UNIFUNEC CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

Unifunec Científica Multidisciplinar
ISSN 2763-5783
DOI: https://doi.org/10.24980/ucm.v15i17.7083

Rafael Massunari MAENOSONO*
https://orcid.org/0000-0002-4621-7710

Gustavo Henrique Martins ROTULO**
https://orcid.org/0009-0008-9897-5805

Juliana Casalino Amorim SILVA***
https://orcid.org/0009-0001-1572-8710

Selene Paiva PARAGUASSU****
https://orcid.org/0000-0003-0717-3118

Victor Hugo Ribeiro e ROSA*****
https://orcid.org/0009-0003-6175-6178

Sérgio Kiyoshi ISHIKIRIAMA******
https://orcid.org/0000-0003-0064-1783

Recebido em: 22 de maio de 2026.

Aprovado em: 16 de outubro de 2026.

DUREZA SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS FOTOATIVADAS COM APARELHOS FOTOPOLIMERIZADORES MONO E POLYWAVE*

RESUMO

Considerando que a diversidade de formulações comerciais e de sistemas fotoiniciadores pode alterar o desempenho das resinas compostas frente a diferentes protocolos de fotoativação, este estudo teve como objetivo avaliar a microdureza Knoop de cinco resinas compostas fotoativadas com aparelhos fotopolimerizadores monowave e polywave. Metodologia: Espécimes com 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura (n = 10) das resinas Filtek Z350 XT (3M ESPE), Vittra APS (FGM Dental), Spectra Smart (Dentsply Sirona), Forma (Ultradent Products) e Palfique LX5 (Tokuyama Dental) foram fotoativados por 40 s com um aparelho monowave (LED azul; 1000 mW/cm²) ou polywave (LED azul-violeta; 1200 mW/cm²). Após armazenamento em água destilada por 24 h e polimento, foram realizadas três indentações Knoop por espécime (0,49 N; 15 s). Os dados foram analisados por ANOVA a dois fatores e teste de Tukey (α = 0,05). Resultados: A Vittra APS apresentou os maiores valores de microdureza (135 KHN com o aparelho monowave e 125 KHN com o polywave), seguida pela Filtek Z350 XT (106–107 KHN). Spectra Smart, Forma e Palfique LX5 apresentaram os menores valores (94–98 KHN), sem diferença estatística entre si. A fotoativação polywave reduziu a microdureza da Vittra APS e aumentou a da Palfique LX5 (p < 0,05); para as demais resinas, não houve diferença entre os aparelhos. Conclusão: O efeito do aparelho fotopolimerizador sobre a microdureza Knoop foi material-dependente. Independentemente da combinação entre resina composta e aparelho, todos os grupos apresentaram valores satisfatórios de microdureza.

Palavras-chave: resinas compostas; dureza superficial; fotopolimerização.

SURFACE HARDNESS OF COMPOSITE RESINS LIGHT-CURED WITH MONOWAVE AND POLYWAVE LIGHT-CURING UNITS

ABSTRACT

Considering that the diversity of commercial formulations and photoinitiator systems may affect the performance of composite resins under different light-curing protocols, this study aimed to evaluate the Knoop microhardness of five composite resins light-cured using monowave and polywave light-curing units. Methods: Specimens measuring 10 mm in diameter and 2 mm in thickness (n = 10) were prepared from Filtek Z350 XT (3M ESPE), Vittra APS (FGM Dental), Spectra Smart (Dentsply Sirona), Forma (Ultradent Products), and Palfique LX5 (Tokuyama Dental) composite resins. The specimens were light-cured for 40 s using either a monowave unit (blue LED; 1,000 mW/cm²) or a polywave unit (blue-violet LED; 1,200 mW/cm²). After storage in distilled water for 24 h and polishing, three Knoop indentations were performed on each specimen (0.49 N; 15 s). Data were analyzed using two-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test (α = 0.05). Results: Vittra APS exhibited the highest microhardness values (135 KHN with the monowave unit and 125 KHN with the polywave unit), followed by Filtek Z350 XT (106–107 KHN). Spectra Smart, Forma, and Palfique LX5 exhibited the lowest values (94–98 KHN), with no statistically significant differences among them. Polywave light-curing reduced the microhardness of Vittra APS and increased that of Palfique LX5 (p < 0.05); no differences between the light-curing units were observed for the other composite resins. Conclusion: The effect of the light-curing unit on Knoop microhardness was material-dependent. Regardless of the combination of composite resin and light-curing unit, all groups exhibited satisfactory microhardness values.

