

Conceitos de Fotoativação e Unidades Fotoativadoras na Prática Clínica Odontológica: Revisão de Literatura

Concepts of Photoactivation and Light Curing Units in Dental Clinical Practice: a Literature Review

Conceptos de Fotoactivación y Unidades de Fotoactivación en la Práctica Dental Clínica: una Revisión de la Literatura

Geovanna Caroline Brito da **SILVA**

Graduação em Odontologia, Departamento de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba -UEPB, 58233-000 Araruna -PB, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-8943-5638>

Marcelo Gadelha **VASCONCELOS**

Professor Doutor, Departamento de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba -UEPB, 58233-000 Araruna -PB, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0396-553X>

Rodrigo Gadelha **VASCONCELOS**

Professor Doutor, Departamento de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba -UEPB, 58233-000 Araruna -PB, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-1947-3011>

Resumo

Introdução: A consolidação da odontologia adesiva ocorreu pelo vínculo direto existente entre os materiais dentários fotopolimerizáveis e as fontes de luz, chamadas de aparelhos fotoativadores. Tais materiais necessitam da emissão de energia luminosa para conversão de monômeros, presentes na sua composição, em polímeros. **Objetivo:** Discorrer acerca dos conceitos básicos referentes ao processo de fotoativação e da química da polimerização, bem como sobre a evolução dos fotoativadores abordando vantagens, limitações e requisitos básicos que o aparelho deve apresentar para garantir um bom funcionamento e evitar consequências da subpolimerização dos materiais resinosos. **Material e método:** Trata-se de uma revisão de literatura elaborada através de um levantamento bibliográfico pela pesquisa nas bases de dados: Pubmed, SciELO e Google Acadêmico, utilizando os descritores: fotoativação (photoactivation), unidades fotoativadoras (light curing units) e polimerização (polymerization). Ao total, 42 trabalhos foram selecionados para compor esta revisão. **Discussão:** O uso de materiais resinosos tem aumentado significativamente na prática clínica odontológica. Isso se deve às vantagens estéticas e funcionais proporcionadas por esses materiais. Diante disso, torna-se evidente que a fotoativação caracteriza-se como uma etapa crucial no processo restaurador dentário, visto que as propriedades mecânicas da resina composta podem ser afetadas negativamente quando o uso da luz é negligenciado. **Conclusão:** É imprescindível que o dentista compreenda os conceitos básicos de fotoativação e conheça as propriedades da unidade fotoativadora usada no seu consultório, atentando-se em realizar sua manutenção periódica para monitorar se o aparelho está em uma condição de uso adequada, evitando assim, a ocorrência de falhas prematuras em restaurações dentárias.

Descritores: Fotoativação; Unidades Fotoativadoras; Polimerização; Fotoativador.

Abstract

Introduction: The consolidation of adhesive dentistry occurred through the direct link between light-curing dental materials and light sources, called light-curing devices. Such materials require the emission of light energy to convert monomers, present in their composition, into polymers. **Objective:** Discuss the basic concepts related to the photoactivation process and the chemistry of polymerization, as well as the evolution of photoactivators, addressing advantages, limitations and basic requirements that the device must present to guarantee a good functioning and avoidance of the subpolymerization of resinous materials. **Material and method:** This is a literature review elaborated through a bibliographic survey by search in the databases: Pubmed, SciELO and Google Scholar, using the descriptors: photoactivation (fotoativação), light curing units (unidades de fotoativação) and polymerization (polimerização). In total, 42 works were selected to compose this review. **Discussion:** The use of resin materials has increased significantly in clinical dental practice. This is due to the aesthetic and functional advantages provided by these materials. In view of this, it becomes evident that photoactivation is characterized as a crucial step in the dental restorative process, since the mechanical properties of the composite resin can be negatively affected when the use of light is neglected. **Conclusion:** It is essential that the dentist understands the basic concepts of light curing and knows the properties of the light curing unit used in his office, paying attention to its periodic maintenance to monitor if the device is in a suitable condition for use, thus avoiding the occurrence of premature failure of dental restorations.

Descriptors: Photoactivation; Light Curing Units; Polymerization; Photoactivator.

Resumen

Introducción: La consolidación de la odontología adhesiva se produce mediante el vínculo directo que existe entre los materiales dentales fotopolimerizables y las fuentes de luz, denominados dispositivos fotoactivadores. Estos materiales requieren la emisión de energía luminosa para convertir los monómeros, presentes en su composición, en polímeros. **Objetivo:** Discutir los conceptos básicos relacionados con el proceso de fotoactivación y la química de polimerización, así como la evolución de los fotoactivadores, abordando ventajas, limitaciones y requisitos básicos que debe presentar el dispositivo para garantizar un buen funcionamiento y evitar consecuencias de la subpolimerización de los materiales resinosos. **Material y método:** Esta es una revisión de literatura elaborada a través de un levantamiento bibliográfico mediante búsquedas en las bases de datos: Pubmed, SciELO y Google Acadêmico, utilizando los descriptores: fotoactivación (photoactivation), unidades de fotoactivación (light curing units) y polimerización (polymerization). En total, 42 trabajos fueron seleccionados para componer esta revisión. **Discussão:** El uso de materiales de resina se ha incrementado significativamente en la práctica clínica dental. Esto se debe a las ventajas estéticas y funcionales que aportan estos materiales. Por lo tanto, se hace evidente que la fotoactivación se caracteriza por ser un paso crucial en el proceso de restauración dental, ya que las propiedades mecánicas de la resina compuesta pueden ser afectadas negativamente cuando se descuida el uso de la luz. **Conclusión:** Es fundamental que el dentista comprenda los conceptos básicos de la fotoactivación y conozca las propiedades de la unidad de fotoactivación que utiliza en su consultorio, prestando atención a su mantenimiento periódico para monitorear si el dispositivo se encuentra en las condiciones adecuadas para su uso, evitando así, la ocurrencia de fallas prematuras en restauraciones dentales.

Descriptores: Fotoactivación; Unidades de Fotoactivación; Polimerización; Fotoativador.

INTRODUÇÃO

A consolidação da Odontologia Adesiva

ocorreu a partir do vínculo direto existente entre os materiais dentários fotopolimerizáveis e as fontes

de luz, também chamadas de aparelhos fotoativadores. Tais materiais, os fotopolimerizáveis e resinosos, necessitam da emissão de energia luminosa para conversão de monômeros, presentes na sua composição, em polímeros¹.

