

## RESINAS PARA IMPRESSÃO 3D PARA USO INTRABUCAL: UMA REVISÃO DE ESCOPO

BRUNO SAVIUS SILVEIRA FRANCK<sup>1</sup>; TIAGO MACHADO DA SILVA<sup>2</sup>; GABRIELA KRAEMER<sup>3</sup>; WELLINGTON LUIZ DE OLIVEIRA DA ROSA<sup>4</sup>; ADRIANA FERNANDES DA SILVA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [saviusbruno@gmail.com](mailto:saviusbruno@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - [tiagoms.od@gmail.com](mailto:tiagoms.od@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas - [gabriela.kraemer@gmail.com](mailto:gabriela.kraemer@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [wellington.xy@gmail.com](mailto:wellington.xy@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [adrisilvapiva@gmail.com](mailto:adrisilvapiva@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

A manufatura de aditivos ou impressão 3D (additive manufacturing -AM) é baseada na construção de aditivos por camada e foi definida em 2015 pela Sociedade Americana de Testes e Materiais (ASTM) como uma tecnologia CAM - Computer-Aided Manufacturing (ISO.ASTM 52900:2015). Apesar da tecnologia CAM historicamente utilizada na odontologia ter sido a fabricação subtrativa, a expiração das patentes associadas à AM trouxeram a possibilidade para o seu desenvolvimento (KESSLER, A; REYMUS, M, 2020). Desse modo, diferentes materiais têm sido utilizados em AM para fins dentários, como cerâmicas, metais e polímeros, sendo os polímeros o grupo de maior destaque (LIGON et al., 2017). Além disso, as resinas fotossensíveis requerem a aplicação de métodos de fotopolimerização para a confecção das peças, entre os quais se destacam as tecnologias de Estereolitografia (SLA), de Processamento Digital de Luz (DLP) e de Poli-jato (REVILLA-LEON; OZCAN, 2019). Assim, recentemente, tornou-se possível a aplicação de resinas em dispositivos intrabucais diretos, como talas oclusais (SALMI et al., 2013), restaurações temporárias (ARUTYUNOV et al., 2018), próteses completas (KIM et al., 2021), alinhadores ortodônticos (JINDAL et al., 2019) e guias cirúrgicos (UNKOVSKIY et al., 2018). Contudo, a composição específica dessas resinas são protegidas devido ao seu interesse comercial e, embora algumas propriedades sejam concedidas pelos fabricantes, a maior parte das evidências clínicas têm sido obtidas através de relatos de caso, estudos técnicos e também por estudos in vitro, para confirmar os dados fornecidos pelos fabricantes (DELLA BONA et al., 2021). Nesse viés, o objetivo do presente trabalho foi de revisar a literatura sobre as propriedades (físicas, biológicas e antibacterianas) e o desempenho clínico de resinas fotossensíveis para a fabricação de aditivos com aplicação direta na cavidade oral em odontologia, além de descrever analiticamente as publicações relacionadas a esses materiais entre os anos de 2013 e 2021 e também qualificar resumidamente 3 tipos de impressoras 3D disponíveis no mercado. A questão de pesquisa deste trabalho foi “Qual é o estado da arte em relação ao uso de resinas fotossensíveis de AM utilizadas diretamente na cavidade oral?”

### 2. METODOLOGIA

A busca foi realizada até fevereiro de 2022 em 5 bases de dados: Medline (Pubmed), Web Of Science, Scopus, Embase e The Cochrane Wiley. Os artigos identificados nas bases de dados foram importados para o software Mendeley