Keywords: composite resins; surface hardness; photopolymerization.

* Doutor, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP/BR – Unifunec. E-mail: rafamaenosono@hotmail.com
** Graduando em Odontologia pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP/BR – Unifunec. E-mail: gustavohenriquem2910@gmail.com
*** Graduanda em Odontologia pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP/BR – Unifunec. E-mail: ju.casalino@gmail.com
**** DDS, MS, PHD, Departamento de Dentística, Endodontia e Biomateriais da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, selenepparaguassu@gmail.com
***** DDS, MS, Departamento de Dentística, Endodontia e Biomateriais da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, victorhugoribeiroerosa@usp.br
****** DDS, MS, PHD, Professor do Departamento de Dentística, Endodontia e Biomateriais da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, serginho@usp.br
* Programa Pesquisador Docente – PPD/Unifunec e Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Pibic/Unifunec.

Unifunec Científica Multidisciplinar
ISSN 2763-5783
DOI: https://doi.org/10.24980/ucm.v15i17.7083

1 INTRODUÇÃO

Diversas revisões sistemáticas e ensaios clínicos controlados randomizados evidenciam que o tratamento restaurador com resinas compostas apresenta resultados bastante satisfatórios (Maciel *et al.*, 2022; Veloso *et al.*, 2019). No entanto, existe pouca variabilidade quanto aos materiais testados nessas pesquisas, uma vez que a execução de um projeto clínico acaba exigindo drástica redução de variáveis para que seja exequível. Dessa forma, existem poucos dados na literatura quanto à diversidade de resinas compostas presentes no mercado atualmente.

Além disso, diferentes fontes de luz têm sido comercializadas incorporando-se o LED violeta como forma de complemento à fotoativação. Alguns autores sugerem que essa incorporação se faz necessária pela presença de agentes fotoiniciadores diferentes da canforoquinona em algumas resinas, os quais não seriam ativados por luz no comprimento de onda próximo a 468 nm, mas melhor ativados por ondas eletromagnéticas no espectro do violeta e ultravioleta (Oliveira *et al.*, 2015).

Elsharawy *et al.* (2024) avaliaram resinas compostas bulk-fill com agentes fotoiniciadores distintos, utilizando aparelhos de fotoativação com e sem o LED violeta. Para uma das resinas (Filtek One Bulk Fill), não houve diferença na dureza superficial e grau de conversão, já para resina Tetric N-Ceram Bulk Fill, observaram-se resultados inferiores quando o LED violeta não foi utilizado.

Al Nahedh; Al-Senan e Alayad (2022) observaram resultados semelhantes, reforçando a existência de interação entre o tipo de luz utilizada e a marca das resinas compostas. Apesar disso, apenas algumas resinas foram testadas, sendo necessários mais estudos para melhor compreensão sobre o comportamento das resinas compostas frente às diferentes fontes de luz.

Diversos ensaios podem ser utilizados para melhor compreensão do efeito da utilização de aparelhos polywave na fotoativação das resinas compostas. Dentre eles, destacam-se o grau de conversão, resistência ao desgaste, dureza superficial, entre outros.

O teste de grau de conversão é capaz de mensurar quantitativamente o grau de polimerização das resinas, utilizando espectroscopia infravermelha com transformada de Fourier (FTIR). Apesar do teste fornecer ricas informações, o alto custo do equipamento e dos materiais necessários para condução do experimento podem inviabilizar sua utilização. Da mesma forma, os testes de resistência ao desgaste também demandam equipamentos específicos, os quais não se apresentam disponíveis para a utilização dos autores.

