

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE UMA RESINA COMPOSTA POLIMERIZADA POR DIFERENTES APARELHOS FOTOPOLIMERIZADORES

Evaluation of the flexural strength of a composite resin polymerized by different
photopolymerizing devices

Access this article online	
Quick Response Code:	Website: https://periodicos.uff.br/ijosd/article/view/70509
	

Autores:**Tiago Artur Bittencourt Navega**

Mestrando em Dentística pela Faculdade São Leopoldo Mandic, Campinas, São Paulo, Brasil

Ludimila Yamada

Cirurgiã Dentista graduada na Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

Marina Lima Wanderley

Doutoranda em Dentística pela Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

Cristiane Salgado de Souza

Doutorado em Dentística - Opção Materiais Dentários pela Faculdade de Odontologia de Bauru -USP. Professor Associado Clínica Integrada do Adulto da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

Telma Regina da Silva Aguiar

Doutora em Periodontia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Professora Clínica Integrada do Adulto da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

Marco Antonio Gallito

Doutor em Dentística pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Professor Clínica Integrada do Adulto da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

Instituição: Universidade Federal Fluminense**Endereço para correspondência:** Faculdade de Odontologia da UFF –Niterói. Endereço para correspondência: Av. Prof. Florestan Fernandes 1036/7/208, Cambinhas, Niterói –RJ. (21) 98118-5632**Email:** : tiagonavega12@gmail.com

RESUMO

O objetivo da pesquisa experimental foi avaliar a resistência à flexão de uma resina composta polimerizada por diferentes aparelhos fotopolimerizadores. Foram confeccionados 40 corpos de prova em forma de barras para a resina composta Filtek Z100™ (3M) utilizando uma matriz com dimensões especificadas pela ISO 4049/2000 (25mmx2mmx2mm). Para a polimerização foram utilizados quatro aparelhos fotopolimerizadores: Valo (Ultradent), Bluephase (Ivoclar), Radium Call (SDI) e Schuster (Schuster) sendo dois aparelhos poliwave e dois monowaves. Foram confeccionadas 10 amostras para cada aparelho fotopolimerizador empregado no estudo. As amostras foram armazenadas em câmara umidificadora com água destilada a 37° C durante 7 dias. Em seguida, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de flexão de 3 pontos realizado na máquina universal de ensaios (Emic) com velocidade constante de 0,5 mm/min. A força foi incidida na região central do corpo de prova e exercida até que houvesse a fratura do mesmo. As cargas máximas obtidas foram calculadas em Megapascal (Mpa) e os dados foram submetidos à análise estatística através de ANOVA e Teste Tukey, para a obtenção dos seguintes resultados: valores da força máxima para fraturar os corpos-de-prova do grupo 1 (Radium) 185,69 Mpa; grupo 2 (Valo) 201,19 Mpa; grupo 3 (Bluephase) 187,21 e grupo 4 (Schuster) 117,52. ANOVA F=14,711 e Tukey p<0,001. Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que o tipo de aparelho fotopolimerizador influenciou na resistência à flexão da resina composta estudada e que os maiores valores de resistência à flexão foram obtidos quando a resina composta utilizada foi fotopolimerizada por aparelhos fotopolimerizadores poliwave.

Palavras-chave: Flexão três pontos; Fotopolimerizadores; Resina Composta

ABSTRACT

The objective of experimental research was to evaluate the flexion resistance of a composite polymerized resin by different photopolymerizing devices. 40 bodies of bar-shaped specimen for the Filtek Z100™ (3m) compound resin were made using an ISO 4049/2000 (25mmx2mmx2mm) matrix. For polymerization, four photopolymerizing devices were used: Valo (Ultradent), BluePhase (IVOCAR), Radium Call (SDI) and Schuster (Schuster) being two polywaves and two monowaves. 40 samples were made, 10 for each photopolymerian device employed in the study. The samples were stored in a humidifying chamber with distilled water at 37 ° C for 7 days. Then the specimens were subjected to the 3-point flexion test performed on the Universal Testing Machine (EMIC) with a

