

UTILIZAÇÃO DE "DIGITAL IMAGE CORRELATION" DIC NA AVALIAÇÃO DO DESLOCAMENTO DAS CÚSPIDES EM RESTAURAÇÕES DE CLASSE II COM RESINA COMPOSTA

Elissa Talma, Doutoranda em Engenharia de Estruturas da UFMG e Membro do MECBIO-UFMG, Belo Horizonte, Brasil, elissatalma@hotmail.com.

João Batista Novaes Júnior, Professor do Departamento de Clínica, Patologia e Cirurgia da Faculdade de Odontologia, Membro do MECBIO, UFMG, Belo Horizonte, Brasil, novaes2410@hotmail.com.

Frederico dos Reis Goyatá, Professor do Departamento de Clínica, Patologia e Cirurgia da Faculdade de Odontologia, UFMG, Belo Horizonte, Brasil, fredgoyata05@gmail.com.

Ivan Doche Barreiros, Professor do Departamento de Clínica, Patologia e Cirurgia da Faculdade de Odontologia, UFMG, Belo Horizonte, Brasil, idbarreiros@yahoo.com.br.

Célia Regina Moreira, Professora do Departamento de Clínica, Patologia e Cirurgia da Faculdade de Odontologia, UFMG, Belo Horizonte, Brasil, celiamlanza@gmail.com.

Estevam Barbosa de Las Casas, Professor no Departamento de Engenharia de Estruturas da UFMG. Coordenador MECBIO no Departamento de Estruturas Escola de Engenharia, estevamlascasas@dees.ufmg.br.

Resumo. O propósito desse estudo foi utilizar a técnica de "Digital Image Correlation" - DIC para avaliar a magnitude do deslocamento das cúspides em restaurações de Classe II. **Materiais e métodos:** Foram utilizados blocos de alumínio para simular cavidades Classe II tipo Mesio Ocluso Distal - MOD (no bloco de alumínio foi produzida uma cavidade central com 4 mm altura X 4mm de largura X 10 mm de comprimento). No Grupo I a cavidade foi preenchida com um único incremento de resina composta, e no Grupo II a cavidade foi preenchida e polimerizada em dois tempos. **Resultados:** Os vetores obtidos demonstraram que é possível avaliar o movimento total das cúspides utilizando DIC e que o deslocamento foi semelhante entre os dois grupos testados. **Conclusão:** Os resultados demonstraram que em restaurações de Classe II em incremento único ou em dois incrementos horizontais não apresentaram diferença na magnitude de movimento das cúspides.

Palavras chave: Digital Image Correlation (DIC). Deformação. Resina Composta. Contração de Polimerização.

1. INTRODUÇÃO

O preenchimento das cavidades preparadas em dentes pode variar dependendo da técnica restauradora, dentre elas a incremental que preenche a cavidade em pequenos incrementos como forma de contornar a contração de polimerização e diminuir as tensões entre o material restaurador e o dente (Braga et al. 2005; El-Damanhoury e Platt, 2014) mais recentemente, foram lançados materiais restauradores para a técnica "Bulk Fill", que preenche a cavidade de uma só vez (Bicalho et al. 2014; Van Dijken e Pallesen, 2014). Portanto, há uma correlação entre a magnitude do movimento das paredes laterais e a contração de polimerização da restauração, que utilizam "strain gages" na mensuração do movimento. A literatura demonstra que a conformidade de cavidades que permitem deslocamentos das cúspides podem reduzir as tensões geradas preservando a adesão da restauração ao dente (Niu et al. 2009, Bouillaguet et al. 2001), a deflexão das cúspides está sempre associada à preservação da adesão e também a maiores magnitudes de tensão entre o dente e a restauração. Novas técnicas utilizadas em avaliações de vetores de deslocamento, como o DIC que analisa o movimento de pontos nas superfícies e faz a comparação, a partir de duas fotografias tomadas num mesmo ponto ou foco, poderiam melhorar a compreensão da adaptação marginal da resina composta à cavidade e talvez pudessem ser utilizadas na avaliação do movimento das cúspides.

As correlações entre a tensão de contração de polimerização e a qualidade da interface adesiva de restaurações profundas são sempre complexas e envolvem altas tensões de cisalhamento, independentemente da sua largura, que podem causar descolamento das paredes ou do assoalho da cavidade (Kweon e Ferracane, 2012; Kim e Park, 2014).

