

IMPRESSORAS 3D NA ODONTOLOGIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Alisson Gabriel Leandro Abel¹; Leonardo Marcos Mezzari^{1,2}

O primeiro autor declara que o segundo autor contribuiu igualmente para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Curso de Odontologia, Universidade do Extremo Sul Catarinense- Unesc

Alisson Gabriel Leandro Abel, Discente Curso de Odontologia, Universidade do Extremo Sul Catarinense, ORCID: 0009-0000-3913-4354

Leonardo Marcos Mezzari, Docente, Curso de Odontologia, Universidade do Extremo Sul Catarinense, ORCID: 0000-0002-9874-175X

Dados do autor correspondente: Alisson Gabriel Leandro Abel, alisson.abel@unesc.net, Criciúma-SC.

Orientador: Leonardo Marcos Mezzari

RESUMO

O emprego de técnicas de impressão tridimensional na odontologia revolucionou toda uma forma de desenvolver matérias utilizadas em tratamentos e cirurgias, acabando com o desenvolvimento de peças feitas a mão, otimizando e facilitando a vida dos pacientes e profissionais, possibilitando o desenvolvimento de peças com maior complexidade, em um curto período de tempo, e a custos razoáveis. O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão do tipo integrativa sobre as impressoras tridimensionais e sua aplicabilidade na odontologia, capacitando e desenvolvendo o conhecimento do profissional, em relação a uma tecnologia inovadora repleta de oportunidades de aplicações, em diferentes áreas de atuação na odontologia, além de compreender os diferentes modelos e materiais disponíveis no mercado destacando suas vantagens e desvantagens.

Palavras-chave: Impressão tridimensional, odontologia, aplicabilidade.

ABSTRACT

Three-dimensional printing techniques have brought a major change to the dental field, their evolution has reduced the development time of parts, in addition to expanding the horizons allowing the production of highly complex parts, eliminating the use of labor, and with, the advantage of affordable prices. The present study uses an integrative review approach, in order to develop the knowledge of dental professionals about different materials and 3D printing models. It is clear that the possibilities for its use in different areas are vast.

Keywords: three-dimensional printing, production, possibilities.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	5
2. METODOLOGIA.....	6
2.1.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	6
2.1.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	6
2.2.1 DESFECHO PRIMÁRIO.....	6
2.2.2 DESFECHO SECUNDÁRIO.....	6
3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
3.1 TIPOS DE IMPRESSORAS.....	7
3.2 TECNOLOGIA ADITIVA OU REDUTIVA.....	8
3.3 IMPRESSORAS DE FILAMENTO OU RESINA LÍQUIDA.....	9
3.4 IMPRESSORAS DE RESINA LÍQUIDA DLP OU LCD.....	9
3.4.1 TIPOS DE RESINA LÍQUIDA PARA IMPRESSÃO.....	10
3.5 NÍVEL DE PRECISÃO (ACURÁCIA).....	10
3.6 APLICABILIDADE.....	11
3.7 PROCESSAMENTO PÓS IMPRESSÃO.....	11
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
REFERÊNCIAS.....	15

1.INTRODUÇÃO

O uso de impressoras 3D vem se popularizando nas diversas áreas da odontologia, tornando todo o processo mais ágil, com poder de personalização e alta precisão, podendo ser aplicada em áreas distintas como modelos dentários, alinhadores e retentores ortodônticos, entre muitas outras possibilidades. Foi através de Charles Hull que a primeira impressão foi realizada, no modelo de impressora estereolitografica sendo notado pelas áreas de arquitetura e aeronáutica, e até mesmo da medicina em 1990. Seu emprego nos dias atuais ajuda até mesmo na redução dos custos com mão de obra terceirizada de alguns serviços relacionados com a mesma.(1-2).

A disposição no mercado hoje encontra-se sinterização seletiva a laser (SLS), modelagem por deposição fundida (FDM), jateamento de fotopolímeros (PPJ) e processamento digital de luz (DLP). (2).