constant speed of 0.5 mm/min. The force was focused on the central region of the specimen and exercised until there was its fracture. The maximum loads obtained were calculated in Megapascal (MPa) and the data were subjected to statistical analysis through Anova and Tukey test, to obtain the following results: Maximum force values to fracture group 1 specimens fracture (radii) 185.69 MPa; Group 2 (Valo) 201.19 MPa; Group 3 (Bluephase) 187.21 and Group 4 (Schuster) 117.52. ANOVA $F = 14.711$ and Tukey $P < 0.001$. Based on the results obtained, it was possible to conclude that the type of light-curing device influenced the flexural strength of the composite resin studied and that the highest values of flexural strength were obtained when the composite resin used was light-polymerized by polywave light-curing devices.

Keywords: Flexion three points; Photopolymerizers; Composite resin

INTRODUÇÃO

A utilização de resinas compostas (RC) nos consultórios odontológicos tem sido cada vez mais difundida devido às melhorias das propriedades desses materiais bem como o alcance de resultados estéticos e longevos (PAOLONE et al., 2023). As resinas compostas estão entre os materiais mais utilizados na Odontologia, em restaurações indiretas e indiretas, atraindo assim o interesse entre os pesquisadores (LIN et al., 2013). Entretanto, para obter resultados clínicos almejados tais quais estabilidade de cor, adesão ao remanescente dentário, resistência da restauração, cura adequada e alcance da profundidade de trabalho, torna-se necessária a utilização de aparelhos fotopolimerizadores com capacidade para atender a essas demandas, visto que a performance final das resinas compostas está diretamente ligada ao desempenho desses aparelhos (SANTINI et al., 2013).

As resinas compostas possuem em sua composição matriz orgânica, partículas inorgânicas e agente de união. Dentro da matriz orgânica encontram-se os monômeros dimetacrilato, como o bisfenol A, glicidil metacrilato (Bis-GMA), o trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA) e o uretano dimetacrilato (UDMA), fotoiniciadores, co-iniciadores, inibidores de polimerização, estabilizadores de UV e pequenas quantidades de componentes adicionais (CHEN, 2010; SCHNEIDER et al., 2010).

Para que haja a cura da resina composta é necessária a conversão dos monômeros em matriz polimérica rígida, porém para que isso ocorra os fotoiniciadores devem ser expostos à luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador

na faixa de luz azul entre 400-500nm, sendo ideal, 468nm (KRÄMER et al., 2008).

Uma vez que esses fotoiniciadores são expostos à luz, eles entram no estado excitado e reagem com o agente redutor presente na RC para formar os radicais livres, os quais, por sua vez, iniciam a polimerização dos monômeros formando uma rede polimérica tridimensional, a qual confere rigidez ao compósito de RC (ANUSAVICE, 1998).

Quando em proporções adequadas, essa conversão garante resultados mais previsíveis e duradouros para as restaurações realizadas em RCs (KURACHI et al., 2001).

Um dos sistemas utilizados como fotoiniciadores é canforoquinona, que comumente é complementado com outros fotoiniciadores, tais como o 1-fenil-1;2-propanodiona (PPD), o óxido mono-acil fosfínico (MAPO ou Lucerim TPO), o óxido bisacilfosfínico (BAPO ou Irgacure 819), o hexafluorofosfato de difeniliodônio (DPIHFP), o 1,3-benzodioxole (BDO), álcool piperonílico (AP), o 1,3-dietil-2-tiobarbitúrico (TBA) (5,9) e o Sistema APS (Advanced Polymerization System). Tais substâncias apresentam pico de absorção de luz abaixo da CQ, mas estão dentro do espectro útil da faixa de luz visível emitidas pelos aparelhos de LED que emitem luz com comprimentos de onda na faixa do azul e do violeta (ALVIM, 2008).

A resistência flexural é uma propriedade inerente às resinas compostas, que poderá ser afetada pelos tipos de fotopolimerizadores, o que justifica a realização do presente trabalho.

