


A INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA DA PONTEIRA DO FOTOPOLIMERIZADOR SOBRE A DUREZA DAS RESTAURAÇÕES

THE INFLUENCE OF CURING LIGHT TIP DISTANCE ON THE HARDNESS OF RESTORATIONS

LA INFLUENCIA DE LA DISTANCIA DE LA PUNTA DEL FOTOPOLIMERIZADOR SOBRE LA DUREZA DE LAS RESTAURACIONES

 <https://doi.org/10.56238/arev8n5-116>

Data de submissão: 24/04/2026

Data de publicação: 24/05/2026

Andrely Carlyne Oliveira dos Santos

Graduada em Odontologia

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: andrelyoliveira@gmail.com

Maria Clara de Arruda Gomes

Graduanda em Odontologia

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: clara.agomes@ufpe.br

Lucas Rodrigues dos Santos

Graduando em Odontologia

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: olucasds@gmail.com

Lais Torreão de Souza Leão

Graduanda em Odontologia

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: lais.torreao@ufpe.br

Maria Sabrina dos Santos Lima

Graduada em Odontologia

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: sabrinamarrisantos@gmail.com

Thamyres Paloma Silva de Moura

Graduada em Odontologia

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: thamyrespaloma@hotmail.com

Juliana Raposo Souto Maior

Doutora em Odontologia

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: juliana.maior@ufpe.br

Mirella Emerenciano Massa Lima

Doutora em Dentística

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: mirella.emlima@ufpe.br

Alexandre Batista Lopes do Nascimento

Doutor em Dentística

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: alexandre.nascimento@ufpe.br

Renata Pedrosa Guimarães

Doutora em Odontologia

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: renatapguimaraes@gmail.com

Hilcia Mezzalira Teixeira

Doutora em Dentística

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: hilcia.teixeira@ufpe.br

RESUMO

Introdução: A conversão do monômero em polímero durante a fotopolimerização é essencial para a durabilidade da resina composta. Fatores externos como a distância da ponteira do fotopolimerizador podem afetar a eficácia do processo, reduzindo a microdureza do material e suas propriedades mecânicas. **Objetivo:** Avaliar a influência da distância da fonte luminosa sobre a intensidade de um aparelho fotopolimerizador na microdureza de uma resina composta. **Materiais e Métodos:** A distância da fonte de luz à resina foi padronizada por uma matriz de acrílico (0mm, 6mm e 8mm). Foram confeccionadas 30 amostras (4mm x 6mm) com a resina composta nano-híbrida Spectro Smart (Dentsply) a partir de um molde metálico, e polimerizados por 40s apenas na porção superior das amostras. Após a fotopolimerização as amostras foram submetidas ao teste de microdureza Vickers, sendo realizadas 3 endentações superficiais e 3 basais e a média foi realizada. Os dados foram analisados por ANOVA e teste de Sidak. **Resultados:** Foi possível observar que não houve diferença significativa na microdureza na região do topo ($p > 0,05$), independente da distância do fotopolimerizador. Porém, a dureza em profundidade mostrou redução significativa ($p < 0,05$), que aumentou com a distância da ponteira do fotopolimerizador ($p < 0,05$). **Conclusão:** A superfície da resina recebeu energia suficiente para adequada polimerização, porém houve redução progressiva da microdureza nas camadas mais profundas.

Palavras-chave: Resina Composta. Microdureza. Fotopolimerizador.