O uso das técnicas tridimensionais têm sido muito aplicadas principalmente na construção de próteses dentárias, ortodontia, implantodontia, cirurgias bucomaxilofaciais entre várias outras. Uma das primeiras aplicações da impressão 3D em cirurgia, foi a modelagem médica, tornando mais fácil a produção de réplicas complexas permitindo a confecção de peças, tendo o poder de estudo e preparo antes da realização de um procedimento. (3-4). As oportunidades de aplicações do uso de impressão tridimensional, são inúmeras trazendo muitas vezes um custo menor ao profissional e maior agilidade e otimização de tempo. (5).

São diversos os tipos de impressões tridimensionais, logo, como a questão a qual irá conduzir o presente estudo é “Qual a necessidade da aplicação da impressão tridimensional em odontologia?”.

2. METODOLOGIA

O presente estudo desenvolveu uma pesquisa de revisão integrativa, extraindo os artigos consultados dos bancos de dados PubMed e Google Academic, contando artigos escritos em inglês e português, com a data de publicação de 2015 a 2023, para as buscas utilizou-se principalmente os termos em inglês “3D printing”, “Application of three-dimensional printers”, “Three-dimensional printer models”, “3d printing materials”, e os termos em português “aplicabilidade da impressão 3D”, “Manufatura aditiva”. O total de artigos utilizados foram 17 dos quais, todos os utilizados na presente pesquisa responderam à questão guia do estudo sendo ela, “Qual a necessidade da aplicação da impressão tridimensional em odontologia?”.

2.1.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Para assegurar que este estudo contemple informações atualizadas, foram estabelecidos alguns critérios de inclusão.

- a) Publicação entre 2015 e 2023.
- b) Conter as palavras: Impressão tridimensional, manufatura aditiva, manufatura subtrativa.

2.1.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- a) Falta de relação dos artigos com o assunto abordado na pesquisa.
- b) Artigos com data de publicação muito antigos.

2.2.1 DESFECHO PRIMÁRIO

Buscar os artigos a serem utilizados a serem utilizados para contribuir com a pesquisa.

2.2.2 DESFECHO SECUNDÁRIO

Estabelecer a discussão dos artigos a fim de ver o que os autores concordam ou discordam.

3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 TIPOS DE IMPRESSORAS

40 anos atrás nascia a criação de modelos de impressoras 3D, a fim de melhorar as técnicas nos mais diversos setores, incluindo a odontologia, e desde então vem se aprimorando os modelos ao longo do tempo, trazendo junto a otimização da produção com preços reduzidos, além da alta eficiência e qualidade. Em 1980 Charles Hull nos traz o primeiro modelo de impressora 3D denominado estereolitografia (SLA), e, alguns anos depois lança o primeiro modelo comercial chamado SLA-1, tal tecnologia age através de laser ultravioleta para curar determinadas resinas, transformando-as do estado líquido para estado sólido. Já no ano de 1989 Carl Deckard dava vida a criação da sinterização seletiva a laser (SLS) a base de pó, derretendo-o e rejeitando-o através de um feixe de laser. (6).

Contamos hoje com o processamento digital de luz (DLP), no qual age através da projeção de luz ultravioleta em um conjunto de microespelhos ajustando-se , a área transversal e imprimindo a seção em uma única vez. Pouco se fala nas impressoras Mono-LCD tendo seu primeiro modelo lançado em 2019 denominado Phrozen-Sonic com máscara de alta translucidez permitindo uma maior penetração de luz, entretanto é necessário que se explore melhor a tecnologia a fim de ampliar os conhecimentos a seu respeito a fim de aplicá-los na rotina de procedimentos. (7-8).

Também encontram-se disponíveis impressoras 3D por jateamento de material (MJ), agindo através de fotopolimerização, injetando gotículas de resina que posteriormente serão curadas através de luzes UV formando o material a ser utilizado, e, dispensando uso de pós cura. Por outro lado é possível deparar-se com o modelo de fabricação de modelos fundidos (FFF) com uma tecnologia de ação totalmente diferente das anteriores, agindo através de materiais fundidos a fim de formar o objeto esperado através da deposição de algumas camadas filamentosas deste material fundido. (3).

