



AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA FOTOPOLIMERIZAÇÃO COM LED MULTIESPECTRAL E LASER DE LUZ AZUL: INFLUÊNCIA NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E ÓPTICAS DE RESINAS COMPOSTAS: REVISÃO INTEGRATIVA

Technological advances in multispectral led and blue-light laser photopolymerization: influence on the mechanical and optical properties of composite resins: an integrative review

Samara Menezes Sales¹
Francisco Vitor Correia da Silva¹
Alane Élen Andrade Escócio²
Nayara de Oliveira Souza³
Madiana Magalhães Moreira⁴
Adyson Herbert Correia Alves⁵
Tainah Oliveira Rifane⁶

RESUMO

Objetivo: realizar uma revisão integrativa da literatura com o objetivo de avaliar a capacidade das unidades fotopolimerizadoras PinkWave (PW) e Monet (MO) na polimerização de materiais resinosos, com foco nos efeitos dessas tecnologias sobre as propriedades mecânicas, estéticas e funcionais das restaurações. **Materiais e métodos:** Foi conduzida uma revisão integrativa da literatura, com busca nas bases de dados PubMed e SciELO. Utilizaram-se os descritores: *Monet*, *Quad wave*, *Dental Laser*, *Dental Curing Light*, *Curing e Resin Based*. Foram incluídos estudos *in vitro*, *in situ* ou ensaios clínicos, publicados entre 2020 e 2025, redigidos em língua inglesa. Seis artigos foram selecionados para análise qualitativa. **Resultados:** A unidade Monet, utilizada por 1 segundo, apresentou a menor exposição radiante (4,5 J/cm²) e resultou na menor profundidade de cura (DOC) nos compósitos avaliados. Observou-se excelente correlação entre exposição radiante, grau de conversão (DC) e dureza Vickers (VH) na porção inferior dos compósitos. Exposições curtas, de 1 a 3 segundos, promoveram aumentos de temperatura aceitáveis (0,9–1,7 °C). No

¹ Graduando(a) em Odontologia pela Faculdade Paulo Picanço (FACPP).

² Bacharelado em Odontologia - Centro Universitário Fametro. Especialização em Dentística Restauradora - Instituto Teles de Odontologia. Mestranda em Clínica Odontológica (FACPP).

³ Doutora e Mestre em Clínica Odontológica e graduada em Odontologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Especialista em Dentística pela FACPP.

⁴ Graduada em Odontologia pela UFC, mestra e doutora em Clínica Odontológica pela UFC.

⁵ Doutor em Odontologia pela UFC. Graduação em Odontologia pela UFPB. Mestrado em Clínica Odontológica pela FACPP. Especialização em Dentística pela Academia Cearense de Odontologia (ACO). Especialização em Saúde da Família pela UFC. Especialização em Ortodontia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú.

⁶ Mestra em Materiais Dentários pela FOP-UNICAMP. Graduação em Odontologia pela FACPP.

entanto, o Monet (3 s) e o PinkWave (10 s) foram os que produziram os maiores aumentos de temperatura pulpar em cavidades de Classe I. **Conclusão:** As inovações tecnológicas do PinkWave e do Monet oferecem vantagens quanto à rapidez e profundidade de cura. Contudo, a exposição radiante total mostrou-se mais determinante do que a irradiância isolada para a profundidade de cura e as propriedades mecânicas. Estudos adicionais são necessários para avaliar os efeitos de longo prazo e o desempenho clínico dessas unidades.

Palavras-chave: Monet; Quatro Ondas; Laser Odontológico; Fotopolimerizador Odontológico; Fotopolimerização; Resina Composta.