Unifunec Científica Multidisciplinar
ISSN 2763-5783
DOI: https://doi.org/10.24980/ucm.v15i17.7083

O presente estudo utilizou o teste de dureza superficial por meio do ensaio de microdureza Knoop. Por ser um teste mais rápido e que requer uma preparação mais simples dos espécimes, torna-se uma opção mais viável para a condução da pesquisa. Além disso, alguns autores observaram correlação entre dureza superficial e grau de conversão (Santini *et al.*, 2012) e entre dureza superficial e resistência ao desgaste das resinas compostas (Say *et al.*, 2003), fazendo com que a medida de dureza superficial seja um parâmetro-chave para a seleção de um material restaurador.

A escassez de informações sobre o comporta Tapety mento de diferentes marcas comerciais de resinas compostas e sua relação com diferentes aparelhos de fotoativação tem proporcionado baixa assertividade na escolha dos materiais restauradores e fontes de luz a serem utilizados.

O objetivo deste trabalho consiste em analisar a dureza superficial de cinco marcas de resinas compostas, fotoativadas com um aparelho monowave (LED azul) e um aparelho polywave (LED azul-violeta), por meio do ensaio de microdureza Knoop.

2 METODOLOGIA

2.1 DESENHO EXPERIMENTAL E CÁLCULO AMOSTRAL

Este estudo apresenta dois fatores de variação: material (Quadro 1) e fonte de luz (Quadro 2), com cinco e dois níveis, respectivamente, totalizando dez grupos experimentais.

O tamanho amostral foi estimado considerando o delineamento fatorial 5 × 2 e a análise por ANOVA a dois fatores. Adotaram-se nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), poder estatístico de 80% ($\beta = 0,20$) e tamanho de efeito $f = 0,40$, correspondente a um efeito grande, segundo a classificação de Cohen, definido com base na magnitude das diferenças de microdureza entre aparelhos fotoativadores relatadas em estudo prévio com materiais similares (Santini *et al.*, 2012). Para o teste do efeito de interação (4 graus de liberdade no numerador; 10 grupos), obteve-se tamanho amostral mínimo de 80 espécimes (8 por grupo). Optou-se por $n = 10$ por grupo, o que confere poder estimado de, aproximadamente, 90% para o efeito de interação e para o efeito do material, e de 98% para o efeito da fonte de luz.

Unifunec Científica Multidisciplinar
ISSN 2763-5783
DOI: https://doi.org/10.24980/ucm.v15i17.7083

Quadro 1 - Descrição das resinas compostas testadas

GRUPO	MARCA COMERCIAL	COMPOSIÇÃO*
Filtek Z350 XT	Filtek Z350 XT, 3M ESPE, St. Paul, EUA	Cerâmica tratada com silano; sílica tratada com silano; UDMA; Bis-EMA; Bis-GMA; zircônia tratada com silano; PEGDMA; TEGDMA.
Vittra APS	Vittra APS, FGM Dental Products, Joinville, Brasil	TEGDMA, UDMA, composição fotoiniciadora [APS], silano, partículas de zircônia (200 nm), sílica: 72% a 82% em peso, 52% a 60% em volume. Resina composta inteiramente de cargas nanométricas (100–200 nm)
Spectra Smart	Spectra Smart, Dentsply Sirona, Charlotte, EUA	Pó de vidro; sílica; coloide hidrofóbico; dimetacrilato; benzofenona III; EDAB; concentrado de flublau; canforoquinona; BHT butil-hidroxitolueno; óxido de ferro amarelo; óxido de ferro vermelho; óxido de ferro preto; dióxido de titânio.
Forma	Forma, Ultradent Products, South Jordan, EUA	Bis-GMA; Bis-EMA; TEGDMA; BHT; PEGDMA; UDMA; trifluoreto de itérbio; cargas à base de cerâmica tratada com silano, sílica tratada com silano, óxido de sílica-zircônio tratado com silano e vidro de bário
Palfique LX5	Palfique LX5, Tokuyama Dental, Tokyo, Japão	Bis-GMA, TEGDMA, cargas de sílica-zircônia (média de 200 nm)

*informações fornecidas pelo fabricante
Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Quadro 2 - Descrição dos aparelhos fotoativadores utilizados

GRUPO	MARCA COMERCIAL	IRRADIÂNCIA*
Monowave	KaVo, Biberach, Alemanha	1000 mW/cm²
Polywave	X-lite Q6, XX Medical Technology, Foshan, China	1200 mW/cm²

*informações fornecidas pelo fabricante
Fonte: Dos próprios autores, 2025.

