

EFEITO DE DIFERENTES PROTOCOLOS FOTOATIVADORES E ESPESSURA DOS INCREMENTOS NA DUREZA DE RESINAS BULK FILL

EFFECT OF LIGHTCURE PROTOCOLS AND INCREMENT THICKNESS IN THE HARDNESS OF BULK FILL COMPOSITES

ALYSSA TEIXEIRA OBEID¹
LAÍS CAMPANHOLI CONEGLIAN²
LAÍS SANTOS ALBERGARIA³
CASSIANA KOCH SCOTTI¹
JULIANA FRAGA SOARES BOMBONATTI⁴

RESUMO

As resinas Bulk fill surgiram com o intuito de facilitar a restauração de cavidades profundas. A fotoativação adequada é extremamente importante para que a resina bulk fill ofereça propriedades mecânicas satisfatórias e, longevidade na restauração. Este estudo avaliou a influência da espessura do incremento na microdureza Knoop (KHN) de três resinas bulk fill (n = 5). Cinquenta amostras foram divididas de acordo com o material (Filtek Z250, Filtek One Bulk Fill e Filtek Bulk Fill Flow), espessura (2mm e 4 mm) e tempo de fotoativação (20 e 40s) - Z2502mm20s, Z2502mm40s, One2mm20s, One2mm40s, One4mm20s, One4mm40s, Flow2mm20s, Flow2mm40s, Flow4mm20s e Flow4mm40s. As análises KHN foram realizadas no topo e na base de cada amostra. Os dados foram submetidos à ANOVA a 1 critério e ao Teste de Tukey (p<0,05). A média e desvio padrão (+/-) dos seguintes grupos foram (Z2502mm20s) 0,85 (+/- 0,01); (Z2502mm40s) 0,92 (+/- 0,01); (One2mm20s) 1,05 (+/- 0,08); (One2mm40s) 0,95 (+/- 0,04); (One4mm20s) 0,93 (+/- 0,04); (One4mm40s) 0,97 (+/- 0,04); (Flow2mm20s) 0,92 (+/- 0,05); (Flow2mm40s) 0,89 (+/- 0,04); (Flow4mm20s) 0,79 (+/- 0,04) e (Flow4mm40s) 0,90 (+/- 0,03). Os grupos da Filtek One Bulk apresentaram um valor significativamente maior, demonstrando uma polimerização suficiente mesmo na base de incrementos com 4 mm. Concluiu-se que o aumento na espessura do incremento de resinas bulk fill não afetou negativamente a fotoativação.

UNITERMOS: Polimerização; Resinas Compostas; Testes de Dureza.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, existe uma grande procura por restaurações estéticas, mesmo em dentes posteriores, fazendo com que os materiais odontológicos passem por constantes alterações até que se desenvolva um considerado "ideal"⁶. Em restaurações de cavidades profundas, adota-se a inserção de incrementos que não ultrapassem 2mm de resina composta através da técnica incremental³⁴. Entretanto, esta técnica é considerada demorada, complexa¹², oferece riscos de contaminação, além de possíveis falhas na união entre as camadas de resina¹. Dessa forma, inovações emergem com o surgimento das resinas "Bulk fill", tendo como principal objetivo simplificações nos procedimentos operatórios durante a prática clínica diária⁴¹.

As resinas bulk fill podem ser utilizadas em diferentes protocolos clínicos para restaurar estética e função ou ainda, como preenchimento intermediário para restaurações indiretas³⁵. Possuem como principal vantagem, a possibilidade de inserir incrementos com até 5mm de espessura¹⁶, o que foi possível através da utilização de novos fotoiniciadores e alterações na composição, estrutura e morfologia da fase inorgânica^{4,14}. Além disso, os fabricantes afirmam que essa nova geração permite uma maior profundidade de polimerização e menor contração em relação às resinas convencionais¹³. Porém, obter um grau de conversão adequado em toda profundidade dos incrementos das resinas Bulk fill pode ser um desafio, sendo que a eficácia da luz do fotoativador em converter os monômeros em polímeros diminui a

1- Doutoranda em Ciências Odontológicas Aplicadas (Dentística) pela Faculdade de Odontologia de Bauru, USP, Univ. de São Paulo, 17012-901 Bauru – SP, Brasil

