



ANÁLISE DA MICRODUREZA DE DIFERENTES MATERIAIS RESTAURADORES

Rebeca Marjorie Alves Mendes¹, Paula Ribeiro de Araujo¹, Francielly Censi Boehm², Bruno Bueno-Silva³, José Augusto Rodrigues⁴, Caio Junji Tanaka⁵

1 Graduanda em Odontologia, Universidade Guarulhos, Praça Tereza Cristina, 229 - 07023-070 - Guarulhos, SP, Brasil.

2 Graduanda em Odontologia, Universidade de Cuiabá, Rua Floriano Peixoto, 597 - 78700-040 - Centro, Rondonópolis - MT,

3 Professor adjunto Universidade Guarulhos, Praça Tereza Cristina, 229 - 07023-070 - Guarulhos, SP, Brasil.

4 Professor adjunto, Universidade São Judas Tadeu, Rua Taquari, 546 - 03166-000 - Mooca, SP, Brasil.

5 Chefe do Departamento de Odontologia, UNIVERITAS, Avenida Uberaba, 251 - 08573-070 - Vila Virginia, Itaquaquecetuba, SP, Brasil.

AUTOR CORRESPONDENTE: caiotanaka@outlook.jp

RESUMO

Objetivo: realizar um ensaio in vitro de microdureza em diferentes materiais restauradores.

Métodos: Para cada material restaurador (FUJI IX - Cimento de Ionômero de Vidro; Tetric - resina composta convencional; Beautifil II; resina composta bioativa) foram confeccionadas 10 restaurações em dentes incisivos bovinos, cavitados por uma ponta diamantada 2092 KG Sonrensen, seguindo as recomendações de cada fabricante. O ensaio de microdureza foi realizado em diferentes profundidades (superfície, 0.4mm, 1.0mm, 2.0mm, 3.0mm e 4.0mm) e em dois momentos, imediatamente e 24h após a fotoativação. Os dados foram analisados pelo teste de análise de variância (ANOVA) e teste Tukey.

Resultados: As médias de microdureza diminuíram significativamente com o aumento da profundidade, com valores mais baixos no primeiro momento avaliado. A resina composta bioativa apresentou as maiores médias de microdureza.

Conclusão: os materiais testados apresentaram diminuição gradual da microdureza com o aumento da profundidade, sendo mais acentuada em profundidades acima de 2.0mm. Em todos os materiais restauradores, as médias de microdureza mais altas foram registradas 24 horas após a fotoativação. A resina composta bioativa apresentou os melhores resultados nas diferentes profundidades avaliadas.

PALAVRAS-CHAVE: Microdureza. Materiais restauradores. Bioatividade.

<http://dx.doi.org/10.19177/jrd.v9e220215-9>

INTRODUÇÃO

As resinas compostas foram desenvolvidas em meados de 1962 para serem utilizadas em tratamentos restauradores estéticos. Com o passar dos anos sua evolução foi inevitável. Pesquisadores buscam incansavelmente o aprimoramento

deste material, principalmente no que se refere a sua porção orgânica. Em seus primórdios, o maior desafio era reduzir o tamanho de suas partículas e assim minimizar a contração de polimerização; e para isso aumentavam a porcentagem na composição do material, gerando

também maior resistência ao desgaste e maior eficiência no polimento¹.

Com essas evoluções, as resinas compostas passaram a ser utilizadas para uma variedade de procedimentos na odontologia, sendo eles: restaurações diretas e indiretas, selante de fósulas e físsuras, cimentos

endodônticos, cimentos protéticos, entre outros procedimentos². As resinas compostas além de ser um material versátil, oferecem inúmeras vantagens tais como: menor tempo de tratamento, resultados estéticos satisfatórios, preservação das estruturas dentárias e custo inferior comparado às restaurações cerâmicas³.

Por outro lado, quando a ligação de adesão através de interpenetrações micromecânicas a estruturas do dente for insatisfatória, isso poderá ocasionar a microinfiltração - principal ponto para que ocorra a penetração de bactérias, sensibilidade pós-operatória, cárie secundária, inflamação pulpar, descoloração dentária e assim, conseqüentemente, comprometendo a longevidade da restauração⁴.