(Elsevier Inc., Mendeley Ltd. New York, NY) para a remoção de duplicatas e exportados para a execução da revisão através do Rayan QRCl, onde a seleção por título e resumo foi realizada por dois revisores independentes. Foram incluídos estudos in vitro e ensaios clínicos que avaliaram as propriedades físicas e biológicas, como também o desempenho clínico das resinas fotossensíveis utilizadas para AM na cavidade oral. Foram incluídos estudos escritos em inglês, português e espanhol. A análise de dados buscou a caracterização das resinas fotossensíveis utilizadas, quanto a sua aplicação e suas propriedades testadas. Ademais, foi feita uma análise descritiva dos parâmetros implementados nas tecnologias AM e impressoras 3D e quando foram utilizadas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 8430 estudos em todas as bases de dados, após a remoção das duplicatas, restaram 5374 artigos. Destes, 82 estudos preencheram os critérios de seleção e foram incluídos na análise qualitativa. Foi realizada a análise descritiva dos estudos, contendo o número de publicações por ano na última década, por país. Os artigos incluídos foram publicados entre 2013 e 2021, com o maior número de artigos publicados em 2020 (33), conforme a Figura 1. Com relação a aplicação dentária dos materiais avaliados, para fins de classificação, os estudos foram subdivididos nos seguintes grupos: resinas para restauração temporária (36 estudos), talas oclusais (21 estudos), próteses totais (19), alinhadores ortodônticos e guias cirúrgicos (6 estudos), de acordo com a aplicação indicada pelo fabricante ou autor do estudo. Quanto aos países de publicação, a Alemanha e a Coreia do Sul foram os países com o maior número de artigos publicados, 16 e 14, respectivamente. Dos 82 estudos incluídos, apenas 7 eram estudos clínicos e 75 eram estudos in vitro.

A Figura 2 ilustra as impressoras SLA, DLP, Poli-jato e os principais tipos de impressoras 3D utilizadas. O presente estudo avaliou as propriedades de resistência, dureza, desgaste, sorção e solubilidade, grau de conversão, mudança/estabilidade de cor, rugosidade superficial, teste de resposta celular e atividade antibacteriana/antifúngica, de modo a descrever qual o estado da arte atual desses materiais. A relevância do presente estudo está na possibilidade de obtenção e compilação de um grande volume de informações sobre as propriedades das resinas fotossensíveis utilizadas para a impressão 3D e os fatores que afetam o seu desempenho no uso odontológico.