ABSTRACT

Introduction: The conversion of monomer into polymer during photopolymerization is essential for the durability of composite resin. External factors, such as the distance of the curing light tip, can affect the efficiency of the process, reducing the material's microhardness and its mechanical properties. **Objective:** To evaluate the influence of the light source distance on the intensity of a curing unit and its effect on the microhardness of a composite resin. **Materials and Methods:** The distance between the light source and the resin was standardized using an acrylic matrix (0mm, 6mm, and 8mm). A total of 30 samples (4mm x 6mm) were fabricated using the nano-hybrid composite resin Spectro Smart (Dentsply) with a metal mold and were polymerized for 40s only on the upper portion

of the samples. After photopolymerization, the samples underwent a Vickers microhardness test, with three surface and three basal indentations performed, and the mean value was calculated. Data were analyzed using ANOVA and Sidak's test. Results: There was no significant difference in microhardness in the top region ($p > 0.05$), regardless of the curing light distance. However, the hardness in depth showed a significant reduction ($p < 0.05$), which increased as the distance of the curing light tip increased ($p < 0.05$). Conclusion: The resin surface received sufficient energy for proper polymerization; however, there was a progressive reduction in microhardness in the deeper layers.

Keywords: Composite Resin. Microhardness. Light Curing Unit.

RESUMEN

Introducción: La conversión de monómero a polímero durante la fotopolimerización es esencial para la durabilidad de la resina compuesta. Factores externos como la distancia de la punta del fotopolimerizador pueden afectar la eficacia del proceso, reduciendo la microdureza del material y sus propiedades mecánicas. Objetivo: Evaluar la influencia de la distancia de la fuente de luz sobre la intensidad de un aparato fotopolimerizador en la microdureza de una resina compuesta. Métodos: La distancia de la fuente de luz a la resina se estandarizó mediante una matriz de acrílico (0 mm, 6 mm y 8 mm). Se confeccionaron 30 muestras (4 mm x 6 mm) con la resina compuesta nanohíbrida Spectro Smart (Dentsply) a partir de un molde metálico, y se polimerizaron por 40 s solo en la porción superior de las muestras. Después de la fotopolimerización, las muestras fueron sometidas a la prueba de microdureza Vickers, realizándose 3 indentaciones superficiales y 3 basales, y se calculó el promedio. Los datos fueron analizados por ANOVA y la prueba de Sidak. Resultados: Se pudo observar que no hubo diferencia significativa en la microdureza en la región superior ($p > 0,05$), independientemente de la distancia del fotopolimerizador. Sin embargo, la dureza en profundidad mostró una reducción significativa ($p < 0,05$), la cual aumentó con la distancia de la punta del fotopolimerizador ($p < 0,05$). Conclusión: La superficie de la resina recibió suficiente energía para una adecuada polimerización, pero hubo una reducción progresiva de la microdureza en las capas más profundas.

Palabras clave: Resina Compuesta. Microdureza. Unidad de Fotocurado.

1 INTRODUÇÃO

Para garantir um desempenho clínico e propriedades físicas ideais em restaurações de resina composta, é crucial que haja a conversão do monômero em polímero durante a fotopolimerização deste material. Essa conversão é importante para a longevidade das restaurações, e caso não seja realizada de forma eficaz tende a reduzir as propriedades da resina. ^{1,2}.

Essa transformação ocorre por uma reação de cadeia, quando a luz azul, com comprimento de onda entre 400 e 500 nm incide sobre a canforoquinona, que reage com uma amina terciária, formando um radical livre. Logo após a canforoquinona reage com monômeros resinosos e converte ligações de carbono em ligações simples. Os monômeros, então, reagem entre si, resultando na formação de um polímero de alto peso molecular ³.

A eficácia da fotopolimerização pode sofrer influência de diversos fatores, tanto internos quanto externos. Os fatores internos estão relacionados às propriedades e composições dos compostos, como monômero, sistema fotoiniciador, concentrações e características de tamanho, tipo, tonalidade e pigmentos. Entretanto, os fatores externos incluem a técnica e a luz utilizada pelo operador, as características das unidades fotopolimerizáveis e a distância da extremidade do fotopolimerizador até a restauração ⁴.

