

Fotopolimerizadores uma ferramenta fundamental para os cirurgiões dentistas

Joyce Marina Santos de Freitas **Brandão**¹, Iury **Machado**²

Resumo

No final da década de 70 surgiram novos meios para fotopolimerização por meio de luz visível e representaram um enorme avanço, contudo, necessitam de muitos cuidados que, ao não serem seguidos, influenciam significativamente e negativamente no desempenho ao usar resinas compostas. A reação de fotopolimerização das resinas compostas fotoativadas ocorre pela ativação de seu componente fotossensível. Muitos aparelhos estão disponíveis no cenário atual, e têm desempenhado um papel de extrema importância na atividade de polimerização, contudo, para que esses aparelhos sejam de qualidade, devem possuir algumas características ideais para que desempenhem suas funções adequadamente, tais como o tamanho da onda e a potência da luz adequados e tipo de pulso. A fotopolimerização age como direcionador do sucesso ou do fracasso das restaurações de resina composta, a quantidade de polimerização desses materiais é absolutamente influenciada pela potência da luz emitida na superfície, o período em que ficam expostas, pelo tamanho da onda da luz, e ainda, pela técnica utilizada. Os equipamentos fotopolimerizadores precisam de constantes manutenções, qualquer falha pode interferir na intensidade do aparelho, comprometendo sua efetividade de polimerização, podendo gerar problemas.

Palavras-chave: fotopolimerizador, resinas compostas, fotoativação, polimerização,

Introdução

Atualmente para que o CD desenvolva procedimentos restauradores precisos e bem feitos existe a necessidade do uso de fotopolimerizadores, pois esses proporcionam uma polimerização eficaz da resina utilizada, aumentando a longevidade clínica do material afetando suas propriedades, biocompatibilidade, selamento marginal e dureza superficial, a conservação destes equipamentos, bem como de seus elementos, fazem relação com a intensidade da luz emitida, já que o período e a frequência de uso interferem em seu rendimento.^{1,2,3}

A fotopolimerização age como direcionador do sucesso ou do fracasso das restaurações de resina composta, a quantidade de polimerização desses materiais é absolutamente influenciada pela potência da luz emitida na superfície, o período em que ficam expostas, pelo tamanho da onda da luz, e ainda, pela técnica utilizada.⁴

Equipamentos fotopolimerizadores precisam de constantes manutenções, qualquer falha pode interferir na intensidade do aparelho, comprometendo sua efetividade

de polimerização, podendo gerar problemas nos tecidos moles da cavidade bucal do paciente ou até mesmo problemas nos olhos do profissional.⁵

A polimerização não é um vedamento, mas sim um processo contínuo que se propaga mesmo após a remoção da fonte luminosa. É indispensável que a luz em quantidade suficiente chegue aos componentes fotossensíveis estimulando a fotoiniciação das resinas. A luz com comprimento de onda entre 460 e 480nm é a mais adequada, sendo o ideal em 470nm, já a luz limítrofe para uma boa polimerização são as com comprimentos entre 201 e 399 mW/cm² e necessitam de alteração no tempo de exposição.⁶

Aparelhos mais modernos foram lançados com o intuito de otimizar a fotopolimerização das resinas, como os que utilizam o diodo emissor de luz azul (LEDs), através deles a energia elétrica é convertida diretamente em luz por eletroluminescência por meio de feixes de semi-condutores, deixando-os menos aquecidos, o comprimento da onda é mais específico, para a excitação da canforquinona quando comparados aos aparelhos que utilizam fonte de luz halógena.^{7,8}

O objetivo desse trabalho é analisar os tipos de tecnologias usadas na fotopolimerização e a mais utilizada na odontologia. A revisão bibliográfica se fundamentará com pesquisas feitas em bases de dados como: Bireme, Scielo, livros, entre outros.