ABSTRACT

Objective: This study aimed to conduct an integrative literature review to evaluate the performance of the PinkWave (PW) and Monet (MO) light-curing units in polymerizing resin-based materials, with emphasis on the effects of these technologies on the mechanical, esthetic, and functional properties of restorations. **Materials and Methods:** An integrative literature review was performed through searches in the PubMed and SciELO databases using the descriptors: Monet, Quad wave, Dental Laser, Dental Curing Light, Curing, and Resin Based. The inclusion criteria comprised in vitro, in situ, or clinical studies published between 2020 and 2025 in the English language. Six articles were selected for qualitative analysis. **Results:** The Monet unit, when used for 1 second, delivered the lowest radiant exposure (4.5 J/cm^2) and resulted in the lowest depth of cure (DOC) among the composites evaluated. A strong correlation was observed between radiant exposure, degree of conversion (DC), and Vickers hardness (VH) at the bottom surface of the composites. Short exposures of 1 to 3 seconds promoted acceptable temperature increases ($0.9\text{--}1.7^\circ\text{C}$). However, Monet (3 s) and PinkWave (10 s) generated the highest pulp chamber temperature increases in Class I cavities. **Conclusion:** The technological innovations of PinkWave and Monet provide advantages in terms of curing speed and depth. Nevertheless, total radiant exposure proved to be more decisive than irradiance alone for depth of cure and mechanical properties. Additional studies are warranted to investigate long-term effects and the clinical performance of these units.

Keywords: Monet; Quad wave; Dental Laser; Dental Curing Light; Photopolymerization; Resin Composite.

INTRODUÇÃO

A evolução das unidades de fotopolimerização (UFs) tem desempenhado um papel fundamental na melhoria do desempenho clínico e das propriedades físico-

químicas dos materiais resinosos. Inicialmente, foram introduzidas UF's baseadas em diodos emissores de luz (LEDs) com emissão em um único pico na faixa do azul (aproximadamente 450–470 nm), como alternativa às unidades convencionais de quartzo-tungstênio-halogênio (QTH). Com os avanços tecnológicos foram desenvolvidos LEDs com múltiplos picos de emissão, abrangendo as faixas espectrais do azul (420–500 nm) e do violeta (380–420 nm), possibilitando a ativação de fotoiniciadores alternativos à canforquinona (CQ), classificada como um iniciador do tipo Norrish II, ou seja, dependente de co-iniciadores para gerar radicais livres (Price Rice, 2018).

Entre os fotoiniciadores do tipo Norrish I, destacam-se a 1-fenil-1,2-propanodiona (PPD), que apresenta um grupo dicarbonílico aromático em uma extremidade da cadeia e um grupo metil na outra, com espectro de absorção entre 350 e 500 nm. Além dela, os óxidos de acilfosfina, como o MAPO e a Lucerina TPO, e o óxido de bisacilfosfina (BAPO) também pertencem a essa. O MAPO, após fotoclivagem, gera duas moléculas radicais, enquanto o BAPO apresenta maior reatividade, formando até quatro radicais livres, o que amplia significativamente as possibilidades de formulação e eficiência dos sistemas fotopolimerizáveis (Loguêrcio; Reis, 2021).

Recentemente, o mercado odontológico passou a disponibilizar UF's com alta irradiância, variando entre 1.000 e 3.500 mW/cm², o que permite reduzir o tempo de exposição para intervalos de 1 a 3 segundos. Entre essas tecnologias, destacam-se o PinkWave (PW) e o Monet (MO), que oferecem alternativas inovadoras para a fotopolimerização de materiais resinosos. O modelo PW, por exemplo, emite luz em quatro faixas espectrais distintas: azul (420–500 nm), violeta (380–420 nm), vermelho (625–750 nm) e infravermelho próximo (NIR) (800–900 nm). Ressalta-se que não há fotoiniciadores que absorvam luz nos comprimentos de onda vermelho e infravermelho, pois estes se encontram fora da faixa de absorção dos iniciadores tradicionalmente utilizados em odontologia. A utilização dessas faixas tem sido proposta devido à possibilidade de aplicação

em modos de alta irradiância, como o modo Boost (1.720 mW/cm^2), que pode atingir profundidades de cura de até 8,5 mm com apenas 3 segundos de exposição. No entanto, esse protocolo pode provocar aumento significativo da temperatura intrapulpar, o que, embora potencialmente favoreça a conversão monomérica, também levanta preocupações quanto à segurança térmica (Runnacles et al., 2021; Thanoon; Price; Watts, 2024).

