

Avaliação da microdureza e da resistência à compressão de diferentes compósitos resinosos indiretos

Evaluation of microhardness and compressive strength of different indirect composite resins

Daphne Câmara BARCELLOS

Estudante de pós-graduação - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP - Univ Estadual Paulista – São José dos campos – SP - Brasil.

Alessandra Bühler BORGES

Professora Assistente Doutora - Departamento de Odontologia Restauradora, - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP - Univ Estadual Paulista – São José dos Campos - SP - Brasil.

Graziela Ribeiro BATISTA

Estudante de pós-graduação - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP - Univ Estadual Paulista – São José dos Campos – SP - Brasil.

Sergio Eduardo De Paiva GONÇALVES

Professor Adjunto - Departamento de Odontologia Restauradora- Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP - Univ Estadual Paulista – São José dos Campos – SP - Brasil.

César Rogério PUCCI

Professor Assistente Doutor - Departamento de Odontologia Restauradora- Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP - Univ Estadual Paulista – São José dos Campos – SP - Brasil.

Alexandre Luiz Souto BORGES

Professor Assistente Doutor - Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP - Univ Estadual Paulista – São José dos Campos - SP - Brasil.

RESUMO

Este estudo teve o propósito de investigar as propriedades microdureza superficial e resistência à compressão de 5 marcas comerciais de compósitos indiretos. Confeccionaram-se 25 espécimes de 5 marcas comerciais de compósitos (n=5) para cada tipo de ensaio: Signum (Heraeus Kulzer), Solidex (Shofu Inc.), Resilab (Wilcos), Adoro (Ivoclar Vivadent), Sinfony (3M/ESPE). Os espécimes foram armazenados em água destilada à 37°C por 15 dias e submetidos ao ensaio de microdureza superficial com Microdurômetro digital Vickers, realizando três endentações com carga de 50g/15s. Para o teste de resistência à compressão através de carga axial foi utilizada uma ponta de extremidade arredondada de 2 mm diâmetro, adaptada a máquina de Ensaio Universal (DL 2000 – EMIC) com célula de carga de 1000kgf, a uma velocidade de 0.5mm/min. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA e Tukey (5%). Houve diferença significativa entre os compósitos (p= 0,00) para a propriedade mecânica de dureza, mas não houve diferença significativa para a propriedade resistência à compressão (p=0,29). Os valores médios em microdureza Vickers: Resilab: 56,68a, 4 Signum: 34,60b, Solidex: 31,34c, Adoro: 27,20d, Sinfony: 25,79d. Os valores médios de resistência à compressão: Solidex: 174,64a; Sifony: 169,05a; Resilab: 168,03a; Adoro: 164,73a; Signum: 155,96a. Concluiu-se que os compósitos indiretos testados não apresentaram diferenças significantes entre si para os valores de resistência a compressão; que o compósito indireto

Resilab apresentou valores de dureza significativamente maiores do que todos os compósitos testados; a dureza superficial mostrou-se material dependente.

UNITERMOS

Força compressiva; dureza; resina composta.

INTRODUÇÃO

Os compósitos indiretos, quando comparados aos compósitos diretos, apresentam melhor polimento, menor retenção de placa bacteriana, menor susceptibilidade ao acúmulo de pigmento, menor descoloração, melhor adaptação marginal e menor contração de polimerização, pois o material de cimentação é usado em quantidade pequena a ser polimerizado na cavidade oral [1,2].

Além disso, os compósitos indiretos apresentam melhores propriedades mecânicas quando comparados aos compósitos diretos, devido ao seu processo de polimerização, que é realizado em condições laboratoriais adequadas, assegurando uma polimerização mais completa e melhorando substancialmente suas propriedades físicas e mecânicas [3].

Ensaio de compressão consistem em realizar estresses verticais sobre os compósitos, com o objetivo de simular as forças transmitidas às restaurações durante o ato mastigatório, que podem fraturar o material restaurador e/ou o elemento dental [4-6]. Os ensaios de microdureza visam expressar a resistência à deformação permanente dos compósitos, sendo essa grandeza diretamente proporcional à resistência mecânica e à resistência ao desgaste dos mesmos [7,8].

