

Fatores que determinam a fotopolimerização adequada das restaurações de resina composta

Factors that determine the proper photopolymerization of composite resin restorations

DOI:10.34119/bjhrv6n4-195

Recebimento dos originais: 03/07/2023

Aceitação para publicação: 04/08/2023

Olívia Maria de Carvalho Figueiredo

Mestranda em Odontologia

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: Av. dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga, São Luís - MA, CEP: 65080-805

E-mail: figueiredo.olivia22@gmail.com

Daniel Coelho de Carvalho

Mestranda em Odontologia

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: Av. dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga, São Luís - MA, CEP: 65080-805

E-mail: danielc.decarvalho@gmail.com

Bruna Ramos da Costa

Mestranda em Odontologia

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: Av. dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga, São Luís - MA, CEP: 65080-805

E-mail: brunacosta100808@gmail.com

Nádia Vanessa de Carvalho Figueirêdo

Mestranda em Odontologia

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: Av. dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga, São Luís - MA, CEP: 65080-805

E-mail: vanessacf1989@gmail.com

Darlon Martins Lima

Doutor em Dentística Restauradora

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: Av. dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga, São Luís - MA, CEP: 65080-805

E-mail: darlon.martins@ufma.br

Leilly Macedo Firoozmand

Doutora em Odontologia Restauradora

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: Av. dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga, São Luís - MA, CEP: 65080-805

E-mail: leilly.firoozmand@ufma.br

RESUMO

Introdução: A relação entre os materiais resinosos e como se divide a Odontologia Adesiva está intimamente ligada às unidades de luz e seus mecanismos de fotoativação. Objetivo: Elencar

os fatores que influenciam a fotopolimerização dos materiais resinosos, garantindo a qualidade e a longevidade dos tratamentos restauradores. **Material e método:** Foi realizada uma revisão narrativa da literatura. Os critérios de inclusão foram: trabalhos publicados de 2010 até 2021, estudos que tratavam dos fatores que influenciam a fotopolimerização de materiais resinosos, relato de casos, revisão, revisão sistemática, ensaio clínico randomizado e textos completos gratuitos relevantes ao objetivo da pesquisa. **Resultados:** Os fatores que influenciam a fotopolimerização variam entre: a potência do aparelho e o comprimento de onda ideal para ativar o fotoiniciador. Sendo assim, dentre os fotopolimerizadores desenvolvidos e lançados no comércio, encontram-se os MONOWAVE (460 nm) e os POLYWAVE (395-480nm). Além disso, fatores tais como tempo de exposição dos materiais resinosos e o grau de conversão dos monômeros em polímeros são de extrema importância para o sucesso dos procedimentos. A irradiância, colimação e tipo de ponta de cada aparelho; a ergonomia da unidade ao se manuseá-la no dia-a-dia clínico, para que propriedades mecânicas e físicas das resinas compostas adequadas sejam alcançadas; finalizando com a manutenção e biossegurança no uso destes. **Conclusão:** A escolha do fotopolimerizador deve estar intimamente à potência do equipamento, e sua eficiência, durabilidade, confiabilidade e estética. Para isto, os fotopolimerizadores têm acompanhado o ritmo de evolução das resinas compostas com os aparelhos polywave.

Palavras-chave: odontologia, luzes de cura dentária, resinas compostas.

ABSTRACT

Introduction: The relationship between resin materials and how Adhesive Dentistry is divided is closely linked to light units and their photoactivation mechanisms. **Objective:** List the factors that influence the photopolymerization of resin materials, ensuring the quality and longevity of restorative treatments. **Methodology:** A narrative review of the literature was carried out. **Inclusion criteria were:** works published from 2010 to 2021, studies dealing with factors that influence the photopolymerization of resin materials, case reports, review, systematic review, randomized clinical trial and free full texts relevant to the purpose of the research. **Results:** The factors that influence photopolymerization vary between: device power and the ideal wavelength to activate the photoinitiator. Therefore, among the photopolymerizers developed and commercially launched, there are MONOWAVE (460 nm) and POLYWAVE (395-480 nm). In addition, factors such as exposure time of resin materials and the degree of conversion of monomers into polymers are extremely important for the success of the procedures. The irradiance, collimation and tip type of each device; the ergonomics of the unit when handling it in the clinical day-to-day, so that the mechanical and physical properties of the appropriate composite resins are achieved; ending with the maintenance and biosafety in their use. **Conclusion:** The choice of curing light must be closely related to the power of the equipment, its efficiency, durability, reliability and aesthetics. For this purpose, photopolymerizers have followed the pace of evolution of composite resins with polywave devices.

Keywords: dentistry, dental healing lights, composite resins.