Desta forma, outro grupo de materiais restauradores diretos que apresentam alta proteção contra o desenvolvimento de lesões de cárie, possui a capacidade de inibir o metabolismo bacteriano do *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus* e espécies associadas às lesões de cárie recorrentes através da liberação de flúor, que são os ionômeros de vidro⁵.

O ionômero de vidro pode ser classificado de várias maneiras, entre elas: ionômeros de vidro e ionômeros de vidro modificado por resina. Esses são altamente indicados para restaurações diretas, como selantes para pacientes pediátricos e também realizar à adesão de bráquetes ortodôntico⁶.

Os ionômeros de vidro se aderem quimicamente à estrutura dental, através de ligações covalentes, e assim assumem o papel de inibir a microinfiltração marginal dos fluidos e microrganismos em direção à superfície restaurada⁷. A resistência mecânica e translucidez deste material restaurador é inferior comparada com a resina composta. Havendo a necessidade de um material que fizesse

a união das vantagens e melhoria desses dois materiais, foi desenvolvida a tecnologia Giomer⁵.

A tecnologia Giomer é uma nova geração de compósitos que recupera função, estética e promove à proteção ao dente através do processo de bioatividade. Sua formação é dada por um agente de união, compósitos e o selante. Podendo ressaltar, uma característica importante que é o seu módulo de elasticidade, por conta disso, o deslocamento para áreas com alto valor de stress funcional, é menos provável⁸.

Assim, recomenda-se para todas as todas as classes de restaurações, especialmente em pacientes que possuem o alto índice de placa. Sua utilização é para selamento de fissuras, pacientes pediátricos (restaurações provisórias para o controle de cárie, substituição da dentina como um forramento, acessos endodônticos para restaurações temporárias, cárie adjacente subgingival e reparações de perfurações endodônticas), cimentações ou até em colagem de bráquetes⁹.

Este material bioativo auxilia na manutenção e prolonga a vida útil da dentina, baseado no desenvolvimento da tecnologia S-PRG (partículas de ionômero de vidro com superfície pré-reagida) que possibilita a recarga e liberação de íons multifuncionais. Essa capacidade proporciona a liberação e recarga do fluoreto por meio de dentifrício fluoretado, sendo outra característica pertinente que participa da realização da neutralização ácida e liberação de íons; assim equilibra o processo des/re e, consegue promover a remineralização da dentina além de possuir o efeito antiplaca, impedindo a aderência de substratos e proliferação de bactérias na superfície do dente⁵.

Um fator muito importante que deve ser observado e levado em consideração quando falamos de materiais restauradores, é a dureza - propriedade a qual visa analisar e capacitar um determinado material.

Para testar essa dureza é necessária a realização de ensaios *in vitro* relacionada a resistência à penetração mecânica. Dentre as propriedades relacionadas com a dureza de um material restaurador, estão a resistência à compressão, limite de proporcionalidade e ductilidade¹⁰.

Ilie¹¹ define o teste de microdureza como sendo a capacidade da superfície do material de resistir à penetração por uma ponta de diamante ou esfera de aço sob uma carga específica.

Os testes de dureza Knoop e Vickers são classificados como testes de que avaliam a microdureza do material empregando cargas menores que 9,8 N. As penetrações resultantes são pequenas e limitadas a uma profundidade, portanto, eles são capazes de medir a dureza em pequenas regiões de objetos muito finos¹². Com a introdução de novos materiais restauradores no mercado odontológico, se faz necessário entender o comportamento destes materiais, bem como a análise comparativa entre suas respectivas propriedades mecânicas, para a correta indicação clínica¹¹.

O objetivo deste estudo foi realizar um ensaio *in vitro* de microdureza em diferentes materiais restauradores.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenho experimental deste estudo levou em consideração os fatores resina composta em 3 níveis: resina composta bioativa como grupo experimental; cimento de ionômero de vidro e resina composta convencional como controle - utilizando o ensaio *in vitro* de microdureza Vickers como variável de resposta principal.

Figura 1. Ponta diamantada #2092 KG Sonrensen.

Foram utilizados 30 dentes bovinos (incisivos centrais superiores), seccionados transversalmente com discos diamantados dupla face, foi descartada a porção radicular e longitudinalmente no terço médio da coroa dos dentes, obtendo fragmentos de esmalte com 4mm de altura, 4mm de largura e 4 mm de espessura, com lupa estereoscópica de bancada (ZEISS) foi selecionado os elementos dentários que não apresentaram trincas ou manchas.