Portanto, a atenção às propriedades mecânicas desses materiais deve ser constante. Devido à grande variedade de materiais disponíveis para a realização de restaurações indiretas de compósitos, este estudo teve por objetivo avaliar a resistência à compressão e microdureza de diferentes compósitos indiretos. A hipótese nula neste estudo será que os compósitos indiretos testados não se diferenciam entre si no teste de microdureza e de resistência à compressão.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 5 compósitos indiretos (cor A2) apresentados na tabela 1.

Para a confecção dos espécimes para o ensaio

de compressão, foram utilizadas matrizes de teflon cilíndricas sobre uma placa de vidro com forma cilíndrica segmentada, de medidas internas de 6,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de altura. Foram confeccionados cinco espécimes para cada compósito testado, totalizando 25 espécimes. Os materiais foram inseridos em incrementos de 1,5 mm de espessura no interior da matriz. Cada material foi submetido à polimerização conforme recomendação de cada fabricante (Tabela 2). Utilizou-se uma tira de poliéster (FAVA, São Paulo, SP, Brasil) posicionada sobre o incremento dos materiais que foram pressionados com uma lâmina de vidro, obtendo-se uma superfície plana. Para o ensaio de compressão, os espécimes finalizados apresentavam dimensões de 6,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de altura.

Para a confecção dos espécimes para o ensaio de microdureza, foram utilizadas matrizes de teflon sobre uma placa de vidro com forma cilíndrica segmentada, de medidas internas de 5,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de altura. Foram confeccionados cinco espécimes para cada compósito testado, totalizando 25 espécimes. Utilizou-se uma tira de poliéster (FAVA) posicionada sobre o incremento dos materiais que foram pressionados com uma lâmina de vidro, obtendo-se uma superfície plana. A Tabela 2 apresenta o nome comercial, protocolo de polimerização das resinas compostas e aparelhos fotoativados utilizados nesse estudo. Para o ensaio de microdureza, os espécimes finalizados apresentavam dimensões de 5,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de altura.

Após a confecção, os espécimes foram armazenados em recipientes plásticos escuros individuais pelo período de 15 dias a 37°C em uma estufa bacteriológica (ECB 11 Digital - Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Para o ensaio de microdureza Vickers, foram realizadas três leituras em cada espécime utilizando o microdurômetro digital (FM 700, Future Tech corp., Tóquio, Japão) equipado com diamante Vickers de forma piramidal, com carga de 50kg aplicada durante 15 segundos.

Para o teste de resistência à compressão, os es-

pécimes foram levados à máquina de ensaio universal – Emic DL 2000 (São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), com célula de carga de 1000kgf a uma velocidade de 0,5 mm/min.

Os resultados da resistência à compressão foram obtidos em N e convertidos em MPa utilizando a fórmula descrita a seguir: $T = F/A$. Sendo que T é a resistência à compressão (MPa), F é carga máxima suportada (N) e A é a área transversa do espécime (mm^2).

Os valores de resistência à compressão (MPa) e de microdureza superficial (Kgf/mm^2) foram submetidos à Análise de Variância ANOVA e teste de Tukey, ambos com nível global de significância de 95%.

RESULTADOS

Na avaliação da microdureza, ANOVA mostrou um valor de $p = 0,000$ ($F = 343$) com 4 graus de liberdade, o que indica que existem diferenças significativas entre os grupos. Na avaliação da resistência à compressão, ANOVA mostrou um valor de $p = 0,29$ ($F = 1,32$) com 4 graus de liberdade, o que indica que não existem diferenças significativas entre os grupos.

As médias (\pm desvio-padrão) da microdureza e resultados de Tukey para os diferentes grupos encontram-se na Tabela 3. O compósito Resilab apresentou valores de microdureza significativamente maior do que todos os demais compósitos. O compósito Signum apresentou valores de microdureza significativamente maiores que os compósitos Solidex, Adoro e Sinfony. O compósito Solidex apresentou valores de microdureza significativamente maiores que os compósitos Adoro e Sinfony, que não foram diferentes entre si.

