs when developing products using innovative technologies such as 3D printing.

Keywords: Materials. Industry 4.0. 3D Printing.

1 INTRODUÇÃO

A Manufatura Aditiva (MA) é popularmente conhecida como impressão 3D. Ela consiste no processo de adição de materiais em camadas sequenciais que seguem um modelo de Desenho Assistido por Computador (DAC) que constrói componentes físicos com diferentes materiais, técnicas e *designers* (VOLPATO, 2017).

A MA permite a criação de peças complexas que antes eram difíceis ou impossíveis de fabricar pelos métodos tradicionais, resultando em economia significativa de matéria-prima ao utilizar apenas a quantidade necessária para os requisitos de fabricação (ALCALDE; WILTGEN, 2018).

A MA é uma tecnologia promissora com potencial de transformar os processos produtivos das empresas, podendo afetar as estratégias de produção, com o tempo, espera-se que a manufatura aditiva se torne uma parte cada vez mais importante dos processos produtivos à medida que melhora em áreas como precisão dimensional, acabamento e tolerâncias. Com essas melhorias, a MA se tornará mais acessível e poderá competir com os custos de produção em larga escala, o que significa que seu uso se tornará mais comum. (GIORDANO; ZANCUL; RODRIGUES, 2016).

Outras vantagens que podem ser citadas, na utilização dessa tecnologia, incluem: redução de materiais utilizados na fabricação de peças, uso eficiente de energia, facilidade de automação do processo e o fato de a Manufatura Aditiva dispensar o uso de

determinadas ferramentas e moldes no processo produtivo (VOLPATO, 2017).

O mercado de personalização utilizando impressão 3D está em crescimento e existem empresas produzindo produtos em vários segmentos como: decoração, arquitetura, peças de engenharia, entre outros.

O presente trabalho baseia-se na utilização da Manufatura Aditiva para a produção de produtos personalizados. Os produtos a serem desenvolvidos resultarão na impressão 3D de espelhos para tomadas, de acordo com as necessidades dos clientes, em termos estéticos e de inovação. Dessa forma, os produtos darão aos consumidores a opção de espelhos de tomadas com *designs* e características únicas.

Os objetivos do trabalho são: estudar os materiais mais utilizados na MA para definição de qual poderia ser utilizado no desenvolvimento dos produtos para a prototipagem; desenvolver espelhos para tomadas visando atender um mercado interessado em produtos personalizados; elaborar e aplicar um questionário para analisar o interesse dos consumidores com relação aos produtos desenvolvidos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi realizada uma revisão da literatura, através de livros, artigos acadêmicos pesquisados em bases de dados como Google Acadêmico, Scielo, Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) e Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP).

Para a personalização das peças foram realizados desenhos e simulações de projetos dos produtos no *software Autodesk Inventor* (versão educacional). Um dos modelos segue o modelo convencional comercializado habitualmente e o outro tem formato em nuvem.

O modelo foi fatiado em camadas no *software Prusa Slicer* e a impressão foi realizada em uma impressora modelo Bambu Lab P1P. Além disso, os espelhos foram impressos utilizando o polímero Polietileno Tereftalato Glicol (PETG).

A pesquisa realizada foi baseada em dados e desta forma seguiu as seguintes etapas:

- Estudo teórico em bibliografias sobre Manufatura Aditiva, assim como suas tecnologias e materiais, além de técnicas de desenvolvimento de produtos;
- Desenvolvimento de dois modelos de espelhos; impressão e teste dos modelos desenvolvidos;
- Elaboração de um questionário para avaliar o interesse por produtos personalizados de MA, aplicado no *Google forms*, na cidade de Itapetininga-SP;
- Análise e discussão da aplicação do questionário.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A Manufatura Aditiva (MA) caracteriza-se pela produção com a adição sucessiva de materiais na forma de camadas, que a partir

das informações obtidas do modelo computacional traz uma representação do que foi descrito com dimensões e especificações adequadas criado em um programa CAD 3D. Esse processo de projeto de produto é totalmente automático e rápido em alguns casos (VOLPATO, 2017).

A MA se destaca em relação a outros processos na capacidade de produzir peças estruturais complexas, simplificando o compartilhamento, além de ter melhor otimização no uso de materiais de produção e em produção totalmente automatizada (BERMAN, 2012).

