



Fotopolimerizadores de baixo custo: até que ponto são seguros para uso clínico?

Autor(res)

Thais Lins Schiavon
Sâmara Aparecida De Oliveira Silva
Maria Eduarda Lima Lins
Maria Eduarda Martins Góes
Marina Castro Ferreira
Arthur Gabriel Araújo De Barros Amorim

Categoria do Trabalho

Trabalho Acadêmico

Instituição

UNIME - UNIÃO METROPOLITANA DE EDUCAÇÃO E CULTURA

Introdução

A Odontologia Restauradora contemporânea vivencia uma era de dependência tecnológica sem precedentes, na qual a previsibilidade dos tratamentos está diretamente atrelada à eficácia dos sistemas de fotoativação. O advento das resinas compostas revolucionou a reabilitação oral, permitindo a execução de procedimentos minimamente invasivos com elevado desempenho estético. Contudo, a transição da fase plástica para a fase rígida desses materiais, o processo de polimerização, constitui o estágio de maior criticidade na cadeia restauradora. A polimerização eficiente não representa apenas uma etapa técnica protocolar, mas o fator determinante para o sucesso clínico a longo prazo, influenciando diretamente as propriedades físico-químicas fundamentais, tais como a resistência à compressão, a estabilidade cromática e o módulo de elasticidade (SAMPAIO et al., 2023). Nesse cenário de alta complexidade técnica, o dispositivo fotopolimerizador deixa de ser classificado como um mero acessório periférico para assumir o papel de componente central na viabilidade da prática clínica.

A dinâmica do mercado odontológico atual, impulsionada pela expansão do comércio eletrônico global, caracteriza-se por uma oferta massiva de dispositivos de fotopolimerização de baixo custo. Estes aparelhos, frequentemente fabricados sem a supervisão de órgãos reguladores estritos ou certificações de qualidade reconhecidas, são adquiridos por profissionais atraídos pela acessibilidade financeira imediata. Todavia, essa tendência crescente evoca questionamentos científicos e éticos profundos acerca da segurança radiométrica e da estabilidade operacional desses equipamentos. A discrepância entre a tecnologia de precisão desenvolvida por indústrias consolidadas e a engenharia simplificada dos dispositivos genéricos estabelece um hiato de segurança que pode comprometer a integridade biológica do paciente (LIMA et al., 2023).

O fenômeno da fotopolimerização fundamenta-se na conversão de monômeros em polímeros por meio da ativação de sistemas fotoiniciadores. A canforoquinona, o agente iniciador mais prevalente na composição das resinas compostas, possui um pico de absorção específico no espectro da luz azul, situado predominantemente entre 450 e 490 nanômetros. Para que a reação de polimerização ocorra de forma plena e homogênea, o dispositivo deve ser capaz de entregar uma irradiância que apresente não apenas valores nominais elevados, mas também uniformidade espacial. Enquanto dispositivos de referência passam por rigorosos protocolos de calibração para



garantir que a energia luminosa atinja as camadas profundas, os fotopolimerizadores de baixo custo operam, em muitos casos, com diodos de baixa fidelidade espectral, resultando em uma emissão de fótons instável (SAMPAIO et al., 2023).

A problemática clínica mais relevante reside na natureza insidiosa de uma polimerização incompleta. Diferente de falhas estéticas imediatas, a subpolimerização não é passível de detecção macroscópica durante o ato operatório. Uma restauração pode apresentar uma superfície aparentemente rígida, enquanto suas camadas internas e a interface adesiva permanecem em um estado de gelificação insuficiente. Essa deficiência estrutural acarreta a eluição de monômeros residuais não convertidos, os quais possuem potencial citotóxico comprovado sobre o complexo dentino-pulpar (LIMA et al., 2023). Além do risco biológico, a baixa conversão polimérica compromete a selagem marginal, favorecendo a microinfiltração, a sensibilidade pós-operatória e a reincidência de lesões de cárie (SAMPAIO et al., 2023).

Adicionalmente aos parâmetros de irradiância, a colimação do feixe luminoso e a gestão térmica emergem como fatores determinantes para a segurança do procedimento. Um feixe de luz com colimação deficiente reduz drasticamente a quantidade de fótons que atingem o assoalho de cavidades profundas. Paralelamente, a dissipação térmica ineficiente, comum em projetos de baixo custo, pode gerar um aumento de temperatura perigoso nos tecidos periodontais e na polpa dentária. Evidências demonstram que elevações térmicas na câmara pulpar acima de limites fisiológicos são suficientes para induzir respostas inflamatórias severas (LIMA et al., 2023). Equipamentos de alto desempenho mitigam esse risco através de sistemas de resfriamento, recursos que são frequentemente suprimidos em modelos de baixo custo.