Por outro lado, a unidade MO adota uma abordagem distinta, empregando diodos laser como fonte de emissão luminosa. Essa tecnologia produz alta irradiância em uma faixa espectral extremamente restrita, gerando um feixe colimado que mantém sua direção sem convergir significativamente a longas distâncias. O laser do MO emite luz na faixa azul (455 nm), com irradiância uniforme variando entre 2.000 e 2.400 mW/cm^2 , permitindo a fotopolimerização de materiais resinosos em tempos reduzidos, de 1 a 3 segundos, mesmo quando a ponta do dispositivo está afastada da superfície do material restaurador. Para restaurações com profundidade superior a 5 mm, o fabricante recomenda uma exposição de 3 segundos, sendo que o feixe colimado de alta intensidade pode favorecer uma polimerização mais eficiente em profundidade, mesmo com apenas 1 segundo de exposição (Maucoski et al., 2023; Thanoon; Price; Watts, 2025).

Essas inovações tecnológicas podem aprimorar a eficiência da fotopolimerização e impactar diretamente o desempenho dos materiais resinosos, uma vez que a quantidade de luz absorvida pelo fotoiniciador e a uniformidade da polimerização ao longo da profundidade do material são fatores cruciais. No entanto, o calor gerado durante o processo pode alterar as propriedades do material, influenciando a longevidade das restaurações (Maucoski et al., 2023).

Embora as novas unidades ofereçam vantagens em rapidez e profundidade de cura, o efeito de variáveis como irradiância, tipo de material, tempo de exposição, distância da ponta de luz e carga da bateria sobre o desempenho clínico ainda

não está totalmente esclarecido. A influência desses fatores na durabilidade, estabilidade cromática e outras propriedades a longo prazo permanece uma área em aberto para investigação (Rocha et al., 2022).

OBJETIVO(S)

Este estudo realizou uma revisão integrativa da literatura para avaliar a capacidade das unidades de fotopolimerização PW e MO na polimerização de materiais resinosos, com foco nos efeitos dessas tecnologias sobre as propriedades mecânicas, estéticas e funcionais das restaurações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo consistiu em uma revisão integrativa da literatura, conduzida para avaliar a eficácia das unidades de fotopolimerização PinkWave (PW) e Monet (MO) na polimerização de materiais resinosos e seus efeitos sobre as propriedades mecânicas, estéticas e funcionais das restaurações. O delineamento experimental envolveu a definição da pergunta de pesquisa — se os dispositivos PW e MO promovem fotopolimerização adequada mantendo as propriedades dos materiais — seguida da seleção das bases de dados PubMed e SciELO. A estratégia de busca utilizou descritores específicos (“Monet”, “Quad wave”, “Dental Laser”, “Dental Curing Light”, “Curing”, “Resin Based”) combinados com o operador booleano AND. Foram aplicados critérios de inclusão (estudos in vitro, in situ ou ensaios clínicos, publicados entre 2020 e 2025, em inglês, abordando PW ou MO) e exclusão (revisões descritivas, artigos duplicados e estudos fora da temática).