2- Graduada em Odontologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru, USP, Univ. de São Paulo, 17012-901 Bauru – SP, Brasil

3- Mestranda em Ciências Odontológicas Aplicadas (Dentística) pela Faculdade de Odontologia de Bauru, USP, Univ. de São Paulo, 17012-901 Bauru – SP, Brasil

4- Professora Doutora do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia de Bauru, USP, Univ. de São Paulo, 17012-901 Bauru – SP, Brasil

medida que ocorre um aumento na espessura do incremento²², além do tempo de fotoativação recomendado ser muitas vezes controverso.

As características do aparelho fotoativador interferem através da intensidade de luz e das condições de ativação através do modo e tempo de exposição⁴⁰, existindo uma forte relação entre protocolos de fotoativação e as propriedades mecânicas da resina composta⁸. A energia total recebida pela resina composta (J/cm^2), é um fator importante a ser considerado na qualidade do polímero formado⁷, visto que, para se ter uma polimerização adequada, a resina deve receber uma quantidade de fótons suficiente para conversão de 80% dos monômeros, o que é bastante dificultado na região mais profunda das restaurações^{30,32}.

Embora vários fatores possam afetar a eficácia da polimerização e as propriedades mecânicas das resinas Bulk fill, a sua composição monomérica e de partículas de carga parecem apresentar maiores interferências^{29,33}. Além disso, a microestrutura das partículas de carga altera as propriedades ópticas como a translucidez, permitindo maior dissipação da luz^{15,21}, mesmo que os parâmetros de translucidez diminuam com o aumento da espessura dos incrementos¹⁸.

A Microdureza é um dos métodos de análise mais utilizados para avaliar a eficácia da polimerização de materiais restauradores, além de ser afetada diretamente pela espessura dos incrementos de resina^{10,17,39}. Altos valores de grau de conversão geralmente resultam em maiores valores de dureza, módulo de elasticidade, estabilidade de cor além de afetar positivamente na biocompatibilidade, solubilidade e sorção de água do material restaurador²⁴. A avaliação da relação indireta de dureza da superfície inferior/superior com a “Dureza Relativa”, tem sido muito utilizado para complementar a avaliação da eficácia da fotopolimerização. O valor de 0,8 é referência para uma amostra que sofreu adequada fotopolimerização²⁸.

A literatura relata que as resinas Bulk fill apresentam uma contração de polimerização semelhante às convencionais² além de uma qualidade de adesão similar pós desafio cariogênico⁹, entretanto, a relação das propriedades mecânicas de resinas bulk fill fotoativadas com diferentes protocolos em espessuras de incrementos ainda é incerta. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da espessura dos incrementos e os tempos de fotoativação de resinas Bulk fill na microdureza, através da dureza relativa, dos materiais: Filtek One Bulk Fill-3M, Filtek Bulk Fill Flow-3M e Filtek Z250XT-3M. As hipóteses nulas testadas foram: não há diferença entre as espessuras na dureza relativa das resinas bulk fill testadas; não há diferença entre os protocolos de fotoativação na dureza relativa das resinas bulk fill testadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O delineamento experimental envolveu os seguintes fatores de variação: a resina composta em três níveis, sendo a Filtek One Bulk Fill (3M – ESPE), Filtek Bulk Fill Flow (3M – ESPE) e Filtek Z250XT (3M – ESPE), na cor A3; tempo de fotoativação em dois níveis: 20 e 40 segundos; e espessura do incremento em dois níveis: 2 e 4 mm (Tabela 1).

Material	Cor	Composição/ Proporção de Partícula de Carga
Filtek Z250XT/ (3M ESPE, St Paul, MN, USA)	A3	BisGMA, BisEMA, UDMA, TEGDMA, Zircônia/ Sílica (82% em peso/ 68% em volume)
Filtek One Bulk Fill/ (3M ESPE, St Paul, MN, USA)	A3	AUDMA, AFM, DDDMA e UDMA (76,5% em peso/ 58,4% em volume)
Filtek Bulk Fill Flow/ (3M ESPE, St Paul, MN, USA)	A3	BisGMA, BisEMA, TEGDMA, Procrilato e UDMA (64,5% em peso/ 42,5% em volume)

Tabela 1 – Materiais utilizados no estudo

Como variável de resposta, foi realizada a análise da Microdureza da resina composta no Microdurômetro (MicroMet 6040-Buehler) com o auxílio da ponta Knoop, avaliando a superfície superior e inferior de cada amostra (topo e base).