O objetivo deste trabalho foi avaliar através do teste de flexão em três pontos, a influência da fotopolimerização na resistência flexural da resina composta e, após isso, indicar dentre os fotopolimerizadores testados, o (s) aparelho (s) com o melhor desempenho, capaz de polimerizar da melhor forma a resina composta

MATERIAS E MÉTODOS

Para a confecção do presente trabalho, foram confeccionados 40 (quarenta) corpos de prova em forma de barras especificadas pela ISO 4049/2000 com dimensões de 25mmx2mmx2mm, através de uma matriz (Odeme) com dimensões específicas, seguindo a norma ISO citada acima.

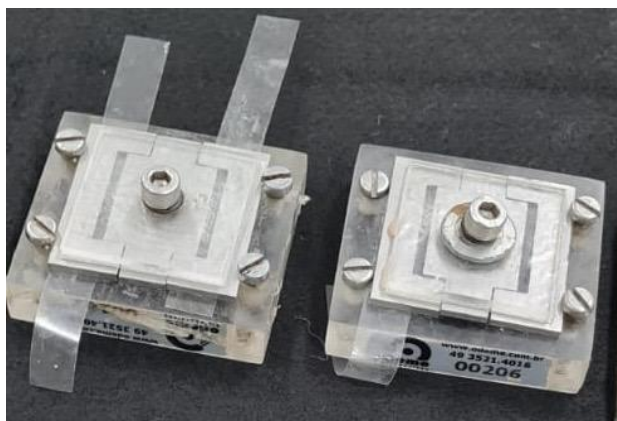


Figura 1 – Matriz Odeme para a confecção dos corpos de prova

A resina composta empregada foi a Filtek Z100 (3M) e foram gerados quatro grupos de 10 amostras para cada aparelho fotopolimerizador empregado neste estudo. Os aparelhos fotopolimerizadores foram Radii (SDI), Valo (Ultradent), Bluephase (Ivoclar) e Schuster (Schuster). É importante salientar que dentre os aparelhos fotopolimerizadores citados acima, dois apresentam tecnologia monowave (Radii e Schuster) e dois a tecnologia poliwave (Valo e Bluephase). E que o fotoiniciador predominante, presente na Resina Composta Filtek Z100 – 3M é a canforoquinona em grandes proporções.

Para a confecção das amostras, a resina composta foi inserida em incremento único na matriz. Para a polimerização da resina composta, foram seguidas as instruções de cada fabricante quanto ao tempo de fotopolimerização. As aparas de resina foram cuidadosamente lixadas com uma lixa d'água grão P180. Desta maneira os corpos de prova foram constituídos em 4 grupos:

- Grupo 1: Resina composta Filtek Z100 + Aparelho fotopolimerizador Radii (SDI)
- Grupo 2: Resina composta Filtek Z100 + Aparelho fotopolimerizador Valo (Ultradent)
- Grupo 3: Resina composta Z100 + Aparelho fotopolimerizador Bluephase (Ivoclar)
- Grupo 4: Resina composta Z100 + Aparelho fotopolimerizador Schuster (Schuster)

Com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0.01mm (DIGIMESS Electronic caliper YT202) foi verificada a espessura dos corpos de prova. Caso a espessura final destes não estivessem entre 1,9 mm e 2.1mm foram descartados.

As amostras foram armazenadas em câmara umidificadora com água destilada a 37°C durante 7 dias aguardando a completa presa da resina.

Em seguida, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de flexão de 3 pontos realizado na máquina universal de ensaios mecânicos (EMIC DL 200) com velocidade constante de 0,5mm/min. A força foi incidida na região central do corpo de prova e exercida até a fratura do mesmo. Através das cargas máximas obtidas foram calculadas em Megapascal (Mpa) a resistência à flexão dos materiais estudados. Os dados foram submetidos à análise estatística para a obtenção dos resultados.



Figura 2 e 3 – Máquina Universal de Ensaio Mecânicos EMIC DL 200

RESULTADOS

Para a obtenção dos seguintes resultados, os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística através do teste de ANOVA, Tukey e Duncan somente em nível de comprovação.

