

Influência do pré-aquecimento no módulo de elasticidade, resistência flexural e coesiva de compósitos bulk-fill

Influence of preheating on elastic modulus, flexural and cohesive strength of bulk-fill composites

Mariana Esperendi Bastianini¹, Rosana Leal do Prado¹, Juliane Avansini Marsicano¹,
Marcela Crepaldi Santos¹, Maria Rita Muniz dos Santos¹,
Sheyla Adriane Rodrigues Oliveira João¹, Anderson Catelan¹, Eliane Cristina Gava Pizi¹

¹ Faculdade de Odontologia de Presidente Prudente - Programa de Pós-graduação em Odontologia/UNOESTE, Rua José Bongiovani, 700, Cidade Universitária 19050-920, Presidente Prudente, SP, Brasil.
e-mail: marianaesperendi@gmail.com, rosanahb@yahoo.com.br, juavansini@yahoo.com.br, marcelacrepal-di@outlook.com, mariarita.muniz3@gmail.com, sheylaadriane@hotmail.com, ander.catelan@gmail.com, elianepi-zi@unoeste.br

RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar a influência do pré-aquecimento de compósitos *bulk-fill*, em relação a resistência à flexão, módulo de elasticidade e resistência coesiva. Cinco compósitos foram testados: Tetric N-Ceram *Bulk-fill* (TBF), X-tra fill (XTF), Filtek *Bulk-fill* (FBF), Aura *Bulk-fill* (ABF) e Filtek Z250 (FZ, controle). As amostras foram condicionadas em 37°C por 24 horas antes de serem testadas. Os resultados foram analisados estatisticamente por ANOVA e teste de Tukey. Os compósitos FBF, XTF e FZ apresentaram as maiores resistências coesivas, e o pré-aquecimento influenciou positivamente esta propriedade. Os materiais XTF e FBF sem pré-aquecimento apresentaram os maiores valores de resistência à flexão e de módulo de elasticidade. Para estas propriedades, o pré-aquecimento causou redução nos compósitos XBF, FBF e ABF, não teve efeito em TBF e causou aumento em FZ. O pré-aquecimento influenciou positivamente a resistência coesiva dos materiais estudados, melhorando o desempenho de todas os materiais do tipo *bulk-fill*. A Tetric N-Ceram Bulk Fill/Ivoclar não obteve variação de módulo de elasticidade e resistência flexural quando pré-aquecida, tendo os demais compósitos do tipo *bulk-fill* apresentado resultados inferiores quanto a essas duas propriedades após o aquecimento.

Palavras-chave: Resinas Compostas, *Bulk-fill*, Módulo de Elasticidade, Resistência a Flexão e Resistência Coesiva.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the influence of pre-heating of *bulk-fill* composites on flexural strength, modulus of elasticity and cohesive strength. Five composites were tested: Tetric N-Ceram *Bulk-fill* (TBF). X-tra Fill (XTF), Filtek *Bulk-fill* (FBF), Aura *Bulk-fill* (ABF) and Filtek Z250 (FZ, control). The samples were conditioned at 37°C for 24 hours before being tested. Results were statistically analyzed by ANOVA and Tukey test. FBF, XTF and FZ composites had the highest cohesive strengths, and preheating positively influenced this property. XTF and FBF materials without preheating showed the highest values of flexural strength and modulus of elasticity. For these properties, preheating caused a reduction in XBF, FBF and ABF resins, had no effect on TBF resin and caused an increase in FZ resin. The preheating positively influenced the cohesive strength of the studied materials, improving the performance of all *bulk-fill* resins. Tetric N-Ceram Bulk Fill/ Ivoclar did not show changes on modulus of elasticity and flexural strength when preheated, while the other *bulk-fill* composites presented lower results for these two properties after heating.

Keywords: Composites Resins, *Bulk-fill*, Elastic Modulus, Flexural Strength and Cohesive Strength.

1. INTRODUÇÃO

As resinas compostas têm sido utilizadas na odontologia há mais de 50 anos [1] e com o advento de melhoras em suas propriedades mecânicas, elas têm apresentado bom desempenho quando utilizadas de forma incremental. Dessa forma, tem se tornado o material de escolha tanto para restaurações de dentes anteriores quanto para posteriores, principalmente por conta da redução da contração de polimerização e por permitir o alcance de uma profundidade de polimerização adequada [2].