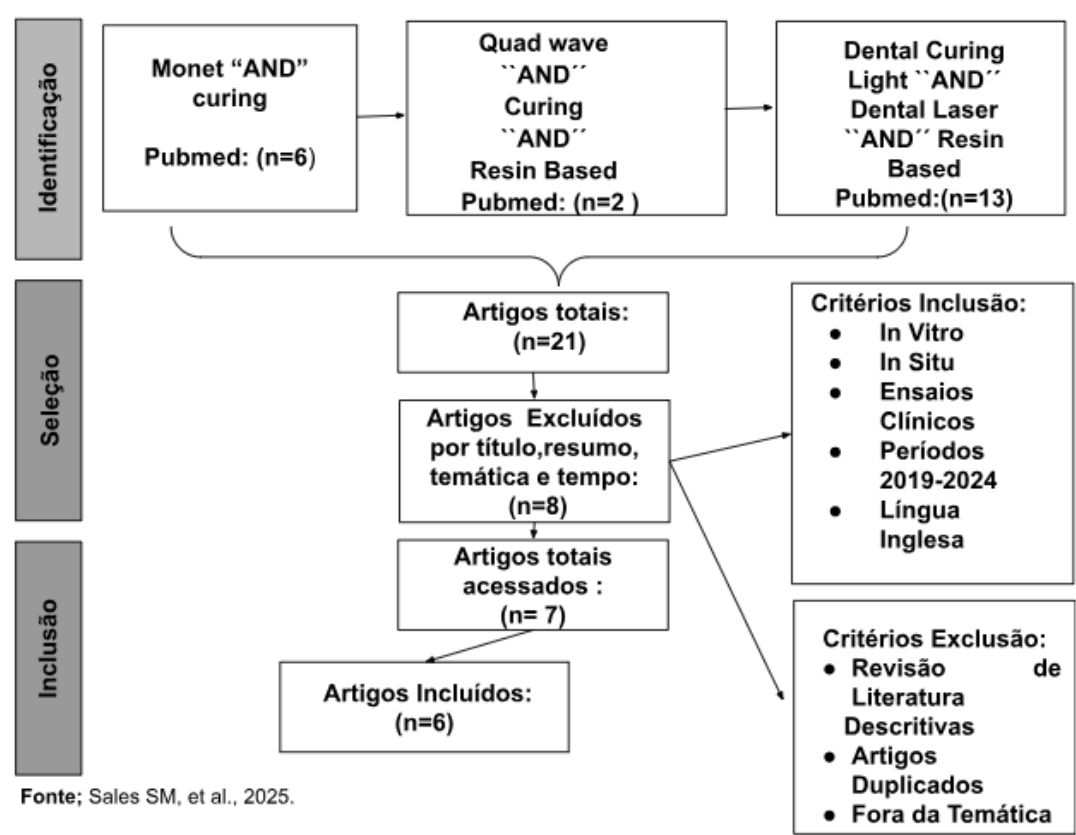
A triagem envolveu leitura de títulos, resumos e textos completos para garantir aderência aos critérios, e os dados relevantes foram extraídos e organizados para análise qualitativa, considerando eficácia da fotopolimerização, propriedades mecânicas e térmicas dos compósitos, seguindo recomendações internacionais para revisões integrativas que asseguram rigor metodológico, transparência e reprodutibilidade.

O presente estudo consistiu em uma revisão integrativa da literatura, formulada para responder à seguinte pergunta norteadora: os dispositivos PW e MO promovem uma fotopolimerização eficaz dos materiais resinosos, mantendo suas propriedades físicas e estéticas sem comprometê-las?

A busca bibliográfica foi realizada exclusivamente na base de dados PubMed e Scielo, utilizando os seguintes descritores combinados pelo operador booleano "AND": "Monet", "Quad wave", "Dental Laser", "Dental Curing Light", "Curing" e "Resin Based". Foram aplicados os critérios de inclusão: estudos in vitro, in situ ou ensaios clínicos, publicados entre 2020 e 2025, redigidos em língua inglesa e que abordassem a fotopolimerização de resinas compostas com os dispositivos mencionados. Os critérios de exclusão englobam revisões de literatura descritivas, artigos duplicados e estudos fora da temática proposta.

Inicialmente, foram identificados 21 artigos. Após a leitura de título, resumo, temática e período, 8 estudos foram excluídos. Dos 7 artigos acessados na íntegra, 1 foi excluído por não atender aos critérios metodológicos ou temáticos. Ao final, 6 artigos foram incluídos para a análise qualitativa.

Tabela 1. Fluxograma do processo de busca e seleção dos estudos para revisão integrativa.



REVISÃO DE LITERATURA

Nº	AUTOR E ANO	OBJETIVO	PRINCIPAIS ACHADOS
1	Rocha et al., 2022	Avaliar a profundidade de cura (DOC) de dez compósitos de resina ativados por luz usando um diodo laser, um multi-pico e um único pico de LED.	A unidade a laser (Monet) utilizada por 1s entregou a menor exposição radiante (RE) e produziu a menor profundidade de cura (DOC) nos dez compósitos de resina analisados. A exposição radiante (RE), e não a irradiância, foi o fator mais importante para determinar a DOC.

