

Utilização de FBG no estudo biomecânico de dentes restaurados em resina composta

Sofia Betânia Alves*, João Carlos Ramos*, Alexandra Vinagre*, Rogério Nogueira**, Nélia Alberto**
 *Área de Medicina Dentária - Faculdade de Medicina - Universidade de Coimbra
 **Instituto de Telecomunicações - Universidade de Aveiro

Introdução

O aumento da exigência estética aliado à melhoria das propriedades físicas das resinas compostas, tornaram possível a sua utilização em restaurações estéticas posteriores. Contudo, a contração de polimerização constitui uma das principais preocupações para o médico dentista. Este fenómeno pode estar associado a tensões que podem ser transferidas para o dente ou para a interface adesiva, originando deflexão cuspídea e/ou microfaturas no esmalte dentário. A deflexão cuspídea pode assumir-se assim como um indicador indireto associado ao stress de contração. As redes de Bragg gravadas em fibras óticas (FBG) constituem um potencial método de avaliação, tendo em conta a sua sensibilidade à temperatura e deformação em tempo real. Possuem ainda outras vantagens como é o caso da imunidade a interferências electromagnéticas, são de pequenas dimensões e de simples manuseamento, quimicamente inertes e biocompatíveis.

Materiais e métodos

Preparação das amostras

- Foram selecionados e incluídos em moldes com resina acrílica (Orthocryl®), 12 terceiros molares superiores íntegros e com dimensões semelhantes. Prepararam-se cavidades Classe II padronizadas e as amostras foram subdivididas por dois grupos (n=6).

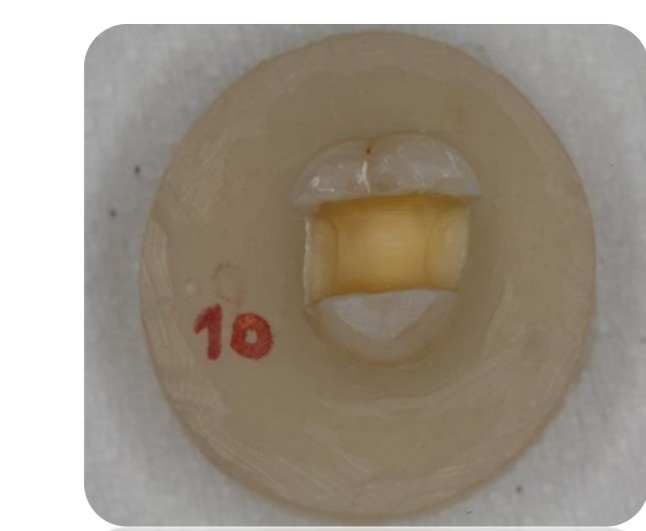
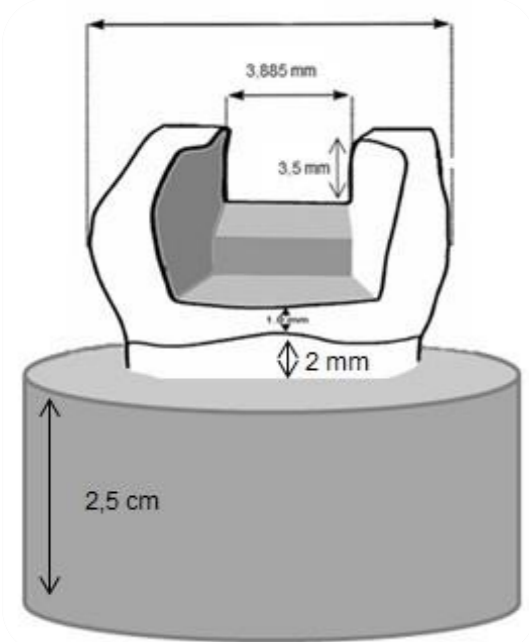