Os espécimes foram confeccionados em matriz bipartida. A matriz foi individualmente posicionada sobre uma matriz de poliéster e uma placa de vidro fina por baixo. O material foi inserido com o auxílio de uma espátula para resina (Dupla N°1 Millennium - Golgran) e um condensador de amálgama (Ward N°1 – Duflex). Uma outra matriz de poliéster e uma segunda placa de vidro fina foram posicionadas por cima, com uma pressão suficiente para remover qualquer excesso de material presente. A fotoativação foi realizada com Valo Cordless (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) do tipo LED e de amplo espectro, previamente calibrado com irradiância de 1000mW/ cm^2 em modo contínuo, sobre a resina composta, acima da placa de vidro.

Durante 24 horas, os corpos de prova ficaram armazenados separadamente na estufa a 36°C, em recipientes isolados de luz. Após, os corpos de prova foram analisados quanto à dureza da superfície superior, a qual recebeu luz diretamente, e da superfície inferior, a qual recebeu luz indiretamente utilizando ponta Knoop com carga de 25 gramas e 5 segundos de penetração acoplada ao microdurômetro⁵.

Cinco edentações foram realizadas centralizadas na superfície superior e inferior de cada amostra, analisadas em aumento de 50x, com espessamento de 100µm. Para cada edentação, foi obtido um valor HK (Hardness Knoop).

RESULTADOS

A média e desvio padrão foram obtidos de cinco edentações das superfícies superior e inferior. Para

cada corpo de prova, foi calculado o valor de Dureza Relativa em porcentagem (divisão da média da superfície inferior sobre a superior X100). A unidade de medida utilizada foi HK (Hardness Knoop).

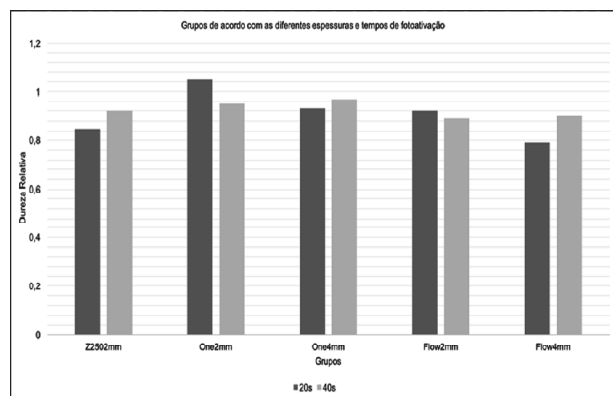
Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade. Como foi constatado homogeneidade da amostra, foram executadas a análise de variância a 1 critério (ANOVA) e o teste de Tukey para comparações entre grupos, ambos com nível de significância de $p < 0,05$. Os valores de média e desvio-padrão de todos os grupos estão apresentados na Tabela 2.

Grupos	Média	Desvio - Padrão
Z2502mm20s	0,85	$\pm 0,01$
Z2502mm40s	0,92	$\pm 0,01$
One2mm20s	1,05	$\pm 0,08$
One2mm40s	0,95	$\pm 0,04$
One4mm20s	0,93	$\pm 0,04$
One4mm40s	0,97	$\pm 0,04$
Flow2mm20s	0,92	$\pm 0,05$
Flow2mm40s	0,89	$\pm 0,04$
Flow4mm20s	0,79	$\pm 0,04$
Flow4mm40s	0,90	$\pm 0,03$

Tabela 2 - Média e Desvio-Padrão de KHN para os grupos.