Controlar com precisão a distância entre a extremidade guia e o material resinoso é desafiador devido à progressão da cárie, ao tamanho variável e à posição da cavidade. Quando a distância ultrapassa 2mm, há um aumento notável na dispersão da luz da unidade fotopolimerizadora, dificultando a eficácia da polimerização. Essa complexidade decorre da influência direta desses fatores durante a fotopolimerização. Apesar das recomendações dos fabricantes para manter a ponteira do fotopolimerizador o mais próximo possível do compósito, nem sempre isso é viável na prática clínica diária ^{1,5,6}.

A microdureza dos materiais resinosos é fortemente influenciada pelo nível de distância entre a ponteira do fotopolimerizador e o compósito. É observado que mesmo em casos onde a distância da ponteira não afetou a conversão dos monômeros, a microdureza sofreu uma redução de seus valores ². A resistência à deformação plástica, penetração, indentação e arranhões é uma propriedade crucial da dureza de um compósito. A microdureza dos materiais compósitos dentários é comumente empregada na estimativa de sua capacidade de resistir à abrasão, especialmente quando aplicados em restaurações destinadas a suportar cargas ⁷.

A distância entre a ponteira do fotopolimerizador e as restaurações de resina composta exerce influência nos valores de dureza. Embora essa situação seja comum na prática clínica diária, há uma escassez de estudos recentes na literatura abordando essa problemática, dessa forma, o objetivo deste

trabalho foi avaliar a influência da distância da ponteira do fotopolimerizador sobre a dureza das restaurações de resina composta.

2 MÉTODOS

Parte deste estudo foi desenvolvida nas instalações do Curso de Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e parte foi realizada no laboratório multiusuário em pesquisas com materiais (LMPM) da FOP/UPE.

Foram confeccionados 30 corpos-de-prova, empregando a resina composta nano-híbrida Spectro Smart (Dentsply), distribuídos de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1: Divisão dos grupos, nome comercial da resina composta utilizada, distância, e número de amostras:

Grupos	Nome comercial /marca	Distância	Número de amostras
1	Spectro Smart (Dentsply)	0 mm	10
3	Spectro Smart (Dentsply)	6 mm	10
4	Spectro Smart (Dentsply)	8 mm	10

Fonte: Autores.

Com o objetivo de padronizar as amostras e evitar a dispersão da luz, foi confeccionada uma matriz metálica composta por duas partes rosqueáveis, apresentando na parte central um orifício com 06 mm de diâmetro por 02 mm de profundidade e paredes circundantes de aproximadamente 90° (para facilitar a remoção das amostras após a fotopolimerização (Figura 1a). Foi confeccionado também um dispositivo metálico para remover a amostra da matriz (Figura 1b).

Figuras 1a: matriz metálica para confeccionar o corpo de prova e 1b: dispositivo de alumínio para remover a amostra



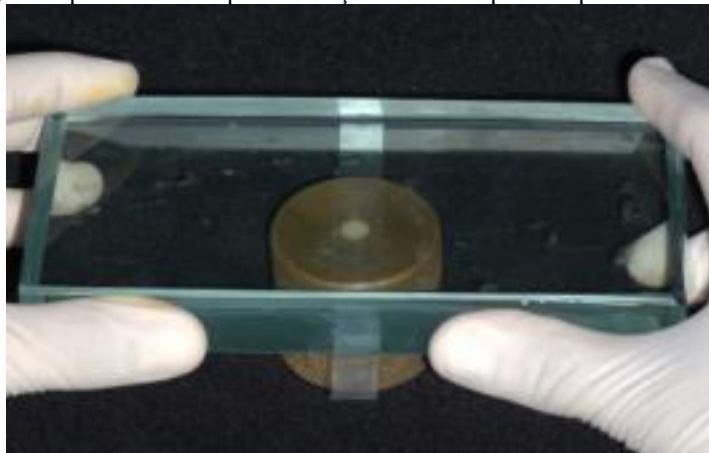
Fonte: Autores.