Dessa forma, o padrão de vetores de deformação das cúspides tem uma correlação com a adesão da resina composta, e com o número de incrementos aplicados e polimerizados até se alcançar o total preenchimento da cavidade (Chuang, Chang e Chen, 2011). Em cavidades simétricas, deslocamentos simétricos são esperados, e o deslocamento total das cúspides numa restauração deve ser maior quanto mais próximo da superfície da restauração e do topo das cúspides, pois o movimento das cúspides é em direção ao centro da restauração e tende a ser maior quanto

mais distante da base da cavidade. Portanto, a deformação gerada apresenta um padrão, que depende da localização, das propriedades da restauração do dente, da geometria e do procedimento de restauração (Van Ende et al. 2013).

2. OBJETIVO

O propósito desse estudo é utilizar Digital Image Correlation (DIC) para determinar e comparar a deflexão das cúspides, pela análise do deslocamento de vetores na superfície proximal das restaurações Classe II de resina composta, variando-se a técnica restauradora.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Preparação das restaurações para análise no DIC

Um compósito dental foi selecionado para este estudo (Z100 - cor A2, número de série N649950, 3M ESPE, St Paul, MN) e o sistema adesivo que acompanha foi usado para preparar a adesão em paredes (Adper Single Bond) em dez cavidades de Classe II, com 8 mm de comprimento, 4 mm de largura e 4 mm de profundidade) em blocos de alumínio (8 mm de espessura, 10 mm de largura e 14 mm de altura (Figs. 1a e 1b). A superfície interna da cavidade foi abrasionada com jato de pó de óxido de alumínio, enxaguado com água e acetona. Após a secagem foi aplicado um primer para porcelana nas paredes (Rely X 3M ESPE) durante 2 minutos. A etapa seguinte foi aplicada duas camadas do adesivo Adper Single Bond Plus e fotopolimerizada por 10 segundos com Elipar Freelight (3M ESPE, St Paul, MN - intensidade de luz medida como 1.200 mW / cm²). As cavidades foram preenchidas utilizando a técnica de incremento único Grupo I e técnica em dois incrementos horizontais Grupo II, e uma superfície proximal foi usada para tocar uma superfície pulverizadas com uma fina camada de pó de carbono e uma superfície plana, para facilitar a aquisição e análise com o DIC. Esta superfície proximal da restauração composta foi posicionada em frente à câmera e abaixo da fonte de luz (Fig.1c). A primeira imagem de aquisição de dados foi tomada antes da cura, a irradiação de luz foi aplicada durante 100 segundos, para cada amostra. Após 10 minutos do início da irradiação, e com a amostra ainda posicionados em frente a câmera, foi tomada a segunda imagem. Dois grupos foram testados, com cinco espécimes cada. Um total de 10 imagens foram realizados para G1 e de 20 imagens para GII e analisadas usando software de correlação digital de imagem (7,2 Davis, LAVISION Inc.).

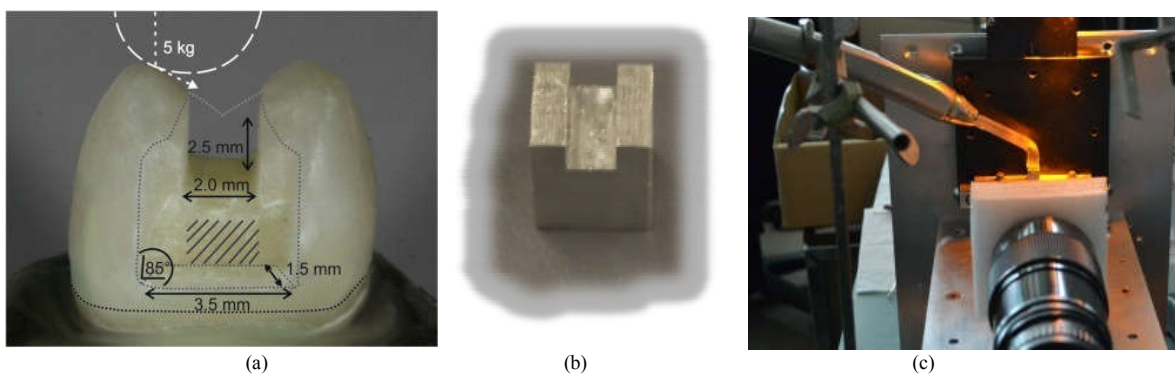


Figura 1: (a) Cavidade Classe II preparada num dente pré-molar, visão da caixa proximal, (b) simulação de preparo de Classe II no bloco de alumínio - vista superior, (c) Imagem da montagem para aquisição de imagens no DIC, com a câmera, fotopolimerizador e bloco de alumínio.