Nesse contexto, os compósitos resinosos são os materiais mais comumente utilizados para restaurações diretas em dentes anteriores e posteriores. Isso se deve, principalmente, às suas vantagens em comparação a outros materiais restauradores, que incluem: estética superior, boas propriedades físico-mecânicas e melhor controle do operador sobre o tempo de trabalho².

O processo de fotopolimerização, por sua vez, configura-se como uma etapa crítica na restauração a base de resina composta, sendo esta determinante para a obtenção das propriedades finais do material pretendidas pelo fabricante. Em outras palavras, a fotopolimerização correta é um dos requisitos básicos para garantir, a longo prazo, o sucesso clínico do tratamento restaurador, existindo, na literatura, uma relação direta entre a fotopolimerização inadequada da resina composta e a falha prematura da restauração³.

Uma ampla variedade de tipos e modelos de unidades fotoativadoras à base de luz visível estão disponíveis no mercado odontológico. Nesse âmbito, os aparelhos à base de diodos emissores de luz (LED) são os mais predominantemente requisitados nos dias atuais por serem bastante utilizados em virtude da demanda crescente de uma grande variedade de procedimentos clínicos que levou os fabricantes ao aperfeiçoamento tecnológico desses fotoativadores⁴.

Nesse cenário, tendo em vista que o processo de fotoativação da resina composta é um procedimento crucial para qualidade final da restauração, o objetivo do presente estudo foi percorrer, através de uma revisão de literatura, acerca dos conceitos básicos referentes ao processo de fotoativação e da química da polimerização, bem como sobre a evolução dos fotoativadores abordando vantagens, limitações e requisitos básicos que o aparelho deve apresentar para garantir um bom funcionamento e evitar consequências da subpolimerização dos materiais resinosos. Ademais, buscou-se discutir a respeito da importância do monitoramento periódico das unidades fotoativadoras, como também sobre as medidas de proteção que o clínico deve ponderar durante a fotoativação para minimizar riscos a longo prazo na prática odontológica.

MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo se trata de uma revisão de literatura elaborada através de um levantamento bibliográfico realizado pela pesquisa eletrônica nas bases de dados: Pubmed – *U.S National Library of*

Medicine, SciELO – *Scientific Electronic Library* e Google Acadêmico nos meses de julho e agosto de 2022.

Para a seleção das publicações, os seguintes descritores em português/inglês foram utilizados: fotoativação (*photoactivation*), unidades fotoativadoras (*light curing units*) e polimerização (*polymerization*). Além disso, para o rastreamento dos trabalhos relacionados ao tema proposto foi aplicado o sistema de formulário avançado “AND”. Outro recurso utilizado foi a procura manual em listas de referências de artigos selecionados.

Para a filtragem preliminar das publicações resultantes das estratégias de buscas aplicadas, foi realizada a leitura prévia do título e do resumo dos artigos resultantes da busca com a finalidade de obter um entendimento prévio acerca do assunto principal abordado.

Como critérios de inclusão, foram considerados: artigos cujo conteúdo se enquadrava no enfoque e objetivo do trabalho, bem como os mais pertinentes no que se refere à abrangência das informações desejadas. Ainda mais, foram analisados aspectos de disponibilidade integral do texto do estudo e clareza no detalhamento metodológico utilizado. Em contrapartida, os trabalhos que não exibiram relevância sobre o tema abordado foram excluídos.

Ao total, 41 produções foram consultadas e selecionadas para compor esta revisão, sendo 35 delas artigos científicos originais indexados nas bases de dados citadas e, as 6 restantes constituem livros da área odontológica que foram incluídos por apresentarem informações úteis e pertinentes para agregar no conteúdo deste trabalho.

REVISÃO DA LITERATURA

○ Fotopolimerização da resina composta

Ao decorrer do tempo, os processos de polimerização das resinas compostas sofreram modificações. Inicialmente, ocorria através de um método ativado por uma reação química desencadeada pela mistura de uma pasta base e catalisadora. Contudo, em decorrência dos aspectos negativos da ativação química, como a limitação do tempo de trabalho e a menor estabilidade de cor do material em longo prazo, posteriormente, esse processo foi sendo substituído pela fotoativação com a luz visível⁵.

O processo de polimerização da resina composta por fotoativação, por sua vez, é iniciado quando ocorre a sensibilização de uma molécula fotoativadora presente na massa resinosa, através de uma fonte de energia externa, no caso a luz. Na maioria das resinas compostas, essa molécula é canforoquinona que, quando exposta à luz num comprimento de onda entre 450 e 500 nanômetros (nm) (luz azul), absorve fótons. Na presença dos

fótons, são gerados radicais livres, os quais, ao colidirem com a amina, promovem a transferência de elétrons. Os radicais livres são moléculas reativas que, ao encontrarem os monômeros, promovem a quebra de ligações duplas do carbono, passando a formar um complexo radical monômero, capaz de reagir com outros monômeros e dar continuidade ao processo de polimerização das resinas^{6,7}.

Sequencialmente, à medida que a reação de polimerização ocorre, a concentração de monômeros disponíveis para novas ligações vai diminuindo. Por conseguinte, as cadeias poliméricas em crescimento têm dificuldade de se difundir cada vez mais pelo compósito resinoso, que inicialmente apresentava um aspecto similar a um gel e, posteriormente, apresenta-se semelhante a um plástico rígido representando o endurecimento característico da cura do material⁸.

Nesse âmbito, é válido destacar que uma fotopolimerização eficaz possui um grande impacto na obtenção de um alto grau de conversão de monômeros em polímeros e, consequentemente, em restaurações diretas de resina composta satisfatórias e com grande longevidade, visto que a polimerização desejável é substancial para alcançar propriedades mecânicas e função clínica efetiva do material restaurador^{7,9}.

A unidade fotoativadora, por sua vez, é designada como um aparelho que emite uma energia eletromagnética com comprimento de onda na faixa de 400 a 500nm, ou seja, uma luz azul visível capaz de ativar os agentes fotoiniciadores e estimular o processo de polimerização⁴. Logo, para atingir uma quantidade adequada de polimerização do material resinoso, os profissionais devem preconizar o uso de unidades fotoativadoras que ofereçam comprimentos de ondas corretos para cada resina composta^{10,11}.