1 INTRODUÇÃO

A relação entre os materiais resinosos e como hoje divide-se a Odontologia Adesiva está intimamente ligada às unidades de luz e seus mecanismos de fotoativação. A Odontologia Adesiva pode ser subdivida em Preventiva e nesse quesito os selantes resinosos tem um papel

fundamental, em Restauradora com todos os materiais resinosos que reconstruem a forma e função da estrutura dental perdida por inúmeras causas e a Estética e Cosmética com a harmonização dessas restaurações trazendo beleza aos sorrisos. E tudo isso deve ser bem executado e as unidades de luz conhecidas como LED`s polywave combinam dois ou mais chips de LED`s em diferentes espectros de luz que são perfeitamente compatíveis com esses materiais, onde podemos citar Bluephase (Ivoclar Vivadent) e o VALO® Cordless (Ultradent) (SILVA *et al.*, 2021).

Embora pareçam procedimentos simples e corriqueiros, negligenciar as propriedades das unidades fotopolimerizadores pode acarretar em insucesso. O material resinoso pode sofrer alterações como a degradação da matriz orgânica, absorção de água e menor resistência ao desgaste. O que acarreta em insucesso das técnicas de odontologia adesiva, desencadeando processos de sensibilidade pós-operatória, aumento da porosidade, menor biocompatibilidade, dentre outros, o que afeta a longevidade das restaurações dentárias (LIMA JUNIOR *et al.*, 2022).

Neste sentido devem ser considerados os fatores de determinam a fotopolimerização adequada e são elas: a irradiância, o espectro de emissão de luz do equipamento, o tempo e o modo de exposição do material à luz, o posicionamento da ponta condutora de luz e a condição dos componentes do aparelho emissor de luz. A polimerização insuficiente é caracterizada por um baixo grau de conversão que produz reações biológicas adversas e reduz as propriedades físico-mecânicas dos materiais resinosos (AL-ZAIN *et al.*, 2018).

Levando em consideração todas essas propriedades, vários fatores devem ser observados quanto à escolha de um aparelho de fotopolimerização. Deve ser ponderado: a função a que este fotopolimerizador irá desempenhar, assim como, que tipo de material será realizada a cura, ou seja a fotoativação destes materiais fotossensíveis à luz. A longevidade dos trabalhos odontológicos que se utilizam desses compósitos resinosos está diretamente relacionada com o processo de polimerização, que depende da fonte de luz utilizada e das condições de fotoativação (PRICE *et al.*, 2015).

Contudo, o objetivo deste trabalho foi buscar facilitar o entendimento dos fotopolimerizadores existente no mercado e elencar quais são os fatores que influenciam a fotopolimerização dos materiais fotossensíveis de uma maneira geral, comprometendo a qualidade e a longevidade dos tratamentos restauradores. Este princípios auxiliaram o cirurgião-dentista na escolha da melhor unidade de fotopolimerização para realizar seus procedimentos odontológicos com segurança e eficiência.

2 METODOLOGIA

Este estudo apresenta uma revisão narrativa da literatura, onde foram realizadas buscas bibliográficas em março de 2022, nos portais eletrônicos PubMed e Scientific Electronic Library Online (Scielo) usando os seguintes descritores (MeSH): “Dental Curing Lights” AND “Cure composites”.

Os critérios de inclusão para esta revisão narrativa foram: estudos publicados de 2010 até 2021; estudos nos idiomas inglês e português; estudos que tratavam dos fatores que influenciam a fotopolimerização de materiais resinosos, incluídos estudos do tipo relato de casos, revisão, revisão sistemática, ensaio clínico randomizado e textos completos gratuitos relevantes ao objetivo da pesquisa.

Os critérios de exclusão foram: artigos incompletos, artigos duplicados e estudos que não se apresentaram pertinentes ao tema. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram encontrados 39 artigos que referenciam o tema da busca. Selecionados 27 artigos para leitura dos títulos e resumos, sendo 23 para leitura completa. Por fim foram escolhidos avaliados e 19 artigos para compor esta revisão, o restante eram artigos incompletos, artigos duplicados e estudos que não se apresentaram pertinentes ao tema..

Os trabalhos selecionados apresentaram a temática elencada para a pesquisa e foram discutidos nos seguintes tópicos: potência do fotopolimerizador; tempo de exposição ; irradiância, colimação e ponta do fotopolimerizador; fotoiniciadores; fotopolimerizadores Monowave e Polywave; ergonomia da unidade de fotopolimerizadora; grau de conversão; manutenção dos fotopolimerizadores; e biossegurança no uso do fotopolimerizador

3 RESULTADO

Na escolha de uma unidade fotopolimerizadora devem ser correlacionados os fatores que contribuem para que um material resinoso tenha sucesso em sua cura. Não adianta ter materiais resinosos que prometem uma boa estabilidade de cor, resistência à compressão flexão e desgaste e um bom polimento, se a unidade fotoativadora não entre a potência necessária, em um menor tempo de exposição, com uma ergonomia que permita ao cirurgião-dentista trabalhar e entregar a energia para a cura adequada do material (LIMA JUNIOR *et al.*, 2022).