Descritivas

flexão

	N	Média	Desvio padrão	Erro Padrão	95% de Intervalo de Confiança para Média		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
1	10	149,1380	26,06471	8,24239	130,4924	167,7836	113,86	185,69
2	10	150,9610	25,29502	7,99899	132,8660	169,0560	113,93	201,19
3	10	154,7760	19,59921	6,19782	140,7556	168,7964	113,89	187,21
4	10	99,1290	13,60232	4,30143	89,3985	108,8595	75,66	117,52
Total	40	138,5010	31,14462	4,92440	128,5405	148,4615	75,66	201,19

Tabela 1: Resultado ANOVA de uma via**ANOVA**

flexão

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	20834,274	3	6944,758	14,711	<,001
Nos grupos	16995,237	36	472,090		
Total	37829,511	39			

Tabela 2: Resultado ANOVA de uma via**flexão**

	grupo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	4	10	99,1290	
	1	10		149,1380
	2	10		150,9610
	3	10		154,7760
	Sig.		1,000	,937
Duncan ^a	4	10	99,1290	
	1	10		149,1380
	2	10		150,9610
	3	10		154,7760
	Sig.		1,000	,590

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos.

a. Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 10,000.

Tabela 3: Resultado dos testes de Tukey e Duncan

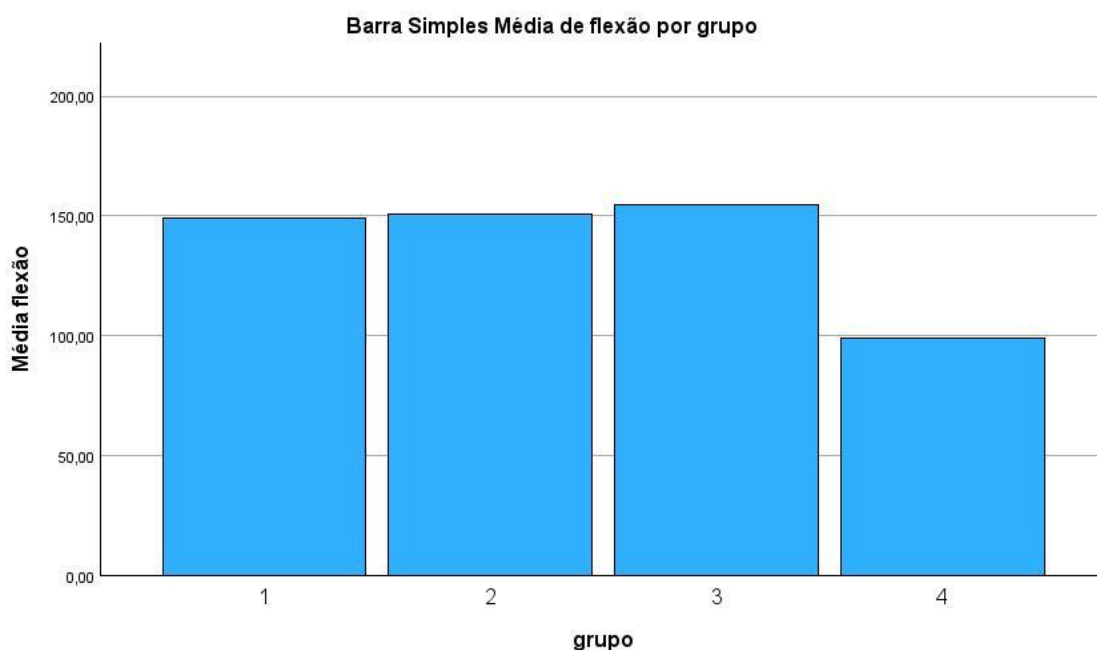


Gráfico 1: Médias da Flexão em 3 pontos onde 1: Raddi (SDI), 2 Valo (Ultradent), 3 Bluephase (Ivoclar) e 4 Schuster (Schuster)

DISCUSSÃO

Com base nos resultados da presente pesquisa, foi possível constatar que os menores valores de resistência a flexão foram obtidos no grupo referente ao fotopolimerizador Schuster, aparelho este com tecnologia monowave, o que pode ter influenciado nos menores valores de resistência à flexão. Sabemos que quando o fotoiniciador é atingido pelo espectro da luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador, existe uma propagação na cadeia monomérica, tornando-a polimérica com maior efetividade, fato este que comprova assim, que o maior grau de conversão, reflete positivamente nas propriedades mecânicas das resinas compostas.