2	Maucoski <i>et al.</i> , 2023	Investigar a capacidade de curas de curta exposição de unidades a laser e quad-wave para fotopolimerizar compósitos de resina bulk-fill.	Houve uma excelente correlação entre o grau de conversão (DC) e a dureza Vickers (VH) na parte inferior com a exposição radiante. A correlação entre a irradiância e o DC ou VH foi baixa.
3	Maucoski <i>et al.</i> , 2023	Avaliar o aumento da temperatura pulpar in vitro ao fotopolimerizar compósitos de resina bulk-fill cm unidades a laser ou LED.	Exposições curtas de 1 a 3 segundos produziram aumentos de temperatura aceitáveis, independentemente do compósito. Monet (1s) e PinkWave (3s) produziram os menores aumentos de temperatura (0,9-1,7°C).
4	Maucoski <i>et al.</i> , 2023	Medir as mudanças de temperatura e a dureza Vickers (VH) em compósitos de resina fotopolimerizados com unidades a laser e LED.	A Monet (1s) produziu o menor aumento de temperatura (7,8°C) e as menores proporções de dureza entre a superfície inferior e superior (bottom:top VH ratios). O Pink Wave (10s) produziu o maior aumento de temperatura (20,2°C).
5	Maucoski <i>et al.</i> , 2023	Avaliar o aumento da temperatura pulpar (PT) in vitro em preparos de Classe I e V ao usar unidades fotopolimerizadoras a laser e quad-wave LED.	O Monet Laser (3s) e o Pink Wave (10s) produziram o maior aumento de PT em cavidades de Classe I. Cavidades expostas a 0 mm de distância da ponteira tiveram maiores aumentos de temperatura.
6	Thanoon <i>et al.</i> , 2024	Correlacionar o aumento de temperatura (ΔT) e o grau de conversão (DC) em compósitos de resina bulk-fill usando unidades a laser, quad-wave e LED convencional.	O Monet por 1s e o PinkWave por 3s entregaram as menores exposições radiantes e produziram os menores ΔT e DC. Tempos de exposição mais longos produziram os maiores ΔT e DC para ambos os compósitos.

DISCUSSÃO

A longevidade das restaurações, tanto diretas quanto indiretas, está diretamente relacionada à eficiência do processo de fotopolimerização, essencial para garantir a conversão monomérica adequada do material utilizado. Uma polimerização inadequada pode comprometer a estabilidade físico-química dos materiais, alterar a pigmentação e prejudicar a integridade marginal da

restauração, impactando, assim, o desempenho clínico e a durabilidade das restaurações (Rocha et al., 2022). Nesse cenário, o uso de unidades fotopolimerizadoras, como dispositivos a laser e LEDs com múltiplos comprimentos de onda, incluindo os modelos Monet (MO) e Pinkwave (PW), tem gerado preocupações em relação ao desempenho clínico dos materiais resinosos na cavidade oral.

Estudos incluídos nesta revisão integrativa, como de Maucoski et al. (2022), indicam que as unidades fotopolimerizadoras podem causar um aumento significativo da temperatura do material e da polpa dentária, especialmente durante exposições curtas (de 3 a 10 segundos) em preparos de Classe I. No entanto, o aumento térmico registrado foi inferior a 5°C, o que é considerado seguro para a polpa dentária, já que temperaturas acima desse limite podem causar danos à vitalidade pulpar e resultar em inflamação ou necrose. O aumento de temperatura está diretamente relacionado ao tempo de exposição e à irradiância da unidade: quanto maior o tempo de exposição e a irradiância, maior será o aumento térmico. No caso do PW, o aumento foi particularmente associado à emissão de luz infravermelha e à alta potência (1.874 mW), embora o efeito da luz infravermelha ainda não seja completamente entendido, uma vez que não há fotoiniciadores sensibilizados por esse comprimento de onda. Além disso, fatores como a espessura da dentina também influenciam o aumento de temperatura, onde dentinas mais finas têm menor capacidade de atuar como isolante térmico. A relação entre a potência da unidade fotopolimerizadora e a distância da ponteira ao material restaurador é um fator crítico, e sua compreensão é fundamental para a técnica clínica. Para a maioria das unidades de LED convencionais, existe uma relação inversa: quanto maior a distância, maior a dispersão do feixe de luz e, conseqüentemente, menor a irradiância e a potência efetiva na superfície da restauração. O MO, no entanto, opera de forma diferente por ser uma fonte de laser monocromático. Seu feixe colimado, com fótons que viajam em paralelo, permite que uma alta densidade de energia seja mantida mesmo a distâncias maiores. Isso resulta em uma incidência mais