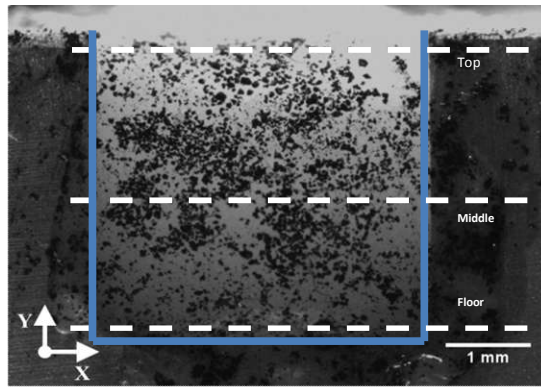


Figura 2: Superfície proximal da restauração com os pontos de carbono, as linhas azuis representam as margens da restauração e as linhas pontilhadas brancas correspondem às alturas utilizadas na avaliação do movimento de vetores horizontais.

4. RESULTADOS

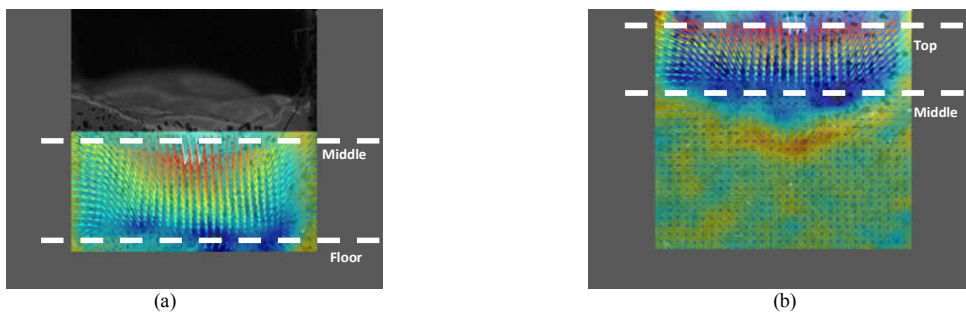


Figura 3: Imagens obtidas do Software 7,2 Davis, LAVISION Inc. após a comparação das imagens de antes e depois da polimerização da resina composta. As imagens são do Grupo II (a) Primerio incremento e os locais onde foram obtidas as medidas e; (b) Segundo incremento e os locais onde foram obtidas as medidas. As linhas pontilhadas brancas correspondem às linhas de avaliação do movimento de vetores hrozontais.

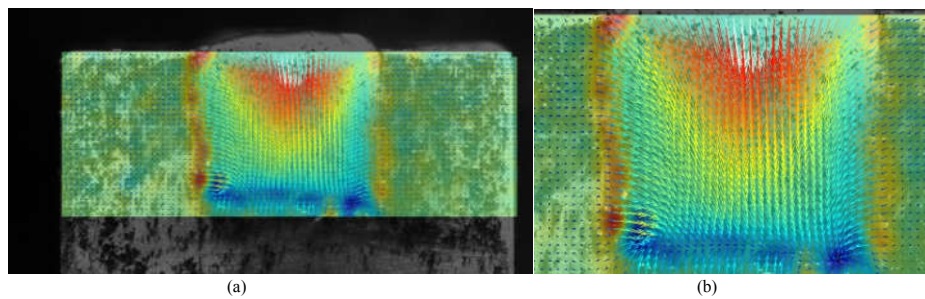


Figura 4: Imagens obtidas do Software 7,2 Davis, LAVISION Inc. demonstram o movimento e tamanho dos vetores do deslocamento nas diferentes posições do corpo de prova. Imagens do Grupo I (a) Imagem da restauração em incremento único e das cúspides; (b) Imagem da restauração e dos vetores de deslocamento próximo da restauração.