Daqui em diante será abordado todos esses aspectos de forma que ao final o cirurgião-dentista tenha condições de realizar sua escolha e ter sucesso clínico em sua prática diária.

3.1 POTÊNCIA DO FOTOPOLIMERIZADOR

Os fabricantes de fotopolimerizadores anunciam muitas vezes as infinitas possibilidades de cura de vários materiais, independente da distância da ponta do fotopolimerizador ao material e do tipo de material, e os fabricantes de compósitos vendem seus produtos, especificando o tempo de exposição que muitas vezes não coincidem com o que é colocado nos manuais de instrução dos aparelhos de fotopolimerização (RUEGGERBERG, 2011).

A Potência do fotopolimerizador é a medida de valor da energia que o aparelho emite ou aquela que os fabricantes determinam que o mesmo tem a possibilidade de executar. Então pensando nisso e nas diversas aplicações no dia a dia do dentista, várias marcas, criam fotopolimerizadores que podem chegar a prometer potência de 1000 a 3200 mW/cm², a isso chamamos de densidade de potência e atende a um espectro de luz que fica entre 400 e 500 nanômetros (ALMEIDA JÚNIOR *et al.*, 2018)..

A intensidade da luz ou densidade de potência que é a quantidade de luz emitida pela unidade fotopolimerizadora pode ser medida por um aparelho que se chama radiômetro, que não é muito confiável, mas é a forma que se mede a potência de saída dessa luz nesses aparelhos (LIMA JUNIOR *et al.*, 2019).

Os aparelhos de fotopolimerizadores tiveram uma evolução ao longo do tempo e tiveram suas características melhoradas conforme a necessidade clínica das técnicas e dos materiais que necessitam da luz para terem a cura de forma uniforme e eficaz (Quadro 1).

Quadro 1 – Evolução dos fotopolimerizadores e suas características.

Tipo de Fotopolimerizador	Características do Fotopolimerizador	Espectro de Luz	Potência
Luz halógena de quartzo-tungstênio	Tecnologia de Baixo Custo; Vida útil: 40-50 h; Emissão de calor.	380 -510 nm	400-500 mW/cm ²
Arco de plasma e laser de argônio	Tecnologia de alto custo; Contração de polimerização; Danos ao tecido pulpar;	488 - 514 nm	800 mW/cm ²
Led de 1ª geração	Tecnologia de baixo custo; São mais leves, duráveis, silenciosos, ergonômicos; Geram menos calor;	470 nm	Baixa potência: 75 a 150 mW/cm ²
Led de 2ª e 3ª geração	Tecnologia de alto custo; Maior potência e profundidade de cura. Ausência de aquecimento no tecido pulpar.	400-500 nm	Acima de 1000 mW/cm ²

Fonte: Bertolo *et al.*, 2017.

3.2 TEMPO DE EXPOSIÇÃO

Há uma grande confusão quando se tem a necessidade de combinar uma luz de cura com um material que é sensibilizado a ela. O dentista não tem a certeza de quanto tempo deve-se expor cada tipo de material à luz para que a polimerização seja efetiva (PRICE *et al.*, 2020).

As unidades de fotopolimerização vêm com uma programação de tempo e para cada quantidade de tempo se faz a fotoativação de um incremento. Assim, convencionou-se que um incremento de resina de 2 mm de espessura necessita de uma energia total de 16J/cm². Uma regra simples a saber é que para uma polimerização ideal, a energia total e sua densidade devem ser iguais a 16J/cm². Considerando que os aparelhos fotopolimerizadores podem ser das seguintes potências em média: 400 mW/cm², 800mW/cm² e de 1600 mW/cm². Logo, será preciso, um tempo de exposição igual a 40 segundos, 20 segundos e 10 segundos respectivamente. Dessa forma, as dúvidas sobre o tempo de fotopolimerização, de exposição a luz serão menores (RUEGGEBERG, 2011).

O que há na literatura são opiniões controversas sobre o tempo de exposição à luz para que haja a cura dos materiais e dependendo das especificidades de cada um, de acordo com os fabricantes, o cirurgião-dentista se utiliza da proporção descrita acima e alia a potência do fotopolimerizador, o tempo em que cada fabricante determina e a técnica de incremento que cada material exige, além é claro das características biológicas e mecânicas que cada situação lhe coloca (PRICE *et al.*, 2020).