3.2 TECNOLOGIA ADITIVA OU REDUTIVA

A manufatura aditiva é o processo descrito como processo de fabricação que constrói objetos uma camada por vez, adicionando várias camadas para formar um objeto, sendo um processo existente a 20 anos no mercado, entre eles sendo representada pelos processos de sinterização a laser e estereolitografia. Podendo ser aplicada em áreas além da odontologia como setores automotivos, aeroespaciais, produtos de consumo e engenharia biomédica. Tem por si a capacidade de criação de estruturas complexas a modo simplificado com custos reduzidos, trazendo com sua evolução a possibilidade da criação de tecidos a partir de células. (6,9).

Estudos revelaram a possibilidade da criação de réplicas de peças a partir da manufatura aditiva a fim de coadjuvar perante uma cirurgia de um transplante dental por exemplo, fazendo com que haja a otimização do tempo procedimental. Associadas a renderização, abre a possibilidade de avaliar volumetricamente problemas e defeitos ósseos, visualizados em monitores de projeções bidimensionais, permitindo o planejamento, já que apresentam a possibilidade de seccionar em qualquer direção, gerando a capacidade de melhor visualização da estrutura craniofacial. (10 ,11).

Sem dúvidas o avanço recente da manufatura aditiva é notável rendendo capacidade de uso clínico em engenharia biomédica, dispositivos ortopédicos, guias cirúrgicos e pontes dentárias. Além da análise de prognóstico, equipamentos personalizados para tratamento e dispositivos auxiliares. (6).

A manufatura redutiva ou subtrativa é até mesmo descrita como fresagem e consiste na remoção de um material para posteriormente formar um objeto, entretanto vem sendo substituída pela manufatura aditiva em algumas áreas. É inegável o fato de sua contribuição para poluição do meio ambiente, uma vez que, libera partículas de resinas com a retirada de materiais.(4,12).

Um arquivo estereolitografado é utilizado para projeção do material a ser desenhado e enviado para fresagem para obtenção de sua forma, podendo ele agir em condição úmida ou seca, o processo de fresagem está interligado com os sistemas de scanners CAD/CAM, elaborando restaurações e aparelhos através de

diferentes materiais alternativos a manufatura aditiva, sendo também responsáveis pelas grandes transformações da odontologia restauradora.(13).

3.3 IMPRESSORAS DE FILAMENTO OU RESINA LÍQUIDA

As impressoras de filamento vem sendo deixadas de lado uma vez que, vem perdendo sua importância para a odontologia, já que, não apresentam boas impressões como resultado, por mais que seu custo de produção seja mais baixo acaba se tornando algo desvantajoso, isso sem mencionar seu longo tempo que leva ao acabamento da peça, levantando mais um ponto negativo, deixando tal tecnologia para uso em industrias de plasticos. (9).

A impressão realizada através da composição de resina líquida consiste em um processo fotopolimerizante o qual age curando a resina através de luzes a laser ultravioleta (UV) ou um projetor de luz digital, que posteriormente vai permitir a construção em camadas da estrutura a ser utilizada. Além de ser aparelhos de pequeno porte em comparação a modelos industriais , tem custos baixos de produção já que sua construção é mais simples. Entretanto há algumas adversidades com a técnica a serem consideradas como o fato da possibilidade da resina líquida estática ficar presa aos canais, podendo comprometer parcialmente a a entrada de luz.(14, 15).

3.4 IMPRESSORAS DE RESINA LÍQUIDA DLP OU LCD

O processo de polimerização da impressora LCD ocorre diretamente sobre LCD da impressora visto que o tanque com resina líquida fica diretamente em cima do LCD da impressora, LCD ele é depreciado pelo calor possui uma vida útil 500 horas , ao mesmo tempo em que esse LCD está recebendo calor por cima, visto que polimerização que está acontecendo dentro do tanque também atingido por calor vindo por baixo da tela LCD , por que possui conjuntos de Led que também emite calor, impressora LCD tem que possuir ótimo sistema de refrigeração e ventilação no LCD, assim vida útil maior da impressora. (8).