○ Unidades fotoativadoras em odontologia

Diferentes aparelhos fotoativadores podem ser utilizados para a ativação das substâncias iniciadoras presentes na composição das resinas compostas, dentre eles: a luz halógena de quartzo tungstênio (QHT), arco de plasma, *laser* de argônio e o diodo emissor de luz (sigla LED do termo em inglês *light-emitting diode*)¹². Esses aparelhos fornecem variados espectros de emissão e comprimentos de onda da luz¹¹.

Durante muito tempo, as unidades fotoativadoras por luz halógena foram os equipamentos mais utilizados para a etapa de fotoativação das resinas compostas em razão da sua efetividade comprovada, ao custo relativamente baixo e por terem sido uma das precursoras unidades de luz visível disponíveis no mercado. Todavia, esses aparelhos apresentavam determinadas desvantagens, como a necessidade de cuidados e manutenção periódica, uma vez que

seus componentes eram propensos a degradação com o tempo⁴, além de não serem silenciosos e apresentarem um grande tamanho, dificultando seu manuseio ainda geravam calor de forma excessiva, induzindo seu aquecimento interno, o que demandava a necessidade de filtros térmicos de alto custo para resfriamento¹³.

Atualmente, dispositivos contendo lâmpadas de diodo emissor de luz (LED) são as de primeira escolha para fotoativação de resinas compostas devido sua capacidade de produzir mais luz e emitir menos calor⁹, o que reduz significativamente, a possibilidade de degradação dos componentes internos do aparelho ao longo do tempo, bem como a necessidade de filtros, já que a luz emitida apresenta um espectro de comprimento de onda próximo ao de absorção da canforoquinona, fotoiniciador mais encontrado nas resinas compostas fotopolimerizáveis¹⁴. Somado a essas características, a praticidade oferecida pelo *design* e a possibilidade de utilização de baterias recarregáveis favoreceu a preferência dos dentistas por esses dispositivos a base de LED⁴.

Neste contexto, nos últimos anos, as unidades de luz QHT e plasma deixaram de ser produzidas e as tecnologias LED mostraram contínua evolução até que novas gerações surgissem no mercado com maior energia e tempo de cura reduzido. Logo, os aparelhos de LED substituíram facilmente as unidades QHT devido ao seu espectro de comprimento de onda restrito e ideal para fotoativação da canforoquinona e sua expectativa de vida excedendo milhares de horas com menos geração de calor⁹.

Por sua vez, as unidades de fotoativação com LEDs podem ser classificadas como *monowaves* ou *poliwaves*¹⁵, a diferença entre essas duas categorias está justamente no comprimento de onda de luz emitida. Enquanto o aparelho LED *monowave* emite luz apenas no comprimento de onda do espectro azul (430nm a 470nm), ativando basicamente a canforoquinona como fotoiniciador, o aparelho LED *poliwave* é capaz de abranger não só o espectro da luz azul, como também emitir a luz violeta (395nm a 480nm), sendo eficiente para ativar além da canforoquinona, outros fotoiniciadores alternativos¹⁶.

○ Requisitos importantes de um fotoativador para uma polimerização adequada da resina composta

A máxima conversão de monômeros em polímeros caracteriza uma polimerização satisfatória da resina composta. Tal processo depende da luz que favorece a fotoativação de materiais resinosos, a qual deve atender a dois requisitos básicos: (1) característica da luz propriamente dita e interpretada como seu comprimento de onda; e (2) a quantidade de energia entregue nessa emissão de luz, e que é gerada pelo aparelho emissor. Essa energia é o

produto da intensidade de potência do aparelho e da variação do tempo de aplicação. Todavia, ela só pode ser captada pelo sistema de fotoiniciação existente na composição do material resinoso se for emitida em um determinado comprimento de onda com capacidade de sensibilizar os agentes fotoiniciadores presentes na resina composta. Isso ocorre porque cada fotoiniciador é sensibilizado por um ou por alguns comprimentos de onda específicos¹⁷.

○ Comprimento de onda

O comprimento de onda é uma característica da faixa espectral que determina a forma de propagação da luz. Inicialmente, os aparelhos LEDs emitiam faixas de comprimentos de ondas muito estreitas, contudo, com o seu aprimoramento ao decorrer nos anos, eles passaram a ter a capacidade de emitir faixas de comprimentos de onda mais amplas, sendo considerados luzes de amplo espectro luminoso, isto é, luzes capazes de sensibilizar um maior número de diferentes sistemas fotoiniciadores¹¹.

Nesse sentido, os aparelhos LEDs emitem luz azul com espectro de comprimento de onda próximo ao de absorção da canforquinona,¹⁴ fotoiniciador mais comumente utilizado nas resinas compostas e que apresenta um pico de absorção de luz no comprimento de onda em torno de 470nm¹¹.

Tendo em vista que, na maioria das resinas compostas, a canforquinona é o componente sensível à luz, que responde à irradiação originando os radicais livres que dão início ao processo de polimerização^{12,7}, uma unidade de fotoativação com uma intensidade de luz adequada com a máxima faixa de comprimento de onda de absorção da canforquinona é o principal fator na polimerização dessas resinas¹².

Em síntese, o espectro de luz emitido pelos aparelhos fotoativadores deve ser correspondente ao do estímulo do fotoiniciador presente no material restaurador, para que, a partir da luz proveniente desses equipamentos desencadeie-se uma reação química de polimerização das resinas compostas, transformando a massa de monômeros em polímeros, promovendo o endurecimento do material¹⁸.

De forma geral, nenhuma precaução ou técnica utilizada durante a fotoativação de resinas compostas terá relevância na garantia da adequada polimerização da resina composta, se o comprimento de onda da luz emitida pelo fotoativador não for capaz de excitar os fotoiniciadores presentes na resina composta, independentemente do tempo de exposição utilizado⁴.

○ Irradiância e exposição radiante

A irradiância, também denominada de emissão radiante, diz respeito à potência do

fotoativador dividida pela área de emissão da luz (área de seção transversa da ponteira) e, normalmente, é expressa em miliwatts por centímetro quadrado (mW/cm²). Essa é a medida de referência utilizada por fabricantes, pesquisadores e clínicos como uma forma genérica de qualificar o fotoativador e já foi bastante conhecida como intensidade de luz. A irradiância reflete a quantidade de fótons emitidos por uma fonte de luz, quanto maior a irradiância maior a quantidade de fótons emitidos⁴.