Revisão de literatura

Devido a grande necessidade de fotoativação de materiais resinosos no dia a dia clínico dos CDs vários tipos de equipamentos de fotopolimerização foram desenvolvidos com o intuito de melhorar a fotopolimerização. Desta maneira, os instrumentos resinosos fotoativados ou duais, muito usados na clínica odontológica, dependem de forma imprescindível, de uma correta fotoativação. Diversos são os aparelhos as técnicas utilizadas na fotopolimerização, fazendo com que o dentista saiba, necessariamente, qual fonte de luz e técnica são mais adequadas para cada tipo de situação clínica.⁹

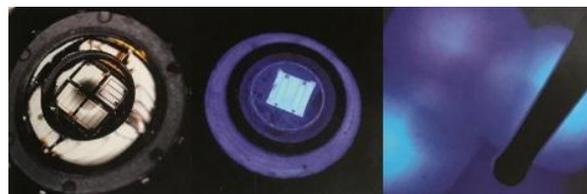
No mercado atual existe uma gama de fotopolimerizadores, cada qual com suas características próprias, tipos de fontes de energia, variação na faixa de onda, tipo de pulso e potência de luz. Esses, por sua vez, são capazes de produzir e transmitir uma alta intensidade de luz azul, utilizados especificamente para a fotopolimerização de materiais sensíveis a luz visível, esses aparelhos variam muito quanto à forma e o número de dispositivos.¹⁰

Por muito tempo os fotoativadores de luz halógena ((quartzo-tungstênio-halôgênio, QTH)) foram utilizados na rotina odontológica, mas com o avanço da tecnologia esses aparelhos caíram em desuso e foram inseridos no mercado aparelhos com LED (diodo emissor de luz) específicos para emissão do espectro de luz azul, esses aparelhos usam uma combinação de dois diferentes semicondutores ao invés de filamentos aquecidos.¹¹

Os aparelhos de lâmpada halógena são compostos basicamente de lâmpada de filamento de tungstênio (bulbo e refletor), filtro, sistema de resfriamento e fibras óticas que transmitem a luz para a ponteira, os aparelhos mais antigos possuíam irradiância

em torno de 100mW/cm²-200mW/cm², já os mais novos têm 400mW/cm²-800mW/cm², e emitem luz com onda na faixa entre 400nm-500nm, em média esses aparelhos precisam de manutenções constantes e sua maior desvantagem é a necessidade de esfriar as lâmpadas, como a corrente de ar de resfriamento entra e sai através de fendas a desinfecção destes aparelhos não é suficientemente adequada e o seu tempo de vida útil limitado de 50 a 100 horas de uso contínuo, a força de emissão de luz são menores que 1% da energia elétrica e geram um alto aquecimento, o que degrada seus componentes com o tempo.^{11,12}

Já os aparelhos de LED produz luz visível através de efeitos mecânicos quânticos ao invés do aquecimento de filamentos metálicos, o que resulta na emissão de luz especial, emitem comprimento de onda especificamente na luz azul ou violeta, são portáteis (alguns são sem fio), esses aparelhos possuem uma vida útil de milhares de horas sem uma perda significativa de intensidade, são resistentes a choques e vibrações e consome pouca energia durante sua operação, mas o aquecimentos dos LEDs passou a ser um problema, gerando riscos para os tecidos gengivais e pulpares.^{11,12,13}



(Figura 1): Visualização do LED no interior do corpo do fotoativador.

Fonte: Raphael Monte Alto e Colaboradores - Reabilitação estética anterior: O passo a passo da rotina clínica Reis BR, Inocência GSG, Soares PV. Conceitos básicos de fotoativação para aplicação clínica.¹¹

Pontas transmissoras de luz

Múltiplas pontas que transmitem luz são disponibilizadas no mercado, cada uma com suas peculiaridades atuando na fotoativação. Essas pontas podem ser divididas em dois grandes grupos:

- ✓ Pontas transmissoras indiretas: ponteiros longos, onde o LED fica localizado dentro do corpo do aparelho fotoativador onde a luz gerada precisa ser levada até a o

extremo da ponta. Essas pontas podem ser apresentadas em diversos materiais, tais como, acrílico, fibra de vidro não selada e fibra de vidro selada. Precisam ser uniformes em sua estruturação, não exibindo problemas como bolhas, problemas oriundos da fabricação, rachaduras ou sujidade em sua exterioridade, uma vez que esses problemas podem atrapalhar a condução da luz. As pontas fabricadas com acrílico sofrem danos facilmente o que gera perda de luz no decorrer do corpo da ponta em decorrência da inexistência de uma capa adequada para a proteção, ademais, esse material é incoerente na transmissão, o que gera diminuição da potência luminosa mesmo sendo novas. As mais indicadas devem ser as pontas de fibra de vidro, uma vez que são mais coerentes ao transmitir a luz e menos perda no corpo da ponta.^{11,14}