3.3 IRRADIÂNCIA, COLIMAÇÃO E PONTA DO FOTOPOLIMERIZADOR

Outra propriedade importante a ser analisada na fotopolimerização é a irradiância dos fotopolimerizadores, que é um fator importante para a polimerização adequada, pois se trata da quantidade de energia que chega ao material a ser ativado pela luz. Alguns fatores determinam essa energia como por exemplo os fatores relacionados à colimação (BERTOLO *et al.*, 2017).

A colimação da luz é a não dispersão de luz da ponta do fotopolimerizador e o fundo da cavidade ou ao incremento de resina mais distante da fonte de luz, essa propriedade chama atenção para a forma como a unidade de fotoativação está sendo operada no sentido da direção da luz, da angulação do feixe de luz e da distância da luz ao material a ser ativado (MORIMOTO *et al.*, 2016) (FIROOZMAND *et al.*, 2020).

À medida que a distância da ponta da luz ao incremento aumenta, diminui a irradiância recebida. Os efeitos que essa distância provoca não é o mesmo em todos os fotopolimerizadores. Essa redução não segue a lei do quadrado inverso, pois a luz da maioria dos fotopolimerizadores é uma luz focalizada de feixe retilíneo, bem colimada. Mas também há fotopolimerizadores que

tem seu feixe de luz difuso e bem espalhado, fazendo-se necessário que os fabricantes de fotopolimerizadores forneçam a saída radiante não apenas da ponta da luz como também da irradiância fornecida em distâncias de até 10 mm (PRICE *et al.*, 2020).

A distância entre o material a ser irradiado e o aparelho é um dos fatores que também afetam a irradiância na superfície do material e, portanto, a cura ideal. Quanto maior a distância entre a ponta do fotopolimerizador e o material e quanto maior o espalhamento da luz, menor a irradiância que atinge o material (AL-ZAIN *et al.*, 2018).

Outro fator que altera a irradiância é o diâmetro da ponta do fotopolimerizador. Quanto maior a irradiância, menor pode ser o diâmetro da ponta do LED. É muito importante entender quando utilizar uma ponta do fotopolimerizador de menor e de maior diâmetro e o porquê de optar por um ou por outro. O fato de não haver cobertura da região a ser ativada do incremento a ser polimerizado pela luz, compromete seu efeito. Logo, preparos cavitários extensos e incrementos espessos correm o risco de não haver polimerização na região entre o adesivo e resina na parte inferior do preparo, e mesmo que se use uma ponta ativa do feixe de luz maior para uma polimerização eficaz outros detalhes devem ser seguidos para a sua efetiva ação como: espessura do incremento a ser polimerizado, a distância da ponta do fotopolimerizador e o incremento (SEGRETO *et al.*, 2016).

O uso de um único valor de “irradiância” para descrever a saída de uma unidade fotopolimerizadora deve ser interpretado com cautela, pois implica que esse único valor de irradiância descreve a luz que cada parte de material a ser ativado está recebendo. Este não é o caso dos fotopolimerizadores odontológicos porque todos eles fornecem graus variados de não homogeneidade do feixe de luz (PRICE *et al.*, 2015).

Pela ISO 10650, que regulamenta a quantidade de potência e a irradiância das unidades de fotopolimerização, dita que a saída radiante média deve ser de 1822 mW/cm², porém ao utilizar uma câmera digital e um software de arquivamento beam-pro para produzir imagens e bi e tridimensionais, do feixe de luz e a sua uniformidade, observou-se que existiam outras 4 áreas onde a saída radiante chegava a 12.600 mW/cm² que significa 4x vezes o valor máximo recomendado pelo ISO 10650 (PRICE *et al.*, 2020).

Quanto a uniformidade espectral do feixe de luz, deve-se procurar um bom design óptico nos fotopolimerizadores que possa homogeneizar a luz de modo que tanto a irradiância quanto o espectro de emissão sejam distribuídos uniformemente pela ponta de luz, ou seja, não haja 'pontos quentes' (AL-ZAIN *et al.*, 2018).

Podemos perceber que o fotopolimerizador não fornece uma quantidade uniforme de energia através da ponta de luz. Se o perfil do feixe consiste em uma pequena região de alta

irradiância e em comparação com um diâmetro de irradiância uniforme de mais de 8 a 10 mm, isso significa que a ponta de luz deve ser posicionada com muita precisão sobre o alvo, e a resina nas bordas pode receber uma quantidade insuficiente de luz (TONGTAKSIN et al., 2017).

3.4 FOTOINICIADORES

Os fotoiniciadores são compostos presentes em todos os materiais resinosos fotoativados, responsáveis por iniciar a conversão de monômeros em polímeros. É imprescindível saber qual o fotoiniciador dos materiais a serem fotoativados, caso contrário não se atingirá as propriedades mecânicas e físicas adequadas do material, levando a falhas e perda de longevidade (PIRMORADIAN *et al.*, 2020).