As médias (\pm desvio-padrão) da resistência à compressão encontram-se na Tabela 4. Os compósitos indiretos testados apresentaram comportamentos semelhantes entre si para os valores de resistência a compressão.

DISCUSSÃO

Existem no mercado diversas marcas comerciais de compósitos, entretanto, muitas dessas sem estudos prévios que comprovem suas indicações e sucesso como material restaurador. Os compósitos testados no presente estudo possuem grande diversidade quanto à composição, variando com relação ao tipo de partículas, tamanho das partículas

e a porcentagem de carga incorporada na matriz orgânica (Tabela 1). Tais fatores podem intervir no resultado comparativo das propriedades mecânicas dureza e resistência à compressão [9].

A polimerização das resinas compostas pela técnica indireta pode ser feita pela fotoativação com elevada intensidade de luz, associada ou não ao calor/vácuo ou ao calor/pressão. Tal associação pode permitir uma segunda cura, elevando o grau de conversão. Um material com alto percentual de carga associado com o aumento do grau de conversão apresenta melhoria das propriedades mecânicas [3].

A hipótese de nulidade testada para a resistência à compressão foi aceita, pois os compósitos indiretos testados não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si.

A hipótese de nulidade testada para a dureza foi rejeitada, pois os compósitos indiretos testados apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si. Os resultados deste estudo demonstraram que os valores mais altos de microdureza dentre os compósitos indiretos foram obtidos com o compósito Resilab, apresentando diferença estatisticamente significativa quando comparado aos demais compósitos.

Um importante fator que interfere diretamente nas propriedades mecânicas dos compósitos são as características globais das partículas que compõe o material [10,11]. O compósito Resilab apresenta em sua composição partículas inorgânicas de quartzo, mais duro e resistente ao desgaste quando comparado às partículas inorgânicas de sílica [12,13]. Os compósitos Signum e Adoro são constituídos por partículas de carga de sílica, menos resistentes quando comparados àqueles constituídos por quartzo. Apenas o compósito Sinfony também apresenta em sua composição partículas inorgânicas de quartzo, entretanto, o compósito Sinfony apresenta menor quantidade de carga inorgânica em peso (45%) em relação ao compósito Resilab (53%). Autores [14,15] afirmam que o aumento das propriedades mecânicas dos compósitos é diretamente proporcional ao aumento da quantidade de carga inorgânica em peso. Portanto, a combinação quantidade de valor intermediário de partícula inorgânica e presença de quartzo resultou em maiores valores de dureza para o compósito Resilab.

Embora o fabricante do compósito Solidex indique que esse compósito apresente microcarga de cerâmica inorgânica, os autores Munõz Chavez e

Hoepfner [16] observaram, por microscópio eletrônico, que a parte inorgânica da resina Solidex contém vidro de bário, óxidos mistos silanizados e dióxido de silício, materiais menos resistentes ao desgaste quando comparados àqueles constituídos por quartzo.

O compósito Signum apresentou valores de microdureza significativamente maiores que os compósitos Solidex, Adoro e Sinfony. Tais resultados podem ser justificados devido a maior quantidade de carga inorgânica em peso total do compósito Signum (75%) em relação aos compósitos Solidex (53%) Adoro (65%) e Sinfony (45%) [14,15].

O compósito Solidex apresentou valores de microdureza significativamente maiores que os compósitos Adoro e Sinfony. O compósito Solidex apresenta microcarga de cerâmica inorgânica em sua composição, o que pode ter resultado em maiores valores de dureza significativamente em relação ao compósito Adoro, que apresenta apenas sílica como partícula de preenchimento inorgânico [12,13]. Em relação ao compósito Sinfony, que também apresenta partículas inorgânicas de quartzo em sua composição, o resultado favorável provavelmente para o compósito Solidex pode ser

justificado devido a maior quantidade de carga inorgânica em peso total do Solidex (53%) em relação ao compósito Sinfony (45%) [14,15].