Segundo Giordano; Zancul e Rodrigues (2016), a MA não é uma técnica completamente nova, seus primeiros sinais são registrados no final dos anos 80, seu uso foi inicialmente para prototipagem rápida de produtos, o que trouxe um contraste entre os processos de produção, ou seja, a diferenciação estava na produção de protótipos tridimensionais com o objetivo de apresentar resultados rápidos. Propriedades que os autores citam como essenciais para reduzir o número de etapas de seus respectivos processos e reter materiais. No caso da produção de uma peça com alta complexidade geométrica, a utilização de múltiplas máquinas e a agregação de outros processos, como usinagem de acabamento, faz da manufatura aditiva uma opção vantajosa.

A MA mostra-se inovadora porque a interferência do usuário durante o processo de impressão de objetos é mínima, o que confirma a ideia de que é fácil gerenciar e/ou ajustar o

equipamento fornecendo-lhe apenas os materiais necessários, que define as informações e parâmetros métricos e os processos de finalização dos produtos (VOLPATO, 2017).

É possível dizer que a MA possui um tempo de produção menor em alguns casos, principalmente quando são necessárias poucas unidades ou um único produto. Um estudo de Mançanares (2016) apresentou um protótipo de um robô feito de peças plásticas, onde o tempo da produção tradicional (MT) era de 32 semanas, e para MA levou apenas 2 semanas.

A manufatura aditiva se aplica em diversas áreas. Na área da saúde, as próteses apresentam resultados mais satisfatórios que nos mercados tradicionais. Essa tecnologia possibilita também a cópia exata de órgãos do corpo humano para que possam ser examinados com mais detalhes. Existe uma grande perspectiva de que no futuro seja possível a reconstrução e criação de qualquer tipo de tecido, osso ou órgão humano (SILVA *et al.*, 2019).

Pesquisadores da Universidade de Tel Aviv, em Israel, desenvolveram um projeto para criar um coração impresso em 3D. O coração levou apenas 3 horas e tem apenas 2,5 centímetros, mas seu tamanho não fala a extensão do avanço dessa tecnologia. O coração foi o primeiro a ser impresso com todos os vasos sanguíneos, ventrículos e câmaras, utilizando como fibra o próprio material biológico do paciente, evitando que o novo coração fosse estranho ao organismo do paciente. Isso mostra o quanto essa tecnologia

ainda tem a oferecer e o quanto ainda será útil e necessária para todas as áreas (NOOR *et al.*, 2019).

Atualmente, existem empresas que utilizam a MA para produzir alimentos diferentes e atraentes que são utilizados em eventos como casamentos, festas, promoções e lançamentos de novos produtos (LIGON *et al.*, 2017).

Nas instituições de ensino o progresso tecnológico já é uma constante nas salas de aula. De fato, há muitas inovações que visam melhorar a experiência do aluno. Percebe-se como a tecnologia, principalmente a MA, que é essencialmente um processo de fabricação digital por adição em que funcionam diferentes tipos de equipamentos, comumente conhecidos como impressão 3D, pode auxiliar os educadores na transmissão de conhecimentos aos deficientes visuais para tornar a sala de aula mais interativa e posteriormente influenciado positivamente na educação inclusiva, pois com a possibilidade de utilização de objetos tangíveis, sua compreensão é significativamente simplificada e intuitiva (SILVA; LAZZARIN, 2017).

A produção industrial é atualmente impulsionada pela concorrência global e pela necessidade de adaptação da produção às constantes mudanças do mercado. As indústrias investem em MA para obter vantagens competitivas, mas isso também está associado a uma contribuição ao meio ambiente, além de benefícios na redução de resíduos gerados durante a produção pelos processos convencionais (CASAGRANDE, 2013).

3.1 TECNOLOGIAS DA MA

Diferentes tecnologias da MA foram desenvolvidas com o objetivo de viabilizar o processo de fabricação de diferentes materiais, além de melhorar os tempos de construção ou a resistência das peças. Essas tecnologias são classificadas de acordo com o tipo de material utilizado e algumas estão comercialmente disponíveis para prototipagem, outras se espalharam rapidamente para fabricação e manufatura, e novas tecnologias estão em constante desenvolvimento (RAMYA; VANAPALLI, 2016).

