Influência do modo de fotoativação de Leds de terceira geração no grau de conversão de resinas compostas buk fill

Viviane Silva Valerius[1], Murilo de Souza Menezes[2], Ana Laura Rezende Vilela[3],Fernanda Pereira Silva[4]

[1] Acadêmica de Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de Rio Verde, UniRV.
[2] Prof. Dr. da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, FOUFU.
[3] Profa. Dra. da Faculdade de Odontologia Pitágoras.
[4] Orientadora, Profa. Dra. da Faculdade de Odontologia da Universidade de Rio Verde, UniRV.

.

Reitor:
Prof. Dr. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:
Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:
Prof. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada

Editores de Seção:
Profa. Dra. Ana Paula Fontana
Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva
Prof. Dr. Fábio Henrique Baia
Pra. Dra. Muriel Amaral Jacob
Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza
Prof. Dr. Warley Augusto Pereira

Fomento:
Programa PIBIC/PIVIC UniRV/CNPq 2023-2024

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes modos de fotoativação de diodos emissores de luz de alta intensidade (LEDs) de terceira geração (Valo e Bluephase) no grau de conversão de resina composta bulk fill.

Material e métodos: As amostras foram confeccionadas, em formato de disco, com dimensões internas de 4,5 mm de diâmetro e de 4,00 mm de espessura, que foi preenchido com resina composta bulk-fill (Resina Filtek Bulk Fill; 3M ESPE) e fotopolimerizadas com os LEDs Bluephase nos modos (high 1200 mw/cm^2; low 650 mw/cm^2 e soft -potência gradual) e Valo nos modos (Standard: ~1000 mW/cm$^{2;}$ High-power: ~1400 mW/cm^2 e extra power: ~3200 mW/cm^2). O grau de conversão (GC) da superfície superior e inferior das amostras foram determinadas utilizando espectrômetro infravermelho transformado de Fourier (Ftir).

Os dados de grau de conversão apresentaram distribuição normal e homogênea, assim foi empregada análise de variância de um fator, ANOVA one-way (α=0,05) seguido de Teste de Tukey.

Resultados: Não foram observadas diferenças estatísticas do grau de conversão, entre os diferentes fotopolimerizadores. Ao analisar a diferença do grau de conversão da parte superior e inferior, obteve-se que para a porção inferior, quanto maior o tempo de foativação melhores são os valores do grau de conversão.

Conclusão: Leds de terceira geração Valo e Bluephase não apresentam diferenças no grau de conversão da resina composta bulk fill. No entanto, quanto maior o tempo de foativação melhor o grau de conversão.

Palavras-Chave: Fontes fotoativadoras led. Grau de conversão. Resinas compostas.

Influence of the third generation led photoactivation mode on the conversion degree of buk fill compound resin

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of different modes of photoactivation of high-intensity light-emitting diodes (LEDs) of the third generation on the degree of conversion of bulk fill composite resin.
Material and methods: The samples were made in a disk format with internal dimensions of 4.5 mm in diameter and 4.00 mm in thickness, which was filled with bulk-fill composite resin (Filtek Bulk Fill resin; 3M ESPE) and light-cured with Bluephase LEDs in modes (high 1200 mw / cm2; low 650 mw / cm2 and soft-gradual power) and Valo in modes (Standard: ~ 1000 mW / cm2; High-power: ~ 1400 mW / cm2 and extra power : ~ 3200 mW / cm2). The degree of conversion (GC) was determined using Fourier's transformed infrared spectrometer (Ftir).
The data were evaluated, and the degree of conversion was determined and the quantitative ones will present a normal and homogeneous distribution, so one-way analysis of variance was used, ANOVAone-way (α = 0.05) followed by Tukey's test.
In this study, no difference was observed between the photopolymerizers, but when evaluating the lower part of the sample, the longer the activation time, the better the degree of conversion.
Thus it is concluded with this study that the longer the activation time the better the degree of conversion.

Keywords: composite resins. Degree of conversion. Led light source.

Introdução

As resinas compostas passaram por aprimoramento constante e surgiram no mercado as resinas compostas de incremento único, as chamadas resinas bulk-fill. Esta categoria, ganhou popularidade devido à simplificação da técnica operatória e diminuição do tempo clínico, para o procedimento restaurador. Ao contrário dos compósitos resinosos convencionais que são realizados de forma incremental com uma espessura máxima de 2 mm por incremento (Bicalho et al., 2014), a fim de evitar contração de polimerização (Bicalho et al., 2014), as resinas bulk-fill podem ser inseridas na cavidade dental, com até 4 mm de espessura obtendo polimerização adequada e baixa contração de polimerização (Alrahlah et al., 2014). As resinas compostas bulk fill possuem adição de monómeros, que minimizam o estresse, fotoiniciadores mais reativos e partículas pré-polimerizadas, que resultam em menor contração de polimerização inerente desses materiais (Moszner et al., 2008). Além disso, o aumento da translucidez destas resinas permite maior transmissão de luz e adequada profundidade de polimerização, em cavidades amplas (Bucuta, S; & Ilie, N, 2014).

