

PROPRIEDADES FÍSICAS, MECÂNICAS E ÓPTICAS DE RESINAS PARA BASES DE PRÓTESES TOTAIS CONFECCIONADAS POR MANUFATURA ADITIVA: REVISÃO SISTEMÁTICA

LUÍS HENRIQUE BAPTISTA REHBEIN¹; MARINA DE BRITO TEIXEIRA²;
ADRIANA FERNANDES DA SILVA³; EVANDRO PIVA⁴; RAFAEL GUERRA
LUND⁵; WELLINGTON LUIZ DE OLIVEIRA DA ROSA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – luiz.rhbn@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – marinabt92@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – adriana@ufpel.edu.br

⁴Universidade Federal de Pelotas – piva@ufpel.edu.br

⁵Universidade Federal de Pelotas – rafael.lund@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – darosa.wlo@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As próteses totais têm sido amplamente usadas para restaurar a função e a estética em pacientes desdentados (ALKALTHAM et al., 2023). Contudo, a tecnologia CAD está substituindo os métodos convencionais de fabricação (HERPEL et al., 2021), oferecendo melhor retenção e propriedades mecânicas (MERT et al., 2023). A manufatura aditiva (AM) tem potencializado esses avanços no fluxo de trabalho digital para próteses (REVILLA-LEÓN; ÖZCAN, 2019).

Apesar do uso contínuo da resina acrílica tradicional, ela não é ideal, e pesquisas buscam alternativas melhores (CHHABRA et al., 2022). A impressão 3D oferece vantagens como menor tempo de fabricação e maior conforto (ALFOUZAN et al., 2021), além de ser mais econômica que o método CAD/CAM subtrativo (ALKALTHAM et al., 2023).

A AM usa ferramentas de impressão para formar materiais, como polímeros, utilizados em próteses dentárias (DA SILVA et al., 2023; ANSSARI MOIN et al., 2017; OSMAN et al., 2017). A evolução das tecnologias 3D permite próteses totais com métodos analógicos e digitais (SUN; LÜ; WANG, 2009), ou exclusivamente digitais (BIDRA; TAYLOR; AGAR, 2013). O desenvolvimento de resinas biocompatíveis possibilita a produção de dispositivos intraorais (LOURINHO et al., 2022), embora faltem estudos sobre suas propriedades. No entanto, há evidências científicas limitadas sobre as propriedades físicas, mecânicas, ópticas e microbiológicas de resinas biocompatíveis para uso em bases de próteses totais. Portanto, o objetivo desta revisão sistemática foi avaliar as propriedades físicas, mecânicas, ópticas e microbiológicas de resinas para bases de próteses totais fabricadas por manufatura aditiva (3D).

2. METODOLOGIA

Esta revisão sistemática seguiu as diretrizes do PRISMA (PAGE et al., 2021), com o protocolo registrado no Open Science Framework (DOI 10.17605/OSF.IO/EPDZJ). A abordagem PICO foi utilizada para responder à questão sobre as propriedades de resinas 3D para manufatura aditiva de bases de prótese, comparadas às resinas PMMA ativadas termicamente. A população foi composta por bases de prótese, a intervenção foi a resina manufaturada aditivamente, a comparação envolveu PMMA polimerizado por calor, PMMA autopolimerizado e resinas CAD/CAM, e os desfechos primários incluíram propriedades físicas, mecânicas, ópticas e microbiológicas. Estudos in vitro foram

incluídos, excluindo-se revisões, séries de casos e estudos sem controle de PMMA termicamente ativado.

Dois revisores (MBT e LHBR) realizaram buscas independentes em cinco bases de dados, com a última busca em 30 de abril de 2024. A seleção dos estudos foi feita com base em títulos e resumos, excluindo duplicatas. Artigos pré-selecionados foram analisados em texto completo, com divergências resolvidas por consenso ou com auxílio de um revisor experiente (WLOR).

A coleta de dados foi realizada de forma independente pelos mesmos revisores, tabulando informações como autor, país, grupos de resina, amostras e dimensões. As propriedades físicas, mecânicas, ópticas e microbiológicas foram categorizadas, e devido à heterogeneidade dos estudos, foi realizada uma avaliação qualitativa dos resultados.

O risco de viés foi avaliado pelos revisores usando o RoBDEMAT, com base em parâmetros como randomização, cálculo do tamanho da amostra e análise estatística adequada, classificando-os em "suficientemente relatado", "insuficientemente relatado", "não relatado" ou "não aplicável".

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca nas bases de dados resultou em 4.080 artigos, sendo 4.053 excluídos devido aos critérios de elegibilidade, como testes realizados em dentes de prótese ao invés da base (CLETO et al., 2022) e os que não utilizaram PMMA termopolimerizável como controle (ALAM et al., 2021). Assim, 14 estudos foram incluídos nesta revisão sistemática, como aponta na **figura 1**.