Foram preparados 10 corpos-de-prova de cada material selecionado de um mesmo lote,

inseridos na matriz com o auxílio da espátula Suprafill (Golgran). Todos os cuidados foram tomados para evitar a inclusão de bolhas de ar durante a inserção dos compósitos resinosos nas cavidades, a fim de facilitar o registro da microdureza superficial e profunda.

Uma tira de poliéster foi posicionada sobre a cavidade preenchida pela resina composta e, além dela, uma placa de vidro de 20 mm de espessura, com leve pressão, para obtenção de uma superfície plana e uniforme do material (Figura 2).

Figura 2: placa de vidro para obtenção de uma superfície plana e uniforme



Fonte: Autores.

Em seguida foi removida a placa de vidro e, sobre a tira de poliéster, foi posicionada uma lamínula de vidro com 1,2 mm de espessura a fim de padronizar a distância da ponteira do fotopolimerizador à superfície da resina composta que será fotopolimerizada (Figura 3).

Figura 3: lamínula da vidro de 1,2mm para padronização da distância da ponteira do fotopolimerizador



Fonte: Autores.

Em seguida, as amostras foram fotopolimerizadas no tempo de 20 segundos, como indica o

fabricante, através do aparelho fotopolimerizador de LED (Luz Emitida por Diodo), o Emitter C (Schutter, Santa Maria - RS). As aferições da intensidade de luz emitida foram realizadas através de um radiômetro (Demetron®) em cada distância da fonte de luz à resina (0 mm, 6 mm e 8 mm), dessa forma, foram obtidos os valores aproximados de intensidade de luz.

Para a padronização do nível de bateria, o fotopolimerizador teve a sua bateria totalmente descarregada e logo em seguida foi colocado em sua base e conectado em uma fonte de energia elétrica para obter sua carga total (100%) do nível da bateria, totalizando 4 horas de carga, segundo as instruções do fabricante.

Após a fotopolimerização, os corpos-de-prova foram mantidos por 24 horas a 37° C em estufa específica em recipientes plásticos à prova de luz, imersos em água destilada para evitar uma sobre polimerização pela luz ambiente. Posteriormente, os corpos-de-prova foram mantidos em temperatura ambiente até o momento em que foram submetidos ao teste de microdureza Vickers.

Decorrido esse tempo, cada superfície do corpo-de-prova (superficial e profunda) foi submetida ao teste de dureza. Em cada corpo de prova foram realizadas três aferições de microdureza Vickers - endentador em forma de pirâmide de diamante de base quadrada, formando uma imagem de losango, com um ângulo de 136° entre as faces opostas, aplicando-se uma carga de 300gf, associada ao tempo de 15s com o emprego do microdurômetro INSEZIN (Automatic Digital Microvickers Hardness Tester) no laboratório multiusuário em pesquisas com materiais (LMPM) da FOP/UPE (Figura 4).

Figura 4: Microduromêtro INSEZIN



Fonte: Autores.

O cálculo de microdureza Vickers de cada espécime foi obtido considerando-se a média das 3 indentações realizadas. O diamante Vickers apresenta uma forma piramidal, definido como consequência, uma impressão de forma quadrada, e a média das leituras das duas diagonais em