Os materiais restauradores resinosos indiretos têm demonstrado excelentes resultados em relação às propriedades físicas, mecânicas e estéticas em estudos laboratoriais [1,2]. Restaurações de resina composta devem apresentar adequada dureza e resistência ao desgaste, para assim aumentar sua longevidade. Mais pesquisas devem ser realizadas para observar o desempenho das resinas compostas indiretas não apenas quanto às propriedades mecânicas dureza e resistência à compressão, mas também nas demais propriedades: físicas, estéticas, biofísicas e biológicas.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que os compósitos indiretos testados não apresentaram diferenças significantes entre si para os valores de resistência a compressão. Concluiu-se também que o compósito indireto Resilab apresentou valores de dureza significativamente maiores do que todos os compósitos testados e que o resultado da dureza superficial depende do material resinoso testado.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the microhardness and compressive strength of five indirect composite manufacturers. It was prepared 25 specimens of five indirect composite manufactures (n = 5) for each test: Signum (Heraeus Kulzer), Solidex (Shofu Inc.), Resilab (Wilcos), Adoro (Ivoclar Vivadent), Sinfony (3M/ESPE). The specimens were stored in distilled water at 37 ° C for 15 days and submitted to the microhardness test with Microdurometer digital Vickers, making three indentations with a load of 50g/15s. Next, others specimens were submitted to the compressive strength test by an axial load with a rounded end tip of 2 mm diameter, adapted to universal testing machine (DL 2000 Emic) at a crosshead speed 0.5mm/min. The data were subjected to ANOVA and Tukey tests (5%). There were significant differences among the groups (p= 0.00) for microhardness mechanical property, but there were no significant differences for compressive strength property (p=0.29). The mean values for microhardness were: Resilab: 56.68a, 4 Signum: 34.60b, Solidex: 31.34c, Adoro: 27.20d, Sinfony: 25.79d. The mean values for compressive strength were: Solidex: 174.64a; Sifony: 169.05a; Resilab: 168.03a; Adoro: 164.73a; Signum: 155.96a. It was concluded that indirect composites tested showed no significant differences between them for the values of compressive strength. It also was concluded that the Resilab composite showed significantly higher hardness than other composites tested and the hardness results depend of the resin material tested.

UNITERMS

Compressive strength; hardness; composite.

TABELA 1 - NOME COMERCIAL, FABRICANTE, COMPOSIÇÃO E LOTE DOS COMPÓSITOS UTILIZADOS NO ESTUDO

Nome	Fabricante	Composição	Lote
Signum	Heraeus Kulzer, GmbH, Kg, Alemanha	Bis-GMA (Bis-fenol-A-glicidilmetacrilato), UDMA (Uretano dimetacrilato), TEGMA (Trietilenoglicol metacrilato), Dióxido de silício (0,6 µm), porcentagem de carga - 75% em peso	010040
Solidex	Shofu Dental Corporation, Quioto, Japão	Bis-GMA, UDMA, TEGMA, Microcarga de cerâmica (43 à 56 µm), porcentagem de carga - 53% em peso	010727
Resilab	Wilcos, Petrópolis, RJ, Brasil	Bis-GMA, UDMA, TEGMA, Dioxido de silicio, quartzo, silicato de bário alumínio (50 µm), porcentagem de carga - 53% em peso	310/06
Adoro	Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Bis-GMA, TEGDMA (Trietilenoglicol dimetacrilato), Sílica (10 à 100nm), porcentagem de carga - 65% em peso	0208/09
Sinfony	3M/ESPE, St. Paul, Mn, EUA	Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, HEMA, Silica, Quartzo (0,5 à 0,7µm), porcentagem de carga - 45% em peso	160415

TABELA 2 - PROTOCOLO DE POLIMERIZAÇÃO DOS COMPÓSITOS E APARELHOS FOTOATIVADORES UTILIZADOS NESSE ESTUDO

Nome	Protocolo de polimerização	Aparelho Fotopolimerizador
Signum	180s luz Xenonestroboscópica	HeraFlash (Heraeus Kulzer)
Solidex	180s luz Xenonestroboscópica	HeraFlash (Heraeus Kulzer)
Resilab	180s luz Xenonestroboscópica	HeraFlash (Heraeus Kulzer)
Adoro	180s com luz halógena (500 mW/m ²) e calor até 104°C	Lumamat 100 Light Furnace (Ivoclar, Vivadent)
Sinfony	Primeiro ciclo: luz halógena (500 mW/cm ²) por 15 s Segundo ciclo: 15 min com luz halógena (500 mW/cm ²) e vácuo	Primeiro Ciclo: Unidade Visio Alfa (3M ESPE) Segundo ciclo: Unidade Visio Beta (3M/ESPE)