Já o processo de polimerização da impressora DLP, tem seus sistema que possui projetor afastado da área de impressão, tendo projetor de LED dele dimensionado para imprimir durante 50.000 mil horas sem precisar de grandes manutenções até essas cinquenta mil horas são apenas manutenção como troca tubo de teflon a lubrificação de guias e limpeza da impressora, as vantagens dessa impressora são o fato de elas

oferecerem a melhor acurácia e resolução das impressões porém seu custo é um pouco elevado comparado a LCD. (8)

3.4.1 TIPOS DE RESINA LÍQUIDA PARA IMPRESSÃO

Resinas compostas constituem de matérias inorgânicas ou orgânicas e, posteriormente são agregadas em uma matriz com iniciadores, estabilizantes e pigmentos. Já a resina composta direta são aplicadas, modeladas e polimerizadas intraoralmente; resinas compostas indiretas de blocos fresados pré-polimerizados são projetadas, fresadas e polimerizadas extraoralmente, superando algumas deficiências dos compósitos diretos, como encolhimento de polimerização, monômeros lixiviáveis e propriedades mecânicas aprimoradas. As resinas compostas fresáveis requerem etapas mínimas de pós-processamento, polimento e, possivelmente, adição de corantes fotopolimerizáveis para caracterização para produzir restaurações como facetas, inlays, onlays e coroas. (13).

Ainda é possível encontrar outros materiais almejados para impressão associadas aos sistemas CAD/CAM sendo eles, o polímero de alto desempenho contando com uma estrutura resistente e biocompatível; Metais contando com baixos custos e sendo resistentes à corrosão; Cerâmica de silicato contando com propriedades comparáveis a dentina e ao esmalte, entretanto são mais frágeis; Em casos estéticos geralmente é utilizada com cerâmica reforçada com leucita; Cerâmica de dissilicato de lítio empregadas no uso de facetas, tendo uma espessura específica em áreas de suporte de carga. (13).

3.5 NÍVEL DE PRECISÃO (ACURÁCIA)

Os estudos que relatam a precisão de modelos de impressão 3D são escassos e pouco diferem um modelo do outro em questão, não sendo consideradas significativas as diferenças existentes entre ambos. Alguns modelos de impressão digital foram testados tendo em média sua acurácia de aproximadamente 20 a 60 minutos a 60°C. Em estudo recente a tecnologia de impressão Multijet, que conta com máquinas maiores e mais caras apresentou melhores resultados, tendo maior resolução e velocidade, que as tecnologias DLP e

SLA utilizadas em impressoras 3D de mesa odontológicas. Entretanto as impressoras SLA obtiveram melhores resultados em questão de veracidade em relação às DLP, contando com maior precisão para obtenção de medidas da arcada completa, envolvendo uma espessura reduzida, para o ponto de polimerização a laser. Já em questão de precisão a DLP se sobressai já que são reduzidos os erros com impressões repetidas através de seu projetor curando camada por camada. (14).

3.6 APLICABILIDADE

Como já citado anteriormente podemos contar com o desenvolvimento de peças para a área de ortodontia, trazendo modelos que facilitem a obtenção de diagnósticos, guias e aparelhos ortodônticos; Desenvolvimento e projeções para implantodontia; Criação de próteses dentárias; Em cirurgias bucomaxilofaciais através de protótipos sob medida. (3).

3.7 PROCESSAMENTO PÓS IMPRESSÃO

Esse processo compreende uma fase de remoção da estrutura de suporte e limpeza da peça a fim de conferir o acabamento final. Dentre os principais modelos podemos falar sobre a estereolitografia (SLA) na qual, o pós- processamento envolve a remoção do excesso de resina e um processo de endurecimento em um forno UV. Já os modelos impressos em processamento de luz digital (DLP), após serem confeccionados devem passar por um banho de álcool e água, podendo posteriormente ser exposto à luz solar ou até mesmo uma luz ultravioleta. Na sinterização seletiva a laser (SLS) , após a formação do objeto, a plataforma se eleva e então faz-se a remoção do pó e logo em seguida um acabamento manual. (16).

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenho de estudo: Esse estudo utilizou métodos de revisão integrativa, de artigos científicos que produziram seu conteúdo por meio de pesquisas realizadas em máquinas de impressão tridimensional, fazendo a aplicação de suas peças e produções em humanos.