A resina composta deve receber energia suficiente e comprimentos de onda adequados, para que se obtenha as propriedades mecânicas e físicas satisfatórias. Os aparelhos fotoinicadores diodo emissor de luz de alta intensidade (LED) tem se tornado cada vez mais populares, na prática odontológica, por apresentarem menor degradação ao longo do tempo, dispensando o uso de ventiladores internamentes, no corpo do aparelho para diminuir o aquecimento interno, consumir menos energia, apresentando vida útil prolongada, sem perda significativa de intensidade de luz e emissão de luz azul sem exigir filtro (Kramer et al., 2008). Assim como as resinas compostas os aparelhos do tipo LEDs evoluíram ao longo dos anos. Os LEDs de primeira e segunda geração apresentam apenas um tipo de luz e são denominados monowave ou single-peak (Kramer et al., 2008). Estes aparelhos são capazes de fotopolimerizar a grande gama dos fotoiniciadores presentes nas resinas compostas, no entanto, possuem comprimento de onda restrito a luz azul, sendo assim, são ineficazes, para a polimerização de alguns fotoiniciadores presentes em compostos bulk fill como sistemas iniciadores PPD e APO (Kramer et al.,2008). O tempo recomendado de fotoativação pelos fabricantes é 20 até 40 segundos com esses aparelhos (Ilie et al., 2015). As unidades LEDs de terceira geração possuem emissores adicionais que emitem luzes de comprimentos de onda mais baixos, que estão na faixa "violeta", assim essas unidades LEDs de terceira geração são compatíveis, com uma gama mais ampla de fotoiniciadores evitando problemas de compatibilidade de comprimento de onda. A tecnologia de terceira geração também é denominada multiwave ou multi-peak (Gan et al., 2017). Além disso, esses aparelhos possuem alta potência, possibilitando tempos de cura mais curtos, dependendo do modo

selecionado, tempo em torno de 6 segundos (Rueggeberg 2011). Por esse motivo eles atraíram a atenção dos dentistas, possibilitando polimerização suficiente, com menor tempo, o que otimiza a fotopolimerização e o tempo do procedimento odontológico.

A eficácia de cura pode ser avaliada por várias técnicas. A espectroscopia infravermelha transformada de Fourier (FTIR) é um método direto, utilizado para analisar o grau de conversão das resinas, através das ligações químicas de polímeros. Esta técnica permite a detecção da quantidade de ligações duplas de C = C não reagidas na matriz da resina (Stansbury et al., 2011), ou seja, mensura a quantidade de monômeros, que se converteram em polímeros após a fotoativação do material resinoso (Stansbury et. al .,2011). Neste contexto, o objetivo deste estudo foi comparar a eficácia da cura de dois LEDs de terceira geração, em diversos modos, utilizando a mais alta intensidade e menor intervalo de tempo disponível, até a mais baixa intensidade, em maior intervalo de tempo, para a polimerização de resina composta bulk fill.

Material e Métodos

Para a confecção dos espécimes em formato de discos, a resina composta foi inserida pela técnica de incremento único. em um molde de silicone, por adição com dimensões internas correspondentes a 4,5 mm de diâmetro e 4.00mm de espessura (ISO 4049). Em seguida, uma tira de poliéster e uma placa de vidro foram posicionadas, sobre o espécime para garantir superfície plana e polida. Diretamente sobre a tira de poliéster foi realizada a fotoativação da resina composta (Resina Filtek Bulk Fill; 3M ESPE) com aparelho fotopolimerizador unidade LED (Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Valo (ULTRADENT, St Louis, MO, USA) de acordo com a divisão dos grupos experimentais. Foi utilizado radiômetro para verificação prévia e padronização da sua intensidade de luz (Kondortech Equipamentos Odontológicos). Designação dos grupos experimentais: As amostras foram divididas aleatoriamente, em 6 grupos experimentais, de acordo com os LEDs e os respectivos modos de polimerização: Bluephase: T1: HIGH 1200 mW/cm^2, por 10 segundos.T2: LOW POWER 650 mW/cm^2, por 15 segundos. SOFT (SOFT START): potência gradual por 20 segundos. Valo:T0: Extra power: ~3200 mW/cm^2 por 6 segundos. T1: Extra power: ~3200 mW/cm^2 por 10 segundos.T2: high-power: ~1400 mW/cm^2 por 15 segundos.T3: Standard: ~1000 mW/cm^2 por 20 segundos;