No entanto, a técnica incremental tem desvantagens críticas que podem afetar a realização do procedimento e a longevidade da restauração, propiciando microinfiltração, pigmentação marginal e cáries secundárias [3]. Essas desvantagens incluem a possibilidade de incorporação de bolhas ou contaminação entre as camadas, falhas de união entre incrementos, dificuldade de colocação devido ao acesso limitado em cavidades pequenas e aumento do tempo clínico necessário para inserir e polimerizar cada camada [4].

Visto isso, o desenvolvimento de novos compósitos se fez necessário para tentar suprir as deficiências dos materiais convencionais sendo que nos últimos anos, grandes esforços foram feitos para desenvolver materiais de baixa contração através de mudanças na tecnologia mecânica e química de monômeros [5]. Neste intuito, surgiram os compósitos do tipo *bulk-fill* que possibilitam o preenchimento de cavidades com incremento único de 4 a 5 mm, de acordo com o fabricante [6].

Os compósitos *bulk-fill* podem ser divididos em dois grupos: base e *full-body*. As do tipo base têm menor viscosidade e, por isso, são conhecidas como *flow*. Sua característica permite que seja aplicada em cavidades de difícil acesso com auxílio de uma seringa. Além disso, elas possuem menor concentração de carga, o que implica em menor resistência ao desgaste, sendo necessário o recobrimento oclusal com compósito convencional para melhorar a resistência ao desgaste e permitir a escultura dental [6, 7].

Já os compósitos *bulk-fill* do tipo *full-body* possuem maior concentração de carga, conseqüentemente tem maior viscosidade e maior resistência ao desgaste. Diante disso, toda a restauração pode ser realizada com ele e da mesma forma, a superfície oclusal pode ser esculpida [6].

A profundidade de polimerização e a contração de polimerização são as principais propriedades que diferenciam o comportamento entre os compósitos convencionais e os *bulk-fill*. A polimerização da *bulk-fill*, em sua maioria, é puramente através da luz. No entanto, alguns fabricantes conseguiram aumentar a profundidade de polimerização, tornando-a dual, a partir da redução do tamanho das partículas e da incorporação de diferentes foto-iniciadores. Já a contração de polimerização, é reduzida quando há uma maior espessura do incremento do material [8].

Outro fator que pode interferir no desempenho da *bulk-fill* é a formação de gap marginal, que aumenta quando a viscosidade do compósito é alta. Para isso, sugere-se que seja feito o aquecimento desse material permitindo a sua maior fluidez e favorecendo a adaptação marginal [8]. No intuito de melhorar seu desempenho, o pré-aquecimento do material foi proposto por MUNÓZ *et al.* [9], sugerindo que ao fazê-lo haveria a diminuição da contração de polimerização e o aumento do grau de conversão, o que proporcionaria maior microdureza ao material [9-12].

Segundo alguns estudos, os compósitos pré-aquecidos podem ter suas propriedades físicas e mecânicas melhoradas [13] pois o pré-aquecimento sob uma condição isotérmica é capaz de aumentar a conversão de monômeros, a mobilidade molecular e a frequência de colisão de espécies ativadoras [10], propiciando aos materiais maior resistência mecânica, rigidez e resistência à degradação no ambiente oral [9].

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência do pré-aquecimento de resinas compostas *bulk-fill*, em relação a resistência à flexão, módulo de elasticidade e resistência coesiva.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Foram testados os seguintes grupos de resinas compostas, Tetric N-Ceram (IVOCLAR), X-tra Fill (VOCO), Filtek *Bulk-fill* Posterior Restorative (3M ESPE), Aura Ultra Universal Restorative (SDI) e Filtek Z250 (3M ESPE). Na tabela 1 é apresentada as principais características dos compósitos quanto à sua composição, bem como, a classificação do tamanho de partículas de cada material.