Todas as resinas compostas apresentaram valores positivos de dureza relativa ($>0,8$), indicando uma adequada polimerização para as espessuras de 2 e 4mm. A resina Filtek One Bulk apresentou resultados significativamente maiores para todos os grupos, sendo o grupo One2mm20s (1,05) e One4mm40s (0,97) os que apresentaram valores superiores em relação aos outros desse estudo, apesar de não apresentar diferença estatística entre eles. O One4mm40s não apresentou diferença em relação aos grupos One2mm40s (0,95), One4mm20s (0,93), Flow2mm20s (0,92), Z2502mm40s (0,92), Flow4mm40s (0,90) e Flow2mm40s (0,89), os quais apresentaram valores intermediários e não foram diferentes estatisticamente do Z2502mm20s (0,85). Ao mesmo tempo, os grupos Flow4mm20s (0,79) e Z2502mm20s (0,85) apresentaram os menores valores, sem diferença estatística entre si (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Grupos de acordo com as diferentes espessuras e tempos de fotoativação de cada resina.



DISCUSSÃO

As hipóteses nulas testadas foram rejeitadas. Foi detectado diferença entre as espessuras dos incrementos das resinas e os protocolos de fotoativação na dureza relativa.

Com o intuito de otimizar o tempo clínico de trabalho, as resinas bulk fill surgiram no mercado com a proposta de inserção de incrementos com até 5mm de espessura, diferente da técnica incremental, em que só é possível inserir incrementos com no máximo 2mm. A desvantagem dessa última, é que aumenta o tempo clínico e, com isso, há maior chance de contaminação da restauração. Sendo assim, esse trabalho investigou o comportamento mecânico e a eficácia indireta de polimerização através da dureza relativa das resinas bulk fill com incrementos de 4mm e qual o melhor protocolo fotoativador a ser adotado.

Estudos demonstraram que a bulk fill pode ser aplicada e polimerizada adequadamente em incrementos de 4mm^{11,12,19,27}. Neste estudo, a resina One Bulk apresentou valores de microdureza superiores às outras resinas, nas mesmas condições.

O grau de conversão, o qual está relacionado à quantidade de monômeros da resina composta que se converteu na cadeia polimérica, está intimamente associado ao processo de polimerização, além de ser de grande importância para auxiliar na investigação do desempenho mecânico e da biocompatibilidade, pois esse processo está diretamente relacionado à dureza, fratura e solubilidade do material³¹. Fatores como especificidades da matriz orgânica com variações na rede de polímeros, por exemplo²⁵, e a qualidade da rede polimérica parecem ser essenciais para a obtenção de melhores propriedades também³⁸. Dessa forma, uma baixa conversão pode resultar em monômeros livres, não reagentes que podem ser dissolvidos em ambientes úmidos, resultando na degradação do material e comprometendo a longevidade da restauração³¹. Sendo assim, o bom desempenho da resina One Bulk pode ser atribuído à sua composição e microestrutura das partículas de carga. O monômero AFM, o qual é um dos diferenciais desse material, apresenta grupos funcionais de metacrilato em cada extremidade, o que pode ser facilmente integrado à uma cadeia contendo monômeros de (met)acrilato. Ou seja, a partir do momento que as ligações covalentes são formadas, a mesma se torna imutável e as ligações permanecem fixas. Além disso, após a fotopolimerização e formação da cadeia, o AFM se integra e também se fragmenta, adicionando monômero tanto no estado livre quanto enquanto faz parte da cadeia, tornando-a dinâmica. O processo de formação e quebra de ligações covalentes, pode levar à redução da contração de polimerização, visto que o rearranjo dessas ligações leva ao alívio da tensão³⁶.

Com relação aos protocolos fotoativadores, um estudo demonstrou que um tempo de cura entre 20 e

40 segundos, oferece melhores resultados com relação ao grau de conversão dos monômeros²³. Em 2015, o estudo do autor AlQahtani, MQ e colaboradores obteve melhores resultados de polimerização para todas as resinas testadas, com o tempo de 40 segundos³.

Em casos de fotoativação com luz LED, utilizando uma irradiância maior ou igual a 1000 mW/cm², durante pelo menos 20 segundos, foram encontrados resultados favoráveis em relação à profundidade de polimerização. Dessa forma, pode-se obter uma cura ideal com 4mm de espessura da resina, dependendo das condições do material e do processo de fotoativação²⁶. Nesta pesquisa, a resina One Bulk fotoativada por 40 segundos, obteve melhores resultados de dureza quando comparada às outras resinas. Porém, outros trabalhos revelaram que quando inserimos a espessura máxima de incremento com bulk fill, poderá ocorrer uma ligeira redução do grau de conversão na superfície inferior, diferente do que acontece em um incremento de 2mm^{3,13,23}.