A Estereolitografia (SLA) foi a primeira técnica e é ainda a mais utilizada no mundo. Ela se baseia na polimerização de uma resina fotossensível (acrílica, epóxi ou vinil) composta de monômeros, fotoiniciadores e aditivos, através de um feixe de laser (BADOTTI, 2003).

No interior da máquina, há uma cuba cheia de resina, contendo uma plataforma que se forma verticalmente. Um computador transmite para a plataforma a primeira camada do modelo virtual a ser polimerizada. O controle numérico da máquina posiciona a plataforma na superfície da resina, e os espelhos galvanométricos direcionam o feixe de laser para a porção correspondente à primeira camada. Assim, desencadeia-se uma reação direcionada que estimula a formação de uma cadeia polimérica entre as moléculas de monômero disperso na resina, ocorrendo a solidificação (ARTIS, 2011).

A sinterização seletiva a laser (SLS) é uma tecnologia de manufatura aditiva

multifuncional que possibilita a produção de peças com boa resolução e excelentes propriedades mecânicas. É uma técnica versátil porque permite geometria ilimitada e o uso de diferentes tipos de materiais (STOIA, 2019).

A impressora SLS funciona aplicando náilon fino camada por camada, onde o laser derrete esse náilon fino e funde a forma do objeto, e esse processo é repetido várias vezes até o final do objeto. Esse processo é repetido até a conclusão do objeto. O pó não fundido que sobra fornece suporte para as peças à medida que são construídas, mantendo-as no lugar durante a impressão (VOLPATO, 2017).

Na Modelagem por Fusão e Deposição (FDM), a construção do objeto é realizada pela aplicação de filamentos de material fundido, movendo a máquina de extrusão ao longo de uma plataforma de construção fixa, geralmente primeiro formando um contorno e depois preenchendo a peça (OLSSON; HELLSSING; RENNIE, 2017).

Na Impressão por Jato de Tinta (IJP), o material foto curável é depositado na plataforma na forma de pequenas gotas por meio de um cabeçote que se move no plano X-Y. Logo após a aplicação, o material é curado pela luz ultravioleta também emitida pelo cabeçote, formando uma camada da peça. Em seguida, o processo é repetido para criar mais camadas. Material para formar estruturas de suporte, que devem ser removidos após o processo modelagem, é aplicado simultaneamente com outro jato de impressão (MANÇANARES, 2016).

3.2 MATERIAIS DA MANUFATURA ADITIVA

Na impressão 3D é possível utilizar diversos materiais, cada um com sua própria característica e custo-benefício que atendam a cada necessidade, sendo que o processo permite construir objetos sólidos tridimensionais por meio de aditivos que formam protótipos e miniaturas. Com o avanço tecnológico e o interesse em objetos inovados que vem se desenvolvendo principalmente a área de produção polimérica na construção civil e o estudo dos materiais mostra que é possível produzir estruturas a partir das impressoras (FORD; DESPEISSE, 2013).

Na escolha de materiais, é importante considerar aqueles que sejam mais sustentáveis e que atendam aos requisitos estruturais e funcionais da aplicação, levando em consideração suas vantagens e limitações (FLORES, 2011).

O polímero Políácido Láctico (PLA) é um material de origem natural e de fonte renováveis como amido de milho ou cana de açúcar que pode ser degradado através da compostagem com aditivos para a degradação correta utilizado para impressão, é um polímero termoplástico popular e muito aplicado na impressão 3D. Sua estrutura oferece um protótipo com mais rigidez possuindo menos probabilidade de deformação e podendo controlar os seus detalhes finais (BRITO *et al.*, 2012).

O Acrilonitrilo Butadieno estireno (ABS) é um polímero derivado do petróleo cujos três elementos: o estireno, o butadieno e a acrilonitrila, permitem que sua estrutura

apresente rigidez, tenacidade, resistência a impactos com propriedades térmicas maiores que a do propileno. Tem características flexíveis, com resistência a altas e baixas temperaturas, e com qualidade no acabamento de sua superfície. A desvantagem do ABS está nos elementos que o compõe cuja decomposição dá origem a decomposição de produtos tóxicos, mas ao acrescentado outros produtos se tornam usável na impressão 3D e outros meios (FRANCISCO, 2016).