Figura 1 - Preparação cavitária e suas dimensões

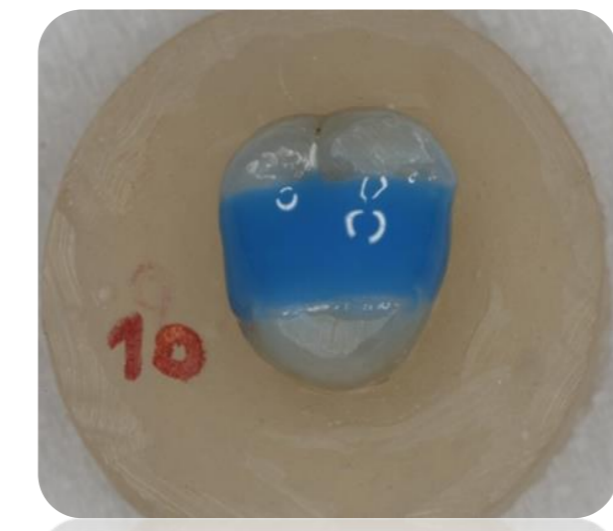
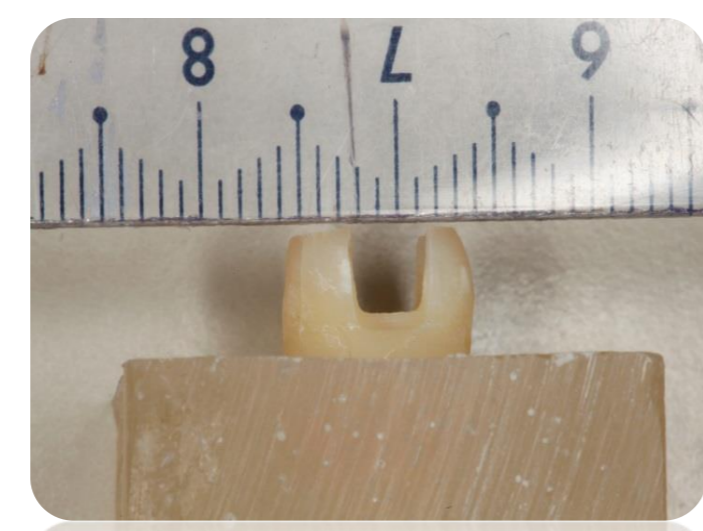


Figura 2 - Procedimento adesivo com Prime&Bond®NT™ e envolvimento do dente com fita de Teflon®

- No dia em que foram realizadas as medições, iniciou-se o protocolo experimental com o procedimento adesivo, utilizando um sistema de condicionar e lavar de dois passos (Prime&Bond®NT™), de acordo com as instruções do fabricante.

Medição da deflexão cuspídea

- A amostra foi fixada a uma plataforma de estabilização e colocaram-se duas fibras óticas paralelamente às cúspides vestibular e palatina

Restaurações - 1 incremento	
Grupo 1 (n=6)	Grupo 2 (n=6)
Esthet•X® HD	SDR™

Tabela 1 - Resinas compostas utilizadas

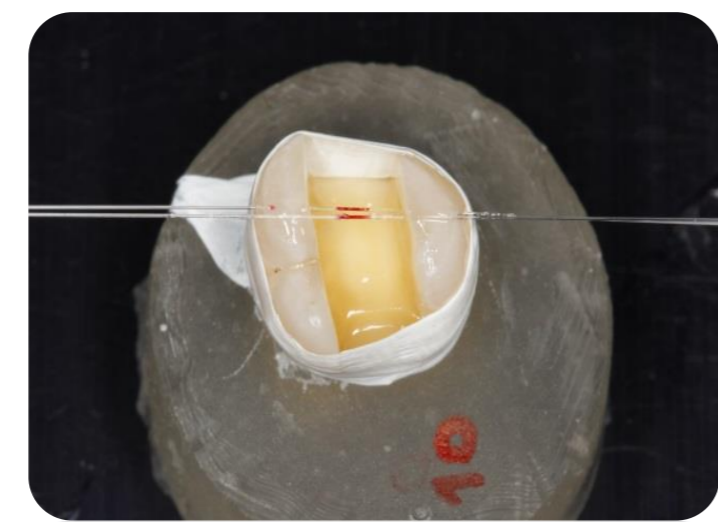


Figura 3 - Disposição das fibras óticas

- 2 Fibras óticas:**
- Temperatura
 - Deformação

- Protocolo de polimerização em modo soft-start (Bluephase®, Ivoclar Vivadent, Lichtenstein), a 1 mm de distância, e monitorização simultânea da deformação cuspídea e da temperatura.

