

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TEMPOS DE CURA NA RESISTÊNCIA A FLEXÃO DE UMA RESINA DE IMPRESSÃO 3D PARA PROVISÓRIOS: ESTUDO PRELIMINAR IN VITRO

MARCELO PEREIRA BROD¹; PAULA FERNANDES E SILVA²; TATIANA DA SILVA RAMOS³; WELLINGTON LUIZ DE OLIVEIRA DA ROSA⁴; NOÉLI BOSCATO⁵

¹ Programa de Pós-Graduação em Odontologia UFPel – marcelopbrod@gmail.com

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

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

⁴Departamento de Odontologia Restauradora UFPel – darosa.wlo@gmail.com

⁵Departamento de Odontologia Restauradora UFPel- noeli.boscato@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O uso de novas tecnologias na Odontologia oportunizou a eliminação de algumas etapas clínicas devido ao uso de processamento digital de forma integrada com o laboratório de prótese. Esta é uma abordagem na Odontologia conhecida como *workflow* digital (BRAWEK et al., 2013). A sequência de um trabalho produzido pelo sistema CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*), utilizando o fluxo digital, consiste em três etapas. A primeira, ocorre a partir da aquisição de dados por escaneamento 3D, usando-se scanner intraoral ou de bancada, o que gera um arquivo STL (formato de arquivo). Em seguida, e a partir dos dados obtidos, é possível realizar o desenho do objeto no software CAD, que irá dar volume ao arquivo. Por fim, a impressora identifica e realiza a sua fabricação através do sistema CAM. Após o processo de impressão, a restauração deve ser lavada com o objetivo de remover o excesso de material e passar por um processo de pós-cura que visa proporcionar uma maior resistência, permitindo a sua polimerização completa (TAHAYERI A, et al., 2018; KESSLER A, et al., 2019; ALSHAMRANI A, et al., 2022).

Já a pós-cura é realizada em uma câmara específica, com o intuito de promover uma uniformidade na polimerização. Estudos demonstraram que a pós-cura por luz Ultra Violeta pode melhorar o módulo de elasticidade, biocompatibilidade, estabilidade de cor e a resistência final da peça impressa (OSMAN R, et al., 2017; REYMUS M, et al., 2019; ALSHAMRANI A, et al., 2022).

Há diferentes materiais disponíveis para confecção de restaurações provisórias, aqueles à base de Polimetilmetacrilato (PMMA) ou Polimetilmetacrilato (PEMA), policarbonato, compósitos bisacrílicos e compostos de bis-GMA. Dentre estes materiais, os mais comuns usados para confecção de prótese parcial fixa são as resinas acrílicas à base de PMMA (SINGH e GARG, 2016). Estes materiais são semelhantes às resinas compostas, uma vez que são combinados de monômeros dimetacrilatos e cargas inorgânicas (KUPHASUK et al., 2018). A literatura reporta que a resistência à flexão das resinas à base de bisacríl-metacrilato, após o tempo de polimerização total designado pelo fabricante é na faixa de 51 Mpa até 110 Mpa (KUPHASUK, PONLASIT e HARNIRATTISAI, 2018).

Entre os testes disponíveis para se obter análises das propriedades mecânicas das impressões por manufatura aditiva, existe o teste de resistência a flexão de resinas para provisórios dentários à base de PMMA, seguindo a norma ISO 10477-2004 para viabilizar a comparação com outros estudos já publicados, nos quais foram avaliados grupos com diferentes tempos de pós-cura e a sua interferência nas propriedades mecânicas do material. A resistência a flexão, nesta norma, considera

os corpos de prova até suas rupturas totais. Dessa forma, o objetivo desse estudo piloto foi avaliar a influência de diferentes tempos de pós-cura na resistência a flexão de uma resina de impressão 3D usada para confecção de provisórios em prótese fixa.