O sistema fotoiniciador tradicional, que inclui canforoquinona e uma amina terciária (CQ/amina), apresenta algumas desvantagens. A canforoquinona absorve luz com comprimento de onda entre 400 e 500 nm, com pico de absorção máxima de alcance visível em 468 nm (Segreto et al, 2016). Apresenta coloração amarela intensa e necessita de uma molécula co-iniciadora para otimizar a reação de polimerização, que infelizmente pode sofrer oxidação com o tempo, levando a uma maior descoloração intrínseca (BERTOLO *et al.*, 2017).

Para superar as limitações de CQ/amina, sistemas fotoiniciadores alternativos que não requerem um co-iniciador, como os derivados de óxido de fosfina, óxido de difenil (2,4,6-trimetilbenzoil) fosfina (TPO) e fenilbis (2,4,6-óxido de trimetilbenzoil) fosfina (BAPO) pode ser uma solução viável (DINIZ et al., 2021). Essas moléculas são sensíveis a comprimentos de onda menores que 420 nm. Isso pode restringir o uso da primeira e segunda geração de fontes de diodo emissor de luz (LED), que produzem apenas na faixa de comprimento de onda de 450-470 nm. Inicialmente propostos para melhorar a estética de restaurações convencionais de resina composta, esses sistemas requerem fontes de luz de amplo espectro, como lâmpadas halógenas de quartzo-tungstênio ou LED de terceira geração (BERTOLO *et al.*, 2017).

3.5 ERGONOMIA DA UNIDADE DE FOTOPOLIMERIZADORA

Na maioria dos ensaios clínicos a ponta ativa do fotopolimerizador não é posicionada da forma correta e esse ato prejudica o resultado da fotopolimerização. Assim também o design de alguns fotopolimerizadores afeta o acesso a alguns dentes, isso faz com que o operador aumente a distância da cura e angule a ponta da luz, fazendo com que a energia fornecida ao incremento seja menor e a polimerização ineficaz (SOARES *et al.*, 2017).

Atualmente, no mercado, para melhorar a percepção do operador sobre a correta posição do fotopolimerizador, desenvolveram uma tecnologia de detecção que ajuda o operador a manter a ponta do fotopolimerizador sobre o dente: se a ponta de luz se afastar do dente, primeiro vibra e depois, se afastada, a luz desliga. Este recurso é semelhante à tecnologia “lane assist” nos automóveis (BERTOLO *et al.*, 2017)..

3.6 GRAU DE CONVERSÃO

Todos os aparelhos de fotopolimerização estão suscetíveis a perda de potência ao longo do tempo de uso, e isso compromete o grau de conversão dos monômeros, o que é crucial para determinar o desempenho mecânico e clínico de resinas compostas odontológicas, além de aumentar a toxicidade, o que pode acarretar em sensibilidade pós-operatória. Isso se dá em função do acometimento pulpar, a adequação da polimerização deve ser levada em consideração a profundidade das cavidades e a espessura dos incrementos e as particularidades das resinas (Quadro 2) (PIRMORADIAN *et al.*, 2020).

Quadro 2 – Tipos de fotoiniciadores e suas características

Tipo de Fotoiniciador	Características do Fotoiniciador	Comprimento de Onda
CANFOROQUINONA + AMINA TERCIÁRIA (CQ/TA)	mais usado nos materiais resinosos; falta de estabilidade de cor (amarelada) causada pela amina, e grande contração de polimerização	450-500 nm (pico máximo 465 nm)
IVOCERIN (TETRIC EVO)	Menor stress de contração e melhor estabilidade de cor;	390-450 nm
LUCEDRIN (TPO)	Cor mais clara, maiores valores de grau de conversão com menor exposição a luz;	380-425 nm;
PHENYL PROPANODIONA (PPD)	Cor mais clara; Maior grau de conversão de monômeros em polímeros	393 nm;
BIS-ACRYL-PHOSPHINOXIDE (BAPO)	Cor mais clara; Maiores valores de grau de conversão com menor exposição a luz.	320-390 nm (com pico de 381 nm)

Fonte: CONCEIÇÃO, 2007; MONDELLI, 2004; MASIOLI *et al.*, 2012.

Tanto as propriedades químicas quanto físicas dos compósitos estão diretamente relacionadas à conversão de monômero em polímero. Baixas taxas de conversão levam à

degradação, perda de substância e fratura e quebra marginal, limitando assim a vida útil dos compósitos (AJAJ *et al.*, 2018).

Para garantir um grau de conversão satisfatório é imprescindível a aferição periódica com o auxílio de um radiômetro. O controle da emissão de luz de forma apropriada é fundamental. Para cada tipo de material resinoso, há padrões de cura que dependem não só do material, ou do fotopolimerizador, como também da profundidade da cavidade (AJAJ *et al.*, 2018).