2.2 ENSAIO DE MICRODUREZA KNOOP

Para confecção dos espécimes foi utilizado um molde de silicona confeccionado a partir de um disco com 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. As resinas compostas foram aplicadas sobre o molde com espátula Suprafill e fotoativadas por 40 s utilizando o respectivo aparelho de fotoativação de cada grupo. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 h e, na sequência, foram lixados com lixas d'água de granulação 600, 1200 e 2400 (Buehler Ltd., Lake Bluff, EUA) em politriz metalográfica (PL02E, Teclago, Vargem Grande Paulista, Brasil).

Para análise da dureza superficial foi utilizado o ensaio de microdureza Knoop (Buehler Omnimet, Düsseldorf, Alemanha). Os espécimes preparados foram posicionados sob a ponta de diamante, a qual realizou três indentações, distantes 100 µm entre si, com carga de 0,49 N

Unifunec Científica Multidisciplinar
ISSN 2763-5783
DOI: https://doi.org/10.24980/ucm.v15i17.7083

(50 gf) por 15 s. O cálculo da dureza Knoop foi baseado na seguinte fórmula: KHN = 14.228 × c / d^2, onde "c" é a carga, em gramas-força, e "d" é o comprimento da diagonal maior, em micrômetros.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a dois fatores (material × fonte de luz), seguida do teste de Tukey para comparações múltiplas (α = 0,05).

3 RESULTADOS

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, observando-se normalidade em todos os grupos (p > 0,05). Os valores de média e desvio padrão estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Média e desvio padrão da microdureza (KHN) de resinas compostas fotoativadas por sistemas monowave e polywave

RESINA	MONOWAVE (LED AZUL)	POLYWAVE (LED AZUL-VIOLETA)
Filtek Z350 XT	106,0 ± 1,45 bA	107,0 ± 3,00 bA
Vittra APS	135,0 ± 2,50 aA	125,0 ± 2,16 aB
Spectra Smart	96,8 ± 3,00 cA	96,6 ± 2,44 cA
Forma	95,0 ± 2,73 cA	96,8 ± 2,86 cA
Palfique LX5	94,1 ± 1,28 cB	98,2 ± 2,76 cA

Letras minúsculas indicam diferença estatística entre as resinas compostas na mesma coluna (p < 0,05).
Letras maiúsculas indicam diferença estatística entre os aparelhos fotoativadores na mesma linha (p < 0,05).
Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Na análise de variância a dois fatores, observou-se que ambos os fatores “material” e “fonte de luz” foram significantes, bem como sua interação (p < 0,05). Dentre as resinas compostas, destaca-se o grupo Vittra APS com os maiores valores de microdureza, seguido de Filtek Z350 XT. As resinas Spectra Smart, Forma e Palfique LX5 apresentaram os menores valores, sem diferenças entre si.

Observou-se redução dos valores de microdureza para a resina Vittra APS quando foi submetida à fotoativação com o aparelho polywave, mas ainda assim mantendo os maiores valores de microdureza. Por outro lado, a resina Palfique LX5 apresentou comportamento

Unifunec Científica Multidisciplinar
ISSN 2763-5783
DOI: https://doi.org/10.24980/ucm.v15i17.7083

distinto, com aumento da microdureza quando fotoativada pelo aparelho polywave. Para as demais resinas, não foram observadas diferenças quanto ao tipo de fotoativação.

4 DISCUSSÃO

A adequada fotoativação das resinas compostas é um fator determinante para o desempenho clínico e a longevidade das restaurações diretas, uma vez que influencia diretamente o grau de conversão dos monômeros em polímeros e, consequentemente, as propriedades físico-mecânicas do material. Uma fotoativação inadequada está associada à redução da resistência mecânica, maior suscetibilidade ao desgaste, instabilidade de cor e maior degradação da matriz orgânica ao longo do tempo (Ferracane, 2011; Say *et al.*, 2003).