concentrada de fótons na base da cavidade, o que pode levar a um aquecimento mais localizado e intenso. Em uma comparação direta, o uso do Monet por apenas 1 segundo, apesar da sua alta potência, resultou em uma exposição radiante de $4,5 \text{ J/cm}^2$ e um aumento térmico baixo, devido ao tempo de exposição ser muito curto para gerar um acúmulo significativo de calor. De forma similar, a exposição de 3 segundos com o PW entregou uma exposição radiante inferior, de $5,2 \text{ J/cm}^2$, e também um aumento térmico baixo, demonstrando que tempos de exposição ultracurtos, mesmo com alta potência, limitam a energia total entregue ao material, controlando o aumento de temperatura pulpar. (Maucoski et al., 2022).

Embora a viabilidade clínica das unidades fotopolimerizadoras com tempos curtos de exposição não tenha sido descartada, o tempo de 1 segundo não atingiu a irradiância mínima recomendada pelos fabricantes de resinas, o que resultou em um material subpolimerizado, pois para uma polimerização adequada, são necessárias entre 16 J/cm^2 e 24 J/cm^2 . Isso pode levar a falhas precoces na restauração, como defeitos marginais, cáries recorrentes e fraturas, além de comprometer a biocompatibilidade do material restaurador. Esses resultados sugerem uma fotopolimerização inadequada, já que as moléculas do material não conseguiram absorver a luz de forma eficiente para gerar radicais livres. Por outro lado, o tempo de exposição padrão de 20 segundos, com alta irradiância, pode elevar a temperatura pulpar, impactando os tecidos dentários adjacentes. Portanto, são necessários estudos adicionais, tanto in vitro quanto in vivo, para avaliar os efeitos da espessura da dentina como isolante térmico e a influência de diferentes materiais e unidades fotopolimerizadoras no processo de fotopolimerização. (Maucoski et al., 2023).

Na análise do perfil do feixe, os estudos demonstraram as exposições radiantes (J/cm^2) de cada unidade polimerizadora. O MO, devido à sua emissão não homogênea, concentra o calor em uma área menor em comparação ao PW, apesar de ser um feixe colimado. Esse fator é relevante, pois a distribuição

uniforme do feixe ao longo da superfície da restauração é crucial para evitar uma polimerização inadequada. Devido à sua potência, o uso do MO exige rigorosos cuidados, pois o feixe, se atingir os olhos diretamente ou por reflexão, pode causar danos oculares significativos. Em restaurações extensas, como as de Classe II, é necessário irradiar múltiplas áreas devido à estreiteza do feixe, a fim de garantir uma polimerização completa, assim gastando muito tempo clínico. Já o PW, com um diâmetro de ponta ativa maior, emite um feixe mais homogêneo, o que permite uma distribuição mais uniforme da luz e, portanto, reduz a necessidade de irradiar várias áreas. Essa característica proporciona uma vantagem em termos de praticidade e eficiência em restaurações maiores.

Além da temperatura, a profundidade de cura é um fator crucial, especialmente para resinas do tipo *bulk fill*, que exigem uma cura profunda em uma única aplicação. A profundidade de cura refere-se à capacidade do feixe de luz de penetrar adequadamente no material resinoso, ativando os fotoiniciadores necessários para garantir a conversão monomérica do material em toda a sua espessura. Uma profundidade de cura inadequada resulta em um material subpolimerizado, comprometendo as propriedades mecânicas, como dureza, resistência à flexão e módulo de elasticidade. Estudos demonstraram que uma polimerização incompleta, causada por tempo de exposição insuficiente ou potência inadequada, leva a uma redução significativa dessas propriedades, o que pode causar falhas precoces, como fraturas, desgaste excessivo e deficiências marginais. No estudo de Maucoski et al. (2022), o tempo de exposição de 1 segundo com o Monet resultou no menor aumento de dureza e na menor proporção de dureza entre a superfície inferior e superior (bottom:top VH ratios), enquanto o Pinkwave, utilizado por 10 segundos, produziu o maior aumento de dureza, reforçando a importância do protocolo de polimerização para o desempenho mecânico da restauração (Maucoski et al., 2023).