O preparo das cavidades foi realizado com caneta de alta rotação e pontas diamantadas com limitador de penetração (Figura 1), refrigeradas a ar/água, substituídas a cada 10 preparos. As cavidades foram realizadas na porção central dos dentes com 1,5mm de profundidade e 1,5mm de diâmetro.

As técnicas restauradoras foram conduzidas de acordo com a recomendação dos fabricantes. Os materiais utilizados: um cimento de ionômero de vidro convencional (FUJI IX, GC CORPORATION, JAPAN), uma resina composta convencional (Tetric, IVOCCLAR, USA) e uma resina composta bioativa (Shofu Beautifil II, SHOFU INC., JAPAN), foram inseridos em um único incremento, em ambiente com temperatura controlada. Foi utilizado um aparelho fotoativador polywave Valo (Ultradent, USA), de acordo com o tempo indicado pelos fabricantes.

Depois de restaurados os fragmentos permaneceram armazenados em água destilada e em estufa a 37°C por 24 horas. Decorrido

Tabela 1. Distribuição dos grupos experimentais de acordo com os materiais restauradores.

Grupos (n=10)	Material restaurador
G1	Cimento de Ionômero de Vidro
G2	Resina composta convencional
G3	Resina composta bioativa (Giomer/S-PRG)

este tempo, receberam polimento com discos de lixa à base de óxido de alumínio com granulação decrescente (Sof-lex; 3M ESPE) em baixa rotação e sob refrigeração a água.

A microdureza foi medida usando um testador de microdureza Knoop (HVS-1000, Pantec, São Bernardo do Campo, SP, Brasil). As medições foram realizadas em temperatura ambiente (23°C) sob carga de 49g com tempo de espera de 20 segundos. Seis indentações, distantes 1,3mm das margens laterais do espécime e 200 µm uma da outra, foram realizadas na superfície, 0,4mm, 1,0mm; 2,0mm; 3,0mm; e 4,0 mm da superfície irradiada, onde foram mensurados em único número de microdureza para cada profundidade avaliada. Para todos os materiais testados, médias de microdureza foram calculadas para todas as profundidades analisadas. Os dados foram analisados estatisticamente por ANOVA de uma via para análise dos materiais e de duas vias para análise de profundidades e tempo pós-irradiação. O teste de Tukey foi usado para comparações múltiplas das médias em 0,05 nível de significância.

RESULTADOS

Médias de microdureza Vickers (\pm SD) registradas nas diferentes profundidades em função do tempo após a polimerização para todos os materiais restauradores testados são apresentados na Tabela 2.

Houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os materiais. Beautifil II (67,58 Hv) foi estatisticamente diferente das demais resinas compostas e apresentou as maiores médias de microdureza ($p < 0,05$), enquanto FUJI IX apresentou as menores médias de microdureza.

Comparando as profundidades e os tempos após a polimerização, observou-se que, independente do tempo, a média de microdureza na parte superior foi estatisticamente diferente ($p < 0,05$) das outras profundidades para todos os materiais. Assim houve uma diminuição significativa nas médias com a profundidade, sendo que a superfície mais profunda apresentou as menores médias. A respeito de tempo após a polimerização, em geral, para todos os materiais, as médias de microdureza registradas após 24 horas foram maiores e estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) daquelas medidas imediatamente após a fotopolimerização.

Em relação à interação tempo x profundidade, observou-se que todos os materiais apresentaram diminuição significativa da microdureza com o aumento da profundidade de cura, principalmente para profundidades além de 1,0 mm. Para FUJI IX em particular, o material restaurador não foi fotoativado de forma eficiente além da profundidade de 3 mm. Além disso, Tetric e Beautifil II não apresentaram diferença estatisticamente significativa

entre o tempo após a polimerização para a mesma profundidade.

utilizam áreas extensas de um determinado material para análise da

profundidade; isso provavelmente pode ser atribuído ao fato de que a

Tabela 2. Médias e desvio-padrão dos teste de microdureza Vickers dos materiais restauradores.