O Polietileno Tereftalato Glicol (PET) é termoplástico um material com alta resistência térmica, transparência e mecânica similar ao ABS, porém tem uma resistência a temperatura superior aos demais e durante a elevação da temperatura ele não perde as suas características. Ideal para criar peças resistentes e de fácil modelagem por meio de aquecimento (ROMÃO, ESPINACÉ; PAOLI, 2009).

3.3 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

De acordo com Baxter (2011), o projeto de um produto está associado a investimentos envolvidos ao produto e que possua estratégia de inovação como um importante fator de desempenho em relação a competitividade de mercado, sendo responsável por atender cada vez mais um número maior de consumidores. As etapas apresentadas para elaborar um projeto são: concepção, desenvolvimento e detalhamento das atividades desenvolvidas no processo de elaboração e escolha dos métodos a serem utilizados.

Segundo Romério (2010), o desenvolvimento de um projeto aborda pontos de vista associados ao mercado que busca satisfazer a necessidades dos clientes através da descoberta dessas necessidades e a concepção de desenvolvimento de produto. Criar e projetar um produto de acordo com métodos e estudo das melhores previsões para que os riscos sejam minimizados e a aplicação de métodos para gerenciamento de produtos reais com dinamismo e uma boa administração ligados ao pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento de novos produtos.

Utilizando os três pilares de gerenciamento adotados por Romério (2010), o pré desenvolvimento engloba o planejamento estratégico do produto, resultando nos produtos que serão desenvolvidos, no escopo do projeto, no cronograma de atividades presentes ou futuras e nos prazos, através do método sequenciamento detalhado, além da identificação e dos riscos.

No desenvolvimento é esquematizado o planejamento sequencial através das informações, conceitos, detalhamento, preparação para produção e lançamento do produto. Como pós desenvolvimento, já ocorre um processo de monitoramento do produto, incluindo pelas avaliações de satisfação e desempenho apresentado. Também ocorre a descontinuação do produto acompanhando a logística reversa e avaliações finais (BAXTER, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

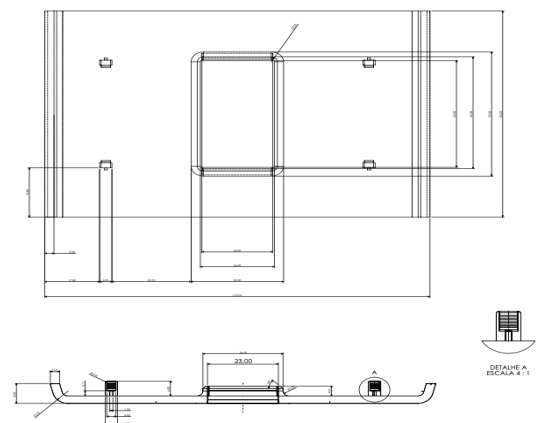
4.1 DESENVOLVIMENTO DOS ESPELHOS

Este tópico tem como objetivo apresentar o processo de concepção e desenho dos espelhos de tomada, destacando o uso da plataforma *Autodesk Inventor*. Após a conclusão de todos os desenhos, foi utilizado o *software Prusa Slicer* para realizar o “fatiamento” (camada a camada) das peças para impressão.

Para todas as peças feitas através da MA, utilizou-se um percentual de 10% de preenchimento, garantindo uma boa resistência para os espelhos. Além disso, foi escolhido o Polietileno Tereftalato Glicol (PETG), por suas características mecânicas e por suportar maiores temperaturas.

Foram desenvolvidos dois modelos de espelho: um convencional (vendido comercialmente) e um outro em formato de nuvem, para evidenciar o potencial de personalização. As Figuras 1 e 2 detalham o modelo convencional que foi desenvolvido.