3.7 FOTOPOLIMERIZADORES MONOWAVE/ POLYWAVE

Os fabricantes dos materiais odontológicos resinosos e de fotopolimerizadores se esforçam para atingir melhores performances às propriedades químicas e físicas de seus produtos, mas mesmo assim ainda há deficiências relacionadas ao manuseio de materiais, sensibilidade técnica e fotopolimerização (SHIMOKAWA *et al.*, 2016).

Os problemas clínicos mais comuns têm sido relacionados à tensão de contração de polimerização. O desenvolvimento de resinas compostas para superar esses inconvenientes com a introdução de novos tipos de fotoiniciadores que mudam o conteúdo das cargas orgânicas e inorgânicas desses produtos tem feito a indústria de fotopolimerizadores se reinventar ao longo desses anos (STRASSLER *et al.*, 2014)..

O fotoiniciador mais comum presente em resinas compostas é a canforoquinona. Para fotopolimerização destas são utilizados fotopolimerizadores de diodo emissor de luz (LED) de primeira e segunda geração, que tem um pico de emissão (mono-onda, também chamado de "monowave"). Porém há resinas que possuem outros tipos de fotoiniciadores e esse tem sido o motivo de tanta revolução e tecnologia trazida nos últimos tempos para os fotopolimerizadores que possuem dois ou mais picos de emissão (polionda também conhecidos como Polywave) com comprimentos de onda mais estreitos, sendo: violeta (380-420 nm), para ativar fotoiniciadores alternativos e azul (420-455 nm), para ativar canforoquinona (Quadro 3) (SILVA *et al.*, 2021).

Quadro 3 – Características dos fotopolimerizadores monowave e polywave.

TIPOS DE LED	MONOWAVE	POLYWAVE
CARACTERÍSTICAS (Pico de Emissão)	460 nm	395-480 nm

SINGULARIDADES	Canforoquinona	Canforoquinona IVOCERIN PPD BAPO TPO
APLICABILIDADE	Fotopolimerização de materiais resinosos (440-480 nm)	Fotopolimerização da maioria dos materiais resinosos disponíveis no mercado.
Ex.: Marcas Comerciais	SHUSTER EMITTER A E G	RADII VALO Bluephase

Fonte: Silva *et al.*, 2021.

3.8 MANUTENÇÃO DOS FOTOPOLIMERIZADORES

A saída de energia do fotopolimerizador deve ser verificada regularmente usando um radiômetro digital como o Bluephase Meter II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) sem e com o mesmo tipo de barreira que será usado no fotopolimerizador durante o tratamento de pacientes. Uma dica clínica é: dependendo da diminuição na saída radiante causada pela barreira, deve-se aumentar o tempo de exposição. O Bluephase Meter II demonstrou ser um radiômetro odontológico preciso (10%) que pode medir a potência radiante e, quando o diâmetro da ponta é inserido, este medidor também pode relatar a saída radiante. Como benefício adicional, quando o dentista mede a saída do fotopolimerizador, percebe rapidamente os efeitos da descarga da bateria, da barreira utilizada e os efeitos que a angulação da ponta e a distância têm sobre a luz recebida (SHIMOKAWA *et al.*, 2016).

A manutenção periódica dos aparelhos é de extrema importância no sentido de se verificar quaisquer defeitos que venham a comprometer a intensidade da luz e a qualidade das restaurações, uma vez que recidiva de cárie, aumento da solubilidade no meio bucal e da microinfiltração das resinas e irritações pulpares são as principais consequências de aparelhos descalibrados. Não obstante, o aumento da temperatura proveniente de danos no bulbo e sistema de refrigeração dos aparelhos halógenos é responsável por injúrias irreversíveis no tecido pulpar, causando lesões oftálmicas quando o comprimento de onda encontra-se abaixo de 200 nm. Como forma válida para o acompanhamento da integridade dos aparelhos fotopolimerizadores, a literatura sugere a utilização de radiômetros manuais para a mensuração da intensidade da luz. Dessa forma, a faixa de intensidade deve variar entre 400 e 600 mW/cm² e que aparelhos operando com intensidades inferiores a esses valores necessitam de avaliação técnica, reparo ou reposição (SOARES *et al.*, 2017).

3.9 BIOSSEGURANÇA NO USO DO FOTOPOLIMERIZADOR

É necessário proteção do operador e sua equipe à luz azul dos aparelhos. A maioria dos fotopolimerizadores de LED odontológicos contemporâneos emitem luz entre 430 e 480 nm, e acredita-se que os comprimentos de onda de luz azul mais prejudiciais para a retina estejam em torno de 440 nm (DINIZ *et al.*, 2021).