Tabela 1: Composição e classificação dos compósitos utilizados.

| | CARACTERÍSTICAS DAS RESINAS | | | |
|------------|--|----------------------------------|---|--|
| | MATERIAL/ FABRICANTE | CLASSIFICAÇÃO | MATRIZ ORGÂNICA | PARTÍCULAS |
| TBF | Tetric N- Ceram <i>Bulk-fill</i> / Ivoclar | Nanohíbrida <i>Bulk-fill</i> | Bis-GMA* UDMA** Bis-EMA*** | Bário (0,4-0,7 µm); Trifluoreto de Itérbio (200 nm); Isofiller (pré-polímero); 79% - 81% em peso; 60% - 61% em volume. |
| FBF | Filtek Bulk Fill Posterior Restorative/ 3M | Nanoparticulada <i>Bulk-fill</i> | AUDMA# AFM## UDMA** DDDMA### | Silica (20 nm); Zircônia (4-11 nm); Trifluoreto de Itérbio (100 nm); 76,5% em peso; 58,4% em volume. |
| ABF | Aura Ultra Universal Restorative/ SDI | Nanohíbrida <i>Bulk-fill</i> | Bis-EMA*** UDMA** TEGDMA† | Sílica (0.02 – 0.04 µm); Vidro de Boro-silosilicato de Bário (0.4 µm); 81% em peso; 65% em volume. |
| XBF | X-tra Fill/ VOCO | Nanohíbrida <i>Bulk-fill</i> | Bis-GMA* TEGDMA† UDMA** Bis-EMA*** | Bário; Boro; Alumínio; Partículas de Dissilicato; 86% em peso; 70% em volume. |
| FZ | Filtek Z250/3M | Microhíbrida Convencional | BIS-GMA* UDMA** Bis-EMA*** TEGDMA† | Zircônia; Sílica (0,01 µm a 3,50 µm) tamanho médio de 0,6 µm; 85% em peso; 60% em volume. |

*dimetacrilato de bisfenol A, **dimetacrilato de uretano, *** dimetacrilato de bisfenol A etoxilado, #metacrilato aromático de alto peso molecular, ##monômero por adição-fragmentação, ###1, 12 -dodecano-DMA, †dimetacrilato de trietilenoglicol.

2.2 Métodos

As amostras foram confeccionadas em forma de barra (com dimensões de 7x2x1 mm) para o teste de resistência flexural (Figura 1A) e em forma de ampulheta (com dimensões de 3x1x1 mm) para o teste de resistência coesiva (Figura 1B). No momento da confecção, elas foram divididas em dois grupos, não-aquecidas (grupo controle) (n=10) e submetidas ao pré-aquecimento (grupo teste) (n=10).



Figura 1: (A) matriz metálica para confecção das amostras em forma de barra, (B) matriz de silicone para confecção das amostras em forma de ampulheta, (C) resina sendo polimerizada com tira de poliéster e lamínula de vidro.

2.2.1 Grupo controle

Sobre uma placa de vidro, o compósito foi inserido no interior da matriz com espátula metálica. Em seguida uma tira de poliéster e uma lamínula de vidro foram colocadas sobre ele para ser realizada a fotoativação por 20 segundos com unidade de luz Bluephase N (1.200 mW/cm² IVOCLAR (Figura 1C). Isso foi feito para garantir a mesma distância do aparelho de luz para todas as amostras. As amostras foram colocadas em recipientes escuros à prova de luz e armazenadas em estufa a 37°C por 24 horas. Após esse período elas foram lixadas com lixas de granulação 600 e 1200 para deixar a superfície uniforme e sem rebarbas.

2.2.2 Grupo teste

Para o grupo teste, procedeu-se o pré-aquecimento de pequenas porções do compósito antes de sua inserção nas matrizes. Para isto, foram utilizados recipientes e estufa em temperatura de 68°C, uma vez que estudos demonstram que quando aquecidos em temperaturas de até 60°C, ao serem inseridos na cavidade bucal, já haviam perdido calor, alcançando isoterminia em relação ao corpo e, dessa forma, não havia favorecimento das propriedades dos compósitos, uma vez que o aquecimento atua sobre sua viscosidade [14-17]. O material era mantido em seu interior por 40 minutos e após esse período sua temperatura era mensurada com termômetro digital antes que fosse levado no interior da matriz para confecção das amostras. Matrizes, placas de vidro e espátulas eram também pré-aquecidas em estufa.