Figura 1 – Desenho técnico espelho convencional.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

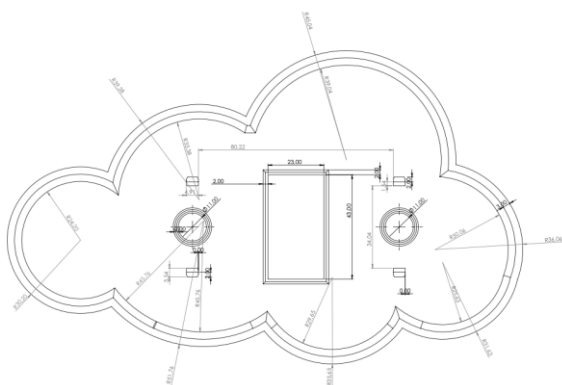
Figura 2 – Desenho espelho convencional.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Já as Figuras 3 e 4 detalham o modelo em formato de nuvem que foi desenvolvido.

Figura 3 – Desenho técnico espelho em formato de nuvem.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Figura 4 – Desenho espelho em formato de nuvem.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Na sequência, foi realizada a impressão dos espelhos utilizando como material o PETG. A impressora utilizada foi da marca Bambu Lab P1P, e por sua tecnologia atual, foi possível fazer a impressão do espelho convencional em 15 minutos e o espelho em formato de nuvem em 22 minutos.

Além disso, os custos, levando em consideração o material utilizado e a energia elétrica consumida, foram de R\$ 4,00 para o espelho convencional e R\$ 4,45 para o espelho em formato de nuvem.

As Figuras 5 e 6 apresentam a imagem dos espelhos já impressos, o convencional e o em formato de nuvem, respectivamente.

Figura 5 – Imagem espelho convencional.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Figura 6 – Imagem espelho em formato de nuvem.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

4.2 QUESTIONÁRIO APLICADO

Durante a condução deste estudo, aplicou-se um questionário com o propósito de investigar o interesse do mercado consumidor, na cidade de Itapetininga-SP, na produção de produtos personalizados por meio da manufatura aditiva utilizando a técnica de Modelagem por Fusão e Deposição (FDM). O questionário foi disponibilizado de forma aleatória, através de e-mails, com divulgação em rede social na cidade de Itapetininga-SP e ficou disponível durante um mês para receber respostas. Não houve um público-alvo específico para a coleta de respostas, pois o produto poderia ser adquirido por qualquer indivíduo, de qualquer idade ou classe social, que tivesse interesse em comprar o produto em estudo.

Os resultados obtidos a partir deste questionário totalizaram 135 respostas, distribuídas de acordo com as faixas etárias da seguinte maneira: 78 participantes situados na faixa etária de 18 a 30 anos, 32 na faixa etária entre 31 e 40 anos, e 24 com idade acima de 40 anos.

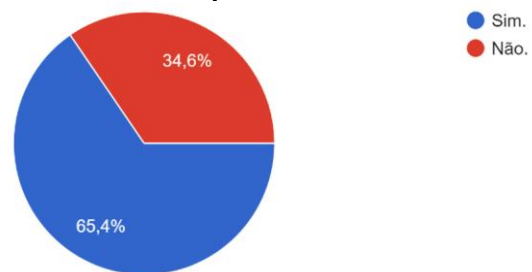
Em relação ao gênero, foram registrados 74 participantes do sexo feminino, 58 do sexo masculino e 1 indivíduo que optou por não responder.

No que diz respeito à análise da renda familiar dos colaboradores da pesquisa, os dados indicam que 14 pessoas possuem renda até 1 salário-mínimo, 75 pessoas recebem entre 1 e 3 salários-mínimos, 22 pessoas recebem entre 3 e 5 salários-mínimos, 18 pessoas estão na faixa de renda entre 5 e 10

salários-mínimos, enquanto 5 pessoas apresentam renda superior a 10 salários-mínimos.

De acordo com esse perfil apresentado, foi perguntado se os entrevistados tinham conhecimento ou ouvido falar de MA/impressão 3D (Figura 7). Pode-se evidenciar que a maioria, 65,4% dos entrevistados, afirmou conhecer ou já ter ouvido falar sobre a tecnologia.