As comparações entre os dois grupos foram determinadas através do método estatístico ANOVA ($\alpha=0,05$).

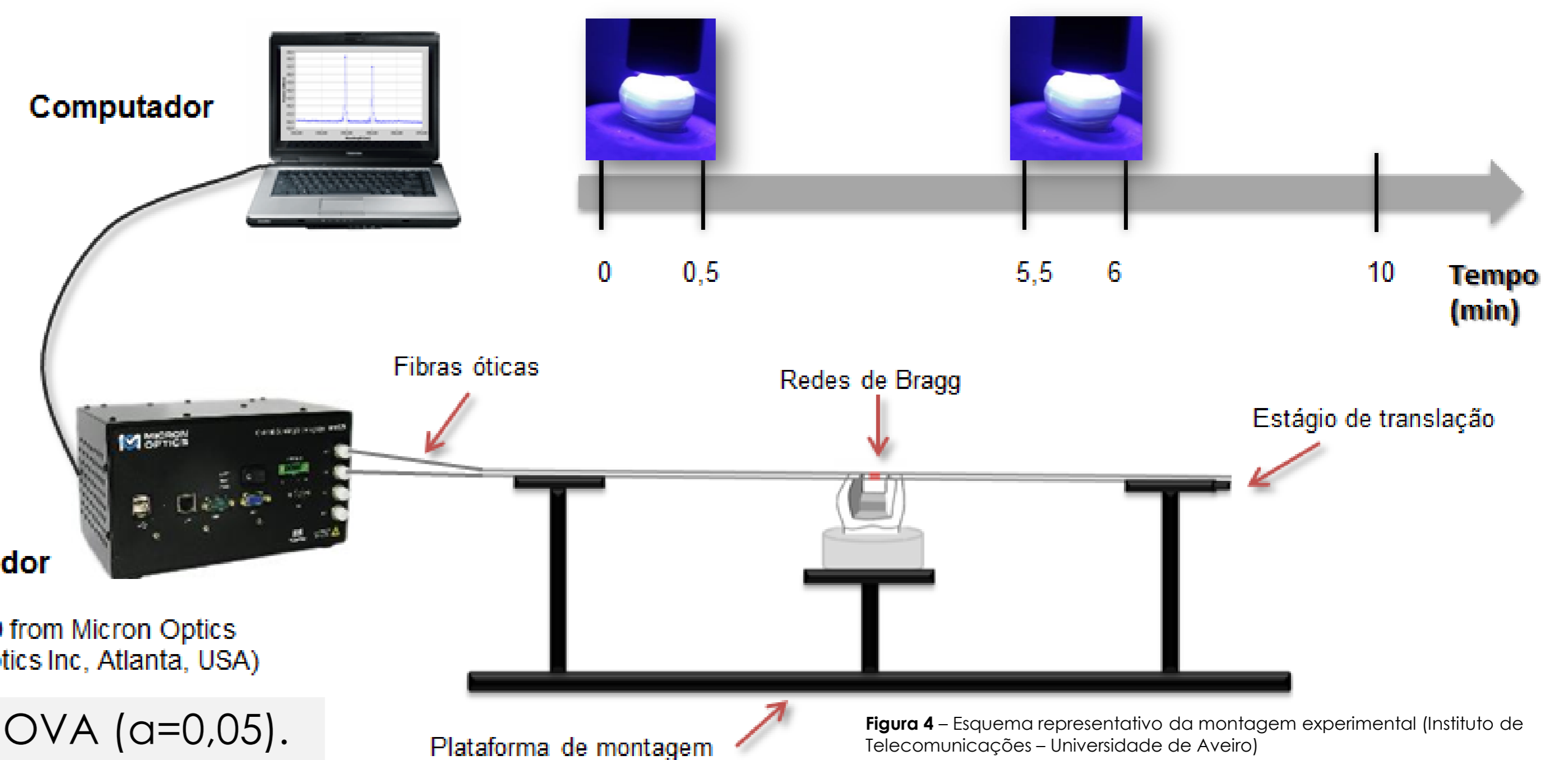


Figura 4 - Esquema representativo da montagem experimental (Instituto de Telecomunicações - Universidade de Aveiro)