✓ Pontas transmissoras diretas: a ponta transmissora é uma fina camada que se situa entre a extremidade do aparelho e o LED, podem ser fabricadas com vidro ou plástico. As pontas fabricadas com plástico podem manifestar perda de potência luminosa, pois geralmente esse material é embaçado e prejudica a transmissão da luz e também podem sofrer trincas podendo juntar sujeira mais facilmente. Neste contexto, essas pontas devem permanecer sempre muito limpas e ser substituídas com frequência. As pontas feitas com vidro juntam menos sujeira e a transmissão de luz é mais coerente.^{11,14}



(Figura 2): Pontas transmissoras de luz

Fonte: Raphael Monte Alto e Colaboradores - Reabilitação estética anterior: O passo a passo da rotina clínica Reis BR, Inocência GSG, Soares PV. Conceitos básicos de fotoativação para aplicação clínica.¹¹

Potência, irradiância e dose de energia

A potência é a luz lançada pelo LED do aparelho fotopolimerizador, medida em mW, independente da ponteira utilizada. Ao alcançar a extremidade da ponta, a luz lançada pelo LED é distribuída pela área da ponta transmissora.¹¹

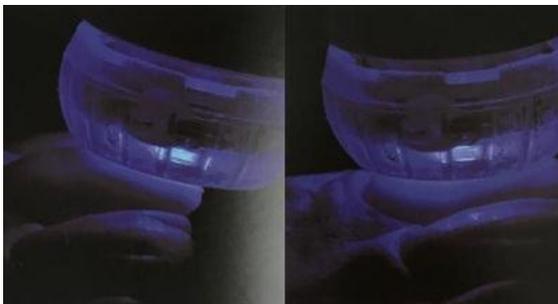
Já a irradiância é a potência emitida pelo LED, dividida pela área de saída da ponta ativa, sendo mensurada em mW/cm², em resumo é abundância de fótons emitidos por determinada fonte de luz. Aparelhos com alta irradiância soltam maior quantidade de fótons quando comparados com os de baixa irradiância. Um equipamento fotoativador, para assegurar uma fotoativação satisfatória, precisa de 400mW/cm². Para medir a irradiância dos equipamentos, são utilizados radiômetros portáteis, mas estes dispositivos apresentam grandes discrepâncias, incompatibilidade entre a área a ser mensurada e a ponta transmissora, o que leva a crer que eles não são considerados indicadores confiáveis o se classificar o potencial de obter uma adequada fotoativação. Alguns fatores podem explicar essa variação, tais como, falta de calibração dos radiômetros.^{11,15}

E por fim a dose de energia é a relação entre o tempo de exposição multiplicado pela irradiância, cada composto tem uma dose certa de energia para uma polimerização correta. Com esse cálculo, o CD terá mais facilidade na polimerização dos incrementos de resina tendo um melhor resultado, mesmo em curtos períodos. A unidade de medida é o Joule (J). A dose de energia mínima para a fotoativação adequada dos materiais resinosos é de 16J, para um equipamento de 400mW/cm², a fotoativação deve ser feita por 40s, já para um equipamento de 800mW/cm², a fotoativação deve ser feita por 20s, quanto menor for a irradiância, maior será o tempo utilizado para fotoativação.^{9,11}

Posicionamento da ponta no processo de fotoativação

Recomenda-se manter a ponta do fotopolimerizador o mais próximo possível do objeto que está sendo ativado com o intuito de permitir que a maior intensidade luminosa

possível chegue ao material que está sendo fotoativado, o centro da ponteira de transmissão deve ser mantido perpendicular ao objeto. Quanto maior a distância da ponta do fotopolimerizador do objeto menor o efeito da intensidade da luz emitida.^{8,11}



(Figura 3): Influência do posicionamento do equipamento durante fotoativação.