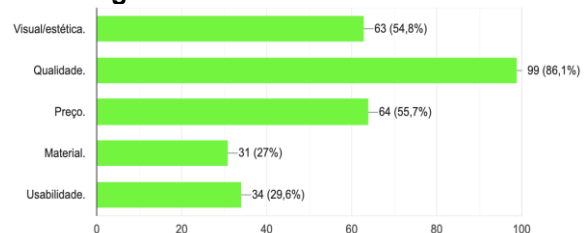
Figura 7 – Conhecimento sobre MA/impressão 3D.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Com o intuito em elencar fatores que as pessoas julgam importantes para comprar um produto, questionou-se quais parâmetros elas consideram importantes ao adquirir um produto para suas casas. A Figura 8 apresenta as respostas obtidas e, para as pessoas que responderam, o fator mais importante é a qualidade (86,10%), seguidos por preço (55,7%) e visual/estética (54,8%). Os fatores usabilidade (29,6%) e material (27%) foram considerados menos importantes.

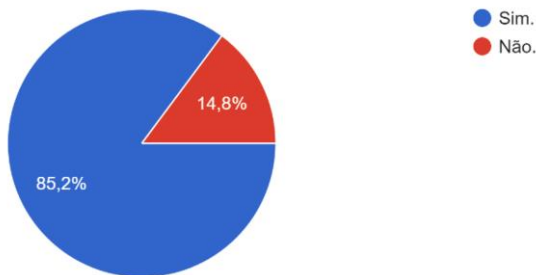
Figura 8 –Parâmetros relevantes.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Quando questionados se havia interesse em adquirir um produto personalizado produzido por manufatura aditiva, apenas 14,8% dos entrevistados relataram não possuir interesse, mostrando que a maioria compraria (Figura 9).

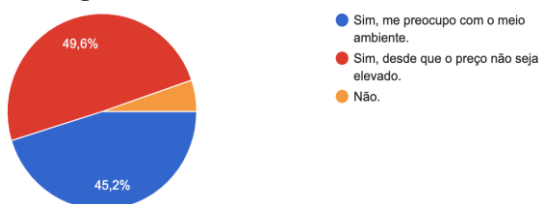
Figura 9 – Interesse de compra.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Para avaliar o quanto a utilização de materiais sustentáveis influencia na compra de um produto, fez-se a seguinte pergunta: “Quando você quer adquirir um produto, é importante que ele seja produzido com materiais sustentáveis?”. A Figura 10 apresenta as respostas obtidas.

Figura 10 – Fator sustentabilidade.



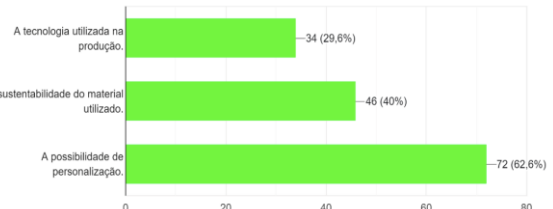
Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Do total de respostas obtidas, 49,6% dos indivíduos expressaram achar importante o uso de materiais sustentáveis, desde que não resulte em um aumento significativo de preço. Além disso, para 45,2% dos entrevistados acham que a sustentabilidade dos materiais utilizados nos produtos é importante,

independente de outros fatores. Por outro lado, 5,2% das pessoas indicaram não se preocupar com a sustentabilidade dos materiais empregados no produto.

Na sequência, foram apresentadas no questionário as imagens mostradas nas Figuras 5 e 6 dos produtos desenvolvidos, e perguntou-se o que mais chama a atenção dos entrevistados com relação aos produtos desenvolvidos. e As respostas obtidas são apresentadas na Figura 11.

Figura 11 – Atratividade do produto.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Conforme evidenciado pela Figura 11, destaca-se que a característica que predominantemente atraiu a atenção dos entrevistados em relação ao produto foi a possibilidade de personalização, como afirmado por 62,6% das pessoas. Em segundo plano, 40% dos indivíduos demonstraram interesse significativo na sustentabilidade dos materiais empregados, enquanto 29,6% destacaram a importância da tecnologia utilizada na produção.

Neste estudo, também foi investigado o valor que os participantes estariam dispostos a pagar pelo produto. Dos entrevistados, 19,3% afirmaram que pagariam menos de R\$ 10,00, enquanto 68,4% indicaram estar dispostos a desembolsar entre R\$ 10,00 e R\$ 15,00 pelo produto, e 12,3% das pessoas estavam dispostas a pagar mais de R\$ 15,00.

