

AValiação in vitro da Resistência à Flexão de Resinas Convencionais e de Impressão 3D Usadas na Manufatura Aditiva de Placas Oclusais.

LUÍS HENRIQUE BAPTISTA REHBEIN¹; MARCELO PEREIRA BROD²; TATIANA DA SILVA RAMOS³, PAULA FERNANDES E SILVA⁴, NOÉLI BOSCATO⁵, WELLINGTON LUIZ DE OLIVEIRA DA ROSA⁶

¹Graduando em Odontologia UFPel – rehbeinluis@outlook.com

²Programa de Pós-Graduação em Odontologia UFPel – marcelopbrod@gmail.com

³Técnica do Centro de Desenvolvimento e Controle de Biomateriais UFPel - cdcbio.fop@gmail.com

⁴Programa de Pós-Graduação em Odontologia UFPel - paulafernandes.es@gmail.com

⁵Departamento de Odontologia Restauradora UFPel- noeliboscato@gmail.com

⁶Departamento de Odontologia Restauradora UFPel – darosa.wlo@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço do fluxo digital de trabalho nas áreas da medicina e odontologia, houve a redução do tempo e do custo de produção de procedimentos. A manufatura aditiva (MA) surgiu abrangendo a confecções de coroas provisórias e definitivas, próteses parciais removíveis e fixas, guias cirúrgicos e principalmente placas oclusais usadas no manejo do bruxismo (ABDUO; LYONS; BENNAMOUN, 2014).

O bruxismo é uma atividade muscular mastigatória repetitiva que ocorre durante o sono ou em vigília. É caracterizado pelo apertar ou ranger dos dentes e/ou propulsão da mandíbula. Pode ainda ser classificado como fásico ou tônico, dependendo da duração e intensidade (BOSCATO et al., 2021). Esse hábito resulta em consequências clínicas deletérias tais como o desgaste e fratura de dentes e restaurações, e o uso da placa oclusal tem sido estabelecido para proteger dentes e estrutura óssea quando a atividade ocorre durante o sono. Ainda, o uso de placas oclusais correlacionou-se com uma redução significativa de sinais de bruxismo, como a dor de cabeça e desconforto muscular (CHISINI et al., 2020).

Na literatura, existem diversos estudos apontando as resistências de resinas de MA, sendo a resistência um fator de extrema importância para viabilizar a confecção e a durabilidade de uma placa oclusal advinda deste processo, pois os bruxômanos, principalmente enquanto dormem (i.e.: Bruxismo do sono) usam uma intensa força ao ranger ou apertar os dentes (BOSCATO et al., 2021). Devido a isso, o objetivo desse estudo foi realizar a análise de resistência a flexão in vitro de resinas DLP usadas na manufatura aditiva de placas oclusais comparadas com resina acrílica química e termicamente ativadas.

2. METODOLOGIA

2.1. Preparo dos espécimes

Foram confeccionados 10 espécimes por grupo das seguintes resinas para MA: Cosmos Splint (Yller Biomateriais, Pelotas, Brasil) (CS), PriZma 3D Bio Splint (Markertech Labs, São Paulo, Brasil) (PBS) e NextDent Ortho Rigid (NextDent, Soesterberg, *The Netherlands*) (ND). Os espécimes foram desenhados em software específico (64x10x3,3 mm) com acesso e código livres (Autodesk Meshmixer, meshmixer.com). A impressora Anycubic Photon Mono 2 (Anycubic, Estados Unidos) foi utilizada para impressão usando a tecnologia DLP na angulação de 45°. O processo de pós-cura foi realizado em álcool isopropílico por 20 minutos e de cura na

fotopolimerização com luz UV por 1 hora (Anycubic 2.0, Anycubic, Estados Unidos). Como grupos controle, foram confeccionados 10 espécimes de resina autopolimerizável Jet (Clássico, São Paulo, Brasil) (JC) e termopolimerizável Triunfo (Triunfo Dent's, Reaw Ltda Materiais, São Paulo, Brasil) (TD) em fôrmas de mesmo tamanho. Realizou-se a retirada de excessos de material afim de se obterem corpos uniformes e foi feito o acabamento e polimento por 1 minuto com pedra-pomes e disco de feltro (velocidade 650 ± 350 m/min).

2.2. Ensaio de Resistência à Flexão

O ensaio de resistência à flexão foi realizado conforme a ISO 20795-1. O ensaio foi realizado em máquina universal (EMIC DL 2000, Instron, Brasil). Os espécimes foram armazenados em água com temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 horas em água destilada antes do teste. Os espécimes foram retirados do armazenamento e colocados em superfície plana sobre o dispositivo de ensaio de flexão. Conforme o pistão de carga da máquina universal aumenta de zero, em processo uniforme, usa uma taxa de deslocamento constante (5 mm/s) até a amostra se romper (1000N). Sendo assim, a resistência de flexão foi calculada em megapascais (MPa) seguindo a equação.

$$\sigma_B = \frac{3Fl}{2bh^2}$$

No qual:

F = carga máxima aplicada em Newtons.

l = distância em milímetros.

b = largura do espécime testado em milímetros.

h = altura do corpo de prova em milímetros.

2.3. Análise estatística

A análise estatística foi realizada no software Jamovi utilizando ANOVA Uma-Via seguido de teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resistência à flexão de diferentes resinas usadas na manufatura de placas oclusais produzidas por diferentes técnicas, especialmente tecnologias digitais, foram investigadas e analisadas. O módulo de ruptura, resistência à dobra ou resistência à flexão é uma propriedade do material definida como a tensão em um material imediatamente antes de ceder em um teste de flexão (PRPIC et al., 2019). A Figura 1 mostra o gráfico de resistência à flexão das resinas analisadas em megapascais (MPa).