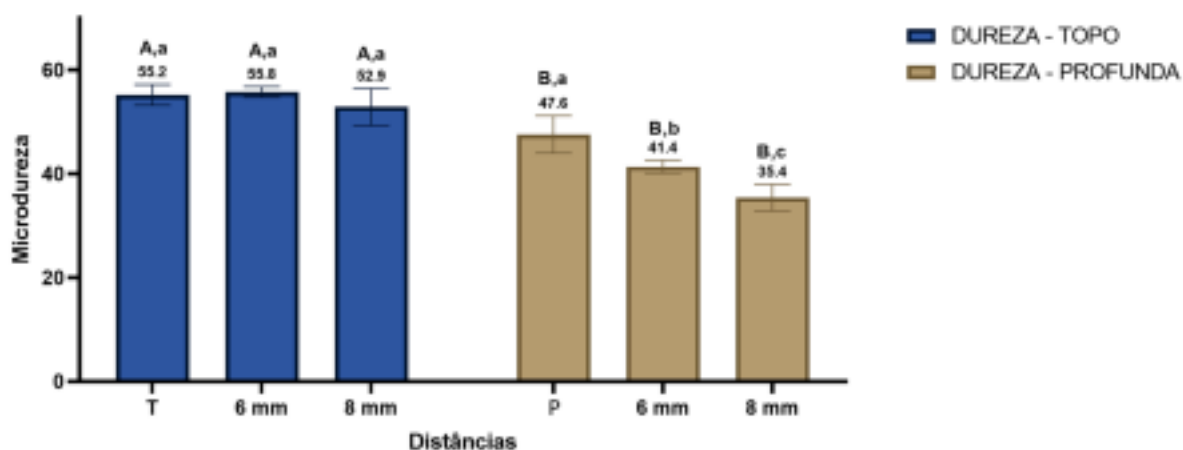
micrômetros foram convertidas em um valor de dureza, a partir da fórmula fornecida pelo fabricante, sendo os valores de micrômetros e dureza, inversamente proporcionais.

Os dados foram avaliados quanto aos pressupostos de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) e de homocedasticidade pelo teste de Levene ($p < 0.05$). Atendidos aos pressupostos, os dados foram analisados por ANOVA de dois critérios, considerando as variáveis dureza (topo ou profunda) e distância da ponteira do fotopolimerizador, seguido do pós teste de Sidak. O nível de significância foi fixado em 5%.

3 RESULTADOS

Foi possível observar que não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de microdureza na região do TOPO, independentemente da distância do fotopolimerizador ($p > 0,05$). Entretanto, ao analisar a dureza em profundidade, os dados indicam uma redução significativa dos valores de dureza ($p < 0,05$), que se agrava ainda mais com o aumento da distância da ponteira do fotopolimerizador ($p < 0,05$)(Gráfico 1).

Gráfico 1 – Média da dureza segundo a região analisada (Topo/Profunda) e a distância de fotopolimerização.



Obs.: as barras indicam os valores médio de dureza. Letras maiúsculas comparam a mesma distância na região topo e profunda. Letras minúsculas comparam os valores de dureza dentro da mesma região (TOPO ou PROFUNDA) (ANOVA/Sidak, 5%).

Fonte: Autores.

4 DISCUSSÃO

Os materiais odontológicos compostos por resina têm sido amplamente empregados na atualidade. Estudos observaram um notável aumento em sua utilização ao longo das últimas três décadas⁸. Adicionalmente, pesquisas destacaram que a resina tem se tornado uma substituição generalizada para o amálgama, devido aos procedimentos menos invasivos, à busca por estética e à

polimerização realizada através de luz ⁹.

De acordo com estudos alguns fatores podem influenciar na qualidade de uma restauração de resina composta, dentre eles, a distância da ponteira do guia do fotopolimerizador⁴. Na prática clínica diária, pode acontecer de ter uma diminuição da conversão desse monômero em cavidades muito profundas, devido a dificuldade da energia luminosa atingir o material restaurador². Em complemento, estudos observaram uma diminuição da dureza da restauração em cavidades profundas¹⁰. Ilie et al., (2014)¹¹ concluíram que quando não há uma devida conversão do monômero em polímero no processo de fotopolimerização as propriedades mecânicas da resina composta são afetadas, fato esse que corrobora com os resultados desse trabalho, como podemos observar no Gráfico 1. No presente estudo foi observado que a dureza do topo da resina composta não sofreu diferenças estatísticas significativas. Os valores obtidos foram de 55,2 (0mm), 55,8 (6mm), e 52,9 (8mm). Isso indica que a superfície superior da resina recebeu energia luminosa suficiente, mantendo suas propriedades mecânicas. Esses achados também corroboram com os pesquisas anteriores, onde foi realizado fotopolimerização com as distâncias de 0mm, 5mm, e 10mm com três aparelhos fotopolimerizadores diferentes, observou-se que na maioria dos casos a microdureza superficial apresentou valores maiores ¹².