Resultados

Tempo (min)	Resina Composta	Deformação ($\mu\epsilon$) (média \pm desvio padrão)
0,5 min	SDR™	-691,50 \pm 270,41
	Esthet•X® HD	-1383,16 \pm 218,13
5,5 min	SDR™	-2114,56 \pm 162,67
	Esthet•X® HD	-2236,04 \pm 259,43
6 min	SDR™	-1291,68 \pm 316,24
	Esthet•X® HD	-1852,76 \pm 279,78
10 min	SDR™	-2078,29 \pm 154,01
	Esthet•X® HD	-2213,19 \pm 257,03

Tabela 2 - Análise estatística descritiva standard SPSS® 20

Diferenças estatisticamente significativas aos 0,5 min e aos 6 min, imediatamente a seguir à polimerização das resinas ($p \leq 0,005$).

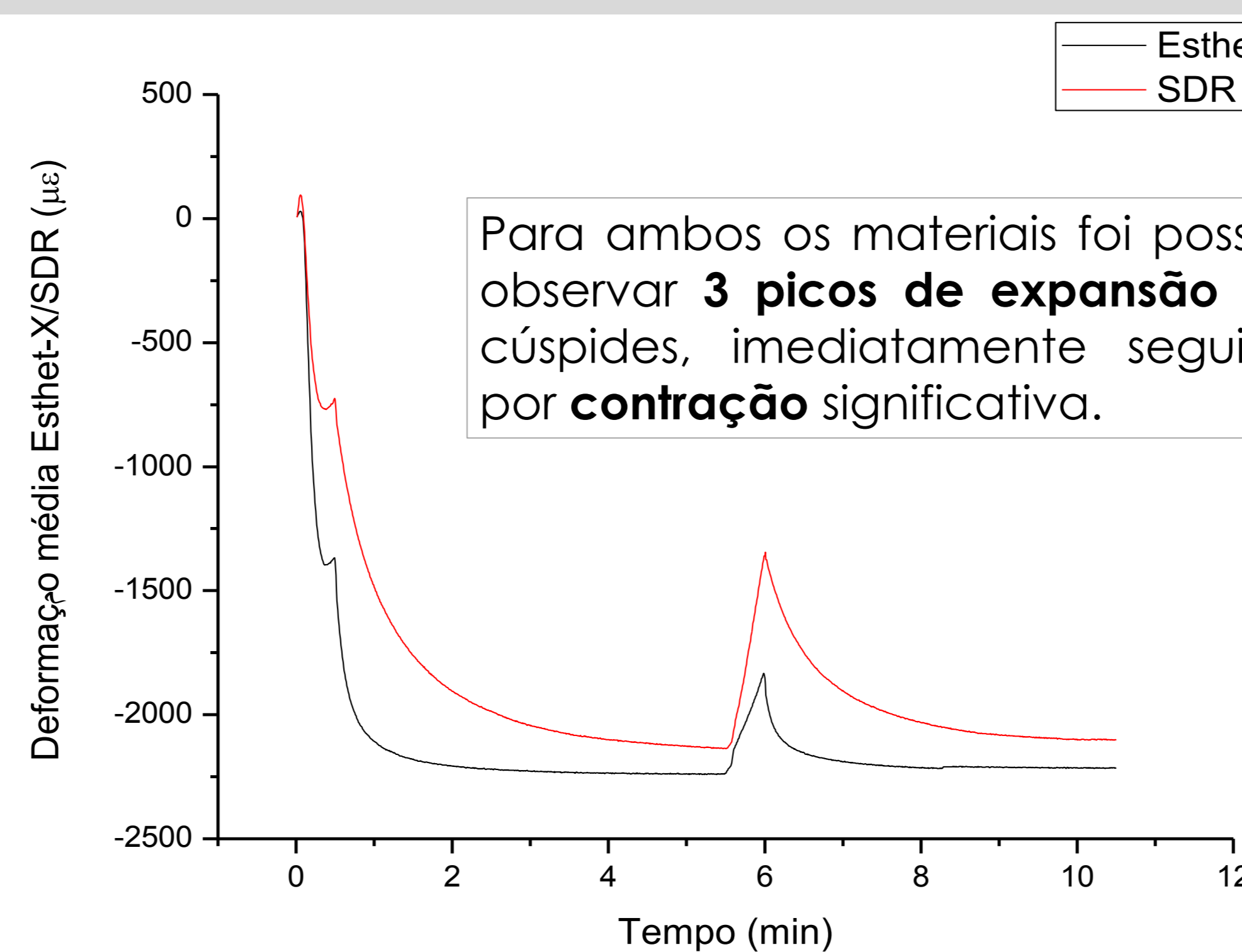