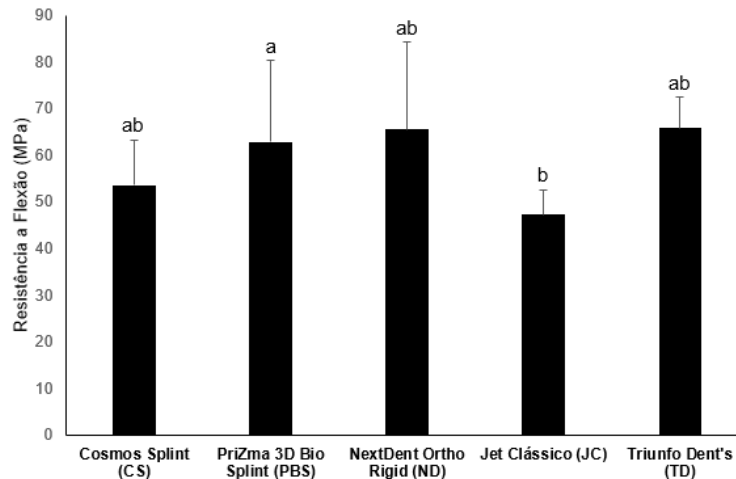


Figura 1. Médias e desvio padrão dos valores de resistência à flexão (MPa) nos diferentes grupos estudados. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p < 0,05$).

De acordo com os resultados obtidos de média e desvio padrão, a resina termopolimerizável TD apresentou a maior média (65,88 MPa \pm 6,49), sendo semelhante estatisticamente à CS (53,64 MPa \pm 9,68) e ND (65,52 MPa \pm 18,77), e diferente somente da resina autopolimerizável JC (47,21 MPa \pm 5,23). Ainda, a resina JC, apresentou valores semelhantes à CS, ND e TD. Ademais, somente a resina autopolimerizável JC apresentou diferença significativa com a resina PBS (62,94 MPa \pm 17,43).

Na comparação entre as resinas, pode-se afirmar que a resina PBS foi semelhante nos valores obtidos de resistência à flexão com CS, ND e TD. Já comparando-a com a resina JC, observou-se que a PBS obteve valores semelhantes às mesmas. No estudo de NETO et al. (2023), a resina para impressão 3D (Yllor Cosmos Splint Incolor) apresentou desempenho inferior às resinas acrílicas convencionais (VipiFlash e VipiCril Plus), especialmente quando foi submetida a termociclagem usando-se 10.000 ciclos de 5°C à 55°C, em 6 segundos de permanência em cada tanque, após 30 dias de imersão. Porém, o processo de lavagem foi de 2 minutos em álcool isopropílico e o de polimerização em raios UV 5 minutos. Os autores recomendaram cautela ao utilizar as resinas de manufatura aditiva para confecção de placas oclusais. Já no estudo de GUIMARÃES et al. (2021), os autores apontaram que a resina SmartDent Bite Splint para manufatura aditiva e o polimetilmetacrilato (PMMA) apresentaram estatisticamente valores semelhantes e superiores aos valores obtidos nos grupos de resinas autopolimerizáveis (Jet) e termopolimerizáveis (Classic). Entretanto, WESEMANN et al. (2020), afirmou que todos os três materiais impressos (Dental LT Clear, Dental LT Clear V2 e V-Print Splint) mostraram inferioridade em comparação com o PMMA fresado (ProArt CAD Splint clear) e moldado por injeção (PalaXpress).

4. CONCLUSÕES

Considerando as limitações do estudo *in vitro*, as resinas de MA testadas apresentaram valores de resistência a flexão semelhantes à resina termopolimerizável. Outras propriedades e estudos devem ser conduzidos com o intuito de avaliar se o desempenho dessas resinas é comparável as demais quanto a outras propriedades mecânicas, físicas e ópticas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUO, J.; LYONS, K.; BENNAMOUN, M. Trends in Computer-Aided Manufacturing in Prosthodontics: A Review of the Available Streams. **International Journal of Dentistry**, v. 2014, p. 15, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2014/783948>>. Acesso em: 8 jul. 2023.

BOSCATO, N. et al. Is bruxism associated with changes in neural pathways? A systematic review and meta-analysis of clinical studies using neurophysiological techniques. **Brain Imaging and Behavior**, v. 16, p. 2268–2280, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11682-021-00601-w>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

BOSCATO, N. et al. Role of occlusal factors on probable bruxism and orofacial pain: data from the 1982 Pelotas birth cohort study. **Journal of Dentistry**, v. 113, p. 103788, 2021. Elsevier, 2021/10/1. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103788>>. Acesso em: 12 set. 2023.

CHISINI, L.A. et al. Interventions to reduce bruxism in children and adolescents: a systematic scoping review and critical reflection. **European Journal of Pediatrics** 179, 177–189 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00431-019-03549-8>

DA SILVA, Tiago Machado. **Caracterização de resinas empregadas para impressão 3D em Odontologia**. 2019. 63f. Projeto de Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica – ênfase Prótese Dentária) - Programa de Pós-graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

GUIMARÃES, D.M. et al. Evaluation of the mechanical properties of different materials for manufacturing occlusal splints. **Dental Materials**, Brasil, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2023.vol37.0034/>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

PRPIC, V. et al. A study of the flexural strength and surface hardness of different materials and technologies for occlusal device fabrication. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Croácia, 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30711296/>>. Acesso em: 6 jul. 2023.

WESEMANN, Christian et al. Polymers for conventional, subtractive, and additive manufacturing of occlusal devices differ in hardness and flexural properties but not in wear resistance. **Dental Materials**, Alemanha, p. 11, 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33288324/>>. Acesso em: 5 jul. 2023.