Aguiar et al. (2005)¹ concluíram que há diversos fatores que influenciam a quantidade de energia luminosa recebida pela resina. Os autores argumentaram que a resina composta possui a capacidade de dispersar a luz da unidade fotopolimerizada, resultando na diminuição da intensidade luminosa ao atravessar o material. Esse efeito ocorre devido à dispersão da luz pelas partículas de carga e pela matriz da resina. Além disso, foi observado que o sistema fotoiniciador diminui a transmissão de luz ao absorver a luz⁶. Esses achados entram em consonância com os resultados obtidos no presente estudo, onde foi observado que mesmo com o aumento da distância da ponteira do fotopolimerizador, a dureza do topo da resina composta não sofreu influência significativa, diferente da dureza profunda que obteve uma redução de suas propriedades mecânicas. Os resultados obtidos foram de 47,7 (0mm), 41,4 (6mm) e 35,4 (8mm) (Gráfico 1), o que mostra uma queda progressiva na dureza nas regiões mais profundas da restauração. Estudos afirmaram que, em casos de cavidades profundas, utilizar o tempo de irradiância do fabricante pode gerar resultados negativos nas propriedades mecânicas da resina ⁶.

Esses achados apresentam uma grande importância na prática clínica diária, uma vez que a energia luminosa pode não ser suficiente em camadas mais profundas da resina compostas. Esse aumento de distância pode acontecer na prática clínica diária, em casos de restaurações profundas

Classe II, onde a distância da ponteira do fotopolimerizador até o assoalho gengival de uma caixa pode acabar sendo de 6mm ou mais ¹³. Estudos também observaram que caixas proximais muito profundas representam um grande desafio, devido a essa dificuldade de acesso a luz do LED do fotopolimerizador a resina composta ⁵.

Zhu e Platt (2011)¹⁴ corroboram com a presente pesquisa, os autores avaliaram a microdureza das resinas compostas no método Knoop (método diferente do usado neste estudo), e também se percebeu que houve diferença na dureza quando a distância foi aumentada. Esse aumento, segundo os autores, prejudicou o espalhamento da luz, reduzindo a propriedade física desse material².

Rode, Kawano e Turbino (2007)¹⁵ também apresentaram compatibilidade com a presente pesquisa, eles afirmaram que a distância da ponteira do fotopolimerizador resulta na redução da profundidade de polimerização e redução da intensidade da luz. Esses achados, assume uma grande relevância na prática clínica diária, pois altera o grau de conversão monomérica e conseqüentemente diminui a microdureza do do compósito, podendo gerar diminuição da qualidade da restauração. Concluíram que, distâncias de de 0mm e 3mm não apresentaram diferenças estatísticas até 2 mm de espessura. No entanto, distâncias de 6 mm e 9 mm demonstraram valores de dureza mais baixos em espessuras semelhantes.

Adicionalmente, foi confirmado que, conforme a distância da ponteira do fotopolimerizador aumenta, tanto sua potência quanto os valores de microdureza da resina composta diminuem ¹⁶. Sendo assim, os resultados do presente estudo reforçam a necessidade de manter a ponteira do fotopolimerizador o mais próximo possível da resina composta. Caso isso não seja possível, o tempo de exposição à luz deve ser aumentado para compensar a perda de energia luminosa. Os achados deste estudo são de grande relevância para a prática clínica diária, pois demonstrou a importância a distância do fotopolimerizador e como essa distância pode comprometer a qualidade da restauração, especialmente em cavidades extensas, onde o Cirurgião - Dentista deve adotar estratégias para que se tenha uma polimerização eficiente. Além disso, é interessante que em casos de distâncias muito extensas, aumente o tempo de exposição à luz, para assegurar uma conversão monomérica adequada. Dessa forma, o presente estudo contribuiu para uma maior compreensão da influência dessa distância sobre a dureza das restaurações e conseqüentemente, sobre suas características físicas.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a distância entre a ponteira do fotopolimerizador e a resina composta influencia diretamente a qualidade da polimerização, sobretudo em cavidades profundas. Embora a superfície da resina tenha recebido energia suficiente mesmo com o aumento da distância da ponteira