A evolução da tecnologia tridimensional trouxe grandes avanços nas mais distintas áreas, seu emprego na odontologia, otimizou o tempo dos profissionais, reduziu os custos e criou grandes oportunidades e possibilidades, facilitando o trabalho e garantindo melhoria na qualidade de vida de indivíduos com problemas bucais. Segundo (4), a técnica diminuiu consideravelmente as intervenções humanas no desenvolvimento das peças limitando-nos apenas a pequenos acabamentos manuais, entregando as peças com muita agilidade de tempo.

São vários os tipos de tecnologias viáveis para os mais diversos procedimentos no mercado, contando com vantagens e desvantagens como tudo, vale avaliar o que ficaria melhor a ser aplicado em cada caso, entretanto, infelizmente as melhores opções geralmente vem acompanhadas de altos custos tanto para a máquina, quanto para a manutenção e materiais, sem contar com a preocupação de se manter o procedimento realizado com saúde e segurança.

O autor (6) entra em concordância com (9) em relação às suas percepções sob a manufatura aditiva, levantando a rápida eficiência da técnica empregada nos tratamentos, porém, destaca também o fato de que os modelos com qualidades de impressão boas detêm valores elevados, muitas vezes estando fora do alcance dos profissionais, que acabam se limitando a pequenos modelos com a qualidades muitas vezes comprometida, apesar de ainda terem sua eficiência.

O autor (9) pensa que apesar de ter o preço de custo baixo como ponto positivo, considera que as impressões de filamento tem qualidade ruim. Ao contrário de (9), já o autor (17), acredita que mesmo com baixo custo é possível encontrar boas impressoras de filamento.

(14) acredita que a técnica de impressão de resina líquida produz peças de boa qualidade a baixos custos, apesar de que para (15), essa técnica não detém uma boa qualidade.

Para (8) as impressoras DLP apresentam melhor acurácia e resolução, apesar de seu custo superior em relação às impressoras LCD, (7) mostrou também acreditar na alta resolução das impressoras DLP, e acredita que a técnica se mostrará ainda mais promissora no futuro.

(13), relata que os tipos de resinas líquidas associadas a tecnologia CAD/CAM tem tido bons resultados, além de utilizar materiais sofisticados que contam com a diminuição de resíduos não recicláveis, fazendo assim bem ao meio ambiente também, entretanto ele ressalta a necessidade de pesquisas aprofundadas a fim de explorar melhor os materiais. A autora (3), complementa a necessidade do desenvolvimento de protocolos padronizados, a fim de evitar possíveis resultados inesperados, contribuindo assim com o conhecimento dos materiais.

(14). considerou que a impressora multijet apresentou melhores resultados em questão de acurácia, entretanto melhores protocolos de comparação entre modelos devem ser desenvolvidos, a fim de serem feitas comparações mais justas.(3), complementa a necessidade do desenvolvimento de protocolos padronizados, a fim de evitar possíveis resultados inesperados, contribuindo assim com o conhecimento sobre os materiais.

A impressão 3D junto das tecnologias CAD/CAM vieram para revolucionar a odontologia e irão garantir a melhora de muitas peças no futuro, portanto cabe aos profissionais buscarem o conhecimento para poderem utilizar a tecnologia a seu favor a fim de minimizar procedimentos invasivos, já que muitos guias cirúrgicos estão contribuindo sucessivamente em cirurgias, graças a precisão em desenvolver até mesmo peças complexas através desse sistema. Porém testes, avaliações, melhora em pós- processamento e consideração a criação de protocolos realizados com saúde e segurança devem fazer parte de toda essa evolução, concordam (4,13).

5. CONCLUSÃO

O uso das técnicas de impressão 3D oportunizou a melhora na possibilidade de desenvolvimento de diversos materiais para diversas áreas odontológica , de forma relativamente ágil e simples, podendo realizar procedimento seguros com qualidade, estabelecer sucesso nos procedimentos, utilizar a tecnologia a seu favor.