Quando questionado se os respondentes indicariam o produto para colegas e familiares, 100% das pessoas responderam que indicariam o produto.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento dos espelhos de tomada utilizando a MA demonstrou ser uma alternativa interessante e promissora. A utilização do PETG como material e a impressão realizada pela impressora Bambu Lab P1P resultaram em produtos com boa resistência e qualidade, conforme observado. Além disso, a agilidade no processo de impressão, com tempos de produção de 15 minutos para o modelo convencional e 22 minutos para o modelo em formato de nuvem, destaca uma boa perspectiva para essa técnica.

A análise do questionário aplicado revelou um interesse do mercado consumidor por produtos personalizados produzidos pela MA. A maioria dos entrevistados demonstrou conhecimento sobre a tecnologia de impressão 3D e expressou interesse em adquirir produtos customizados. A importância atribuída à qualidade, preço e visual/estética dos produtos reforça a necessidade de manter um alto padrão nessas áreas ao desenvolver novos produtos.

Destaca-se também a relevância da sustentabilidade na escolha dos consumidores, com quase metade dos entrevistados expressando a importância de materiais sustentáveis na produção dos produtos. A possibilidade de personalização foi

um dos principais atrativos apontados pelos participantes, seguido pela preocupação com a sustentabilidade dos materiais e a tecnologia empregada na produção.

Por fim, os resultados evidenciaram uma disposição favorável dos consumidores em relação ao preço dos produtos desenvolvidos, com a maioria dos entrevistados disposta a pagar entre R\$ 10,00 e R\$ 15,00. Além disso, a totalidade dos participantes afirmou que recomendaria o produto para colegas e familiares, sugerindo um potencial de aceitação e disseminação no mercado.

Assim, considerando os resultados obtidos, foi possível evidenciar que a combinação de MA, personalização e preocupação com a qualidade e sustentabilidade dos produtos pode representar uma oportunidade promissora no mercado consumidor, especialmente para produtos destinados ao ambiente doméstico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCALDE, E.; WILTGEN, F., Estudo das Tecnologias em Prototipagem Rápida: Passado, Presente e Futuro, Revista de Ciências Exatas da Universidade de Taubaté, Taubaté, v.24, n.2, p.12-20, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.unifor.br/tec/article/download/9917/6240>>. Acesso em: 15 out. 2023.

ARTIS. Tecnologias de prototipagem - estereolitografia SLA. Clínica de Odontologia Integrada Artis, Brasília/DF. Disponível em: <<http://www.artis.com.br>>. Acesso em: 05 nov. 2023.

BADOTTI, A. V. B. Avaliação do Processo de Metalização Superficial aplicado às peças obtidas por estereolitografia. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em

<https://bdm.unb.br/bitstream/10483/15472/1/2011_BrunoRibeiroRaulino_tcc.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2023.

BAXTER, M. Projeto do produto. Guia prático para design de novos produtos. 3 ed. Blucher, 2011.

BERMAN, B. *3-D printing: The new industrial revolution. Business Horizons*, v. 55, n. 2, p. 155–162, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Erik-Del-Conte/publication/346692033_Efeitos_da_Orientacao_de_Construcao_no_Planejamento_do_Processo_da_Manufatura_Aditiva/links/5fd355ec299bf14088fe1fce/Efeitos-da-Orientacao-de-Construcao-no-Planejamento-do-Processo-da-Manufatura-Aditiva.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2023.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MELO, T. J. A. Tenacificação do Poli (ácido láctico) pela Adição do Terpolímero (Etileno/Acrilato de Metila/Metacrilato de Glicidila). *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 22, n. 2, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/LhL4LkTzhtgjvdsnzzqzgj/?lang=pt>>. Acesso em: 6 nov. 2023.

CASAGRANDE, M. V. S. Projeto de um Cabeçote de Extrusão de uma Máquina de Prototipagem Rápida FDM. Projeto de graduação–UFRJ/Escola Politécnica, 2013. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/9254>>. Acesso em: 09 nov. 2023.