2. METODOLOGIA

2.1. Preparo dos Espécimes

Foram impressos 42 corpos de prova ($n=7$) em forma de paralelepípedo (2x2x25mm) de acordo com a ISO 10477 (ISO 10477-2004), em resina para impressão 3D Cosmos Temp (Yller Biomateriais, Pelotas, Brasil). Os espécimes foram desenhados em software específico com acesso livre (Shapr 3D ®). A impressora Anycubic Photon Mono 2 (Anycubic, Shenzhen, Guangdong, CHINA) (Fig.1b) foi utilizada para impressão usando a tecnologia DLP na angulação de 45°. Diferentes tempos de pós-cura na fotopolimerização por luz UV (coloca comprimento de onda da UV usada, tem no equipamento) foram usados: 15min, 30min, 45min, 60min, 90min e 120min (Anycubic 2.0, Anycubic, Shenzhen, Guangdong, CHINA). Realizou-se a retirada de sobras de material afim de se obterem espécimes uniformes e foi feito o acabamento e polimento por 1 minuto com pedra-pomes e disco de feltro (velocidade 650±350 rpm).

2.2. Ensaio de Resistência à Flexão

A resistência à flexão é uma propriedade do material definida como a tensão em um material imediatamente antes de ceder em um teste de flexão. O ensaio de resistência à flexão foi realizado conforme a ISO 20795-1, em máquina universal (EMIC DL 2000, Instron, Brasil) (Fig. 1a). Os espécimes foram armazenados em água destilada com temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 horas 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.

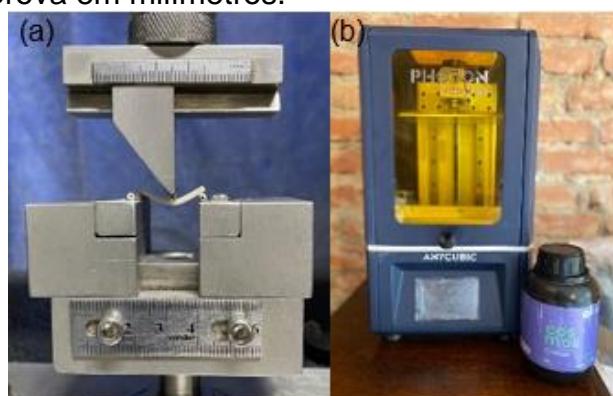


Figura 1. (a) Ensaio de resistência a flexão na máquina de ensaio universal EMIC (EMIC DL 2000, Brasil); (b) Impressora 3D Anycubic Photon Mono 2 (Anycubic, Shenzhen, CHINA)

2.3. Análise estatística

A análise estatística foi realizada no software Sigma Plot 12.0 One-way ANOVA (análise de variância de uma-via) seguido do teste de Holm-Sidak ($\alpha=5\%$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de resistência à flexão resultantes de diferentes tempos de pós-cura usados na manufatura de provisórios foram investigados e analisados. A Figura 2 representa graficamente os valores de resistência à flexão em mega pascais (MPa) a partir dos diferentes tempos de pós-cura analisados.

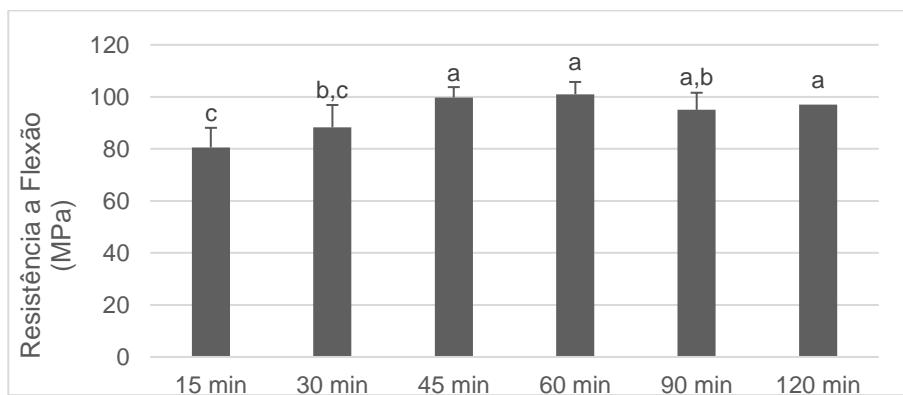


Figura 2. Médias e desvio padrão dos valores de resistência à flexão (MPa) nos grupos com diferentes tempos de pós-cura. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p<0.05$).