Em outras palavras, a irradiância é definida como a quantidade de luz distribuída numa determinada área e, eventualmente, pode interferir na qualidade final de cura dos materiais,¹⁵ exercendo influência nas propriedades mecânicas da resina composta, visto que está diretamente relacionada à taxa de conversão de monômero em polímero⁷.

Alguns autores apontam que a irradiância emitida pelas fontes de luz deve ser no mínimo de 300mW/cm² a 400mW/cm² para polimerizar adequadamente um incremento de 1,5 milímetros (mm) a 2mm de resina composta¹⁹.

Na Tabela 1 são apresentados diferentes valores de irradiância para uma polimerização adequada da resina composta atribuídos por variados autores, não existindo um consenso fixo na literatura atual.

Tabela 1 – Valores de irradiância encontrados na literatura

Barata et al. ¹ (2021)	
Recomendável	600mW/cm ² (com base na diretriz nº 48 da American National Standards Institute/American Dental Association (ANSI/ADA) (2004) concernente às fontes de luz)
Aceitável	-
Impróprio	-
Reis e Loguerio ⁴ (2021)	
Recomendável	500mW/cm ²
Aceitável	-
Impróprio	-
Souza-Junior et al. ²⁰ (2021)	
Recomendável	400mW/cm ²
Aceitável	Valores acima de 300mW/cm ²
Impróprio	Valores abaixo de 300mW/cm ²
Alshaafi et al. ²¹ (2016)	
Recomendável	Valor mínimo requerido de 400mW/cm ² para polimerização adequada de incrementos de 2mm de resina composta
Aceitável	-
Impróprio	-
Baratieri et al. ²² (2010)	
Recomendável	Valor mínimo requerido de 400mW/cm ² para polimerização adequada de incrementos de 2mm de resina composta
Aceitável	-
Impróprio	-
Caldarelli et al. ²³ (2011)	
Recomendável	Valor mínimo requerido de 400mW/cm ² para polimerização adequada de incrementos de 2mm de resina composta
Aceitável	-
Impróprio	-
Craig et al. ²⁴ (2012)	
Recomendável	Valor mínimo requerido de 400mW/cm ² para polimerização adequada de incrementos de 2mm de resina composta
Aceitável	-
Impróprio	-

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 1 (continuação) – Valores de irradiância encontrados na literatura

Gonçalves et al.25 (2013)	
Recomendável	600mW/cm ² (com base na diretriz n° 48 da American National Standards Institute/American Dental Association (ANSI/ADA) (2004) concernente às fontes de luz)
Aceitável	-
Impróprio	-
Shimokawa et al.26 (2016)	
Recomendável	500mW/cm ²
Aceitável	-
Impróprio	-
Torres et al.27 (2013)	
Recomendável	Valor mínimo requerido de 400mW/cm ² para polimerização adequada de incrementos de 2mm de resina composta
Aceitável	-
Impróprio	-
Reis e Loguerio13 (2007)	
Recomendável	Valor mínimo requerido de 400mW/cm ² para polimerização adequada de incrementos de 2mm de resina composta
Aceitável	-
Impróprio	-
Rúbio et al.15 (2021)	
Recomendável	Valor mínimo requerido de 400mW/cm ² para polimerização adequada de incrementos de 2mm de resina composta
Aceitável	-
Impróprio	-
Lima et al.19 (2016)	
Recomendável	Valor mínimo requerido de 300mW/cm ² a 400 mW/cm ² para polimerizar adequadamente um incremento de 1,5mm a 2mm de resina composta
Aceitável	-
Impróprio	-
Nassar et al.2 (2018)	
Recomendável	Valor mínimo requerido de 300mW/cm ² a 400 mW/cm ² para polimerizar adequadamente um incremento de 1,5mm a 2mm de resina composta
Aceitável	-
Impróprio	-
Price28 (2013)	
Recomendável	Valor mínimo requerido de 300mW/cm ² a 400 mW/cm ² para polimerizar adequadamente um incremento de 1,5mm a 2mm de resina composta
Aceitável	-
Impróprio	-
Correia et al.29 (2005)	
Recomendável	
Aceitável	201 e 399mW/cm ² com aumento do tempo de exposição
Impróprio	
Baldi et al.30 (2005)	
Recomendável	
Aceitável	
Impróprio	Valores abaixo de 200mW/cm ²

Fonte: Dados da Pesquisa

Sob outra perspectiva, quando se associa a irradiância ao tempo de exposição da luz sobre o material dentário tem-se a exposição radiante que é expressa em unidades de joule por área – joule por centímetro quadrado (J/cm²)³¹. A tabela 2 mostra diferentes valores de exposição radiante preconizados pelos autores encontrados na literatura.

Para atingir uma exposição radiante de 20J/cm², antigamente, era necessário fotoativar cada incremento de resina composta por 40 segundos (s), já que a maioria dos aparelhos de luz halógena oferecia uma irradiância de aproximadamente 500mW/cm² (0,5W/cm²), ou seja, 40s × 0,5W/cm² = 20J/cm². Já atualmente, como os fotoativadores apresentam maior emissão radiante, em torno de 1.000mW/cm² (1,0W/cm²),

uma exposição de 20 segundos é suficiente para depositar 20J/cm² (1,0W/cm² × 20s). Esse fenômeno, em que o aumento ou redução do tempo de exposição com o propósito de compensar a menor ou maior emissão radiante para resultar nos mesmos valores de exposição radiante (J/cm²) sem prejudicar as propriedades mecânicas, é conhecido como lei da reciprocidade de exposição⁴.

No caso das resinas compostas, se um fabricante indica que para uma espessura de 2mm, o seu material deva ser fotoativado por 40 a 60s a uma irradiância de 400mW/cm², subentende-se que a exposição radiante necessária seja de 16 a 24J/cm² (40-60s × 400mW/cm² = 16-24J/cm²). Portanto, caso o aparelho fotoativador apresente uma irradiância luminosa abaixo de 400mW/cm², as propriedades ideais da resina não serão atingidas, a não ser o operador aumente o tempo de exposição¹³.