Segundo ILIE N. et al. (2017), o teste de flexão de três pontos é um teste mecânico crucial para materiais dentários, pois fornece dados sobre sua resistência e elasticidade. Ao submeter compósitos de resina composta a uma tensão de flexão controlada por uma máquina universal de ensaios (EMIC), realiza-se a simulação das condições que uma restauração em resina composta encontrará na cavidade oral, para verificar seu desempenho e durabilidade, e, por conseguinte, diminuir os custos dos materiais por amostra. Para realização do teste é necessária a confecção de corpos de prova com dimensões padrões (25mmx2mmx2mm), atualmente especificada na ISO 4049. Os corpos são apoiados em dois pontos fixos nas suas extremidades e uma haste móvel irá exercer a carga no centro a uma determinada velocidade por minuto,

ocasionando sua flexão provocando tensões de compressão na parte superior, tração na parte inferior e cisalhamento nas extremidades até ocorrer a fratura da amostra, após isso, o software irá gerar um gráfico pra avaliar o comportamento mecânico da amostra. (DeWolfe, 2010)

No presente estudo, utilizou-se dois aparelhos fotopolimerizadores com tecnologia poliwave (Valo – Ultradent e Bluephase – Ivoclar), e notou-se que os valores de resistência à flexão para os grupos referentes a estes dois aparelhos fotopolimerizadores, foram maiores, mas sem diferenças significativas entre os dois. Isso prova que estes aparelhos, além de apresentarem a tecnologia poliwave, que significa lâmpadas de comprimentos de ondas variáveis, eles apresentam também, alta intensidade, o que corrobora com os seus maiores valores de resistência à flexão.

O grupo referente ao aparelho fotopolimerizador Radian (SDI), tiveram bons valores de resistência flexural, apesar deste aparelho não apresentar a tecnologia poliwave. Este aparelho apresenta uma intensidade alta de 1200 miliwatts, o que contribui muito para um alto grau de conversão da resina testada. É muito importante salientar que, quando comparamos os valores de resistência flexural dos grupos referentes aos dois aparelhos fotopolimerizadores com tecnologia poliwave, verificamos, valores semelhantes, mas não diferentes estatisticamente. Ao analisarmos os valores de resistência flexural do aparelho fotopolimerizador Radian SDI, verificamos que eles são ainda um pouco menores quando comparados com os valores obtidos pelos aparelhos com tecnologia poliwave. Quando iniciamos a polimerização é realizada em baixa intensidade, a resistência a flexão também é relativamente baixa (ASMUSSEM e PEUTZFELDT, em 2004), o que corrobora com o presente estudo, já que as intensidades dos aparelhos fotopolimerizadores mais altas, proporcionaram altos valores de resistência flexural. Os resultados foram explicados por prováveis diferenças no grau de conversão e densidade de reticulação da rede de polímero. Ao contrário do que observamos no presente estudo, Benkezer; Karlin; Rohr, em 2024, verificaram que a cura leve tem efeitos benéficos na resistência à flexão e Carvalho (2012) concluíram que modos de cura não produziram influência na sorção, solubilidade ou BFS da resina testada. O método e os tipos de aparelho fotopolimerizadores empregados neste estudo, promovem o maior ou menor grau de conversão, quando temos uma cadeia polimérica mais densa e reticulada, pode-se esperar que este fato venha a contribuir também para uma maior resistência flexural.

Após a confecção das amostras, e antes das mesmas serem levadas até a máquina de ensaios para analisar a resistência à flexão através da quebra, os espécimes foram armazenados em água destiladas em câmara umidificadora à

37°C por 7 dias. Fischer et al., em 2010, mostraram que o ciclo térmico afetava a força da flexão mais do que o armazenamento de água. No presente estudo, as amostras foram armazenadas em água, mas em uma temperatura à 37°C, fato este que nos leva a constatar que durante este armazenamento por 7 dias, esta temperatura de 37°C, pode ter promovido uma polimerização adicional das amostras, contribuindo assim, em todos os grupos, maiores valores de resistência à flexão, o que anula esta variável, isso comprova que pelo fato de todas as amostras permanecerem armazenadas por 7 dias em uma temperatura a 37°C, este fato não contribuiu para o aumento da resistência a flexão em si, com isso temos a certeza de que a variação dos tipos de fotopolimerizadores, realmente influenciaram nos maiores ou menores valores de resistência à flexão.