Fonte: Raphael Monte Alto e Colaboradores - Reabilitação estética anterior: O passo a passo da rotina clínica Reis BR, Inocêncio GSG, Soares PV. Conceitos básicos de fotoativação para aplicação clínica.¹¹

Comprimento de ondas e fotoiniciadores

Os fotopolimerizadores são construídos com tamanhos de ondas compatíveis para sensibilização da canforoquinona, principal foto iniciador. Existe uma tentativa de tornar menor a utilização da canforoquinona nos compósitos, pois por ser uma substância sólida que apresenta uma cor amarelo-escuro pode causar um aspecto amarelado indesejável e afetar a aparência desses compósitos, principalmente a após um longo período. Contudo, outros fotoiniciadores podem apresentar picos de absorção de luz em tamanhos de ondas muito diferentes da canforoquinona. Investimentos em fotoativadores que não possuem um único tipo de LED, a citar o LED ultravioleta estão sendo feitos para sanar esse problema. Esses aparelhos abrangem uma faixa de tamanho de onda maior, englobando outros fotoiniciadores.¹¹

Discussão

No cenário atual uma das ferramentas mais usada pelos profissionais da odontologia são os fotopolimerizadores, e vários são os materiais disponíveis que dependem da ação destes aparelhos para que se tornem efetivos. Embora a taxa de polimerização tenha sido melhorada ainda continua insuficiente, sendo

considerada uma das causas do insucesso clínico, eles são fundamentais na rotina da clínica odontológica, é primordial que os CDs saibam exatamente como se dá seu funcionamento, otimização do uso e manutenção dos mesmos.¹⁹

Múltiplas causas podem influenciar nas propriedades dos compósitos fotopolimerizados, dentre elas cita-se o comprimento de onda da fonte de luz, o tempo de polimerização e o gradiente de temperatura gerada durante a reação de polimerização. Esses fatores influenciam rigorosamente o grau de conversão da resina e a obtenção de ótimas propriedades físico-químicas e é preciso conhecer bem o aparelho fotopolimerizador para obtenção de uma restauração de boa qualidade.¹⁵

O processo de polimerização ocorre apenas em lugares onde há incidência de luz apresentando espectro situado na faixa de 450 a 500nm, o espectro de absorção da canforoquinona encontra-se no intervalo de 400 a 500nm, sendo que a região mais adequada se situa entre 450 a 500nm, e o espectro mais eficiente para a ativação da reação de polimerização situa-se no intervalo de 468 a 470nm, onde se encontra o pico máximo de absorção da canforoquinona. Para tanto, os equipamentos de fotopolimerização responsáveis por essa ativação, necessitam ter características ideais para obter bons resultados de polimerização, pois existem vários fatores que podem influenciar de forma negativa na polimerização dos compósitos, como a intensidade de luz, o comprimento de onda, a cor do compósito, a profundidade de polimerização, o tempo de polimerização, a distância e as técnicas de polimerização.⁶

Os primeiros equipamentos de fotopolimerização foram os de lâmpada halógena (quartzo-tungstênio-halogênio, QTH), os mais antigos possuíam irradiância em torno de 100mW/cm²-200mW/cm², já os mais novos apresentam irradiância entre 400mW/cm²-800mW/cm², em média. Devido as inúmeras desvantagens apresentadas por esses aparelhos, tais como tempo limitado de vida útil, grande geração de calor, ergonomia dificultada, não serem instrumentos portáteis, foram desenvolvidos os aparelhos conhecidos como diodos emissores de luz (LEDs). Esses aparelhos emitem comprimento de onda

especificamente na luz azul ou violeta, são portáteis, leves, geram menos calor e possuem vida útil de milhares de horas. Os primeiros aparelhos tinham muitos LEDs e irradiância total muito baixa, em torno de 150mW/cm².^{6,8}

A efetividade desses aparelhos era duvidosa em relação aos aparelhos de lâmpada halógena. Com o decorrer do tempo, foram criados os LEDs de 2ª e 3ª geração, esses possuem poucos LEDs, com irradiância total na faixa de 350mW/cm² 1400mW/cm² e dominaram o mercado de fontes de luz. Contudo, o aumento da irradiância, principalmente dos que possuem mais de 1000mW/cm², tem feito com que esses LEDs provoquem danos em tecidos gengivais e pulpares.^{6,8,11}

Conclusão

A fotoativação é um processo muito importante, que assegura a qualidade final das restaurações adesivas diretas e indiretas. O correto conhecimento dos aparelhos fotoativadores e do processo fotoativador permite ao CD selecionar e aplicar o material adequado para cada situação de sua rotina clínica.