Tabela 2 – Valores de exposição radiante encontrados na literatura

Autores/Ano	Valores de exposição radiante (J/cm ²)
Craig et al.24 (2012)	Um incremento típico de 2mm de espessura para uma restauração de resina composta requer uma exposição radiante de 8J/cm ² (400mW/cm ² × 20s = 8.000mW s/cm ²) para uma polimerização suficiente.
Anusavice32 (2005) Reis e Loguerio13 (2007)	Uma quantidade de energia radiante de aproximadamente 16.000 milijoules/cm ² (16 joules/cm ²) é necessária para uma camada de 2mm de resina.
Reis e Loguerio4 (2021)	Idealmente, os incrementos de resina composta para a técnica incremental devem ter no máximo 2mm de espessura para assegurar ótima polimerização, desde que a irradiância e o tempo de exposição totalizem uma densidade de energia em torno de 16 a 20J/cm ² .
André et al.10 (2018) Suliman et al.31 (2020)	Dependendo da marca e da tonalidade do composto resinoso, a exposição radiante necessária para polimerizá-lo adequadamente pode variar de 6 a 24J/cm ² para um incremento de 2mm.
Kopperud et al.33 (2017)	Uma faixa de exposição radiante típica necessária para curar suficientemente uma camada de polímero composto é relatada como cerca de 8-50J/cm ² . A exposição radiante necessária depende das características do material.
Par et al.34 (2019)	As energias radiantes necessárias para curar adequadamente uma camada de composto dependem do material e foram relatadas como variando entre 6 e 36J/cm ² .

Fonte: Dados da Pesquisa

Por outro lado, supondo que a irradiância seja superior a 400mW/cm² e obedecendo a lei da reciprocidade, as resinas compostas ao serem fotoativadas por 40 segundos com um aparelho com irradiância de 600mW/cm², por exemplo, receberão, da mesma forma, uma energia radiante de 24J/cm². Ou até mesmo um menor tempo de fotoativação pode ser suficiente, visto que essa mesma energia radiante também pode ser alcançada empregando um aparelho com irradiância de 1.200mW/cm² e 20 segundos de tempo de exposição⁴.

Dessa forma, os fabricantes deveriam, idealmente, ao invés do tempo de exposição, fornecer a exposição radiante necessária para polimerização do material resinoso, uma vez que aplicar o tempo de fotoativação recomendado pelo

fabricante não implica alcance das propriedades necessárias para uso clínico, pois dependem da irradiância emitida por cada aparelho fotoativador. Contudo, é válido destacar que existe um limiar no qual o aumento do tempo de exposição proporciona a compensação de baixos valores de irradiância da unidade de fotoativação¹³.

○ Importância do monitoramento periódico do aparelho de fotoativação

Para alcançar uma fotopolimerização adequada das restaurações em resina composta é de fundamental importância que seja realizada a manutenção e monitoramento regulares dos aparelhos fotoativadores.³³ Para isso, os dispositivos destinados a aferir a irradiância são denominados de radiômetros e a escala de medida mais comumente utilizada é a que mede a concentração de luz emitida expressa em mW/cm².³⁵

Sendo evidente que a irradiância luminosa é um fator crucial para a polimerização adequada das resinas compostas, cabe aos dentistas a preconização do uso de uma unidade de fotoativação com intensidade suficiente para polimerizar completamente o material resinoso.² Nesse âmbito, os radiômetros se apresentam como dispositivos de grande utilidade e importância por permitirem ao clínico avaliar se a potência do fotoativador está sofrendo redução ao longo do tempo devido à degradação dos componentes, já que o olho humano é incapaz de perceber diretamente qualquer redução na irradiância.⁴

○ Consequências da subpolimerização de restaurações com resina composta

A polimerização incompleta pode afetar de forma negativa as propriedades físicas da resina composta, causando a redução da resistência de união, o aumento do desgaste e a quebra, microinfiltração, toxicidade pulpar, cárie recorrente, instabilidade de cor e até mesmo diminuição da biocompatibilidade da restauração resinoso.^{16,31} Além disso, a deterioração marginal e a redução na resistência de união e dureza podem eventualmente ocorrer, levando à falha da restauração².

Rúbio et al.¹⁵ relatam que a subpolimerização de restaurações resinosas (<400mW/cm²) podem ter como resultado a ocorrência de fraturas, bem como a redução das propriedades mecânicas do material, como baixa resistência, aumento da sorção de água e instabilidade de cor da resina. Ademais, pode gerar irritação da polpa dental e facilitar a incidência de cáries secundárias de tal forma a diminuir a longevidade clínica das restaurações. Tais características poderão ser percebidas clinicamente através de alterações de cor, fendas na interface, microinfiltração, sensibilidade pós-operatória, trincas e favorecimento à fratura da coroa do dente¹⁶.

Sendo assim, em casos em que a restauração não recebe a irradiância adequada, pode ocorrer acúmulo de monômero residual, levando a um baixo grau de conversão de monômero em polímero, aumento da citotoxicidade, redução da dureza, diminuição no módulo de elasticidade, aumento do desgaste e ruptura das margens da restauração^{19,36}.

○ Riscos da fotoativação e medidas de proteção

O processo de fotoativação pode gerar alguns riscos, considerando que a luz emitida pelos aparelhos fotoativadores concentra-se entre o espectro azul e violeta, aproximando-se do comprimento de onda dos raios ultravioletas (UV) que são capazes de causar lesões aos olhos, tendo o risco relação com a intensidade de luz emitida pela lâmpada, a geometria radioativa, o grau em luz que é refletida e a utilização de proteção ocular.³³ Dessa maneira, as unidades de fotoativação podem causar danos oculares ao paciente, operador e equipe auxiliar²⁷.

Nessa situação, o fato se torna crítico pois, segundo a literatura, a maioria dos cirurgiões-dentistas fazem o uso de uma proteção ocular inadequada durante a realização dos procedimentos odontológicos como, olhar para longe da luz e utilizar apenas a viseira de proteção acoplada ao aparelho³³.

Rueggeberg et al.⁸ apontam que a luz azul é transmitida através dos meios oculares e absorvida pela retina. Nesse sentido, enquanto altos níveis de luz azul provocam a queima imediata e irreversível da retina, presume-se que a exposição crônica a baixos níveis de luz azul leve ao envelhecimento e degeneração acelerados da retina e possa acelerar a degeneração macular relacionada à idade.