FLORES, C. Z. Procedimento para Especificação e Compra de Materiais da Construção Civil de Menor Impacto Ambiental. Dissertação (Pós-graduação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR. 2011 Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/322A>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

FRANCISCO, B. M. Simulação no processo de injeção utilizando o software moldflow. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Polímeros) - Faculdade De Tecnologia De Sorocaba, Sorocaba, 2016. Disponível em: <<https://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n3/Artigo2-n3-Bilyk.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

FORD, S.; DESPEISSE, M. Additive Manufacturing and Sustainability: An Exploratory Study of The Advantages and Challenges. *Journal Of Cleaner Production*, v. 137, p. 1573-1587, 2016. Disponível em: <<https://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/255952>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

GIORDANO, M. C.; ZANCUL, S. E.; RODRIGEUS, P. V. Análise dos custos da produção por manufatura aditiva em comparação a métodos convencionais. São Paulo: USP, 2016. 500 p. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_290_1634_39070.pdf>. Acesso em: 14 out. 2023.

LIGON, S. C.; LISKA, R.; STAMPFL, J.; GURR, M.; MÜLHAUPT, R. *Polymers for 3D Printing and Customized Additive Manufacturing. Chemical Review*, v.117(15), pp.10212-10290, 2017. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemrev.7b00074>>. Acesso em 12 out. 2023.

MANÇANARES, C. G. Modelo de Processo de Avaliação Para Adoção de Manufatura Aditiva na Indústria de Alto Valor Agregado. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-18082016-100122/pt-br.php>> Acesso em: 15 out. 2023.

NOOR, N.; SHAPIRA, A.; EDRI, R.; GAL, I.; WERTHEIM, L.; DVIR, T. *3D Printing of Personalized Thick and Perfusable Cardiac Patches and Hearts - Advanced Science*, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332417278_3D_Printing_of_Personalized_Thick_and_Perfusable_Cardiac_Patches_and_Hearts>. Acesso em: 15 out. 2023.

OLSSON, A.; HELLSING, M.S.; RENNIE, A.R. New possibilities using additive manufacturing with materials that are difficult to process and with complex structures. *Physica Scripta*. v. 92, n. 05300, p. 8, 2017. Disponível em <<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017Phys...92e3002O/abstract>>. Acesso em: 05 nov. 2023.

RAMYA, A.; VANAPALLI, S. L. *3D Printing Technologies in Various Applications*.

International Journal of Mechanical Engineering and Technology, vol. 7, no. 3, p. 396–409, 2016. Disponível em: <https://www.robolab.in/wp-content/uploads/2017/12/IJMET_07_03_036.pdf>. Acesso em 05 nov. 2023.

ROMÃO, W.; SPINACÉ, M. A. S.; PAOLI, M. A. DePoli (tereftalato de etileno), PET: uma revisão sobre os processos de síntese, mecanismos de degradação e sua reciclagem. *Polímeros [online]*. 2009, v. 19, n. 2 Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-14282009000200009>> Acesso em: 15 nov. 2023.

ROMÉRIO, E. F. *Projeto do Produto*. 1ed. Editora Campus abepro, 2010.

SILVA, T. S.; LAZZARIN, J. R. *Matemática Inclusiva: Ensinando Matrizes a Deficientes Visuais*. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 118-126, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/23408>>. Acesso em 14 out. 2022.

SILVA, B. E. P., SANTOS, D. D., BARBOSA, J. B., GARCIA, L. G. C. *Análise comparativa de Processos: Manufatura Aditiva x Produção em Massa*. *Anais do XXXIX Encontro Nacional De Engenharia De Producao*, Santos, São Paulo, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2019. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_290_1634_39070.pdf>. Acesso em 15 out. 2023.

STOIA, D I; MARSAVINA, L. *Effect of Aluminum Particles on the Fracture Toughness of Polyamide-based Parts Obtained by Selective Laser Sintering (SLS)*. *Procedia Structural Integrity, Romania*, v. 18, pp. 163-169, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/335705895_Effect_of_Aluminum_Particles_on_the_Fracture_Toughness_of_Polyamide-based_Parts_Obtained_by_Selective_Laser_Sintering_SLS>. Acesso em 15 nov. 2023.

VOLPATO, N. *Manufatura Aditiva: Tecnologias e Aplicações da Impressão 3D*. São Paulo: Blucher, 2017.