Imagens do DIC para o Grupo I mostram o deslocamento total de vetores numa restauração de incremento único. Os vetores nas laterais da restauração estavam direcionados no sentido para o centro de polimerização, e eram tanto mais longo quanto mais distantes do centro, o que demonstra um equilíbrio de forças entre as paredes e também que não houve falha adesiva.

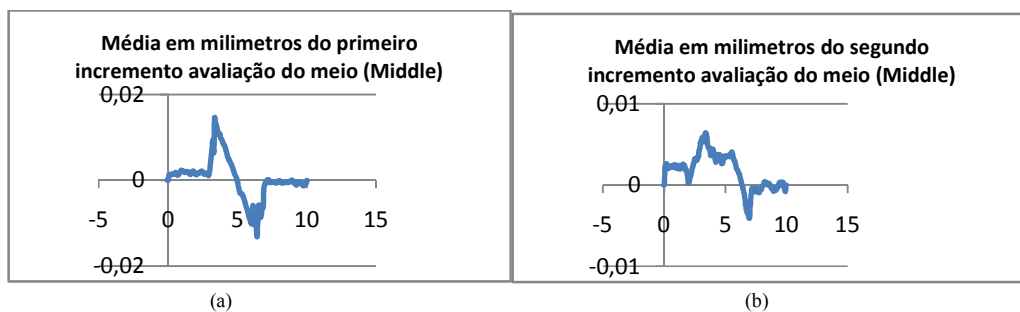


Figura 5: Média dos resultados obtidos dos vetores de deslocamento ao longo do comprimento total da lateral do corpo de provado (a) meio da restauração no primeiro incremento – Grupo II (Meio); (b) meio da restauração no segundo incremento – Grupo II (Meio).

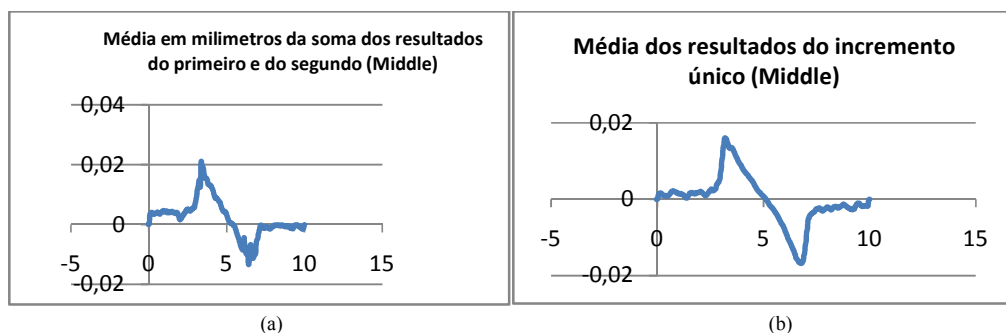


Figura 6: Comparação entre as médias obtidas do meio da restauração para o Grupo I e II. (a) Representa a somatória do primeiro e segundo incrementos – Grupo II (Middle); (b) Representa a região do meio da restauração no incremento único – Grupo I (Middle).

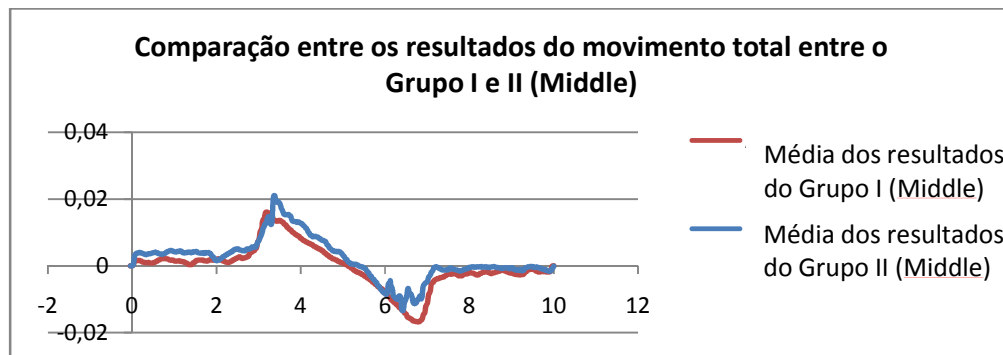


Figura 7: Comparação entre as médias obtidas do meio da restauração entre os Grupo I e II. (Middle).