2.2.3 Testes de Resistência à Flexão, Módulo de Elasticidade e Resistência Coesiva

Para o teste de resistência à flexão de três pontos as amostras em forma de barra eram posicionadas na Máquina de Ensaio Universal (Instron - EMIC), mantendo a distância de 5 mm entre os apoios inferiores. A carga era direcionada ao centro da amostra sob velocidade de 0,5 mm/minuto até sua fratura. Este teste forneceu os valores de resistência flexural e módulo de elasticidade. Enquanto que, para o teste de resistência coesiva foram utilizadas as amostras em forma de ampulheta fixadas no dispositivo e testadas sob mesma velocidade até sua fratura (Figura 2).

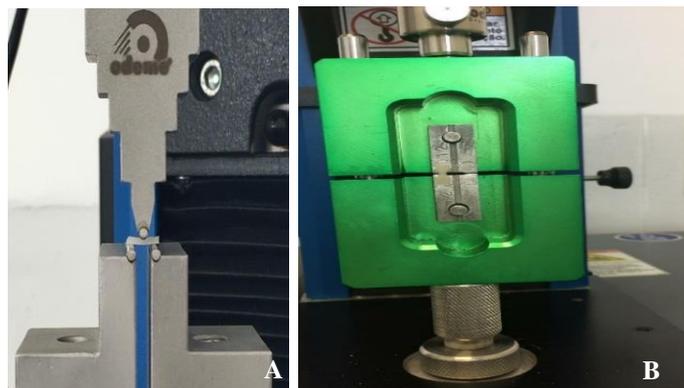


Figura 2: Teste de resistência a flexão (A) e resistência coesiva (B) sendo executado na máquina de Ensaio Universal Instron.

2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos a uma análise exploratória e por intermédio dos testes de Shapiro Wilk e Bartlett foram verificadas a normalidade dos resíduos e a homogeneidades variâncias, respectivamente. Posteriormente, realizou-se a Análise de Variância (ANOVA) dois fatores. A análise estatística foi realizada com auxílio do software R, tendo sido considerado nível de confiança de 95% (R Core Team, 2017).

3. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta as médias e desvios padrão, para as amostras analisadas com e sem pré-aquecimento, de acordo com as propriedades avaliadas: resistência à flexão (RF), módulo de elasticidade (ME) e resistência coesiva (RC). Quanto à sua interpretação, letras diferentes representam diferença estatística significativa, sendo que as minúsculas comparam os grupos dentro da mesma coluna, ou seja, comparam os diferentes tipos de compósitos quanto à propriedade definida na coluna, enquanto que as letras maiúsculas comparam cada grupo de material quanto ao seu tratamento (não aquecimento e pré-aquecimento).

Quanto à RF, dentre todos os grupos testados, o que apresentou maior média foi o grupo XBF, porém após o aquecimento, isso não se manteve. O grupo que apresentou menor média foi o ABF, tanto pré quanto

pós aquecimento. TBF não sofreu alteração para RF quando aquecida. Já ABF, FBF e XBF tiveram RF reduzida quando pré-aquecidas. Somente FZ teve a RF aumentada com o pré-aquecimento.

Para o tratamento sem aquecimento, o grupo que apresentou maior média de ME foi o XBF, seguido pelo FBF, já o grupo ABF foi o que apresentou menor média. Quando aquecidos, TBF não apresentou variação; ABF, FBF e XBF tiveram reduzidos os valores médios de ME, sendo que FZ teve o valor do módulo de elasticidade aumentado quando pré-aquecido.

Quanto à resistência coesiva, houve diferença estatística significativa para todos os grupos quando comparado o pré-aquecimento, tendo o grupo aquecido apresentado resultados superiores quanto à RC, exceto FZ. O compósito que apresentou média superior foi a FBF, independente do tratamento e a inferior a ABF.