É escassa a literatura sobre os efeitos da luz azul sobre os tecidos, do profissional ou do paciente. No entanto, sabe-se que alguns cirurgiões-dentistas relatam o aparecimento de rachaduras ou manchas nos dedos das mãos e a ocorrência de pequena elevação na temperatura quando colocam principalmente a base da unha sob a luz que sai da ponteira óptica, ou mesmo quando seguram uma matriz para devolver o contorno de um dente a ser restaurado ou simplesmente para proteger os olhos da alta luminosidade (DERCHI *et al.*, 2018).

De acordo com Srivastava (2013), o manuseio inadequado de equipamentos fotopolimerizadores, aliado a negligência acerca dos riscos de operação podem ser considerados como características de uma atividade danosa ao profissional de saúde bucal. Dessa forma, sua utilização não deve exceder 40 a 100 minutos diários e é indispensável a utilização de óculos e dispositivos de segurança porque acredita-se que estes absorvam toda a radiação na faixa de 200 a 800nm.

Faz parte do equipamento de proteção individual o uso de óculos de proteção na cor laranja (bloqueia a luz azul), para o cirurgião-dentista, paciente e equipe de auxiliar e acompanhantes que estiverem dentro do consultório (DERCHI *et al.*, 2018).

A desinfecção deve ser feita a cada paciente e os fotopolimerizadores devem ter guias de luz removíveis, autoclaváveis e com superfícies facilmente desinfetadas. É importante notar que a autoclavagem repetidas da guia de luz de fibra óptica pode reduzir a saída de luz, e alguns desinfetantes de superfície podem reduzir a transmissão de luz e degradar o corpo plástico do fotopolimerizador. (CONTRERAS *et al.*, 2021).

Existe vários protocolos de desinfecção e controle de infecções cruzada na utilização dos fotopolimerizadores, e deve ser realizado a cada troca de paciente, a seguir descrita: higienização das mãos e uso de luvas de procedimento, embeber algodão com uma solução de água e sabão líquido, secar com algodão seco, logo depois borrifar ácido paracético em um algodão e friccionar a ponta do aparelho, aguardar a evaporação. Uso de barreiras plásticas na ponta do fotopolimerizador. O usuário deve reconhecer que cobrir a ponta de luz com uma barreira de controle de infecção pode reduzir a irradiância fornecida pela fotopolimerizador em até 40% (SOARES *et al.*, 2017)..

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fatores que devem ser levados em consideração quando se utiliza um fotopolimerizador variam entre a potência do aparelho (quanto mais alta, menor é o tempo de exposição do material à luz, podendo tornar o atendimento clínico mais rápido e preciso), comprimento de onda ideal para ativar o fotoiniciador, tempo de exposição dos materiais resinosos e o grau de conversão destes. Além disso, a irradiância, colimação e tipo de ponta de cada aparelho; a ergonomia da unidade ao se manuseá-la no dia-a-dia clínico, para que propriedades mecânicas e físicas das resinas compostas adequadas sejam alcançadas; finalizando com a manutenção e biossegurança no uso destes. A escolha do fotopolimerizador deve estar intimamente relacionada ao dia-a-dia do Cirurgião-Dentista e suas necessidades.

REFERÊNCIAS

- Ajaj, R. A., Nassar, H. M., & Hasanain, F. A. (2018). Infection Control Barrier and Curing Time as Factors Affecting the Irradiance of Light-Cure Units. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 8(6), 523–528. https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_226_18
- Almeida Junior, L. J. D. S., Lula, E. C. O., Penha, K. J. S., Correia, V. S., Magalhães, F. A. C., Lima, D. M., & Firoozmand, L. M. (2018). Polymerization Shrinkage of Bulk Fill Composites and its Correlation with Bond Strength. *Brazilian dental journal*, 29(3), 261–267. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201801838>
- Al-Zain, A. O., Eckert, G. J., Lukic, H., Megremis, S. J., & Platt, J. A. (2018). Degree of conversion and cross-link density within a resin-matrix composite. *Journal of biomedical materials research. Part B, Applied biomaterials*, 106(4), 1496–1504. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.33960>
- Bertolo, M. V., Moraes, R. C., Pfeifer, C., Salgado, V. E., Correr, A. R., & Schneider, L. F. (2017). Influence of Photoinitiator System on Physical-Chemical Properties of Experimental Self-Adhesive Composites. *Brazilian dental journal*, 28(1), 35–39. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201700841>
- Carvalho, D. C., & Marques, D. M. (2019). Pinos de fibra de vidro na reabilitação funcional e estética: relato de caso clínico. *Revista de Ciências Da Saúde*, 21, 45–54.
- Chen, Y., Yao, C., Huang, C., & Wang, Y. (2019). The effect of monowave and polywave light-polymerization units on the adhesion of resin cements to zirconia. *The Journal of prosthetic dentistry*, 121(3), 549.e1–549.e7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.12.010>
- Contreras, S. C. M., Jurema, A. L. B., Claudino, E. S., Bresciani, E., & Caneppele, T. M. F. (2021). Monowave and polywave light-curing of bulk-fill resin composites: degree of conversion and marginal adaptation following thermomechanical aging. *Biomaterial investigations in dentistry*, 8(1), 72–78. <https://doi.org/10.1080/26415275.2021.1937181>
- Derchi, G., Vano, M., Ceseracciu, L., Diaspro, A., & Salerno, M. (2018). Stiffness effect of using polywave or monowave LED units for photo-curing different bulk fill composites. *Dental materials journal*, 37(5), 709–716. <https://doi.org/10.4012/dmj.2017-278>
- Diniz, A. C. S. ; Correa, V. S.; Ferreira, M. C.; Firoozmand, L. M. What is the clinical evidence of Bulk Fill resins performance of in primary and permanent teeth? a systematic review and meta-analysis . *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e552101018981, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18981>.
- Estrela, C. M. (2005). *Metodologia Científica: Ciências, Ensino e Pesquisa*. 2º ed. Artes Médicas.
- Firoozmand, L. M., Lopes, M. F.; Marques, M. R. B.; Meneses, T. G. M.; & Lima, D. M. (2020). *Resinas bulk fill: guia de onde, quando e como usar*. EDUFMA.
- Lima Júnior, D. A. de .; Nogueira Filho, R.; Batista, M. R. A. de J. .; Couto, G. A. S. do .; Lima, D. M. .; Firoozmand, L. M. . What is the importance of finishing and polishing in direct