Os resultados demonstram quase uma coincidência de linhas obtidas da somatória do deslocamento e vetores horizontais na região do meio da restauração; há uma pequena discrepância positiva para o Grupo II que é compensada pela discrepância negativa do Grupo I, o que demonstra que o deslocamento das cúspides foi muito similar entre os dois grupos, não demonstrando diferenças entre as duas técnicas testadas.

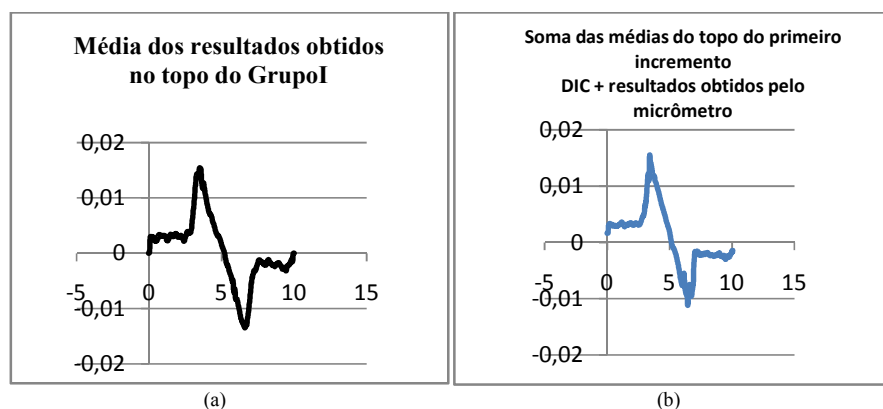


Figura 8: Média dos resultados obtidos dos vetores de na região do topo da restauração. (a) Representa região do topo da restauração para o Grupo I (Top). (b) Representa a somatória dos resultados do DIC e do micrômetro. Grupo II (Top).

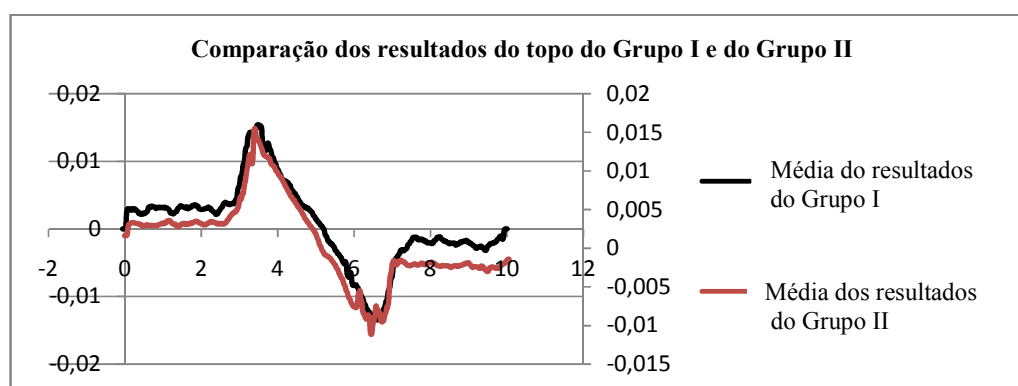


Figura 9: Comparação entre as medidas obtidas no topo da restauração entre os Grupos I e II (Top).

5. DISCUSSÃO

Os resultados de deslocamento total de vetores numa restauração de incremento único e em dois incrementos horizontais seguem o mesmo padrão. Nas imagens podemos observar os vetores de deslocamento observados na lateral da restauração tanto para incremento único quanto em dois incrementos. Apresentam simetria e direção de 45° no sentido da base da cavidade, o que demonstra que a qualidade da adesão foi a mesma em ambos os lados. No meio da restauração em torno de 2 mm de altura as medidas são similares em ambos os grupos, a deflexão das cúspides após a soma dos movimentos demonstra que os incrementos separadamente induzem novas deformações que são complementares, mas ao final de 10 minutos de avaliação, com a polimerização quase terminada, geram deslocamentos similares e por analogia tensões similares nas paredes, pois a geometria é a mesma.