Gráfico 1 - Curvas de deformação cuspídea médias obtidas com a resina Esthet•X® HD (preta) e SDR™ (vermelha). O sentido positivo indica expansão e o sentido negativo contração das cúspides.

Para ambos os materiais foi possível observar **3 picos de expansão** das cúspides, imediatamente seguidos por **contração** significativa.

As curvas de deformação cuspídea obtidas em amostras restauradas com SDR™, apresentam um **desenvolvimento mais gradual** do que com a resina Esthet•X® HD.

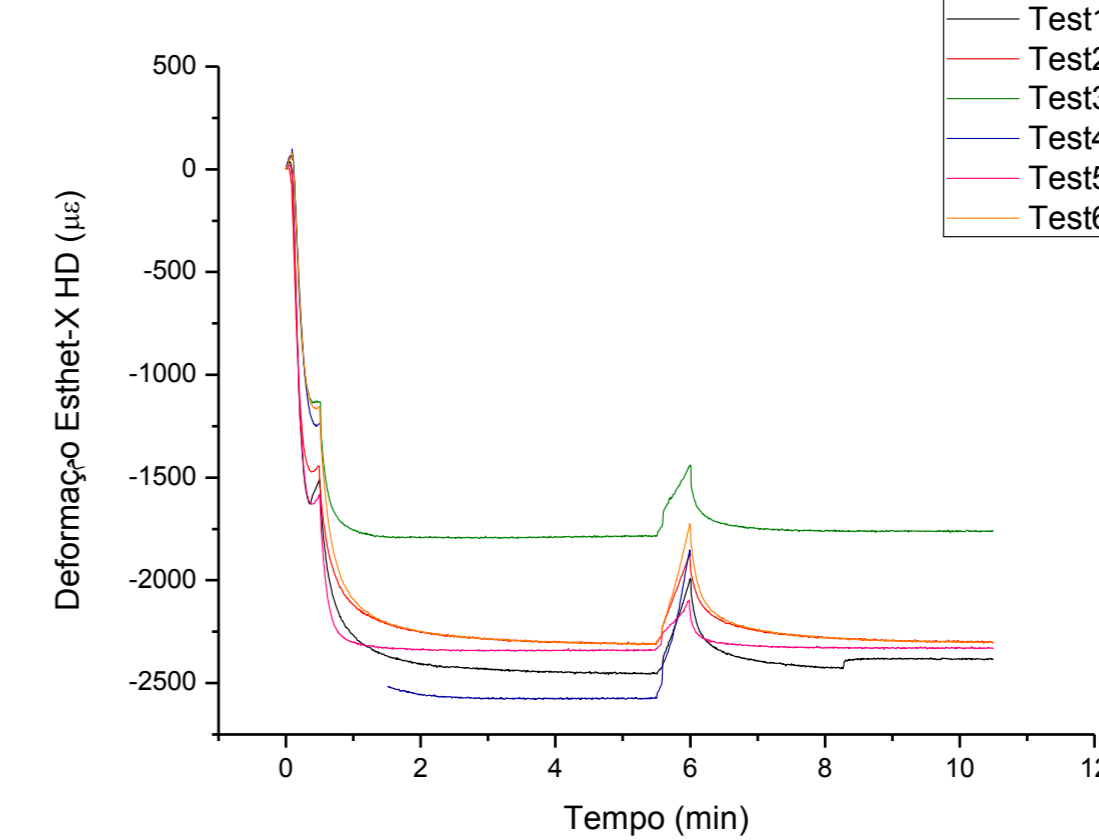


Gráfico 2 - Curvas de deformação cuspídea obtidas em amostras restauradas com Esthet•X® HD