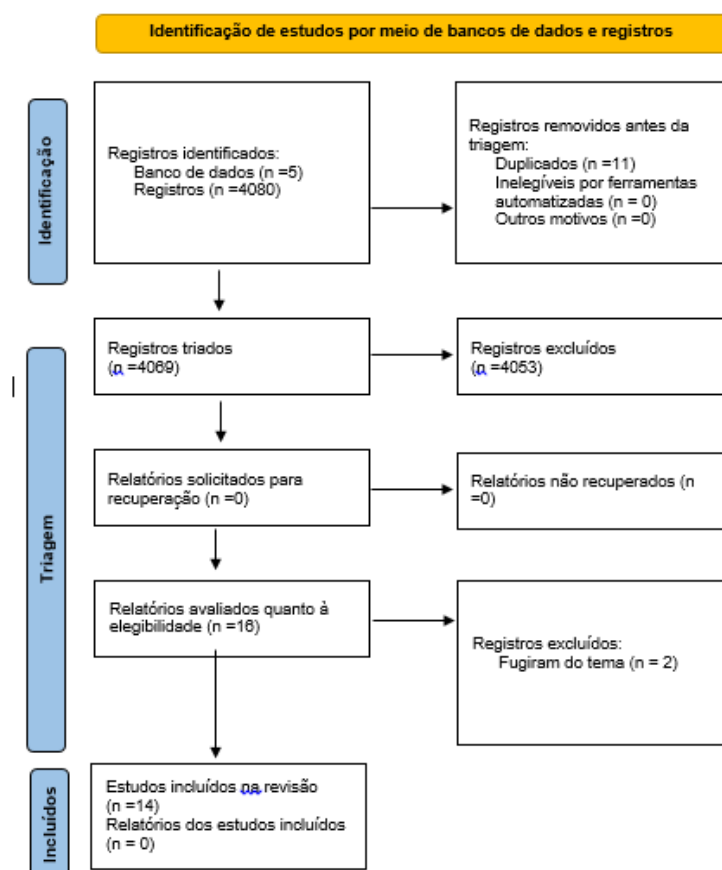


Figura 1. Seleção de estudos para a revisão sistemática. Diagrama de Fluxo PRISMA 2020.

Os testes mostraram que as resinas 3D têm propriedades físicas, mecânicas, ópticas e microbiológicas inferiores ao PMMA, que se destaca na absorção de água, solubilidade e dureza superficial (GAD et al., 2022; PEREA-LOWERY et al., 2021). Contudo, as resinas 3D atendem aos requisitos ISO e superam o PMMA em resistência à flexão e translucidez (AL-DWAIRI; AL HAJ EBRAHIM; BABA, 2022).

O PMMA apresentou menor ângulo de contato, indicando melhor molhabilidade e menor retenção de manchas e microorganismos em relação às resinas 3D (AL-DWAIRI; AL HAJ EBRAHIM; BABA, 2023). Além disso, as resinas 3D têm maior absorção de água e solubilidade, o que compromete suas propriedades mecânicas (GAD et al., 2022). Na rugosidade superficial, podem ser similares ao PMMA após polimento, embora influências como tipo de material e impressora sejam relevantes (ALFOUZAN et al., 2021). Na dureza superficial, o PMMA é superior (AL-DWAIRI; AL HAJ EBRAHIM; BABA, 2022).

Em propriedades mecânicas, as resinas 3D mostraram menor resistência ao cisalhamento, enquanto as CAD/CAM se destacaram (MERT et al., 2023). O PMMA teve a maior resistência à flexão, com as resinas 3D apresentando os menores valores (ALKALTHAM et al., 2023; CHHABRA et al., 2022; GAD et al., 2022b; PEREA-LOWERY et al., 2021; SHIN et al., 2020). No entanto, alguns estudos indicaram maior resistência à flexão nas resinas 3D (AL-DWAIRI; AL HAJ EBRAHIM; BABA, 2022; ALAM et al., 2021). A resistência ao impacto foi maior no PMMA, com as CAD/CAM variando em relação a ele (DI FIORE et al., 2022c; GAD et al., 2022a). Quanto às propriedades biológicas, as resinas 3D apresentaram maior adesão de *Candida albicans* e *Streptococcus mutans*, seguidas pelas CAD/CAM e pelo PMMA (CHHABRA et al., 2022; GAD et al., 2022a; DI FIORE et al., 2022c).