A dinâmica do processo de polimerização com a contração em direção ao centro da massa e o aumento no Módulo de Elasticidade do material restaurador criam tensões de contração nas paredes, e se a resistência adesiva for atingida ocorrerá uma ruptura da ligação. No nosso trabalho o movimento é simétrico e positivo da esquerda para o centro e negativo da direita para o centro. O deslocamento zero no centro da restauração demonstra que a adesão não foi rompida.

Os resultados das medições referentes ao meio da cavidade foram muito similares como demonstrado na Figura 7, os resultados observados no topo demonstraram a mesma magnitude de movimento como pode ser observado na Figura 9. Dessa forma, a técnica DIC pode ser utilizada para se avaliar movimento de cúspides em restaurações com incrementos horizontais, que não demonstraram diferença entre os dois grupos testados. A magnitude dos deslocamentos no meio da restauração foi ligeiramente maior do que na superfície; essa diferença pode estar relacionada a pouca acuidade das medidas produzidas pelo micrômetro e também na maior contração de polimerização que ocorre na profundidade de 2 mm na restauração devido à intensidade de luz e a ausência de oxigênio (Fok, 2013; Li et al. 2009). A aplicação em incremento único diminui o tempo do paciente na cadeira e o custo da

restauração;entretanto, não permite uma avaliação criteriosa do preenchimento da cavidade o que pode resultar em bolhas ou má adaptação às paredes da cavidade. Em conclusão, o método utilizado demonstrou que é possível avaliar a deflexão das cúspides utilizando o método DIC “Digital Image Correlation”, e que não foram encontradas diferenças entre as técnicas restauradoras testadas. Os resultados da magnitude de deflexão das cúspides foram muito próximos tanto para restauração em incremento único quanto para dois incrementos horizontais.

6. CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que em restaurações de Classe II em incremento único ou em dois incrementos horizontais não apresentaram diferença na magnitude de movimento das cúspides. A técnica utilizando "Digital Image Correlation"- DIC mostrou-se eficiente na mensuração do movimento das cúspides em cavidades Classe II em restaurações de resina composta.

7. REFERÊNCIAS

- BICALHO AA, VALDIVIA AD, BARRETO BC, TANTBIROJN D, VERSLUIS A, SOARES CJ. Incremental filling technique and composite material—Part II: Shrinkage and shrinkage stresses. **Oper Dent** 2014;39:e83–92.
- BOUILLAGUET S, CIUCCHI B, JACOBY T, WATAHACJC, PASHLEY D. BONDING. Characteristics to dentin walls of class II cavities, in vitro. **Dent Mater** 2001;17: 316-21.
- BRAGA RR, BALLESTER RY, FERRACANE JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. **Dent Mater** 2005;21:962–70.
- CHUANG S, CHANG C, CHEN T. Spatially resolved assessments of composite shrinkage in MOD restorations using a digital-image-correlation technique. **Dent Mater** 2011;27:134–43.
- EL-DAMANHOURY H, PLATT J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. **Oper Dent** 2014;39:374–82.
- FOK AS. Shrinkage stress development in dental composites—an analytical treatment. **Dent Mater** 2013;29:1108–15.
- KWEON Y, FERRACANE J, LEE IB.Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. **Dent Mater** 2012;28:801–9.
- KIM HJ, PARK SH. Measurement of the internal adaptation of resin composites using micro-CT and its correlation with polymerization shrinkage. **Oper Dent** 2014;39:E57–70.
- LI J, FOK A, SATTERTHWAITE J, WATTS D. Measurement of the full-field polymerization shrinkage and depth of cure of dental composites using digital image correlation. **Dent Mater** 2009;25:582–8
- NIU Y, MA X, FAN M, ZHU S. Effects of layering techniques on the micro-tensile bond strength to dentin in resin composite restorations. **Dent Mater** 2009;29: 129–34.
- VAN DIJKEN JW, PALLESEN U. A randomized controlled three year evaluation of “bulk-filled” posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology. **Dent Mater** 2014;30:e245–51.
- VAN ENDE A, DE MUNCK J, VAN LANDUYT KL, POITEVIN A, PEUMANS M, VAN MEERBEEK B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: Effect on adhesion to cavity-bottom dentin. **Dent Mater** 2013;29: 269–77.

8. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES e da FAPEMIG.

9. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.