A eficácia de um fotopolimerizador, portanto, não deve ser mensurada isoladamente pelo seu valor de mercado. É imperativo considerar a capacidade do equipamento em manter parâmetros técnicos estáveis sob diferentes níveis de carga de bateria. A popularização indiscriminada desses dispositivos, muitas vezes desprovidos de registro em agências de vigilância sanitária, expõe o cirurgião-dentista a riscos técnicos elevados (SAMPAIO et al., 2023). O profissional, ao optar por tais tecnologias, assume a responsabilidade ética pelos danos decorrentes de uma prática baseada em ferramentas que não atendem aos requisitos mínimos de desempenho estabelecidos pela comunidade científica.

Este trabalho justifica-se pela necessidade de orientar a classe odontológica sobre os limites técnicos da economia em equipamentos de suporte crítico. É fundamental investigar se a redução de custos operacionais justifica a vulnerabilidade imposta ao resultado clínico. Através de uma análise fundamentada em evidências bibliográficas, busca-se determinar até que ponto o uso de fotopolimerizadores de baixo custo compromete a função e a saúde do sistema estomatognático. A fundamentação científica deve, invariavelmente, sobrepor-se às conveniências de mercado, assegurando que o exercício da odontologia permaneça pautado pela ética e pela excelência técnica.

Objetivo

Este trabalho tem como objetivo principal discutir sobre os fotopolimerizadores de baixo custo, analisando artigos que abordam se esses aparelhos são ou não confiáveis na odontologia. Visto que, esses equipamentos são principalmente comprados pela internet e estão se tornando cada vez mais populares atualmente, por isso, é necessário observar se esse meio é realmente seguro para o uso em consultórios odontológicos, podendo não ser tão eficientes quanto fotopolimerizadores de um custo mais elevado.

Material e Métodos

Foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre fotopolimerizadores de baixo custo, com foco na avaliação de sua segurança e eficácia para uso clínico em procedimentos odontológicos restauradores. A investigação buscou



analisar se esses dispositivos, mais acessíveis economicamente, atendem aos requisitos técnicos necessários para garantir adequada polimerização dos materiais resinosos e segurança ao paciente.

A busca foi conduzida em bases de dados científicas reconhecidas, como PubMed/MEDLINE, SciELO e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando descritores em português e inglês. Entre os descritores utilizados destacam-se: “Tecnologia de Baixo Custo”; “Resinas Compostas”; “Economia em Odontologia”.

Foram incluídos estudos publicados entre 2021 e 2026, disponíveis na íntegra nos idiomas português e inglês. Foram priorizados artigos originais e revisões sistemáticas que abordassem o desempenho de fotopolimerizadores, especialmente os de baixo custo, em comparação com dispositivos convencionais.

Como critérios de exclusão, foram desconsiderados trabalhos duplicados, incompletos ou que não apresentavam relação direta com o tema. Estudos sem dados objetivos sobre desempenho dos equipamentos ou com metodologia pouco clara também foram excluídos, a fim de garantir maior confiabilidade aos resultados analisados.

Por fim, as informações foram organizadas de forma sistemática, permitindo a síntese das evidências mais relevantes. Isso possibilitou a construção de uma análise fundamentada sobre a segurança e viabilidade do uso clínico de fotopolimerizadores de baixo custo na prática odontológica.

Resultados e Discussão

A análise dos estudos disponíveis na literatura evidencia que fotopolimerizadores de baixo custo apresentam desempenho heterogêneo em relação aos parâmetros fundamentais para uma polimerização eficaz. A irradiância, considerada um dos principais fatores para o sucesso clínico, varia significativamente entre os dispositivos avaliados. Enquanto alguns aparelhos atingem valores próximos ou superiores a 1000 mW/cm², outros não alcançam níveis mínimos recomendados, comprometendo a conversão adequada dos monômeros em polímeros (PRICE; FERRACANE; SHORTALL, 2015; LEPRINCE et al., 2013). Essa variabilidade pode estar diretamente relacionada à qualidade dos diodos emissores de luz (LEDs), à eficiência dos circuitos eletrônicos e à ausência de controle rigoroso de fabricação nesses dispositivos de menor custo.