Tabela 2: Resultados obtidos nos testes.

| GRUPOS | NÃO AQUECIDOS | | | PRÉ-AQUECIDOS (A) | | |
|--------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | RF (MPa) | ME (GPa) | RC (N) | RF (MPa) | ME (GPa) | RC (N) |
| TBF | 93,7 (9,7) ^{Ab} | 3,8 (0,8) ^{Ac} | 32,7 (9,9) ^{Abc} | 86,6 (11,4) ^{Abc} | 3,2 (0,6) ^{Abc} | 40,6 (9,5) ^{Bbc} |
| FBF | 133,6 (28,2) ^{Aa} | 5,1(0,6) ^{Ab} | 45,1(14,9) ^{Aa} | 92,8 (47,6) ^{Bbc} | 2,8 (1,3) ^{Bc} | 52,7 (12,8) ^{Ba} |
| ABF | 89,4 (16,3) ^{Ab} | 3,3 (0,7) ^{Ac} | 19,7 (5,2) ^{Ac} | 67,9 (7,9) ^{Bc} | 2,5 (0,4) ^{Bc} | 37,4 (6,9) ^{Bc} |
| XBF | 155,9 (20,3) ^{Aa} | 6,7 (0,7) ^{Aa} | 42,9 (14,9) ^{Aab} | 97,6 (37,1) ^{Bb} | 3,8 (1,8) ^{Bb} | 46,1(16,5) ^{Bab} |
| FZ | 105,6 (26,7) ^{Ab} | 4,1 (0,8) ^{Ac} | 42,0 (16,6) ^{Aab} | 123,9 (19,1) ^{Ba} | 5,0 (0,8) ^{Ba} | 38,4 (8,8) ^{Bab} |

4. DISCUSSÃO

Os compósitos resinosos *bulk-fill* foram introduzidos no mercado para simplificar e agilizar o processo restaurador, principalmente por permitir a inserção de um incremento único que pode ser fotopolimerizado em sua completa espessura [14]. Sua composição inclui uma matriz orgânica à base de monômeros dimetacrilatos, a mistura de partículas de carga (óxidos mistos, vidro de bário, trifluoreto de itérbio e pré-polímero), silano como agente de união e moléculas de polimerização, sendo a canforoquinona utilizada na maioria dos casos [18]. Dentro da matriz orgânica estão incluídos monômeros (Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA e UDMA) assim como nas resinas convencionais, no entanto, para as resinas *bulk-fill* foram feitas alterações dentro da estrutura química do Bis-GMA e do UDMA, acrescentando outros monômeros como o dimetacrilato de uretano aromático (AUDMA) e o monômero de fragmentação adicional (AFM) proporcionando uma maior profundidade de polimerização, permitindo sua colocação em incrementos de 4 ou 5 mm, propiciando uma menor contração de polimerização e conseqüentemente, melhores propriedades mecânicas e menor tempo clínico [18-20].

A resistência flexural corresponde a resistência máxima ao dobramento de um material quando uma carga é aplicada, antes que ocorra a fratura [21]. Para os testes de RF são esperados valores mínimos em torno de 90-100MPa [22]. No presente estudo, observou-se que apenas o compósito convencional apresentou melhora dessa propriedade quando pré-aquecido, sendo que três dos compósitos *bulk-fill* mostraram piora quanto à resistência à flexão e apenas um não sofreu alteração, refutando a hipótese de que o pré-aquecimento aumentaria a resistência à flexão desses materiais, o que corrobora com o estudo de FROES-SALGADO *et al.* [16] que apesar de observar uma melhora na adaptação de compósitos pré-aquecidos, também não encontrou aumento de RF quando pré-aquecidos. Pode-se sugerir que tal fato tenha ocorrido por conta da temperatura utilizada para o aquecimento da resina composta, uma vez que no caminho entre pré-aquecimento e a cavidade, pode haver perda de temperatura, o que faria o compósito chegar ao local de inserção com a temperatura abaixo da ideal. Estudos realizados com resinas compostas convencionais mostraram que a temperatura ideal para melhorar a RF é de 170°C [23, 24], pois permite que o aquecimento do compósito permaneça com valores maiores por mais tempo.