De acordo com os valores de média e DP obtidos, o tempo de pós-cura de 45 min, apresentou resistência média de 99,71 Mpa ($\pm 4,02$). Ainda, não houve aumento da resistência a flexão da resina testada, sendo que o grupo que usou 45min de pós-cura mostrou valores de resistência a flexão estatisticamente semelhantes aos grupos que usaram 60, 90 e 120min de pós-cura ($p<0.05$). Os menores valores de resistência a flexão foram obtidos no grupo onde os espécimes receberam tempo de pós-cura de 15min, o que foi diferente estatisticamente dos valores obtidos nos grupos que receberam tempo de pós-cura acima de 45min. Além disso, os tempos de 30min e 15min, respectivamente com os valores de (88 e 29 Mpa $\pm 8,59$) e (80.57 Mpa $\pm 7,53$) apresentaram os menores valores médios, sem diferenças estatisticamente significantes. Sendo assim, os tempos de pós-cura superiores a 45min são indicados para serem usados com UV no comprimento de onda de 405 nanômetros e uma potência de 25W. É importante salientar que a potência e o comprimento de onda da luz UV pode alterar o tempo de pós-cura.

Baseando-se nesse teste, pode-se obter resultados a partir das propriedades mecânicas de uma marca comercial de resina para impressão de peças 3D para posteriormente realizarmos a mesma análise em outras marcas disponíveis no mercado nacional, e então compreender baseado na literatura, qual seria o melhor tempo de pós-cura para cada marca, e se um período maior ou menor de fotopolimerização poderia afetar as propriedades mecânicas do material. Adicionalmente, outras propriedades podem ser impactadas por tempos de pós-cura inferiores ao recomendado, como citotoxicidade, sorção e solubilidade, etc.

4. CONCLUSÕES

Dentro das limitações deste estudo piloto, pode-se inferir que um ajuste fino do tempo de pós-cura é crucial para produzir propriedades mecânicas adequadas em resinas usadas para a confecção de provisórios impressas em 3D.

Alterações quanto a fonte de luz UV devem também ser consideradas nestas investigações para observar a sua influência no processo de pós-cura.

Considerando os parâmetros utilizados, esse estudo piloto demonstrou que pelo menos 45min de tempo de pós-cura faz-se necessário para atingir maiores valores de resistência a flexão da resina CosmosTemp.

Testes in vitro se mostram importantes na obtenção de evidências que propiciam na melhor recomendação de uso na clínica. Demais testes laboratoriais como longevidade, estabilidade de cor, rugosidade superficial se fazem necessários para obtenção de novas evidências sobre propriedades dessas resinas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAWEK, P.K, et al. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow—the comparison of two systems. **Clin Oral Investig**, v.17, 2013.

SINGH, Ankita; GARG, Sandeep. Comparative evaluation of flexural strength of provisional crown and bridge materials-an invitro study. **Journal of clinical and diagnostic research: JCDR**, v. 10, n. 8, p. ZC72, 2016.

KUPHASUK, Watcharaporn; PONLASIT, Nayot; HARNIRATTISAI, Choltacha. Flexural strengths and color stability of bis-acryl resin materials for provisional restorations. **Mahidol Dental Journal**, v. 38, n. 2, p. 135-146, 2018.

TAHAYERI A, et al. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. **Dent Mater**, 2018; 2:192-200.

ESSLER A, et al. Three-body wear of 3D printed temporary materials. **Dental Materials**, 2019; 12:1805-1812

ALSHAMRANI A, et al. Effect of Printing Layer Thickness and Postprinting Conditions on the Flexural Strength and Hardness of a 3D-Printed Resin. **Biomed Res Int**, 2022; 2022.

OSMAN R, et al. Build Angle: Does It Influence the Accuracy of 3D-Printed Dental Restorations Using Digital Light-Processing Technology? **Int J Prosthodont**, 2017.

REYMUS M, et al. 3D-printed material for temporary restorations: impact of print layer thickness and post-curing method on degree of conversion. **Int Comput Dent**, 2019; 3:231-237