TABELA 3 - VALORES DE MÉDIA (DESVIO-PADRÃO) DA DUREZA (KGF/MM²) E OS RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY

Compósito	Média (desvio-padrão)	Grupos Homogêneos*
Resilab	56,76 (1,78)	A
Signum	34,60(1,30)	B
Solidex	31,34(1,49)	C
Adoro	27,20(0,63)	D
Sinfony	25,79(2,00)	D

*Médias acompanhadas das mesmas letras não apresentam diferenças estatisticamente significantes

TABELA 4 - VALORES DE MÉDIA (DESVIO-PADRÃO) DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa) E OS RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY

Compósito	Média (desvio-padrão)	Grupos Homogêneos*
Solidex	174,64 (7,52)	A
Sinfony	169,05 (16,47)	A
Resilab	168,03 (6,55)	A
Adoro	164,73 (16,43)	A
Signum	155,96 (16,31)	A

*Médias acompanhadas das mesmas letras não apresentam diferenças estatisticamente significantes

REFERÊNCIAS

1. Busato, A.L.S. Dentística: Filosofia, Conceitos e Prática Clínica. Grupo Brasileiro de Professores de Dentística. São Paulo: Artes Medicas; 2005.
2. Roulet JF, Losche GM, Noack M. Inlays and onlays. *Curr Opin Cosmet Dent*. 1993;41-54.
3. St-Georges AJ, Sturdevant JR, Swift EJ Jr, Thompson JY. Fracture resistance of prepared teeth restored with bonded inlay restorations. *J Prosthet Dent*. 2003; 89(6): 551-7.
4. Baharav H, Abraham D, Cardash HS, Helft M. Effect of exposure time on the depth of polymerization of a visible light cured composite resin. *J Oral Rehabil*. 1988; 15(2):167-72.
5. Roulet JF. The problems associated with substituting composite resins for amalgam: a status report on posterior composites. *J Dent*. 1988;16(3):101-13.
6. Oliveira Fde C, Denehy GE, Boyer DB. Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. *J Am Dent Assoc*. 1987;115(1):57-60.
7. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int*. 1993;24(9):641-58.
8. Satou N, Khan AM, Satou K, Satou J, Shintani H, Wakasa K, Yamaki M. In-vitro and in-vivo wear profile of composite resins. *J Oral Rehabil*. 1992;19(1):31-7.
9. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and micro-filled composites. *Dent Mat*. 2007;1(23): 51-59.
10. Tjan AHL, Chan CA. The polishability of posterior composites. *J Prosthet Dent*. 1989; 61(2): 138-46.
11. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Celis JP, Vanherle G. A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dent Mat*. 1992; 8(9): 310-9.
12. Anusavice JK. Materiais de acabamento e polimento. In: *Materiais Dentários de Phillips*. São Paulo: Elsevier; 2005.
13. Resinas compostas anteriores e posteriores. *Dent Advisor*. 1994; 1(1):3-6.
14. Peutzfeldt A, Asmussen E. The effect of postcuring on quantity of remaining double bonds, mechanical properties, and in vitro wear of two resin composites. *J Dent*. 2000; 28(6):447-52.
15. Brosh T, Ganor Y, Belov I, Pilo R. Analysis of strength properties of light-cured resin composites. *Dent Mater*. 1999;15(3):174-9.
16. Muñoz Chavez OF, Hoepfner MG. Cerômeros – A evolução dos materiais estéticos para restaurações indiretas. *J Bras Odontol Clín*. 1998;2:20-8.

Recebido: 20/04/2012

Aceito: 15/05/2012

Correspondência:

Alessandra Bühler Borges
Avenida Engenheiro Francisco José Longo, 777,
Jardim São Dimas, São José dos Campos, SP,
Brasil, CEP: 12245-000.