Já o módulo de elasticidade é resultado de muitos fatores como tamanho e tipo de partículas, tipos de monômeros e a interação carga/matriz [25]. Alguns autores acreditam que quanto maior a concentração de carga do compósito, maior seria o módulo de elasticidade [26] e isto de fato foi verificado com o compósito XBF, que apresentava maior concentração de carga (86%), que na ausência do aquecimento revelou a maior média. No entanto, quando este foi submetido ao pré-aquecimento houve a diminuição do ME, assim como nos compósitos que possuíam menor concentração de carga (ABF e FBF). Portanto, não se pode atribuir somente à carga, sob aquecimento, esta afirmação. É importante destacar que o módulo de elasticidade do

esmalte e da dentina do ser humano, são respectivamente aproximadamente 33,6 GPa e 11,7 GPa [27], portanto, o material ideal seria aquele que atingisse o módulo de elasticidade mais próximo das estruturas dentárias humanas. Visto isso, nenhum material utilizado no presente estudo apresenta características ideais quanto ao módulo de elasticidade, que se aproximem do valor esperado.

Quanto à resistência coesiva, verifica-se a resistência de união do compósito com o dente, sob força de tração e, avaliando o material, demonstra a força de tração máxima, predizendo sua resistência à fratura. No presente estudo verificou-se que houve diferença estatística significativa quanto a essa propriedade, sendo os compósitos *bulk-fill* os que apresentaram maior RC comparadas ao grupo controle e, destes, o compósito com menor concentração de carga (FBF – 76,5%) obteve a maior média de RC. Nesta propriedade, o compósito convencional apresentou menor valor quando pré-aquecido, contrapondo o estudo de ILIE *et al.* [28], onde os compósitos estudados mantiveram suas propriedades constantes.

Um fator que pode influenciar na RC é a viscosidade do material, uma vez que quanto menor sua viscosidade melhor é a sua molhabilidade possibilitando sua utilização em incremento único [29, 30]. Para alcançar uma menor viscosidade dos compósitos, o pré-aquecimento tem sido indicado [17] no entanto, não atribui somente a isso, a melhora na resistência coesiva do material. Estudos mostram que as modificações na matriz orgânica que permitem uma rápida união entre dente e compósito [30] e os adesivos empregados para estabelecer a união [6], são fatores determinantes desta propriedade.

Embora o aumento da temperatura dos compósitos possa trazer algum benefício para o procedimento restaurador, CHOUDHARY *et al.* [31] enfatizam que seu pré-aquecimento pode causar alterações na polpa dentária, já que esta se encontra em uma temperatura de até 37°C e, seus fibroblastos suportam uma temperatura máxima de 41,5°C. Quando o compósito é pré-aquecido a 68°C, ao ser levado ao dente a ser restaurado, a temperatura na estrutura dentária aumenta aproximadamente 1,2°C. No entanto, outro estudo, verificou que a agressão pulpar é causada em maior grau pela luz do aparelho fotoativador do que propriamente pelo aquecimento do material, uma vez que a fotoativação produz um aumento de calor na estrutura de cerca de 4,2°C. Além disso, observaram ainda, que o dente funciona como um dissipador de calor, o que faria com que a temperatura fosse reduzida rapidamente [32]. Diante disso, se torna seguro a utilização das resinas pré-aquecidas mesmo em cavidades profundas.