As resinas bulk fill também demonstraram melhores resultados a respeito da deflexão de cúspide, quando comparada às convencionas^{11,30,39}. Uma menor deflexão de cúspide, diminui as chances de ocorrer microinfiltração marginal, um problema muito frequente que resulta na falha da restauração e recidiva da doença cárie no paciente. Sendo assim, técnicas de inserção em massa proporcionam menor estresse de contração e maior resistência à fratura³⁹, o que indica menor descolamento da interface dente/restauração^{12,20}.

As resinas bulk fill podem ser consideradas como uma alternativa para procedimentos restauradores em cavidades profundas, sendo que a técnica de inserção em massa é rápida e simplifica o procedimento clínico, além de facilitar a aplicação na cavidade. No caso de restaurações com caixas proximais, onde a chegada da luz do fotoativador e a microdureza são prejudicadas, recomenda-se a fotativação em mais de um ponto da restauração³⁷. É válido ressaltar que, no presente estudo, foi observado que o incremento atinge a profundidade de cura a 4mm de espessura, em condições ideais de fotoativação.

Os compostos bulk fill minimizam os efeitos indesejados da contração de polimerização, os quais podem causar sensibilidade pós-operatória, gaps na interface dente/restauração, microinfiltração marginal e fraturas na interface. Com isso, a resina One Bulk, de acordo com os resultados deste estudo, parece ser uma boa opção em procedimentos restauradores. Entretanto, mais estudos laboratoriais e clínicos devem ser realizados.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que a variação na espessura de 2 para 4mm dos incrementos das resinas Bulk fill não

afetou a dureza relativa do material e negativamente a eficiência da fotoativação. Um melhor comportamento foi observado para a resina Filtek One Bulk, independente da espessura de incremento avaliado.

ABSTRACT

Bulk fill composites emerged, allowing the restoration of deep cavities easily. Appropriate light-curing is crucial to bulk fill composite presents satisfactory mechanical properties and restoration longevity. This study evaluated the influence of thickness increment on Knoop microhardness (KHN) of three dental bulk fill composites (n=5). Fifty samples were divided according to composite (Filtek Z250, Filtek One Bulk Fill and Filtek Bulk Fill Flow), thickness (2mm and 4 mm) and time lightcuring (20 and 40 s) - Z2502mm20s, Z2502mm40s, One2mm20s, One2mm40s, One4mm20s, One4mm40s, Flow2mm20s, Flow2mm40s, Flow4mm20s e Flow4mm40s. KHN analysis were performed on the top and the base of each specimen. Data were subjected to one-way ANOVA and Tukey test (p<0,05). The mean and standard deviation (+/-) of following groups were (Z2502mm20s) 0,85(+/-0,01); (Z2502mm40s) 0,92(+/-0,01); (One2mm20s) 1,05(+/-0,08); (One2mm40s) 0,95(+/-0,04); (One4mm20s) 0,93 (+/-0,04); (One4mm40s) 0,97(+/-0,04); (Flow2mm20s) 0,92(+/-0,05); (Flow2mm40s) 0,89(+/-0,04); (Flow4mm20s) 0,79(+/-0,04) e (Flow4mm40s) 0,90(+/-0,03). Filtek One Bulk groups present significantly higher value, demonstrating sufficient polymerization even on the base of 4 mm increments. It was concluded that the increase in the thickness increment of Bulk fill composites did not negatively affect the lightcure.

UNITERMS: Polymerization; Composite Resins; Hardness Tests.