RODRIGUES JUNIOR et al., em 2007 constataram que o tipo e a concentração de carga influencia também na resistência a flexão, com isso, o compósito microparticulado apresentou o menor peso de carga e as menores propriedades mecânicas. Resultados estatisticamente diferentes de resistência à flexão e módulo de elasticidade foram observados entre os compósitos híbridos universais. O compósito nanoparticulado apresentou resultados intermediários. Dentro das limitações deste estudo in vitro, pode-se concluir que o teor de carga interferiu significativamente na resistência à flexão e no módulo de elasticidade dos compósitos testados. No presente estudo, optou-se por utilizar uma resina microhíbrida não nanoparticulada, para todos os grupos testados, anulando assim, a esta variável e levando em consideração, somente os tipos de aparelhos fotopolimerizadores.

CONCLUSÕES

Com base na metodologia empregada, foi possível concluir que:

- O tipo de aparelho fotopolimerizador influenciou na resistência à flexão da resina composta estudada.
- Os maiores valores de resistência à flexão foram obtidos quando a resina composta utilizada foi fotopolimerizada por aparelhos fotopolimerizadores poliwave
- Estudos futuros deverão ser realizados para analisar se o tipo de fotoiniciador contribuiu para os resultados deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMOHAREB, T. et al. Influence of curing duration and mixing techniques of bulk fill resin composites on bi-axial flexural strength and degree of conversion. **J Appl Biomater Funct Mater**. 18:2280800020975721. Jan 2020.
2. ALVIM, H. H. **Estudo dos fotoiniciadores utilizados em resinas compostas**. [Dissertação]. Araraquara: Universidade Estadual de São Paulo; [editora desconhecida]; 2008.
3. ANUSAVICE, K.J. **Phillips-Materiais Dentários**. 11^a ed., ed. Guanabara Koogan, 2003.
4. AQUINO-VALVERDE A. J. et al., Efectividad de fotopolimerización usando lamparas LED: una revision. **Rev Cient Odontol**. (Lima). v.10, n.3, p.120 DOI: 10.21142/2523-2754-1003-2022-120, 2022.
5. ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. Flexural strength and modulus of a step-cured resin composite. **Acta Odontol Scand**. v.62, n.2, p.87-90, 2024.
6. BENKEZER, S. M.; KARLIN, S.; ROHR, N. Effect of curing mode of resin composite cements on water sorption, color stability, and biaxial flexural strength. **Dent Mater**. v.40, n.6, p.897-906, 2024.
7. CALDARELLI, P. G; BELTRANI, F. C.; PEREIRA, S. K.; CARDOSO, S. A.; HOEPNNER, M. G. Aparelhos fotopolimerizadores: evolução e aplicação clínica -uma revisão da literatura Light-curing units: evolution and clinical application - a literature review. Endereço para correspondência. **Odontol. Clín.-Cient**. v. 10, n. 4, p. 317–321, 2011.
8. CARVALHO A. A. et al., Effect of light sources and curing mode techniques on sorption, solubility and biaxial flexural strength of a composite resin. **J Appl Oral Sci**. v.20, n.2, p.246-52, 2012.
9. CHEN, M. H. Update on Dental Nanocomposites. **J Dent Res**. v. 89, n.6, p.549-60, 2010.
10. DAUVILLIER, B. S. et al. Visco-elastic parameters of dental restorative materials during setting. **J Dent Res**. v.79, n.3, p.818-23, 2000.