5. CONCLUSÃO

O tratamento térmico dos compósitos *bulk-fill* influenciou positivamente na resistência coesiva do material, uma vez que todos eles quando pré-aquecidos demonstraram melhor desempenho comparado com a Filtek Z250/3M. Considerando esta propriedade, o pré-aquecimento pode ser uma alternativa para propiciar a melhor adaptação do compósito diretamente no interior da cavidade dentária. Entretanto, as demais propriedades não apresentaram efeitos positivos frente ao pré-aquecimento. A Tetric N-Ceram Bulk Fill/Ivoclar não obteve variação de módulo de elasticidade e resistência flexural quando pré-aquecida, tendo os demais compósitos do tipo *bulk-fill* apresentado resultados inferiores quanto a essas duas propriedades após o aquecimento, demonstrando que seu comportamento depende também da sua composição. Visto isso, são necessários mais estudos para verificar a influência da composição dos compósitos no seu desempenho perante ao aquecimento.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] FERNANDES, H.K., SILVA, R., MARINHO, M.A.S., *et al.*, "Evolução da resina composta: revisão da literatura", *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 12, n. 2, pp. 401-411, Ago/Dez. 2014.
- [2] JANG, J-H., PARK, S-H., HWANG, I-N., "Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk-Fill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin", *Operative Dentistry*, v. 40, n. 2, pp. 172-180, Mar. 2015.
- [3] BORGES, A.L.S., BORGES, A.B., XAVIER, T.A., *et al.*, "Impact of Quantity of Resin, C-factor, and Geometry on Resin Composite Polymerization Shrinkage Stress in Class V Restorations", *Operative Dentistry*, v. 39, n. 2, pp. 144-151, Mar. 2014.
- [4] CEBE, M.A., CEBE, F., CENGIZ, M.F., *et al.*, "Elution of monomer from different bulk fill dental composite resins". *Dental Materials*, v. 31, n. 7, pp. 141-149, Jul. 2015.
- [5] VAN DIJKEN, J.W.V., PALLESEN, U., "A randomized controlled three year evaluation of "bulk-filled" posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology", *Dental Materials*, v. 30, n. 9, pp. 245-251, Sep. 2014.
- [6] VAN ENDE, A., MUNCK, J.D., LISE, D.P., *et al.*, "Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature", *The Journal of Adhesive Dentistry*, v. 19, n. 2, pp. 95-109, Apr. 2017.

- [7] RODRIGUES JÚNIOR E.C., *Estudo de propriedades de resinas compostas bulk fill*, Tese de M.Sc., USP, São Paulo, SP, Brasil, 2016.
- [8] CHESTERMAN, J., JOWETT, A., GALLACHER, A., *et al.*, "Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review", *British Dental Journal*, v. 222, n. 5, pp. 337-344, Mar. 2017.
- [9] MUNÕZ, C.A., BOND, P.R., MUNÕZ, J.S., *et al.*, "Effect of pre-heating on depth of cure and surface hardness of light-polymerized resin composites", *American Journal of Dentistry*, v. 21, n.4, pp. 215-222, Aug. 2008.
- [10] DARONCH, M., RUEGGBERG, F.A., GOES, M.F., *et al.*, "Polymerization kinetics of pre-heated composite", *Journal of Dental Research*, v. 85, n. 1, pp. 38-43, Jan. 2006.
- [11] AUSIELLO, P., CASSESE, A., MIELE, C., *et al.*, "Cytotoxicity of dental resin composites: na in vitro evaluation", *Journal of Applied Toxicology*, v. 33, n. 6, pp. 451-457, Jun. 2013.
- [12] SILVA, J.M.F., ROCHA, D.M., KIMPARA, E.T., *et al.*, "Resinas compostas: estágio atual e perspectivas", *Revista Odonto*, v. 16, n. 32, pp. 98-104, Jul/Set. 2008.
- [13] DARONCH, M., RUEGGBERG, F.A., GOES, M.F., "Monomer conversion of pre-heated composite", *Journal of Dental Research*, v. 84, n. 7, pp. 663-667, Jul. 2005.
- [14] TAUBOCK, T.T., TARLE, Z., MAROVIC, D., *et al.*, "Pre-heating of high-viscosity bulk-fill resin composites: effects on shrinkage force and monomer conversion", *Journal of Dentistry*, v. 43, n. 11, pp. 1358-1364, Nov. 2015.
- [15] AYUB, K.V., SANTOS, G.C.J., RIZKALIA, A.S., *et al.*, "Effect of preheating on microhardness and viscosity of 4 resin composite", *Journal of the Canadian Dental Association*, vol. 80, n. 12, 2014.
- [16] FROES-SALGADO, N.R., SILVA, L.M., KAWANO, Y., *et al.*, "Composite pre-heating: effects on marginal adaption, degree of conversion and mechanical properties", *Academy of Dental Materials*, v. 26, n. 9, pp. 908-914, Set. 2010..
- [17] LUCEY, S., LYNCH, C.D., RAY, N.J., *et al.*, "Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite" *Journal of Oral Rehabilitation*, v. 37, pp. 278-282, 2009.
- [18] LEPRINCE, J.G., PALIN, W.M., VANACKER, J., *et al.*, "Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites" *Journal of Dentistry*, v. 42, n. 8, pp. 993-1000, Aug. 2014.
- [19] MONTERUBBIANESI, R., ORSINI, G., TOSI, G., *et al.*, "Spectroscopic and mechanical properties of a new generation of bulk fill composites", v. 7, Dec. 2016.
- [20] CHAGAS, L.S., *Avaliação da resistência flexural e módulo de elasticidade de uma resina do tipo bulk fill em comparação com uma resina convencional*, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 2016
- [21] FARES, N.H., FILHO, H.N., PACHECO, I.B., *et al.*, "Resistência flexural e módulo de elasticidade da resina composta", *Revista de Clínica e Pesquisa Odontológica*, v. 2, n.1, Jul/Set. 2005.
- [22] IBARRA, T.E., LIEN, W., CASEY, J., *et al.*, "Physical properties of a new sonically placed composite resin restorative material", *General Dentistry*, v. 63, n.3, pp. 51-56, Mai/Jun. 2015.
- [23] MIYAZAKI, C.L., MEDEIROS, I.S., SANTANA, I.L., *et al.*, "Heat treatment of a direct composite resin: influence on flexural strength", *Brazilian Oral Research*, v. 23, n. 3, pp. 241-247. 2009.
- [24] SANTANA, I.L., LODOVICI, E., MATOS, J.R., *et al.*, "Effect of Experimental Heat Treatment on Mechanical Properties of Resin Composites", *Brazilian Dental Journal*, v. 20, n. 3, pp. 205-210. 2009.
- [25] EL-DAMANHOURY, H., PLATT, J.A., "Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites", *Operative Dentistry*, v. 39, n. 4, pp. 374-382, Jul/Ago. 2014.
- [26] PEARSON, G.J., LONGMAN, C.M., "Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system", *Journal of Oral Rehabilitation*, v. 16, n. 1, pp. 57-61, Jan. 1989.
- [27] ANUSAVICE, K.J., *Phillips: materiais dentários*, 11 ed., Rio de Janeiro, Saunders Elsevier, 2005.
- [28] ILIE, N., BUCUTA, S., DRAENERT, M., "Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance", *Operative Dentistry*, v. 38, n. 6, pp. 618-625, Nov/Dec. 2013.
- [29] ILIE, N., SCHONER, C., BUCHER, K., *et al.*, "An in-vitro assessment of the shear bond strength of bulk-fill resin composites to permanent and deciduous teeth", *Journal of Dentistry*, v. 42, n. 7, pp. 850-855, Jul. 2014.