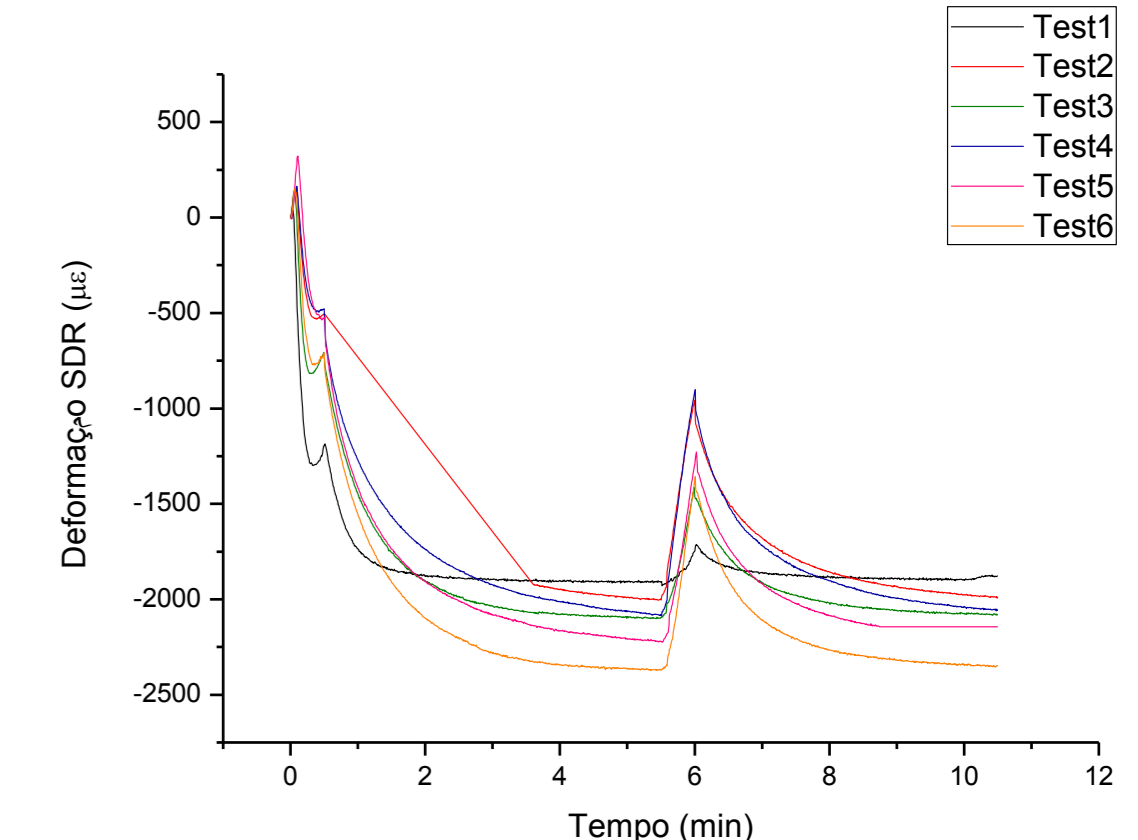


Gráfico 3 - Curvas de deformação cuspídea obtidas em amostras restauradas com SDR™

Aos 10 minutos:

- Esthet•X® HD - 8,60 \pm 1,00 μm
- SDR™ - 8,07 \pm 0,60 μm

Conclusões

As FBG podem constituir um método viável e vantajoso na avaliação das diferenças dimensionais relacionadas com a contração de polimerização e tensões transmitidas à estrutura dentária, em tempo real. Os resultados obtidos indicam que, apesar dos valores finais de deflexão serem semelhantes para ambas as resinas estudadas, o comportamento biomecânico das cúspides em dentes restaurados com resina Esthet•X® HD, durante a polimerização, parece transmitir maiores tensões à estrutura dentária. São necessários mais estudos para comprovar a eficácia da utilização de FBG nesta área e, de igual forma, que avaliem diferentes variáveis no que concerne aos protocolos clínicos de redução das tensões de contração de polimerização.