Material Restaurador	FUJI IX (CIV)		TETRIC		Beautifill II		
	tempo	0H	24H	0H	24H	0H	24H
superfície		44.50 (3.43)b	57.58 (8.79) a	93.10 (3.57) b	109.78 (16.25) a	65.58 (5.16) bc	74.60 (6.86) ab
0.4mm		36.10 (6.97)bc	36.03 (0.92) bc	81.87 (6.66) bc	91.30 (6.02) b	72.10 (2.14) ab	80.38 (7.23) a
1.0mm		34.30 (7.35) cd	35.22 (6.40) bcd	78.58 (9.84) cd	92.28 (8.42) b	62.50 (4.64) c	69.00 (4.12) bc
2.0mm		27.45 (8.55)cd	25.62 (2.27) d	66.23 (12.10) d	72.47 (9.14) cd	47.75 (5.61) d	51.82 (5.37) d
3.0mm		0 (0) e	0 (0) e	44.92 (12.09) e	48.42 (11.56) e	21.72 (6.32) ef	23.9 (6.77) e
4.0mm		0 (0) e	0 (0) e	15.83 (12.10) f	16.14 (13.06) f	11.13 (4.52) g	15.59 (4.67) fg

DISCUSSÃO

A dureza de um material restaurador é a medida relativa de sua resistência à penetração quando uma carga específica constante é aplicada. Em sua definição, dureza é a capacidade de um material resistir à penetração por ponta dura, sendo diretamente proporcional à resistência mecânica e à resistência ao desgaste de um material¹².

A dureza é mensurada através de um teste laboratorial destrutivo ou não destrutivo e especificamente localizado, fornecendo dados da distribuição das propriedades do material estudado. Os testes mais freqüentemente utilizados para se determinar a dureza dos materiais dentários são conhecidos pelos nomes de: Brinell, Rockwell, Vickers e Knoop¹³. Entretanto, apenas as durezas Vickers e Knoop avaliam microdureza, pois utilizam área pequena do material e pouca profundidade (menor que 19 µm)¹². Já as durezas Brinell e Rockwell, também denominadas macrodurezas,

dureza. Por estes motivos, a dureza Vickers e Knoop são comumente empregadas para análise da dureza de materiais odontológicos, como as resinas compostas⁵.

Diversos são os fatores podem influenciar a microdureza de compósitos, dentre eles destaca-se conteúdo de carga na resina composta. Segundo Spajic¹⁴ quanto maior a quantidade de carga de um compósito maior será a sua microdureza. Em nosso estudo, analisando a quantidade de carga das resinas compostas (%), é possível observar que a resina que apresenta maior quantidade em volume (Beautifill II) apresentou o maior valor de microdureza comparado aos demais grupos.

Resultados semelhantes foram observados por Tsujimoto⁹, os quais verificaram que a dureza de resinas microparticuladas, com partículas menores e mais numerosas, foi superior às resinas híbridas.

Observou-se que para todas as resinas a microdureza diminuiu gradativamente com o aumento da

intensidade da luz foi bastante reduzida durante a passagem pela maior parte da resina composta devido ao espalhamento e absorção da luz, diminuindo a eficácia da polimerização. Este pode possivelmente ser atribuído às propriedades ópticas das resinas (coeficiente de transmissão óptica), que variam com a composição do material (tipo / conteúdo de partícula, tamanho e morfologia)¹.

Essas descobertas são consistentes com os resultados do presente estudo, no qual as resinas compostas testadas exibiram diferentes comportamentos. No entanto, todos os materiais mostraram uma diminuição significativa na microdureza para profundidades além de 2 milímetros. Em relação à profundidade de polimerização, percebeu-se que os materiais testados se comportaram de maneira diferente após a ativação da luz.

A Beautifil II apresentou as maiores médias de microdureza para todas as profundidades, enquanto Tetric exibiu uma maior diminuição da dureza com o aumento das profundidades. Estes resultados estão em contraste com as instruções dos fabricantes, que sugerem a inserção de maiores quantidades de compósito.

A fabricante da resina Beautifill II (SHOFU INC, Japan), por exemplo, aconselha incrementos de até 5 mm de espessura. Essas diferenças são principalmente devido ao conteúdo de carga e modificadores ópticos presentes na composição dessa resina. No entanto, o fabricante não especifica a morfologia da partícula de carga ou o tipo de modificadores nas resinas, dificultando uma análise mais aprofundada do diferenças no comportamento do material testado.