Portanto, para o uso de fotoativadores, preconiza-se a utilização de óculos ou anteparos de cor alaranjada com densidade óptica suficiente para filtrar a luz azul. A densidade óptica, representa a capacidade que uma lente possui de impossibilitar a passagem das ondas luminosas prejudiciais para os olhos, é calculada em relação ao valor de máxima exposição permitida para cada tipo de fonte luminosa. Os óculos de proteção ou anteparos, por sua vez, garantem um alto grau de conforto para o profissional, permitindo que ele visualize, de maneira direta, o local de aplicação da luz. A lente protetora deve absorver a maior parte da luz azul e transmitir o restante da radiação visível para que o campo de trabalho possa ser observado²⁷.

Para melhor elucidação, a figura 1-a evidencia a luz azul refletida da ponteira de polimerização, o que, muitas vezes, impossibilita que o dentista observe a direção do procedimento. Geralmente, se um óculos bloqueador de luz azul não for usado, o dentista terá que desviar o olhar durante a fotoativação (figura 1-b), possivelmente

resultando em uma ponteira desalinhada. Sendo assim, em uma situação ideal, o dentista deve ser protegido da luz azul com uma viseira de proteção (*light shield*) (figura 1-c) ou um óculos de proteção capaz de filtrar a luz azul (*blue blocker*) (figura 1-d), para observar o procedimento de fotoativação adequadamente³⁷.



Figura 1 – Fotografias ilustrativas de diferentes circunstâncias durante o processo de fotoativação. (a) A intensa reflexão da área alvo durante a fotoativação de uma restauração é geralmente um fator de distração para o clínico. (b) A proteção limitada fornecida pela viseira protetora laranja acoplada ao próprio fotoativador não é eficaz na maioria das posições de fotoativação e o clínico normalmente desvia o olhar. Ademais, o pequeno tamanho da viseira laranja na luz de polimerização não protege outros profissionais clínicos nas proximidades da exposição ocupacional à luz azul. (c) Uma viseira facial protetora ou (d) óculos alaranjados podem ser utilizados com a finalidade de proteger o operador de toda a luz azul refletida, permitindo assim que o clínico observe com segurança o que está fazendo (Fonte: Mutluay et al.³⁷).

DISCUSSÃO

A contínua evolução e substituição progressiva dos aparelhos de fotoativação são corroboradas por um estudo realizado por Caldarelli et al.²³ que abordou os variados tipos de fotoativadores existentes, bem como sua evolução e aplicação clínica. A metodologia do trabalho fundamentou-se na elaboração de uma revisão de literatura com o intuito de avaliar, desde a década de 60, a evolução dos dispositivos fotoativadores encontrados no mercado. De acordo com esse estudo, foi constatado que as resinas compostas fotopolimerizáveis representaram um avanço no que tange aos materiais restauradores na odontologia, apresentando grande vantagem quando comparadas aos materiais autopolimerizáveis e, quando se observou as condições dos aparelhos fotoativadores, verificou-se que a intensidade da luz exercia influência direta no sucesso clínico da fotopolimerização. E, na época da publicação, apesar dos aparelhos de luz visível da lâmpada halógena ainda serem utilizados, eles já possuíam forte tendência de substituição pela tecnologia a base de LEDs, o que corresponde a atual realidade.

Nesse cenário, o uso de materiais resinosos tem aumentado significativamente na prática clínica odontológica. Isso se deve, basicamente, às vantagens estéticas e funcionais proporcionadas por esses materiais dentários.²⁰ Diante disso, torna-se evidente que a fotoativação caracteriza-se como uma etapa crucial no processo restaurador dentário, uma vez que as propriedades mecânicas da resina composta podem ser afetadas

negativamente quando o uso da luz é negligenciado³⁸.

Desse modo, para que não ocorra o comprometimento do sucesso clínico de uma restauração com material resinoso, os dispositivos fotoativadores que são propensos à perda de rendimento, devem estar em condições ideais de uso para proporcionarem uma fotoativação adequada. Todavia, na maioria das vezes, isso não corresponde à realidade encontrada³⁹.

Consequentemente, a deficiência na potência da luz, por sua vez, pode gerar como características indesejáveis a má funcionalidade das resinas compostas, gerando uma maior chance de infiltração marginal e uma redução das propriedades mecânicas pela polimerização que não consegue ser suficiente nas camadas mais profundas podendo ocasionar fraturas. Essas possíveis infiltrações podem colaborar com a entrada de microrganismos e com o acúmulo deles ocorre o desenvolvimento de cáries secundárias⁴⁰.

Os autores Reis e Loguercio⁴ inferem que uma camada com espessura de 2mm de resina composta, é necessária uma exposição radiante de aproximadamente 16 a 24J/cm² para garantir uma polimerização adequada desse material, isso praticamente já é um consenso entre pesquisadores. Em contrapartida, Suliman et al.³¹ afirmam que a quantidade de energia necessária para polimerizar adequadamente as resinas compostas pode variar dependendo da marca e tonalidade do compósito resinoso, podendo ser necessária uma variação de dose de energia de 6 a 24J/cm² para um incremento de 2mm do material resinoso. Por outro lado, Assaf et al.⁹ confirmam que são necessários cerca de 8 a 50J/cm² para curar eficientemente uma camada de compósito resinoso. Portanto, existe uma grande variedade de autores que sugerem diversos valores de exposição radiante (tabela 2) para uma polimerização adequada de resina composta, porém percebe-se que tais valores sofrem influência conforme as próprias características do compósito resinoso, bem como pela espessura da camada do material.

Quanto à emissão de irradiância do fotoativador, os autores Nassar et al.² e Price²⁸ recomendam um valor mínimo de 300mW/cm². Já Gonçalves et al.²⁵ (2013) indicam que para obter as características apropriadas das resinas compostas, a maioria dos fabricantes preconiza o uso de uma irradiância luminosa mínima de 400mW/cm² associada a um tempo de exposição entre 20 e 40 segundos. Por outro lado, para Reis e Loguercio⁴, o fotoativador deve oferecer uma emissão radiante com valor mínimo de 500mW/cm².

De acordo com a diretriz n° 48 da ANSI/ADA referente às fontes de luz na odontologia, a irradiância mínima aceitável quando

se utilizam as fontes de luz à base de tecnologia LED foi definida em 600mW/cm^2 , pois esses aparelhos, especificamente, requerem menor tempo de exposição¹. Dentro desse contexto, Marson et al.⁴¹ afirmam que irradiância acima de 600mW/cm^2 nem sempre podem ser consideradas ótimas, uma vez que a depender do tempo de exposição, pode provocar danos, como o comprometimento da integridade marginal das restaurações, devido ao alto grau de reação das resinas compostas, gerando estresse de contração.