REFERÊNCIAS

1. Acharya A, Chodankar RN, Patil R, Patil AG. Assessment of knowledge, awareness and practices toward the use of 3D printing among dental laboratory technicians in Karnataka, India: A cross-sectional study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2023 Aug 29];13(4):476–81. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212426823000581>.
2. Mukherjee E, Malone L, Tackett E, Bakeerathan Gunaratnam, Grant G. Monitoring the Calibration of In-Office 3D Printers. *Dentistry journal*. 2023 Jan 5;11(1):20–0.
3. Etemad-Shahidi Y, Qallandar OB, Evenden J, Alifui-Segbaya F, Ahmed KE. Accuracy of 3-Dimensionally Printed Full-Arch Dental Models: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine* [Internet]. 2020 Oct 20;9(10):3357. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7589154/pdf/jcm-09-03357.pdf>
4. Dawood A, Marti BM, Sauret-Jackson V, Darwood A. 3D printing in dentistry. *British Dental Journal* [Internet]. 2015 Dec;219(11):521–9. Available from: <https://www.nature.com/articles/sj.bdj.2015.914>.
5. Paradowska-Stolarz AM, Wieckiewicz M, Mikulewicz M, Malysa A, Dus-Ilnicka I, Seweryn P, et al. Comparison of the tensile modulus of three 3D-printable materials used in dentistry. *Dental and Medical Problems* [Internet]. 2023 May 25 [cited 2023 Sep 4]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37227002/>
6. Huang G, Wu L, Hu J, Zhou X, He F, Wan L, et al. Main Applications and Recent Research Progresses of Additive Manufacturing in Dentistry. *Faot F*, editor. *BioMed Research International* [Internet]. 2022 Feb 24;2022:1–26. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8894006/>
7. Borrello J, Nasser P, Iatridis JC, Costa KD. 3D printing a mechanically-tunable acrylate resin on a commercial DLP-SLA printer. *Additive Manufacturing*. 2018 Oct;23:374–80.
8. Chen H, Cheng DH, Huang SC, Lin YM. Comparison of flexural properties and cytotoxicity of interim materials printed from mono-LCD and DLP 3D printers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021 Nov;126(5):703–8.
9. Schweiger J, Edelhoff D, Güth JF. 3D Printing in Digital Prosthetic Dentistry: An Overview of Recent Developments in Additive Manufacturing. *Journal of Clinical Medicine*. 2021 May 7;10(9):2010.

10. Cahuana-Bartra P, Cahuana-Cárdenas A, Brunet-Llobet L, Ayats-Soler M, Miranda-Rius J, Rivera-Baró A. The use of 3D additive manufacturing technology in autogenous dental transplantation. *3D Printing in Medicine*. 2020 Jul 24;6(1).
11. Katkar RA, Taft RM, Grant GT. 3D Volume Rendering and 3D Printing (Additive Manufacturing). *Dental Clinics of North America*. 2018 Jul;62(3):393–402.
12. Baba NZ, Goodacre BJ, Goodacre CJ, Müller F, Wagner S. CAD/CAM Complete Denture Systems and Physical properties: A Review of the Literature. *Journal of Prosthodontics*. 2020 Aug 26;
13. Sulaiman TA. Materials in digital dentistry—A review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2020 Jan 13;32(2):171–81.
14. Belén Morón-Conejo, Jesús López-Vilagran, Cáceres D, Berrendero S, Pradíes G. Accuracy of five different 3D printing workflows for dental models comparing industrial and dental desktop printers. *Clinical Oral Investigations*. 2022 Dec 3;27(6):2521–32.
15. van der Linden PJEM, Popov AM, Pontoni D. Accurate and rapid 3D printing of microfluidic devices using wavelength selection on a DLP printer. *Lab on a Chip*. 2020;20(22):4128–40.
16. MASTER EDITORA - Periódicos científicos, livros eletrônicos, E-books, editoração e distribuição de obras, caráter científico [Internet]. www.mastereditora.com.br. Available from: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20201206_100001.pdf.
17. Vittorio Saggiomo. A 3D Printer in the Lab: Not Only a Toy. *Advanced Science*. 2022 Jul 13;9(27):2202610–0.