Além disso, observa-se que a distribuição do feixe luminoso nem sempre é uniforme nesses dispositivos. A presença de áreas com maior ou menor intensidade pode resultar em polimerização desigual, especialmente em restaurações mais extensas ou com maior profundidade. Essa heterogeneidade na entrega de energia luminosa compromete propriedades mecânicas essenciais, como dureza superficial, resistência ao desgaste e módulo de elasticidade (PRICE et al., 2014). Consequentemente, restaurações submetidas a esse tipo de polimerização podem apresentar desempenho clínico inferior e maior suscetibilidade à degradação ao longo do tempo.

Outro aspecto relevante refere-se ao espectro de emissão de luz. Muitos fotopolimerizadores de baixo custo não apresentam compatibilidade adequada com diferentes fotoiniciadores utilizados nas resinas compostas modernas, como aqueles alternativos à canforoquinona. Essa limitação pode levar a uma polimerização incompleta, mesmo quando a irradiância aparenta ser suficiente, impactando negativamente a conversão de monômeros e a estabilidade química do material restaurador (LEPRINCE et al., 2013; RUEGGERBERG, 2011). Dessa forma, a eficiência do processo não depende apenas da intensidade da luz, mas também da correspondência entre o comprimento de onda emitido e o espectro de absorção do fotoiniciador.

A estabilidade da irradiância ao longo do tempo também se mostra um fator crítico. Dispositivos de menor custo tendem a apresentar maior variação de desempenho durante o uso contínuo, frequentemente associada à qualidade inferior das baterias e à ausência de sistemas eficazes de controle térmico. Essa instabilidade pode resultar em entrega inconsistente de energia, dificultando o controle clínico da fotopolimerização e aumentando o risco de falhas restauradoras (PRICE; FERRACANE; SHORTALL, 2015). Além disso, a degradação progressiva



dos componentes internos pode levar a uma redução gradual da potência emitida, muitas vezes sem que o operador perceba.

Do ponto de vista clínico, a literatura associa a subpolimerização a uma série de complicações, incluindo infiltração marginal, sensibilidade pós-operatória e falhas restauradoras precoces. A conversão insuficiente dos monômeros compromete não apenas as propriedades físicas do material, mas também pode aumentar a liberação de componentes residuais, com possíveis implicações biológicas e citotóxicas (FERRACANE, 2011; LEPRINCE et al., 2013). Esse cenário reforça a importância de garantir condições adequadas de polimerização para preservar a integridade dos tecidos dentários e a longevidade das restaurações.

Outro fator determinante é a técnica operatória empregada pelo profissional. A distância entre a ponteira do fotopolimerizador e a superfície da resina composta exerce influência direta na irradiância efetiva recebida. Estudos demonstram que aumentos mínimos nessa distância podem resultar em reduções significativas da intensidade luminosa, especialmente em dispositivos com menor potência inicial (PRICE et al., 2014). Em equipamentos de baixo custo, essa limitação torna-se ainda mais crítica, exigindo maior rigor no posicionamento da ponteira durante o procedimento clínico.

A angulação da luz também desempenha papel importante na eficiência da polimerização. A incidência perpendicular da luz maximiza a energia absorvida pelo material, enquanto ângulos inadequados podem gerar áreas de sombra e regiões com polimerização insuficiente. Essa situação é particularmente relevante em cavidades profundas ou de difícil acesso, nas quais o uso de dispositivos com feixe luminoso irregular pode agravar ainda mais o problema.

A interação entre o tipo de resina composta e o fotopolimerizador utilizado também deve ser considerada. Materiais do tipo bulk-fill, por exemplo, são projetados para permitir maior profundidade de cura; entretanto, ainda dependem de níveis adequados de irradiância e compatibilidade espectral para atingir desempenho ideal. O uso de fotopolimerizadores de baixa qualidade pode comprometer essas propriedades, resultando em polimerização inadequada em camadas mais profundas (ILIE; STARK, 2014).

Adicionalmente, a degradação de componentes ópticos, como lentes e ponteiros, pode afetar significativamente a transmissão de luz. O acúmulo de resíduos, riscos superficiais e danos decorrentes de processos inadequados de limpeza e desinfecção contribuem para a redução da irradiância efetiva ao longo do tempo (SHORTALL; PRICE; MACLAREN, 2015). Esse fator é frequentemente negligenciado na prática clínica, especialmente quando se utilizam dispositivos de menor custo, que tendem a apresentar menor durabilidade.