Dentre as propriedades estudadas, a microdureza tem sido utilizada como um parâmetro indireto para a avaliação do grau de conversão das resinas compostas, apresentando relação direta com o desempenho mecânico do material. Valores mais elevados de microdureza refletem uma maior densidade de ligações cruzadas na matriz polimérica, o que contribui para o aumento da resistência ao desgaste e à abrasão superficial. Estudos demonstram que resinas compostas, adequadamente fotoativadas, apresentam maior resistência à perda de material sob cargas mastigatórias repetidas, reforçando a importância da microdureza como um indicador relevante da durabilidade clínica das restaurações (Rueggeberg, 2011; Rueggeberg; Craig, 1988).

No presente estudo, observou-se que a resina Vittra APS apresentou um desempenho superior no teste de microdureza Knoop, seguida pela Filtek Z350 XT. Spectra Smart, Palfique LX5 e Forma exibiram valores inferiores e estatisticamente semelhantes entre si. Esse comportamento está em consonância com achados prévios da literatura, que relatam valores elevados de microdureza para a Vittra APS e para a Filtek Z350 XT quando comparadas a outros compósitos restauradores sob protocolos padronizados de fotoativação. Tapety *et al.* (2023) observaram que a Vittra APS apresentou microdureza superficial elevada, atribuída à tecnologia Advanced Polymerization System (APS), enquanto a Filtek Z350 XT também figurou entre os materiais com maiores valores de dureza. Resultados semelhantes foram relatados por Ilie e Hickel (2009) e por Leprince *et al.* (2014), que destacaram o desempenho consistente da Filtek Z350 XT em termos de propriedades mecânicas. No caso da Vittra APS, a tecnologia APS foi proposta para otimizar a cinética de polimerização e propriedades mecânicas, o que pode favorecer a formação de uma rede polimérica mais rígida (maior

Unifunec Científica Multidisciplinar
ISSN 2763-5783
DOI: https://doi.org/10.24980/ucm.v15i17.7083

densidade de reticulação) na superfície irradiada; já a Filtek Z350 XT, por ser um compósito nanoparticulado amplamente investigado, costuma apresentar microdureza elevada atribuída à sua formulação e microestrutura.

Apesar das demais resinas testadas apresentarem valores inferiores de microdureza Knoop em relação à Vittra APS e à Filtek Z350 XT, os resultados obtidos (≈95 KHN) ainda podem ser considerados satisfatórios. Quando comparados aos tecidos dentários, esses valores situam-se significativamente abaixo da microdureza do esmalte, que varia, aproximadamente, entre 250 e 500 KHN, porém são substancialmente superiores aos valores reportados para a dentina, geralmente, na faixa de 30 a 70 KHN, dependendo da profundidade e do método de avaliação (Anusavice; Shen; Rawls, 2013; Craig; Powers; Wataha, 2012). Sob essa perspectiva, as resinas avaliadas apresentam comportamento mecânico intermediário, compatível com as exigências funcionais do meio bucal. Além disso, estudos clássicos demonstram que resinas compostas convencionais, amplamente utilizadas em décadas anteriores, exibem valores de microdureza semelhantes ou até inferiores aos observados no presente estudo, especialmente, quando submetidas a protocolos de fotoativação convencionais (Price; Ferracane; Shortall, 2015). Em contraste, materiais como o cimento de ionômero de vidro apresentam valores de microdureza consideravelmente mais baixos, o que reforça que os valores encontrados para Spectra Smart, Palfique LX5 e Forma são adequados para restaurações diretas, inclusive em áreas submetidas a cargas mastigatórias moderadas (Leprince *et al.*, 2013).