composite resin restorations in anterior teeth? . Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 12, p. e535111234561, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i12.34561. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/34561>

Morimoto, S., Zanini, R. A., Meira, J. B., Agra, C. M., Calheiros, F. C., & Nagase, D. Y. (2016). Influence of physical assessment of different light-curing units on irradiance and composite microhardness top/bottom ratio. *Odontology*, 104(3), 298–304. <https://doi.org/10.1007/s10266-015-0229-y>

Pirmoradian, M., Hooshmand, T., Jafari-Semnani, S., & Fadavi, F. (2020). Degree of conversion and microhardness of bulk-fill dental composites polymerized by LED and QTH light curing units. *Journal of oral biosciences*, 62(1), 107–113. <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.12.004>

Price, R. B., Ferracane, J. L., Hickel, R., & Sullivan, B. (2020). The light-curing unit: An essential piece of dental equipment. *International dental journal*, 70(6), 407–417. <https://doi.org/10.1111/idj.12582>

Price, R. B., Ferracane, J. L., & Shortall, A. C. (2015). Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *Journal of dental research*, 94(9), 1179–1186. <https://doi.org/10.1177/0022034515594786>

Rueggeberg F. A. (2011). State-of-the-art: dental photocuring--a review. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 27(1), 39–52. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.021>

Runnacles, P., Arrais, C. A. G., Maucoski, C., Coelho, U., De Goes, M. F., & Rueggeberg, F. A. (2019). Comparison of in vivo and in vitro models to evaluate pulp temperature rise during exposure to a Polywave® LED light curing unit. *Journal of applied oral science : revista FOB*, 27, e20180480. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0480>

Segreto, D. R., Naufel, F. S., Brandt, W. C., Guiraldo, R. D., Correr-Sobrinho, L., & Sinhoret, M. A. (2016). Influence of Photoinitiator and Light-Curing Source on Bond Strength of Experimental Resin Cements to Dentin. *Brazilian dental journal*, 27(1), 83–89. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201600387>

Shimokawa, C. A., Harlow, J. E., Turbino, M. L., & Price, R. B. (2016). Ability of four dental radiometers to measure the light output from nine curing lights. *Journal of dentistry*, 54, 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.08.010>

Silva, D. K. C. da .; Menezes, C. F. S. .; Brito, A. C. R.; Lima, D. M. .; Firoozmand, L. M. . XXI Century: The philosophy of a minimally invasive Dentistry, what has been changed did what's changed from the diagnosis to the treatment of dental caries?. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 12, p. e440101220385, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i12.20385.

Silva, J. D. (2017). Forças de contração de polimerização em resinas compostas constituídas com novas matrizes orgânicas e fotoativadas por diferentes técnicas. *Rev Odontol Bras Central*, v, 79, 21–25.

Strassler, H. E., & Price, R. B. (2014). Understanding light curing, Part I. Delivering predictable and successful restorations. *Dentistry today*, 33(5), 114–121.

Tongtaksin, A., & Leevailoj, C. (2017). Battery Charge Affects the Stability of Light Intensity from Light-emitting Diode Light-curing Units. *Operative dentistry*, 42(5), 497–504. <https://doi.org/10.2341/15-294-L>