REFERÊNCIAS

1. Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent* 2003; 31(6): 437-444.
2. Almeida Junior LJDS, Lula ECO, Penha KJS, Correia VS, Magalhães FAC, Lima DM, Firoozmand LM. Polymerization Shrinkage of Bulk Fill Composites and its Correlation with Bond Strength. *Braz Dent J* 2018; 29(3): 261-267.
3. AlQahtani MQ, Michaud PL, Sullivan B, Labrie D, AlShaafi MM, Price RB. Effect of High Irradiance on Depth of Cure of a Conventional and a Bulk Fill Resin-based Composite. *Oper Dent* 2015; 40(6): 662-672.
4. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth

- of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater* 2014; 30(2): 149-154.
5. Camargo EJ, Moreschi E, Baseggio W, Cury JA, Pascotto RC. Composite depth of cure using four Polymerization techniques. *J Appl Oral Sci* 2009; 17(5): 446-450.
 6. Catelan A, Soares GP, Martins LRM, Aguiar FHB. Longevidade clínica de restaurações classe II em resina composta: influência de materiais e técnicas. *Rev Odontol Arac Janeiro/Junho* 2010; 31(1): 60-65.
 7. Craig RG, Powers JM. *Restorative dental materials*. 2.ed. Mosby, St Louis; 2002.
 8. Dewaele M, Asmussen E, Peutzfeldt A, Munksgaard EC, Benetti AR, Finné G, Leloup G, Devaux J. Influence of curing protocol on selected properties of light-curing polymers: degree of conversion, volume contraction, elastic modulus, and glass transition temperature. *Dent Mater* 2009; 25(12): 1576-1584.
 9. Fidalgo TKDS¹, Americano G¹, Medina D¹, Athayde G¹, Letieri ADS², Maia LC². Adhesiveness of bulk-fill composite resin in permanent molars submitted to *Streptococcus mutans* biofilm. *Braz Oral Res* 2019; 33: e111.
 10. Finan L, Palin WM, Moskwa N, McGinley EL, Fleming GJ. The influence of irradiation potential on the degree of conversion and mechanical properties of two bulk-fill flowable resin composite base materials. *Dent Mater* 2013; 29(8): 906-912.
 11. Francis AV, Braxton AD, Ahmad W, Tantbirojn D, Simon JF, Versluis A. Cuspal Flexure and Extent of Cure of a Bulk-fill Flowable Base Composite. *Oper Dent* 2015; 40(5): 515-523.
 12. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LE, Martin AA, Ambrosano G, Giannini M. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater* 2015; 31(12): 1542-1551.
 13. Garoushi S, Vallittu P, Shinya A, Lassila L. Influence of increment thickness on light transmission, degree of conversion and micro hardness of bulk fill composites. *Odontology* 2016; 104(3): 291-297.
 14. Goracci C, Cadenaro M, Fontanive L, Giangrosso G, Juloski J, Vichi A, Ferrari M. Polymerization efficiency and flexural strength of low-stress restorative composites. *Dent Mater* 2014; 30(6): 688-694.
 15. Ilie N, Keler A, Durner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *J Dent* 2013; 41(8): 695-702.
 16. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill Resin-based Composites: An In Vitro Assessment of Their Mechanical Performance. *Oper Dent* 2013; 38(6): 618-625.
 17. Karacolak G, Turkun LS, Boyacioglu H, Ferracane JL. Influence of increment thickness on radiant energy and microhardness of bulkfill resin composites. *Dent Mater J* 2018; 37(2): 206-213.
 18. Kim EH, Jung KH, Son SA, Hur B, Kwon YH, Park JK. Effect of resin thickness on the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. *Restor Dent Endod* 2015; 40(2): 128-135.
 19. Kim RJ, Son SA, Hwang JY, Lee IB, Seo DG. Comparison of photopolymerization temperature increases in internal and external positions of composite and tooth cavities in real time: Incremental fillings of microhybrid composite vs. bulk filling of bulk fill composite. *J Dent* 2015; 43(9): 1093-1098.
 20. Kim RJ, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent* 2015; 43(4): 430-439.
 21. Lassila LV, Nagas E, Vallittu PK, Garoushi S. Translucency of flowable bulk-filling composites of various thickness. *Chin J Dent Res* 2012; 15(1): 31-35.
 22. Lee SK, Kim TW, Son SA, Park JK, Kim JH, Kim HI, Kwon YH. Influence of light-curing units on the polymerization of low-shrinkage composite resins. *Dent Mater J* 2013; 32(5): 688-694.
 23. Lempel E, Czibulya Z, Kovács B, Szalma J, Tóth Á, Kunsági-Máté S, Varga Z, Böddi K. Degree of Conversion and BisGMA, TEGDMA, UDMA Elution from Flowable Bulk Fill Composites. *Int J Mol Sci* 2016; 17(5): 732-745.
 24. Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater* 2013; 29(2): 139-156.
 25. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent* 2014; 42(8):993-1000.
 26. Lima RBW, Troconis CCM, Moreno MBP, Murillo-Gómez F, De Goes MF. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *J Esthet Restor Dent* 2018; 30(6): 492-501.
 27. Marigo L, Spagnuolo G, Malara F, Martorana GE, Cordaro M, Lupi A, Nocca G. Relation between conversion degree and cytotoxicity of a flowable bulk-fill and three conventional flowable resin-composites. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2015; 19(23): 4469-4480.
 28. Moore BK, Platt JA, Borges G, Chu TM, Katsilieri I. Depth of cure of dental resin composites: ISO 4049 depth and microhardness of types of materials and shades. *Oper Dent* 2008; 33(4): 408-412.
 29. Pires HC, de Carvalho OB, de Freitas CA, de Freitas MFA, Lauris JRP. Avaliação da dureza vickers de 29 resinas compostas. *Rev Odontol Arac Setembro/ Dezembro* 2007; 28(3): 16-23.