Uma característica importante a ser destacada consiste no comportamento antagônico das resinas Vittra APS e Palfique LX5 quanto à utilização de aparelhos polywave. Para a Vittra APS, uma hipótese plausível é que a redistribuição espectral da energia em aparelhos polywave tenha reduzido a dose efetiva na faixa azul, resultando em menor eficiência de polimerização e rede polimérica menos densa, refletida na queda de microdureza. Evidências demonstram que compósitos com sistemas fotoiniciadores distintos respondem de maneira diferente a fontes monowave e polywave, com impacto direto em dureza e grau de conversão (Ilie; Stark, 2015; Santini *et al.*, 2012). Além disso, a contribuição do violeta não é universalmente benéfica e depende do sistema iniciador e da energia azul entregue, podendo inclusive reduzir o desempenho mecânico quando há inadequado acoplamento espectral entre material e unidade fotoativadora (Santini *et al.*, 2012).

Em contraste, o comportamento observado para a Palfique LX5 pode estar relacionado à presença de iniciadores alternativos, como os derivados de acilfosfina (ex.: TPO), cuja absorção se estende para a região violeta. Estudos demonstram que unidades polywave podem

CC BY

Unifunec Científica Multidisciplinar
ISSN 2763-5783
DOI: https://doi.org/10.24980/ucm.v15i17.7083

aumentar a conversão monomérica e propriedades mecânicas em materiais contendo esses iniciadores quando comparadas a dispositivos monowave (Menees *et al.*, 2015). Dessa forma, enquanto a Vittra APS pode ter sido negativamente impactada por alterações na distribuição espectral da energia, a Palfique LX5 apresentou melhor acoplamento com a luz azul-violeta, corroborando evidências de que a interação entre material restaurador e características espectrais da unidade de fotoativação é determinante para o desempenho mecânico final do compósito (Ilie; Stark, 2015).

Algumas limitações do presente estudo devem ser consideradas. As explicações propostas para o comportamento antagônico da Vittra APS e da Palfique LX5 frente ao aparelho polywave, redistribuição espectral da energia e presença de fotoiniciadores alternativos com absorção na região violeta constituem hipóteses fundamentadas na literatura, mas não foram testadas experimentalmente neste trabalho, sobretudo porque os fabricantes não divulgam, integralmente, a composição dos sistemas fotoiniciadores (Quadro 1). Além disso, a microdureza Knoop é um parâmetro indireto da eficiência de polimerização. A determinação do grau de conversão por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) permitiria verificar se as diferenças de dureza refletem, de fato, diferenças na conversão monomérica. Da mesma forma, a análise da composição química por técnicas espectroscópicas, como a espectroscopia de absorção no ultravioleta-visível, poderia identificar os fotoiniciadores presentes em cada material e suas faixas de absorção, confirmando ou refutando a hipótese de acoplamento espectral entre material e unidade fotoativadora. Soma-se a isso o fato de a irradiância e o espectro de emissão dos aparelhos não terem sido aferidos com radiômetro ou espectrorradiômetro, de modo que foram considerados os valores informados pelos fabricantes; como as irradiâncias nominais diferem entre os aparelhos (1000 e 1200 mW/cm²), as exposições radiantes também foram distintas, o que pode ter contribuído para os resultados observados. Por fim, a avaliação restringiu-se à dureza superficial, 24 h após a fotoativação, sem envelhecimento e em condições laboratoriais. Estudos futuros que combinem esses ensaios são necessários para confirmar as hipóteses aqui levantadas.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que as resinas Vittra APS e Filtek Z350 XT apresentaram desempenho superior no teste de microdureza quando comparadas às demais resinas avaliadas, o que pode estar associado a maior eficiência de polimerização, hipótese a

Unifunec Científica Multidisciplinar
ISSN 2763-5783
DOI: https://doi.org/10.24980/ucm.v15i17.7083

ser confirmada por ensaios de grau de conversão. Adicionalmente, os achados demonstram que os valores de microdureza foram significativamente influenciados pelo sistema de fotoativação empregado, de forma material-dependente, sugerindo que a interação entre o espectro de emissão da unidade fotoativadora e o sistema fotoiniciador do material restaurador influencia o desempenho mecânico final. Dessa forma, os resultados reforçam a importância da adequada seleção e compatibilidade entre material restaurador e protocolo de fotoativação, uma vez que diferentes sistemas de ativação podem modificar de maneira relevante as propriedades mecânicas das resinas compostas. Ainda assim, todos os grupos apresentaram valores de microdureza considerados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

AL NAHEDH, H.; AL-SENAN, D. F.; ALAYAD, A. S. The effect of different light-curing units and tip distances on the polymerization efficiency of bulk-fill materials. **Operative Dentistry**, v. 47, n. 4, p. E197-E210, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.2341/20-282-L.