O grau de conversão estático (GC) das resinas compostas nos estados polimerizado e não polimerizado foram mensurados antes da fotoativação e imediatamente após a confecção dos espécimes. Foi utilizado Espectrofotômetro de Infravermelho Transformada de Fourier – FTIR (Vertex 70, Bruker Optik GmbH) (n = 5). Para a realização da leitura, a superfície do espécime diretamente fotoativada foi colocada em íntimo contato, sobre o cristal de diamante do ATR. A análise quantitativa do grau de conversão foi baseada nas intensidades correspondentes às bandas 1608 cm-^{1} da cadeia aromática de carbono C=C e 1638 cm-^{1} da cadeia alifática de carbono C=C (Silva, 2008). As verificações foram feitas na superfície superior da amostra, simulando a análise da face oclusal e posteriormente na superfície inferior simulando a parede pulpar.

Os espectros do material nos estados polimerizado e não polimerizado foram obtidos, por meio do software OPUS (Spectroscopy Software, Bruker Optik GmbH). Todas as análises foram realizadas sob condições controladas de temperatura (25±1 C°) e humidade (60±5%). O GC (%) foi calculado por meio da fórmula: GC = (1 – P/NP) x 100, sendo P a razão da intensidade em 1638 cm-^{1} no estado polimerizado /intensidade em 1608 cm-^{1} no estado não-polimerizado.

Resultados e Discussão

Análise de variância em fator único (One-way ANOVA) foi realizada, para a comparação entre as médias e desvio padrão obtidos dos grupos experimentais, para análise do grau de conversão.

Tabela 1: media e desvio padrão do grau de conversão com fotopolimerizador Valo.

	Foto	To	T1	T2	T3
Superior	Valo	37,304 Aa (6,13)	42,212 Aa (5,48)	44,075 Aa (7,09)	50,483 Aa (3,61)
Inferior	Valo	2,874 Bc (1,31)	16,948 Bb (7,49)	16,359 Bab (1,17)	30,044 Ba (0,25)

As letras maiúsculas mostram diferença entre os tempos e a as letras minúsculas entre as regiões.

Ao avaliar a superfície superior observou-se que não houve diferença estatística entre os modos de fotoativação. Na avaliação da superfície inferior também, não houve diferença estatística, entre os diferentes modos. No entanto, ao comparar a superfície superior e inferior das amostras, os resultados mostram que a superfície inferior não apresentou diferença estatística da superior apenas nos modos t3 e t2. No entanto, o t0 apresentou menos valores e t1 valores intermediários de grau de conversão, não diferindo do grupo t2.

Tabela 2: média e desvio padrão do grau de conversão com fotopolimerizador Bluephase.

	Foto	T1	T2	T3
Superior	Bluephase	**48,261 Aa** (2,74)	48,618 **Aa** (2,05)	**48,085 Aa** (1,20)
inferior	Bluephase	**24,698 Ab** (3,31)	23,355 **Ab** (1,21)	**15,859 Ab** (6,53)

As letras maiúsculas mostram diferença entre os tempos e a as letras minúsculas entre as regiões.

Ao avaliar a superfície inferior observou-se que não houve diferença estatística, entre os modos de fotoativação. Na avaliação da superfície inferior também não houve diferença estatística entre os diferentes modos. No entanto, ao comparar a superfície superior e inferior das amostras, os resultados mostram, que a superfície superior apresentou maior grau de conversão, que a inferior, independentemente do modo.

Tabela 3: media e desvio padrão do grau de conversão com diferentes fotopolimerizadores.

Foto	T1	T2	T3
Valo	42,212 Aa (5,48)	44,075 Aa (7,09)	50,483 Aa (3,61)
Bluephase	48,261 Aa (2,74)	48,618 Aa (2,05)	48,085 Aa (1,20)

As letras maiúsculas mostram diferença entre os tempos e a as letras minúsculas entre os fotopolimerizadores.

Ao analisar o grau de conversão da superfície superior das amostras, com os diferentes aparelhos, observou-se que não houve diferença estatística, entre os diferentes tempos de fotopolimerização para o Valo, nem para o Bluephase. Ao comparar os fotopolimerizadores Valo e Bluephase, também não houve diferença estatística, em nenhum dos modos de utilização.