Posto isso, na literatura, não existe um padrão de irradiância mínima preconizada (tabela 1). Determinados estudos relatam que o mínimo valor deve ser de 500mW/cm^2 e outros de 400mW/cm^2 e recomendam que os fotoativadores tenham uma irradiância elevada para que consiga percorrer toda a extensão do material. Contudo, fatores como o nível de bateria e características da ponteira do aparelho fotoativador (tipo, tamanho e distância da restauração) podem fazer com que essa medida diminua¹⁶.

De qualquer forma, é fundamental que o dentista conheça a irradiância emitida pelo fotoativador que está usando para seus procedimentos odontológicos.³¹ De modo geral, um radiômetro odontológico portátil mede apenas a irradiância fornecida na extremidade da ponteira da unidade de fotoativação e não a exposição radiante recebida pela restauração¹⁰. Dessa forma, muitos fabricantes fornecem informações sobre a irradiância medida apenas na ponteira do fotoativador que não corresponde àquela entregue à restauração, visto que a superfície superior da camada de compósito geralmente está a poucos milímetros da ponteira do aparelho (1-8mm) causando uma redução na irradiância fornecida à resina³¹.

No que se refere aos riscos do processo de fotoativação, Reis e Loguerio⁴ ratificam que é importante que o operador observe o procedimento durante todo o tempo de exposição luminosa, pois estudos mostram que menores valores de exposição radiante (J/cm^2) são depositados na resina composta quando o operador não está observando sua atividade. Para isso, é indispensável o uso de protetores visuais contra a luz azul, como óculos de proteção próprios na cor laranja ou mesmo barreiras de cor laranja acopladas a ponteira dos fotoativadores.

Além dos óculos bloqueadores de luz azul (do inglês "*blue blocker*") também podem ser utilizadas viseiras protetoras (do inglês "*light shield*"). Mesmo quando o dentista instantaneamente desvie o olhar depois de acionar a luz de polimerização, a exposição acumulada em um dia pode ultrapassar o limite máximo de exposição diária de acordo com as diretrizes da

Comissão Internacional sobre Proteção contra Radiação Não-Ionizante (ICNIRP)³⁷.

Diante das informações expostas, torna-se evidente que o desempenho clínico e a longevidade das restaurações de resina composta são dependentes de variados fatores que, predominantemente, estão relacionados ao uso e eficácia das unidades fotoativadoras². Portanto, é fundamental o entendimento a respeito da cinética do processo de fotopolimerização e sua relação direta com a emissão de energia luminosa, uma vez que a densidade, intensidade ou irradiância de potência, o tempo de exposição e a correlação entre o espectro de luz emitido pelo aparelho fotoativador e o espectro de absorção do seu fotoiniciador estão relacionadas integralmente às fontes de luz¹.

CONCLUSÃO

Através da literatura consultada neste estudo, foi possível concluir que a etapa de fotoativação durante o procedimento restaurador possui relevante impacto para a obtenção das propriedades físico-mecânicas do material resinoso e, conseqüentemente, para uma melhor funcionalidade e maior longevidade da restauração.

Portanto, é imprescindível que o cirurgião-dentista tenha entendimento acerca dos conceitos básicos de fotoativação, bem como conheça as propriedades da unidade fotoativadora usada no seu consultório para os procedimentos clínicos, atentando-se em realizar sua manutenção com periodicidade a fim de monitorar se o aparelho está em uma condição de uso adequada, evitando assim, a ocorrência de falhas prematuras em restaurações dentárias.

Adicionalmente, é válido destacar que apesar da fotoativação de materiais dentários ser bastante simples e de fácil execução, a classe odontológica deve ter uma maior cautela e não negligenciar o uso de medidas de proteção durante os ciclos de ativação luminosa, como o uso de óculos de proteção bloqueadores de luz azul. Isso reduz os riscos, a longo prazo, aos quais estão expostos o profissional e a equipe auxiliar, como também garante a execução de protocolos clínicos com maior segurança na prática odontológica.

REFERÊNCIAS

1. Barata TJ, Carvalho ICR, Uchoa-Junior FA, Firmiano TC, Oliveira AP, Freitas GC, et al. Fuentes de luz de uso clínico en el pre grado: 7 años de seguimiento. Rev Estomatol Herediana [online]. 2021;31(1):37-43.
2. Nassar HM, Ajaj R, Hasanain F. Efficiency of light curing units in a government dental school. J Oral Sci. 2018;60(1):142-46.
3. Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-curing units: a review of what we need to know. J Dent Res. 2015;94(9):1179-86.