30. Price RB, Dérand T, Sedarous M, Andreou P, Loney RW. Effect of distance on the power density from two light guides. *J Esthet Dent* 2000; 12(6): 320–327.
31. Rastelli ANS, Jacomassi DP, Bagnato VS. Effect of power densities and irradiation times on the degree of conversion and temperature increase of a microhybrid dental composite resin. *Laser Phys* 2008; 18:1074-9.
32. Reis A, Loguercio A. *Materiais Dentários Restauradores Diretos - dos fundamentos a aplicação*. 1.ed. São Paulo: Ed. Santos; 2007.
33. Reis AF, Vestphal M, Amaral RCD, Rodrigues JA, Roulet JF, Roscoe MG. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Braz Oral Res* 2017; 31(suppl 1): e59.
34. Sakaguchi RL, Douglas WH, Peters MC. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J Dent* 1992; 20(3): 183-188.
35. Sebold M, Lins RBE, André CB, Martins LRM, Giannini M. Flowable and Regular Bulk-Fill Composites: A Comprehensive Report on Restorative Treatment. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2020; 40(2): 293-300.
36. Shah PK, Stansbury JW, Bowman CN. Application of an Addition-Fragmentation-Chain Transfer Monomer in Di(meth)acrylate Network Formation to Reduce Polymerization Shrinkage Stress. *Polym Chem* 2017; 8(30): 4339-4351.
37. Shimokawa C, Turbino ML, Giannini M, Braga RR, Price RB. Effect of Curing Light and Exposure Time on the Polymerization of Bulk-Fill Resin-Based Composites in Molar Teeth. *Oper Dent* 2020; 45(3): E141-E155.
38. Soh MS, Yap A. Influence of curing modes on crosslink density in polymer structure. *J Dent* 2004; 32:321-326.
39. Tanthanuch S, Ruenqsri P, Kukiattrakoon B. Optimal depth of cure for nanohybrid resin composite using quartz tungsten halogen and new high intensity light-emitting diode curing units. *Gen Dent* 2013; 61(5): e14-17.
40. Torno V, Soares P, Martin JM, Mazur RF, Souza EM, Vieira S. Effects of irradiance, wavelength, and thermal emission of different light curing units on the Knoop and Vickers hardness of a composite resin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 85(1): 166-171.
41. Veloso SRM, Lemos CAA, de Moraes SLD, do Egito Vasconcelos BC, Pellizzer EP, de Melo Monteiro GQ. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2019; 23(1): 221-233.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

*PROFA. DRA. JULIANA FRAGA SOARES
BOMBONATTI*

Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade
de São Paulo (FOB/ USP)

Departamento de Dentística, Endodontia e
Materiais Odontológicos

Alameda Doutor Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75,
Bauru - SP, Brasil, 17012-901

Email: julianafraga@usp.br