- [30] FLURY, S., PEUTZFELDT, A., LUSSI, A., "Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites", *Dentistry Materials*, v. 30, n. 10, pp. 1104-1112, Oct. 2014.
- [31] CHOUDHARY, N., KAMAT, S., MANGALA, T.M., *et al.*, "Effect of pre-heating composite resin on gap formation at three different temperatures", *Journal of Conservative Dentistry*, v. 14, n.2, pp. 191-195, Jul. 2011.
- [32] JONGSMA, L.A., KLEVERLAAN, J.C., "Influence of temperature on volumetric shrinkage and contraction stress of dental composites", *Academy of Dental Materials*. v. 31, n. 6, pp. 721-725, Jun. 2015.

ORCID

| | |
|--|---|
| Mariana Esperendi Bastianini | https://orcid.org/0000-0002-0366-852X |
| Rosana Leal do Prado | https://orcid.org/0000-0002-5897-2799 |
| Juliane Avansini Marsicano | https://orcid.org/0000-0002-8213-1754 |
| Marcela Crepaldi Santos | https://orcid.org/0000-0002-0969-9132 |
| Maria Rita Muniz dos Santos | https://orcid.org/0000-0002-2379-825X |
| Sheyla Adriane Rodrigues Oliveira João | https://orcid.org/0000-0002-7227-0734 |
| Anderson Catelan | https://orcid.org/0000-0002-5916-8655 |
| Eliane Cristina Gava Pizi | https://orcid.org/0000-0002-8750-7669 |