As propriedades mecânicas das restaurações, como dureza, resistência à flexão e módulo de elasticidade, são diretamente influenciadas pela eficácia da

polimerização. Um estudo demonstrou uma excelente correlação entre a exposição radiante (J/cm^2) e o grau de conversão (DC) e dureza Vickers (VH) na superfície inferior dos compósitos, indicando que a energia total entregue é mais crítica do que apenas a irradiância (Maucoski et al., 2023). A polimerização incompleta, causada por tempos de exposição curtos ou baixa potência, reduz significativamente essas propriedades, o que pode levar a falhas precoces, como fraturas, desgaste excessivo e deficiências marginais. Por exemplo, a exposição de 1 segundo com o Monet resultou no menor aumento de dureza e na menor proporção de dureza entre a superfície inferior e superior, evidenciando uma polimerização deficiente (Maucoski et al., 2022). Em contraste, o PW, com uma exposição de 10 segundos, produziu o maior aumento de dureza, reforçando que a escolha da unidade e do protocolo de polimerização é determinante para o desempenho mecânico final da restauração e, conseqüentemente, para sua longevidade.

Esta revisão apresenta como limitação o número reduzido de estudos disponíveis abordando especificamente os dispositivos PW e MO, além da predominância de ensaios in vitro, o que restringe a extrapolação dos dados para a prática clínica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho comparou vários métodos de fotopolimerização, como o uso de LEDs com múltiplos picos e diodos laser de alta potência, que representam um avanço significativo na odontologia restauradora. No entanto, é evidente que o aumento da irradiância e a redução do tempo de exposição, embora promissores para acelerar os procedimentos clínicos, devem ser usados com cautela, principalmente no modo de alta irradiância com exposição curta, pois afetam negativamente as propriedades do material e aumentam a temperatura pulpar.

Aumentam a temperatura pulpar e dos compósitos em tempo de exposição mais longos apresentam riscos potenciais aos tecidos dentários, especialmente se a espessura da dentina não for suficiente para atuar como barreira térmica. É

fundamental monitorar esses parâmetros para garantir a eficácia da polimerização sem prejudicar a integridade dos tecidos dentários e das restaurações. Estudos adicionais são fundamentais para determinar os parâmetros ideais de uso dessas tecnologias, de modo a maximizar o grau de conversão e as propriedades físico-químicas dos materiais sem comprometer a segurança.

REFERÊNCIAS

LOGUÊRCIO, Alessandro Dourado; REIS, Alessandra. *Materiais dentários diretos: dos fundamentos à aplicação clínica*. 2. ed. São Paulo: Santos, 2021. 464 p.

MAUCOSKI, C.; PRICE, R. B.; ARRAIS, C. A. G.; SULLIVAN, B. In vitro temperature changes in the pulp chamber caused by laser and Quadwave LED-light curing units. *Odontology*, v. 111, n. 3, p. 668–679, jul. 2023.

MAUCOSKI, J. et al. Evaluation of a novel laser curing light on degree of conversion and temperature rise in dental resin composites. *Lasers in Dental Science*, v. 7, p. 1–10, 2023.

PRICE, R. B. Light curing in dentistry. *Dental Clinics of North America*, Philadelphia, v. 61, n. 4, p. 751–778, 2018.

ROCHA, M. G. et al. Depth of cure of 10 resin-based composites light-activated using a laser diode, multi-peak, and single-peak light-emitting diode curing lights. *Journal of Dentistry*, v. 122, p. 104141, jul. 2022.

RUNNACLES, P. et al. Pulpal temperature rise during exposure to different irradiance and curing protocols with Bluephase 20i. *Materials*, v. 13, n. 13, p. 1–15, 2021.

THANNOON, H.; PRICE, R. B.; WATTS, D. C. Thermography and conversion of fast-cure composite photocured with quad-wave and laser curing lights compared to a conventional curing light. *Dental Materials*, v. 40, n. 3, p. 546–556, 2024.