do fotopolimerizador, observou-se redução progressiva da microdureza nas camadas mais profundas da resina composta, evidenciando comprometimento da efetividade de polimerização em maiores profundidades.

REFERÊNCIAS

1. Aguiar FHB, Braceiro A, Lima DANL, Ambrosano GMB, Lovadino JR. Effect of light curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. *Braz Oral Res.*, 2005;19(4):302-6.
2. Catelan A, Giannini M, Ambrosano GMB, Lobo T, Aguiar FH. Impact of the distance of light curing on the degree of conversion and microhardness of a composite resin. *Acta Odontol Scand.*, 2015;73(4):298-301.
3. Damasceno RF, Almeida M, Costa G, Costa E, Lima D. Efeito da saturação de cor na profundidade de polimerização de resina composta nanohíbrida. *Rev Eletrônica Acervo Saúde.*, 2020;(42):e2875.
4. Zain AO, Marghalani HY. Influence of light-curing distances on microflexural strength of two resin-based composites. *Oper Dent.*, 2020;45(3):297-305.
5. Frank L, Al-Maawi S, Schmitt C, Elsner T, Schmidt S. Effect of acid challenge and photoactivation distance on microhardness and roughness of flow bulk-fill composite resins. *Rev Odontol UNESP.*, 2022;51:e20220013.
6. Al-Zain AO, Platt JA. Effect of light-curing distance and curing time on composite microflexural strength. *Dent Mater J.*, 2021;40(1):202-8.
7. Aung SZ, Hoshino M, Sato K, Aoki T, Taira Y. The effect of different light curing units on Vickers microhardness and degree of conversion of flowable resin composites. *Dent Mater J.*, 2021;40(1):44-51.
8. Daugherty MM, Hsu SM, Sinha S, et al. Effect of high-intensity curing lights on the polymerization of bulk-fill composites. *Dent Mater.*, 2018;34(10):1531-41.
9. Yap AUJ, Pandya M, Toh WS. Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites. *Dent Mater J.*, 2016;35(3):503-10.
10. Yoshida K, Meng X. Influence of light-exposure methods and depths of cavity on the microhardness of dual-cured core build-up resin composites. *J Appl Oral Sci.*, 2014;22:44-51.
11. Ilie N, Kreppel I, Durner J. Effect of radical amplified photopolymerization (RAP) in resin-based composites. *Clin Oral Investig.*, 2014;18:1081-8.
12. Baggio R, Fernandes A, Souza B, et al. Influência da distância da ponta do fotopolimerizador nas propriedades da resina composta. *Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde.*, 2008;14(2):31-7.
13. Al Shaafi MM. Factors affecting polymerization of resin-based composites: A literature review. *Saudi Dent J.*, 2017;29(2):48-58.
14. Zhu S, Platt J. Curing efficiency of three different curing modes at different distances for four composites. *Oper Dent.*, 2011;36(4):362-71.

15. Rode KM, Kawano Y, Turbino ML. Evaluation of curing light distance on resin composite microhardness and polymerization. *Oper Dent.*, 2007;32(6):571-8. 16. Bennett AW, Watts DC. Performance of two blue light-emitting-diode dental light curing units with distance and irradiation-time. *Dent Mater.*, 2004;20(1):72-9.