CONCLUSÃO

Com as limitações deste estudo pode-se concluir que os materiais testados apresentaram diminuição gradual da microdureza com o aumento da profundidade, sendo mais acentuada em profundidades acima de 2.0mm. Em todos os materiais restauradores, as médias de microdureza mais altas foram registradas 24 horas após a fotoativação. A resina composta bioativa apresentou os melhores resultados nas diferentes profundidades avaliadas.

REFERÊNCIAS

1. A.U.J. Yap, M. Pandya, W.S. Toh, "Depth of cure of contemporary bulk-fill resinbased composites", vol. 35, nº. 3, pp. 503-510, 2016.
2. N.J.M. Opdam, F.H. Van de Sande, E. Bronkhorst, M.S. Cenci, P. Bottenberg, U. Pallesen, et. al. "Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis", J Dent Res, vol. 93, nº. 10, pp. 943-949, 2014.
3. H. Lambert, J. Durand, B. Jacquot, M. Fages, "Dental biomaterials for chairside CAD / CAM : State of the art", J Adv Prosthodont, vol. 9, nº. 6, pp. 486-495, 2017.
4. P. Czasch, N. Ilie, "In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites", Clin Oral Investig., vol. 17, nº. 1, pp. 227-235, 2013.
5. M.E. Rusnac, C. Gasparik, A.I. Irimie, A.G. Grecu, A.Ş. Mesaroş, D. Dudea, "Giomers in dentistry - at the boundary between dental composites and glass-ionomers", Med Pharm Reports, vol. 92, nº 2, pp. 1-6, 2019.
6. J. Cristina, M. Palhão, M. Fidela, D.L. Navarro, S. Luís, R.G. Palma-dibb, et. al, "Avaliação In Vitro do Potencial Antimicrobiano de Diferentes Materiais Restauradores", Materials Research, vol. 7, nº. 2, pp. 231-234, 2004.
7. J.A. Rodrigues, G.M. Marchi, M.C. Serra, A.T. Hara, "Visual evaluation of in vitro cariostatic effect of restorative materials associated with dentifrices", Braz Dent J., vol. 16, nº. 2, pp. 112-118, 2005.
8. N.S.W. Najma Hajira, N. Meena, GIOMER- The Intelligent Particle (New Generation Glass Ionomer Cement), Int J Dent Oral Heal, vol. 2, nº. 4, 2016.
9. A. Tsujimoto, W.W. Barkmeier, T. Takamizawa, M.A. Latta, M. Miyazaki, "Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high viscosity bulk-fill giomers and resin composites", Dent Mater J., vol. 36, nº. 2, pp. 205-213, 2017.
10. I. Pedalino, G.R. Hartup, K.S. Vandewalle, "Depth of cure of bulk-fill flowable composite resins", Gen Dent, vol. 63, nº. 5, pp. 28-34, 2017.
11. N. Ilie, T.J. Hiltonb, S.D. Heintzec, R. Hickel, D.C. Watts, N. Silikasf, J.W. Stansbury, M. Cadenaroi, J.L. Ferracanej, "Academy of Dental Materials guidance—Resin composites: Part I—Mechanical properties", Dental Materials, vol. 33, pp. 880-894, 2017.
12. C.M.P. Rosatto, A.A. Bicalho, C. Veríssimo, G.F. Bragança, M.P. Rodrigues, D. Tantbirojn, et. al, "Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain 21 and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique", J Dent., vol. 43, nº. 12, pp. 1519- 1528, 2015.
13. S.M. Nagi, L.M. Moharam, M.H. Zaazou, "Effect of resin thickness , and curing time on the micro-hardness of bulk-fill resin composites", J Clin Exp Dent., vol. 7, nº. 5, pp. 600e-604, 2015.
14. J. Spajic, M. Par, O. Milat, N. Demoli, R. Bjelovucic, K. Prskalo, "Effects of curing modes on the microhardness of resin-modified glass ionomer cements", Acta Stomatol Croat, vol. 53, nº. 1, pp. 37-46, 2019.