Desde a era da odontologia adesiva e a introdução dos fotopolimerizadores no mercado odontológico, eles sofreram constantes aprimoramentos, tornando-se cada vez mais potentes e com menor intervalo de tempo necessário, para a fotopolimerização. O mesmo aconteceu com as resinas compostas, que evoluíram até chegar nas bulk fill que possuem menor tempo necessário para restauração. A união de uma restauração com resina bulk fill fotopolimerizada com LEDs de terceira geração requer maior rapidez durante o procedimento restaurador, além de uma fotopolimerização eficaz (Kramer et al., 2008). Os resultados apresentados nessa pesquisa rejeitam a hipótese nula, uma vez que, ocorreram diferenças significativas, na eficácia da polimerização na superfície inferior das amostras, ao se utilizar diferentes modos de polimerização de LEDs polywave em restaurações, com resina de bulk fill.

A longevidade e o desempenho dos materiais restauradores dependem de uma série de fatores e entre eles um dos principais é a qualidade da fotoativação realizada. Para se obter restaurações diretas, com propriedades mecânicas satisfatórias, quanto melhor a fotoativação, consequentemente, melhor grau de conversão de monômeros para polímeros, melhor performance física e mecânica da resina composta. Estudos apontam que as falhas de longevidade dos materiais estão relacionadas a fatores de uma fotoativação não eficaz. (Pereira et al,. 2016). Neste estudo, ao comprar-se o grau de conversão de resinas compostas bulk fill com LEDs de terceira geração, obteve-se que ambos os

aparelhos (Valo e Bluphase) não apresentaram diferenças estatísticas, em suas performances, assim, os dois aparelhos podem ser utilizados de forma eficaz.

A irradiância que é emitida pelos LEDs e chega ao material restaurador depende de fatores como: o tipo de feixe de luz que o aparelho possui e a potência do LEDs. Estudos mostram que, quanto mais regular o feixe do aparelho, melhor será sua atuação frente a polimerização dos materiais resinosos, uma vez que impede que a luz se espalhe e perca energia (Kramer et al., 2008; HARLOW et al., 2016).

No entanto, alguns fabricantes de aparelhos fotopolimerizadores de LEDs com potencias baixas ou intermediárias, tentam minimizar essa deficiência, para que no momento da mensuração da potência, com um radiômetro esta apresente-se alta, assim, eles permanecem com o feixe de luz e diminuirão drasticamente o tamanho da ponteira. O dentista atentar-se a esse fator, pois nesses casos, o processo de polimerização pode ser prejudicado, uma vez que gera uma luz muito concentrada, em uma área muito reduzida.

Assim, o dentista deve polimerizar restaurações amplas em várias regiões diferentes, tornando o processo lento (Soares et al., 2017). O mais indicado é o aparelho possuir ponteira maior com uma potência mais alta do LED, para que o LED consiga assim atingir toda a ponteira do fotopolimerizador e chegar em todas as faces da restauração de forma eficaz. Neste estudo, os aparelhos utilizados apresentam pontas com 8.85 mm (bluephase) e 9.06 mm (Valo), que conseguiu englobar toda a amostra. Além disso, os tamanhos são muito semelhantes, o que pode justificar a similaridade de resultados, na polimerização superior das amostras.

Outro fator que deve ser observado, na realização do procedimento de fotoativação é a atenção sobre a área que está sendo fotoativada, assim, a ponta do aparelho deve estar centralizada, na restauração e este encostado na área, que precisa ser fotoativada, ou seja, o LED necessariamente deve estar perpendicular à área que será fotopolimerizada. E nesse processo precisa ter paciência, para que o procedimento seja executado de forma correta e sem prejuízos. (Gonulol , Ozer , Tunc 2016). Neste estudo, todas as amostras foram confeccionadas, com a centralização necessária seguindo o protocolo estabelecido na literatura

Os ciclos de bateria e a perda de energia são fatores relacionados, com alguns insucessos restauradores, sendo que, à medida que o aparelho fotopolimerizador é utilizado e a bateria vai perdendo carga, diminui também, a intensidade luminosa, gerando prejuízos. Segundo Pereira et al., (2016), em decorrência desse fator, há acometimento nas propriedades mecânicas dos materiais, em virtude da fotoativação deficiente realizada. Neste trabalho, este fator de variação foi excluído, uma vez que os aparelhos foram utilizados, com nível de bateria máxima para confecção das amostras.