4. CONCLUSÕES

Embora as propriedades das resinas 3D atendam aos requisitos da ISO, o polimetilmetacrilato (PMMA) termopolimerizável apresentou um desempenho superior às resinas 3D na maioria dos testes realizados nos estudos incluídos, em relação às propriedades físicas e mecânicas. Em geral, as resinas 3D demonstraram um desempenho melhor apenas em alguns estudos que avaliaram medições de translucidez, estabilidade de cor e resistência à compressão. Assim, considerando os dados disponíveis, não há evidências suficientes para apoiar a escolha de resina 3D para a base de dentaduras completas em detrimento do PMMA termopolimerizado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-DWAIRI, Z. N.; AL HAJ EBRAHIM, A. A.; BABA, N. Z. A Comparison of the Surface and Mechanical Properties of 3D Printable Denture-Base Resin Material and Conventional Polymethylmethacrylate (PMMA). **Journal of Prosthodontics**, 2022.
- AL-DWAIRI, Z. N.; AL HAJ EBRAHIM, A. A.; BABA, N. Z. A Comparison of the Surface and Mechanical Properties of 3D Printable Denture-Base Resin Material and Conventional Polymethylmethacrylate (PMMA). **Journal of Prosthodontics**, v. 32, n. 1, p. 40–48, 2023.
- ALAM, F. et al. Comparative Evaluation of Impact and Flexural Strength of 3D Printed , CAD / CAM Milled and Heat Activated Poylmethyl Methacrylate Resins - An In- Vitro Study. **Polymers**, v. 10, n. 2, p. 1–13, 2021.

- ALFOUZAN, A. F. et al. Color stability of 3D-printed denture resins: effect of aging, mechanical brushing and immersion in staining medium. **The journal of advanced prosthodontics**, v. 13, n. 3, p. 160–171, jun. 2021.
- BIDRA, A. S.; TAYLOR, T. D.; AGAR, J. R. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: Systematic review of historical background, current status, and future perspectives. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 109, n. 6, p. 361–366, 2013.
- CHHABRA, M. et al. Journal of Oral Biology and Craniofacial Research Flexural strength and impact strength of heat-cured acrylic and 3D printed denture base resins- A comparative in vitro study. **Journal of Oral Biology and Craniofacial Research**, v. 12, n. 1, p. 1–3, 2022.
- CLETO, M. P. et al. Evaluation of Shear Bond Strength Between Denture Teeth and 3D-Printed Denture Base Resin. **Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists**, maio 2022.
- DA SILVA, T. M. et al. Photosensitive resins used in additive manufacturing for oral application in dentistry: A scoping review from lab to clinic. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 141, n. January, p. 105732, 2023.
- DI FIORE, A. et al. Comparison of the flexural and surface properties of milled, 3D-printed, and heat polymerized PMMA resins for denture bases: An in vitro study. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 66, n. 3, p. 502–508, jul. 2022c.
- GAD, M. M. et al. 3D-Printable Denture Base Resin Containing SiO₂ Nanoparticles: An In Vitro Analysis of Mechanical and Surface Properties. **Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists**, 2022a.
- GAD, M. M. et al. 3D-Printable Denture Base Resin Containing SiO₂ Nanoparticles: An In Vitro Analysis of Mechanical and Surface Properties. **Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists**, jan. 2022b.
- GAD, M. M. et al. Water Sorption, Solubility, and Translucency of 3D-Printed Denture Base Resins. **Dentistry journal**, v. 10, n. 3, mar. 2022c.
- HERPEL, C. et al. Accuracy of 3D printing compared with milling — A multi-center analysis of try-in dentures. **Journal of Dentistry**, v. 110, n. April, p. 103681, 2021.
- LOURINHO, C. et al. Mechanical Properties of Polymethyl Methacrylate as Denture Base Material: Heat-Polymerized vs. 3D-Printed—Systematic Review and Meta-Analysis of In Vitro Studies. **Biomedicines**, v. 10, n. 10, 2022.
- MERT, D. et al. CAD-CAM complete denture resins: Effect of relining on the shear bond strength. **Journal of Dentistry**, v. 131, n. July 2022, 2023.
- PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. **The BMJ**, v. 372, p. 2020–2021, 2021.
- PEREA-LOWERY, L. et al. 3D-Printed vs. Heat-Polymerizing and Autopolymerizing Denture Base Acrylic Resins. **Materials (Basel, Switzerland)**, v. 14, n. 19, out. 2021.
- REVILLA-LEÓN, M.; ÖZCAN, M. Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. **Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists**, v. 28, n. 2, p. 146–158, fev. 2019.
- SHIN, J.-W. et al. Evaluation of the Color Stability of 3D-Printed Crown and Bridge Materials against Various Sources of Discoloration: An In Vitro Study. **Materials (Basel, Switzerland)**, v. 13, n. 23, nov. 2020.