11. DEWOLFE, A. **How to Perform an ASTM D790 Plastic Flexural 3 Point Bend Test**. 2010. Disponível em: <https://www.admet.com/blog/how-to-perform-an-astm-d790-plastic-flexural-3-point-bend-test/>. Acesso em: 20 jun. 2024.
12. FISCHER, J. et al. Investigations in the correlation between Martens hardness and flexural strength of composite resin restorative materials. **Dent Mater**. v.29, n.2, p.188-92, 2010.
13. FRANCO, E. B.; LOPES, L. G. Conceitos atuais na polimerização de sistemas restauradores resinosos. **Revista Biodonto**. v. 1, n.2, p. 6-11, 2003.
14. GAN, J. K. et al. Bulk-Fill Composites: Effectiveness of Cure With Poly- and Monowave Curing Lights and Modes. **Operative Dentistry**, v.43, n.2, p.136-43, 2018
15. ILIE N. et al. (2017). et al. Academy of Dental Materials guidance- Resin composites: part I-Mechanical properties, **Dent Mater**. v.33, n.8, p.880–894. 2017.
16. KRÄMER, N.; LOHBAUER, U.; GODOY, F. G.; FRANKENBERGER, R. Light curing of resin-based composites in the LED era. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.21, n.3, p.135-142, 2008.
17. KURACHI, C.; TUBOY, A. M.; MAGALHAES, D. V.; BAGNATO, V. S. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. **Dent Mater**. v.17, p.309-315, 2001.
18. KWON, T. Y.; BAGHERI, R.; KIM, Y. K.; KIM, K. H.; BURROW, M. F. Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. **J Investig Clin Dent**. v.3, n.3e, p.16, 2012.
19. LIN, J. et al. Effects of rotating fatigue on the mechanical properties of microhybrid and nanofiller-containing composites. **Dental Materials Journal**. v.32, n.3, p.476–483; 2013.
20. LOHBAUER, U. Flexural fatigue behavior of resin composite dental restoratives. **Dent Mater**. v.19, n.5, p.435-40, 2003.



21. MENDONÇA, B. C. et al. Flexural strength and microhardness of bulk-fill restorative materials. **J. Esthet Restor Dent.** v.33, n.4, p.628-625. 2021.
22. PAOLONE, G.; DIANA, C.; CANTATORE, G. **2023 State-of-the-Art in Resin-Based Composites and Future Trends**. Disponível em: <<https://www.aegisdentalnetwork.com/cced/2023/02/2023-state-of-the-art-in-resin-based-composites-and-future-trends>>. Acesso em: 15 abr. 2024.
23. RAHIOTIS, C. et al. A. Curing efficiency of high-intensity light-emitting diode (LED) devices. **Journal of Oral Science.** v.52, n.2, p.187-195, 2010.
24. RODRIGUES JUNIOR, S. A. et al. Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin-based composites. **Braz Oral Res.** v.21, n.1, p.16-21, 2007.
25. SANTINI, A.; GALLEGOS, I. T.; FELIX, C. M. **Photoinitiators in Dentistry: A Review**. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1308/205016814809859563>>. Acesso em: 15 abr. 2024.
26. SCHNEIDER L. F. J.; CAVALCANTE L. M. A.; SILIKAS N. Shrinkage stresses generated during resin-composite applications: a review. **J Dent Biomech** 2010: 131630.
27. SCHRICKER, S. R. Composite resin polymerization and relevant parameters. **Orthodontic Applications of Biomaterials.** p.153–170, 2017. doi:10.1016/b978-0-08-100383-1.00009-6.
28. SOUZA, A. R. et al. Avaliação do grau de polimerização de duas resinas compostas utilizando luz halógena e dois diferentes tipos de LEDs. **RPG Rev. Pós. Grad.** v.12, n.4, p.474-478. 2005.
29. VIVAN, R. V. et al. Biaxial flexural strength of hydrothermally aged resin-based materials. **J Mech Behav Biomed Mater.** Jul;155:106568. doi: 10.1016/j.jmbbm.2024.106568. Epub 2024
30. YANAGIDA, H. et al. Effects of polymerization method on flexural and shear bond strengths of a fiber-reinforced composite resin. **J. Oral Sci.** v.59, n.1, p.13-21, 2017.



31. YAP, A. U.; EWEIS, A. H.; YAHYA, N. A. Dynamic and Static Flexural Appraisal of Resin-based Composites: Comparison of the ISO and Mini-flexural Tests. **Oper Dent.** v.43, n.5, p.223-231, 2018. ***