Saber quais são as vantagens e desvantagens dos métodos e sistemas no que tange a fotopolimerização, manter a conservação destes equipamentos, bem como de seus elementos é de suma importância, já que o período de uso interfere significativamente em seu rendimento.

Photopolymerizers a key tool for surgeons

Abstract

At the end of the 1970s visible light polymerization systems appeared and represented a great advance, however, they need a lot of care that, when not followed, influence significantly and negatively in the performance when using composite resins. The polymerization reaction of the photoactivated composite resins occurs by the activation of its photosensitive component. Many devices are available in the current scenario, and have played a very important role in the polymerization process, however, for such devices to be of high quality, they must have some good features to perform their functions properly, such as wave size and the appropriate light output and pulse type. Photopolymerization acts as a driver for the success or failure of composite resin restorations, the degree of polymerization of these materials is absolutely influenced by the power of the light emitted on the surface, by the time of exposure, by the size of the light wave, and also by the technique used. Photopolymerization devices require constant maintenance, any failure can interfere with the intensity of the device, compromising its polymerization effectiveness and may cause problems.

Descriptors: photopolymerizer, composite resins, photoactivation, polymerization.

Referências

1. Pereira SK, Porto CLA.; Mandarino F, Júnior ALR. Intensidade de luz e profundidade de polimerização de aparelhos fotopolimerizadores. Revista da APCD, 1997
2. Accetta, D.F.; Magalhães Filho, T.R.; Weig, K.M.; Fraga, R.C. Influência dos fotopolimerizadores (luz halógena x LED) na resistência à compressão de resinas compostas. Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre, 2008; 12(3): 13-15.
3. Santos, MJMC, Silva e Souza JR, MH, Mondelli, RFL. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. JBD, 2002.
4. 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.
5. Montenegro G, Pinto T, Guimarães C, Assunção MCA, Blazio MD. Descobrimo seu fotopolimerizador. Rev APCD. 2003
6. Nomoto, R. Effect of light wavelength on polymerization of light-cured resins. Dent. Mat.J., Tokyo, June 1997.
7. Caughman WF, Rueggeberg FA, Curtis JR, J.W. Clinical guidelines for photocuring restorative resins. J. Am. Dent. Assoc., Chicago, 1995.
8. Aparelhos Fotopolimerizadores. The Dental Advisor, 2000. Edição em Português.
9. Rueggeberg FA, Caughman WF, CURTIS JW. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. Oper Dent. 1994
10. Coelho MJMS.; Silva e Souza JR., M.H.; Mondelli RFL. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. JBD - Jornal Brasileiro de Dentística e Estética. Curitiba, 2002.
11. Raphael Monte Alto e Colaboradores - Reabilitação estética anterior: O passo a passo da rotina clínica Reis BR, Inocência GSG, Soares PV. Conceitos básicos de fotoativação para aplicação clínica. Ed: Napoleão, 1ª edição, 2018.
12. Stahl F, Ashworth SH, Jandt KD, Mills RW. Light-emitting diode (LED) polymerization of dental composites:

flexural properties and polymerization potential. *Biomaterials*. 2000.

13. Jandt KD, Mills RW, Blackwell GB, Ashworth SH. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dent Mater*. 2000.

14. Junior ES, Hernández CP, Brandt WC, Sinhoret MAC. Fotoativação na atualidade: Conceitos e técnicas clínicas. *Clínica - International Journal of Brazilian Dentistry*, Florianópolis, 2014.

15. Reis A, Loguercio AD. *Materiais dentários restauradores diretos – dos fundamentos à aplicação clínica*. São Paulo: Santos; 2007.