ANUSAVICE, K. J.; SHEN, C.; RAWLS, H. R. **Phillips' science of dental materials**. 12th ed. St. Louis: Elsevier, 2013.

ARBILDO-VEGA, H. I. *et al.* Clinical effectiveness of bulk-fill and conventional resin composite restorations: systematic review and meta-analysis. **Polymers**, v. 12, n. 8, art. 1786, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/polym12081786.

POWERS, J. M.; WATAHA, J. C. **Dental materials**: properties and manipulation. 10th ed. St. Louis: Mosby Elsevier, 2012.

ELSHARAWY, R. *et al.* Polymerization efficiency of different bulk-fill resin composites cured by monowave and polywave light-curing units: a comparative study. **Quintessence International**, v. 55, n. 4, p. 264-272, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3290/j.qi.b4984231.

FERRACANE, J. L. Resin composite—state of the art. **Dental Materials**, v. 27, n. 1, p. 29-38, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020.

ILIE, N.; HICKEL, R. Investigations on mechanical behaviour of dental composites. **Clinical Oral Investigations**, v. 13, n. 4, p. 427-438, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00784-009-0258-4.

ILIE, N.; STARK, K. Effect of different curing protocols on the mechanical properties of low-viscosity bulk-fill composites. **Clinical Oral Investigations**, v. 19, n. 2, p. 271-279, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00784-014-1262-x.

Unifunec Científica Multidisciplinar
ISSN 2763-5783
DOI: https://doi.org/10.24980/ucm.v15i17.7083

LEPRINCE, J. G. *et al.* Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. **Dental Materials**, v. 29, n. 2, p. 139-156, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.11.005.

LEPRINCE, J. G. *et al.* Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. **Journal of Dentistry**, v. 42, n. 8, p. 993-1000, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.05.009.

MACIEL, C. M. *et al.* Longevity of resin composite and amalgam posterior restorations: a systematic review. **European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry**, v. 30, n. 4, p. 267-275, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1922/EJPRD_2371Maciel09.

MENEES, T. S. *et al.* Depth of cure of bulk fill composites with monowave and polywave curing lights. **American Journal of Dentistry**, v. 28, n. 6, p. 357-361, 2015. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4924346/.

OLIVEIRA, D. C. R. S. de *et al.* Effect of different photoinitiators and reducing agents on cure efficiency and color stability of resin-based composites using different LED wavelengths. **Journal of Dentistry**, v. 43, n. 12, p. 1565-1572, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.08.015.

PRICE, R. B.; FERRACANE, J. L.; SHORTALL, A. C. Light-curing units: a review of what we need to know. **Journal of Dental Research**, v. 94, n. 9, p. 1179-1186, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1177/0022034515594786.

RUEGGEBERG, F. A. State-of-the-art: dental photocuring—a review. **Dental Materials**, v. 27, n. 1, p. 39-52, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.021.

RUEGGEBERG, F. A.; CRAIG, R. G. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. **Journal of Dental Research**, v. 67, n. 6, p. 932-937, 1988. Disponível em: https://doi.org/10.1177/00220345880670060801.

SANTINI, A. *et al.* Degree of conversion and microhardness of TPO-containing resin-based composites cured by polywave and monowave LED units. **Journal of Dentistry**, v. 40, n. 7, p. 577-584, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.03.007.

SAY, E. C. *et al.* Wear and microhardness of different resin composite materials. **Operative Dentistry**, v. 28, n. 5, p. 628-634, 2003.

TAPETY, C. M. C. *et al.* Degree of conversion and mechanical properties of a commercial composite with an advanced polymerization system. **Acta Odontológica Latinoamericana**, v. 36, n. 2, p. 112-119, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.54589/aol.36/2/112.

VELOSO, S. R. M. *et al.* Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Oral Investigations**, v. 23, n. 1, p. 221-233, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00784-018-2429-7.