Os fotopolimerizadores podem possuir diferentes tipos de ponteiras, que são denominadas como diretas e indiretas. O aparelho Valo, usado neste trabalho possui ponteira direta, na qual o LED está próximo da ponta, ou seja, há apenas uma capa protetora que reveste o LEDs do meio bucal. Já o aparelho Bluephase possui ponteira indireta, que está acoplada ao corpo do fotopolimerizador e a ponteira que conduz a luz para a extremidade. (Soares et al., 2017) no entanto, o tipo de ponteira não foi suficiente, para gerar diferença estatística, no grau de conversão da resina composta bulk fill.

De acordo com resultados do presente estudo, não houve diferenças na eficácia de polimerização dos fotopolimerizadores utilizados para à confecção das amostras. Como todas amostras possuíam espessuras iguais, os valores do grau de conversão são atribuídos exclusivamente, a performance do aparelho, que foi semelhante para os diferentes fotopolimerizadores. Apesar disso, ao avaliar a diferença dos valores do grau de conversão da superfície superior e inferior das amostras, os LEDs Valo e Bluephase apresentaram que na superfície inferior, que equivale a parede pulpar de uma restauração menores valores de conversão, quando o tempo de polimerização é inferior. Diante disso, apesar de uma fotopolimerização aparente da restauração com menor tempo, o dentista deve se atentar a esse fato e preconizar maior tempo possível de polimerização. Uma restauração mal polimerizada na parede pulpar também pode ter prejuízos, como, a sensibilidade pós-operatória, diminuição de propriedades mecânicas e físicas.

Conclusão

De acordo com os resultados do presente estudo pode-se concluir que os diferentes modos de polimerização de LEDs de terceira geração Valo e Bluephase, não interferiram no grau de conversão

superior das amostras de resina composta bulk-fill, que equivale a superfície oclusal da restauração. No entanto, ao avaliar a superfície inferior, que corresponde a parede pulpar, quanto maior o tempo de polimerização, maior o grau de conversão.

Agradecimentos

Ao programa de Iniciação Científica da UniRV e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências Bibliográficas

AGUIAR F.H ET AL. Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin, *J Esthet Restor Dent*, n.23 v.2 p.106-115, 2011.

ALQAHTANI M.Q ET AL. Effect of High Irradiance on Depth of Cure of a Conventional and a Bulk Fill Resin-Based Composite. *Oper Dent*, v.40 n.6 p.662-672, 2015.

ALRAHLAH, A.; SILKAS, N.; & WATTS, D.C. post-cure depthof cure of bulk fill dental resin-composites dental materials. v.2, n.30, p.149-154, 2014.

BICALHO, A.A. et al. Incremental filling technique and composite material—part i: cuspalde formation, bonds trength, and physical properties operative dentistry, v.2, n.39, p.71-82, 2014.

BUCUTA, S.; & ILIE, N. Light transmittance and micromechanical properties of bulk fill vs. Convention al resin-based composites clinical oral investigations, v.8, n.18, p.1991-2000, 2014.

GONULOL N, OZER S, TUNC ES. Efeito de um LED LCU de terceira geração no microdureza de materiais restauradores da cor do dente. I Int J Paediatr Dent., v.26, p.376-382, 2016.

HARLOW J.E ET AL. Characterizing the output settings of dental curing lights. *J Dent*. v.44 p.20-26, 2016.

ILIE N; STARK K. Effect of different curing protocols on the mechanical properties of low-viscosity bulk-fill composites. Clin Oral Investig, V.19 n.2 p.271-9, 2015.

KRAMER N, LOHBAUER U, GARCI´A-GODOY F, & FRANKENBERGER R light curing of resin-based composites in the led era american journal of dentistry v. 21, n.3, p.135-142, 2008.

MOSZNER, N. et al. Benzoylgermaniumderivatesas novel visible light photo initiators for dental materials dental materials, v.7, n.24 , p. 901-907, 2008.

PEREIRA AG, RAPOSO L, TEIXEIRA D, et al. Influence of Battery Level of a Cordless Unidade de LED nas propriedades de uma resina composta nanoparticulada. Oper Dent., v. 41, p. 409- 416, 2016.

RUEGGEBERG F.A. State-of-the-art: dental photocuring - a review. *Dent Mater*, v.27 p.39-52 ,2011.

SOARES C.J ET AL. An Evaluation of the light Output from 22 Contemporary Light Curing Units. *Brazilian Dental Journal*, v.28 n.3, 2017.

STANSBURY JW, DICKENS SH. Determination of double bond conversion in dental resins by near infrared spectroscopy. Dent Mater., v.17, p.71-79, 2001.