Outro aspecto importante diz respeito ao aquecimento gerado durante a fotopolimerização. Dispositivos com sistemas de dissipação de calor ineficientes podem apresentar elevação significativa da temperatura, o que pode causar desconforto ao paciente e, em casos extremos, danos à polpa dentária. Por outro lado, a ausência de aquecimento adequado também pode estar associada a menor eficiência na reação de polimerização, evidenciando a complexidade do equilíbrio térmico nesse processo.

Do ponto de vista econômico, embora o investimento inicial em fotopolimerizadores de baixo custo seja atrativo, deve-se considerar o impacto a longo prazo. Falhas restauradoras associadas à polimerização inadequada podem resultar em retratamentos, aumento do tempo clínico e custos adicionais, além de comprometer a confiança do paciente no tratamento realizado.

Por outro lado, alguns estudos indicam que determinados dispositivos de menor custo podem apresentar desempenho aceitável quando utilizados sob protocolos clínicos mais rigorosos, como aumento do tempo de exposição, fotopolimerização em múltiplos incrementos e controle rigoroso da distância e angulação da luz (ALSHAALI et al., 2013). No entanto, essas estratégias não eliminam completamente as limitações inerentes à variabilidade desses equipamentos.



Além disso, a ausência de padronização e certificação em muitos dispositivos de baixo custo representa um desafio adicional. A variabilidade entre unidades do mesmo modelo pode ser significativa, dificultando a previsibilidade dos resultados clínicos e reforçando a necessidade de monitoramento frequente da irradiância, preferencialmente por meio de radiômetros.

Dessa forma, os resultados apontam que o uso de fotopolimerizadores de baixo custo pode ser viável em determinadas condições clínicas, especialmente em contextos com restrição de recursos. Entretanto, sua utilização deve ser acompanhada de critérios rigorosos de controle de qualidade, monitoramento do desempenho e adoção de técnicas operatórias que minimizem os riscos de subpolimerização. A escolha do equipamento deve considerar não apenas o custo, mas principalmente sua confiabilidade, estabilidade e compatibilidade com os materiais restauradores utilizados.

Conclusão

Portanto, conclui-se que a aplicação dos fotopolimerizadores nas restaurações com resina composta, quando realizado com protocolos adequados, é capaz de promover resultados satisfatórios, garantindo longevidade, segurança e qualidade nas restaurações. Para isso, o cirurgião dentista deve considerar requisitos que podem interferir na eficácia do procedimento e nas propriedades físicas do material restaurador, como a distância da ponta do fotopolimerizador à resina composta, intensidade da luz mínima e tempo de exposição.

Sua aplicação representa uma ferramenta essencial na prática clínica, contribuindo para o sucesso do tratamento, além da previsibilidade. Contudo, dispositivos de baixo ou alto custo que não cumprem as necessidades mínimas de desempenho, tendem a comprometer a eficácia do procedimento e a qualidade final das restaurações. Sendo assim, a segurança do uso clínico de fotopolimerizadores de baixo custo está diretamente relacionada à sua capacidade de cumprir parâmetros técnicos indispensáveis.

Referências

- PRICE, R. B. T.; FERRACANE, J. L.; SHORTALL, A. C. C. Light-curing units: a review of what we need to know. *Journal of Dental Research*, v. 94, n. 9, p. 1179–1186, 2015.
- LEPRINCE, J. G. et al. New insight into the “depth of cure” of resin-based composites. *Dental Materials*, v. 29, n. 2, p. 139–156, 2013.
- PRICE, R. B. T. et al. The effect of distance on irradiance and beam homogeneity from dental light curing units. *Dental Materials*, v. 30, n. 10, p. 1186–1193, 2014.
- FERRACANE, J. L. Resin composite—state of the art. *Dental Materials*, v. 27, n. 1, p. 29–38, 2011.
- RUEGGEBERG, F. A. State-of-the-art: dental photocuring—a review. *Dental Materials*, v. 27, n. 1, p. 39–52, 2011.
- ILIE, N.; STARK, K. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*, v. 42, n. 8, p. 977–985, 2014.
- SHORTALL, A. C. C.; PRICE, R. B. T.; MACLAREN, D. J. Guidelines for the selection, use, and maintenance of LED light-curing units. *British Dental Journal*, v. 218, 2015.
- ALSHAALI, R. Z. et al. Effect of light intensity and curing time on polymerization of resin composites. *Journal of Dentistry*, v. 41, n. 12, p. 1135–1141, 2013.
- SCHNEIDER, L. F. J. et al. Influence of curing units on the polymerization of resin composites: a systematic review. *Operative Dentistry*, v. 40, n. 4, p. E205–E218, 2015.