4. Reis A, Loguercio AD. Materiais dentários diretos: dos fundamentos à aplicação clínica. Rio de Janeiro: Santos; 2021.
5. Schneider AC, Mendonça MJ, Rodrigues RB, Busato PMR, Camilotti V. Influência de três modos de fotopolimerização sobre a microdureza de três resinas compostas. *Polímeros*. 2016;26:37-42.
6. Hamerski F, Celant RB, Mello AMD, Mello FAZ. Resina composta: fotopolimerização relacionada com microinfiltração. *Gestão & Saúde*. 2015;13:1-10.
7. Silva FJV, Silva EL, Januário MVS, Vasconcelos MG, Vasconcelos RG. Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *Salusvita*. 2017;36(1):187-203.
8. Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz Oral Res*. 2017;31:64-91.
9. Assaf C, Fahd JC, Sabbagh J. Assessing dental light-curing units' output using radiometers: a narrative review. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2020;10(1):1-8.
10. André CB, Nima G, Sebold M, Giannini M, Price RB. Stability of the light output, oral cavity tip accessibility in posterior region and emission spectrum of light-curing units. *Oper Dent*. 2018;43(4):398-407.
11. Price RBT. Light curing in dentistry. *Dent Clin North Am*. 2017;61(4):751-78.
12. Omid BR, Gosili A, Jaber-Ansari M, Mahdkhah A. Intensity output and effectiveness of light curing units in dental offices. *J Clin Exp Dent*. 2018;10(6):e555-e560.
13. Reis A, Loguercio AD. Materiais dentários diretos: dos fundamentos à aplicação clínica. São Paulo: Santos; 2007.
14. Lee HM, Kim SC, Kang KH, Chang NY. Comparison of the bonding strengths of second- and third-generation light-emitting diode light-curing units. *Korean J Orthod*. 2016;46(6):364-71.
15. Rúbio GR, Lopes Júnior A, Nobre CFA, Freitas MIM, Fraga MAA, Finck NS. The influence of translucent barriers on the effectiveness of dental light curing. *Res Soc Develop*. 2021;10(7):p.e53910716713.
16. Bezerra ALCA, Dias TJC, Durão MA, Monteiro GQM, Gomes ASL. Avaliação do nível de conhecimento de acadêmicos de Odontologia sobre fotopolimerização. *Rev ABENO*. 2021;21(1):1065.
17. Karacolak G, Turkun LS, Boyacioglu H, Ferracane JL. Influence of increment thickness on radiant energy and microhardness of bulk-fill resin composites. *Dent Mater J*. 2018;37(2):206-13.
18. Guimarães GF, Marcelino E, Cesarino I, Vicente FB, Grandini CR, Simões RP. Minimization of polymerization shrinkage effects on composite resins by the control of irradiance during the photoactivation process. *J Appl Oral Sci*. 2018;26:e20170528.
19. Lima ALX, Souza PH, Amorim DMG, Caldas SGFR, Galvão MR. Avaliação do grau de conversão de resinas compostas fotoativadas em diferentes tempos e potências. *RFO*. 2016;21(2):219-33.
20. Souza-Junior JHN, Andrade AF, Volpato LER, Tonetto MR, Silva Junior AR, Hirata BS. Evaluation of the light intensity emitted by the light-curing devices of a dental school clinic in the north of Brazil: a pilot study. *J Health Sci*. 2021;23(1):68-71.
21. AlShaafi MM, Harlow JE, Price HL, Rueggeberg HL, Labrie D, AlQahtani MQ, et al. Emission characteristics and effect of battery drain in "budget" curing lights. *Oper Dent*. 2016;41(4):397-408.
22. Baratieri LN, Monteiro Jr S, Melo TS, et al. *Odontologia Restauradora – Fundamentos e Técnicas (Volume 1)*. Rio de Janeiro: Santos; 2010.
23. Caldarelli PG, Beltrani FC, Pereira SK, Cardoso SA, Hoepfner MG. Aparelhos fotopolimerizadores: evolução e aplicação clínica – uma revisão da literatura. *Odontol Clín-Cient*. 2011;10(4):317-21.
24. Craig RG, Powers JM, Sakaguchi RL. *Materiais dentários restauradores*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2012.
25. Gonçalves LS, Gonçalves MB, Martins MM, Freitas GC, Lopes LG, Barata TJE. Clinical effectiveness of light-curing units of the School of Dentistry of the Federal University of Goiás. *RSBO*. 2013;10(3):228-33.
26. Shimokawa CAK, Turbino ML, Harlow JE, Price HL, Price RB. Light output from six battery operated dental curing lights. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2016;69:1036-42.
27. Torres CRG, Torres ACM, Borges AB, Gomes APM. *Odontologia Restauradora - Estética e Funcional: Princípios para a Prática Clínica*. São Paulo: Santos; 2013.
28. Price RB. Avoiding Pitfalls When Using a Light-Curing Unit. *Compend Contin Educ Dent*. 2013;3(4):304-5.
29. Correia IB, Teixeira HM, Nascimento ABL, Costa SX, Galindo RM, Azevedo LM, et al. Avaliação da intensidade de luz, da manutenção e do método de utilização dos fotopolimerizadores utilizados nos consultórios da cidade de Caruaru - PE. *Rev Odontol UNESP*. 2005;34(3):113-18.
30. Baldi RL, Teider LD, Leite TM, Martins R, Delgado LAC, Pereira SK. Intensidade de luz de aparelhos fotopolimerizadores utilizados no curso de odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa. *UEPG Ci Biol Saúde*. 2005;11(1):39-46.
31. Suliman AA, Abdo AA, Elmasmari HA. Training and experience effect on light-curing efficiency by dental practitioners. *J Dent Educ*. 2020;84(6):652-59.
32. Anusavice KJ. *Phillips - Materiais Dentários*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
33. Kopperud SE, Rukke HV, Kopperud HM, Bruzell EM. Light curing procedures – performance,

- knowledge level and safety awareness among dentists. J Dent. 2017;58:67-73.
34. Par M, Repusic I, Skenderovic H, Milat O, Spajic J, Tarle Z. The effects of extended curing time and radiant energy on microhardness and temperature rise of conventional and bulk-fill resin composites. Clin Oral Investig. 2019;23(10):3777-788.
35. Ribeiro RAO, Lima FFC, Lima IM, Nascimento ABL, Teixeira HM. Avaliação da intensidade de luz e da manutenção dos aparelhos fotopolimerizadores utilizados em clínicas odontológicas da cidade do Recife-PE. Rev Odontol UNESP. 2016;45(6):351-55.
36. Tongtaksin A, Leevailoj C. Battery charge affects the stability of light intensity from light-emitting diode light-curing units. Oper Dent. 2017;42(5):497-504.
37. Mutluay MM, Rueggeberg FA, Price RB. Effect of using proper light-curing techniques on energy delivered to a Class 1 restoration. Quintessence Int. 2014;45(7):549-56.
38. Shimokawa CAK, Turbino ML, Giannini M, Braga RR, Price RB. Effect of light curing units on the polymerization of bulk fill resin based composites. Dent Mater. 2018;34(8):1211-21.
39. Freitas SAA, Costa JF, Bauer JRO. Avaliação da intensidade da luz dos aparelhos fotopolimerizadores utilizados em clínicas odontológicas de São Luís – MA. Rev Pesq Saúde. 2011;12(2):27-31.
40. Scariot RC, Calza JV, Casali JL. Abordagem dos cirurgões dentistas em relação a fotopolimerização de resinas compostas. J Oral Investig. 2017;6(1):38-49.
41. Marson FC, Mattos R, Sensi LG. Avaliação das condições de uso dos fotopolimerizadores. Dentística. 2010;9(19):15-20.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Rodrigo Gadelha Vasconcelos

Universidade Estadual da Paraíba

Av. Coronel Pedro Targino,

58233-000 Araruna-PB, Brasil.

E-mail: rodrigogadelhavasconcelos@yahoo.com.br

Submetido em 08/09/2022

Aceito em 30/09/2023