Bibliografia

1) Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J Am Dent Assoc 1963;66:57-64. 2) Moorhy A, Hogg CH, Dowling AH, et al. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. J Dent 2012;40(6):500-5. 3) Tantirojn D, Pfeiffer CS, Braga RR, Versluis A. Do low-shrink composites reduce polymerization shrinkage effects? J Dent Res 2011;90(5):596-601. 4) Cramer NB, Stansbury JW, Bowman CN. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. J Dent Res 2011;90(4):402-16. 5) Schneider LF, Cavalcante LM, Slikas N. Shrinkage Stresses Generated during Resin-Composite Applications: A Review. J Dent Biomech 2010. 6) Lee IB, Min SH, Seo DG. A new method to measure the polymerization shrinkage kinetics of composites using a particle tracking method with computer vision. Dent Mater 2012;28(2):212-8. 7) Lee SH, Chang J, Ferracane J, Lee IB. Influence of instrument compliance and specimen thickness on the polymerization shrinkage stress measurement of light-cured composites. Dent Mater 2007. 8) Burgess J, Cakir D. Comparative properties of low-shrinkage composite resins. Compend Contin Educ Dent 2010. 9) Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. J Dent 1997;25(6):435-40. 10) Tantirojn D, Versluis A, Pintado MR, DeLong R, Douglas WH. Tooth deformation patterns in molars after composite restoration. Dent Mater 2004;20(6):535-42. 11) Taha NA, Palamara JE, Messer HH. Cuspal deflection, strain and microleakage of endodontically treated premolar teeth restored with direct resin composites. J Dent 2009;37(9):724-30. 12) El-Hellal R, Dowling AH, McGintley EL, Duncan HF, Fleming GJ. Influence of resin-based composite restoration technique and endodontic access on cuspal deflection and cervical microleakage scores. J Dent 2013;41(3):216-22. 13) Ferracane JL. Buonocore Lecture. Placing dental composites—a stressful experience. Oper Dent 2008;33(3):247-57. 14) Lee MR, Cho BH, Son HH, Um CM, Lee IB. Influence of cavity dimension and restoration methods on the cuspal deflection of premolars in composite restoration. Dent Mater 2007;23(3):288-95. 15) Kwon 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(7):801-9. 16) Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, et al. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. Dent Mater 2013;29(3):269-77. 17) Mucci V, Arenas G, Duchowicz R, Cook WD, Vallo C. Influence of thermal expansion on shrinkage during photopolymerization of dental resins based on bis-GMA/TEGDMA. Dent Mater 2009;25(11):103-14. 18) Camponogro CE, Tantirojn D, Olin PS, Versluis A. Cuspal deflection and depth of cure in resin-based composite restorations filled by using bulk, incremental and transtooth-illumination techniques. J Am Dent Assoc 2011;142(10):1174-82. 19) Barco LC, Gonçalves F, Guimarães TC, et al. Polymerization stress, shrinkage and elastic modulus of current low-shrinkage restorative composites. Dent Mater 2010;26(12):1144-50. 20) Alberto N, Carvalho L, Lima H, et al. Characterization of different water/powder ratios of dental gypsum using fiber Bragg grating sensors. Dent Mater J 2011;30(5):700-6. 21) Milczewski MS, Silva JC, Palermo AS, Kuller F, Kolnowski HJ. Measurement of composite shrinkage using a fibre optic Bragg grating sensor. J Biomater Sci Polym Ed 2007;18(4):383-92. 22) Mishra V, Singh N, Tiwari U, Kapur P. Fiber grating sensors in medicine: Current and emerging applications. Sensors and Actuators A: Physical 2011;167:279-90. 23) Milczewski MS, da Silva JCC, Abe I, et al. Determination of setting expansion of dental materials using fibre optical sensing. Meas. Sci. Technol. 2006;17:1152-56.