Figura 1. Número de estudos publicados por ano

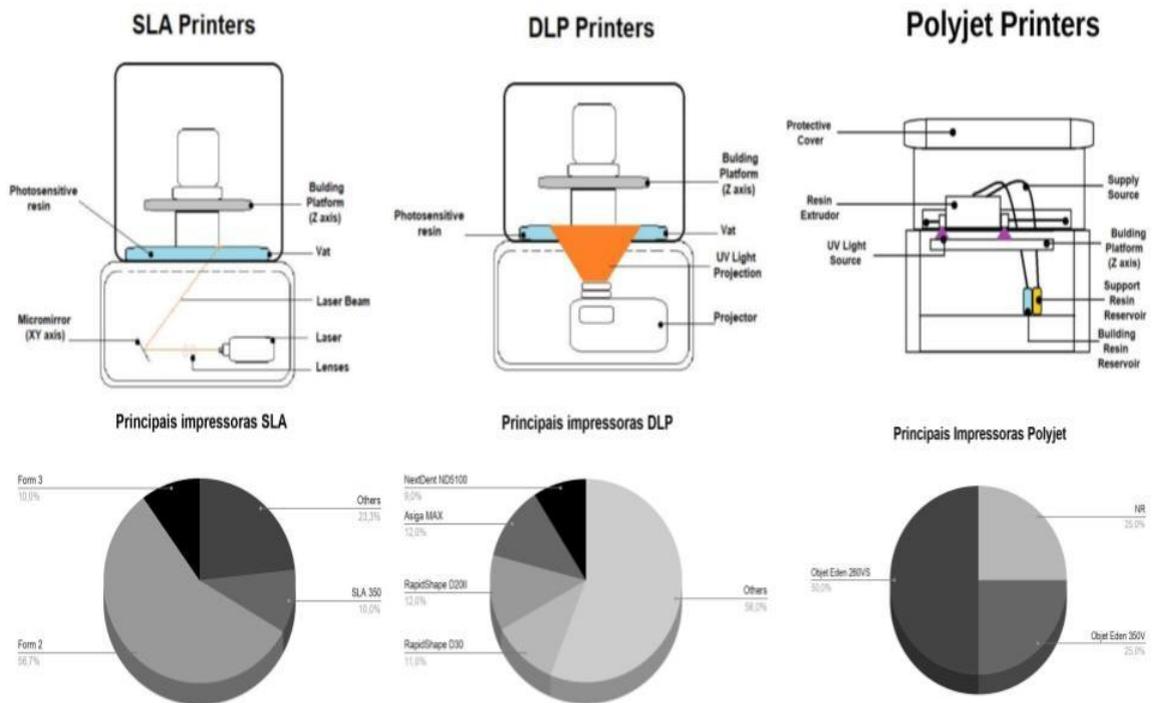


Figura 2. Ilustração das impressoras utilizadas nos estudos incluídos e seus principais tipos.

## 4. CONCLUSÕES

Por fim, a importância desse estudo está na extensa informação sobre as propriedades das resinas fotossensíveis utilizadas para a impressão 3D e os fatores que influenciam o seu desempenho. Nesse viés, há uma grande variedade de dispositivos e tecnologias para a fabricação de aditivos na odontologia e o uso de tecnologias como SLA e DLP demonstram ser as ferramentas mais acessíveis e promissoras para esse fim. Contudo, apesar dos avanços das resinas fotossensíveis empregadas na fabricação de aditivos, foi observado que seus parâmetros de fabricação afetam diretamente as propriedades dos materiais. Logo, existe a

necessidade de delineamentos futuros para novos estudos comparando os efeitos de diferentes parâmetros de fabricação e de pós-cura, como também a adição de agentes antimicrobianos e nanocomponentes.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARUTYUNOV, S; KRASHENINNIKOV, S; KIRAKOSYAN, LG; KHARAKH, Y. Monitoring of changes in physicochemical and clinical characteristics of the dental polymer materials used in additive manufacturing of dental prostheses. **Georgian Medical News**, Geórgia, V.285, P.37-41, 2018.

DELLA BONA, A; CANTELLI, V.T; COLLARES, K.F; STANSBURY, J.W; della Bona A, Cantelli V, Britto VT, Collares KF, Stansbury JW. 3D printing restorative materials using a stereolithographic technique: a systematic review. **Dental Materials**, Brasil, v.37, p.336-350, 2021.

JINDAL, P; JUNEJA, M; SIENA, FL; BAJAJ, D; BREEDON, P. Mechanical and geometric properties of thermoformed and 3D printed clear dental aligners. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, Reino Unido, v.156, p.694-701, 2019.

KESSLER, A; REYMUS, M; 3D printing in denstistry-state of the art. **Operative Dentistry**, Alemanha, v.45, p.30-40, 2020

KIM, TH; HUH, JB; LEE, J; BAE, EB; PARK, CJ. Retrospective Comparison of Postinsertion Maintenances Between Conventional and 3D Printed Complete Dentures Fabricated in a Predoctoral Clinic. **Journal of Prosthodontics**, Estados Unidos, v.30, p.158-62, 2021.

LIGON, SC; LISKA, R; STAMPFL, J; GURR, M; MÜLHAUPT, R; Polymers for 3D Printing and Customized Additive Manufacturing. **Chemical Reviews**, Suíça, v.117, p.10212-90, 2017.

MATERIALS IO FOR SS FOR T AND. ISO/ASTM 52900:2015. **Additive manufacturing — General principles — Terminolog**, v.1, p.1-19, 2015.

REVILLA-LEON, M; OZCAN, M; Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. **Journal Of Prosthodontics-Implant Esthetic And Reconstructive Dentistry**, Espanha, v.28, p.146-158, 2019.

SALMI, M; PALOHEIMO, KS; TUOMI, J; INGMAN, T; MÄKITIE, A; A digital process for additive manufacturing of occlusal splints: A clinical pilot study. **Journal of the Royal Society Interface**, Finlandia v.10, p.1-6, 2013.

UNKOVSKIY, A; BUI PHB; SCHILLE, C; GEIS-GERSTORFER, J; HUETTIG, F; SPINTZYK, S. Objects build orientation, positioning, and curing influence dimensional accuracy and flexural properties of stereolithographically printed resin. **Dental Materials**, Alemanha, v.34, p.324-33, 2018.