

Correlação entre microdureza e resistência à compressão de diferentes compósitos resinosos indiretos

Correlation between microhardness and compressive strength of different indirect composite resins

Daphne Câmara BARCELLOS

Graziela Ribeiro BATISTA

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

Alessandra Bühler BORGES

César Rogério PUCCI

Professores Assistentes Doutores - Departamento de Odontologia Restauradora - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP - Univ Estadual Paulista - São José dos Campos - SP – Brasil.

Sérgio 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.

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 a correlação entre as propriedades de microdureza superficial e resistência à compressão de compósitos indiretos. Confeccionaram-se 25 cilindros de 5 marcas comerciais de compósitos (n=5): Signum (Heraeus Kulzer), Solidex (Shofu Inc.), Resilab (Wilcos), Adoro (Ivoclar Vivadent), Sinfony (3M/ESPE). Os cilindros apresentaram dimensões 4,0 mm de diâmetro e 13,0 mm de comprimento. Os espécimes foram armazenados em água destilada à 37°C por 15 dias. Em seguida, foram seccionados, obtendo espécimes com dimensões de 2 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro, para o ensaio de microdureza, e espécimes com dimensões de 8 mm de comprimento e 4mm de diâmetro, para o ensaio de resistência a compressão. Para o ensaio de microdureza superficial com Microdurômetro digital Vickers, foram realizadas três endentações com carga de 50g/15s. Para o teste de resistência à compressão, foi utilizada uma ponta de extremidade arredondada de 2 mm diâmetro, adaptada a máquina de Ensaio Universal (DL 2000 – EMIC) a uma velocidade de 0,5mm/min e célula de carga de 50 Kgf. Os dados foram submetidos ao teste de Correlação de Pearson. A Correlação de Pearson apresentou um valor de $p = -0,236$; o que significa fraca e negativa correlação entre as duas propriedades mecânicas.

A propriedade mecânica microdureza não apresenta relação com a propriedade mecânica resistência à compressão.

UNITERMOS:

Força compressiva; microdureza; resina composta.

INTRODUÇÃO

Atualmente, os compósitos atendem às exigências estéticas dos pacientes tanto em restaurações anteriores quanto em posteriores. A propriedade mecânica

de resistência à compressão demonstra a capacidade do compósito em suportar estresses verticais, pois as forças transmitidas às restaurações durante o ato mastigatório podem desencadear fraturas do compósito e/ou do elemento dental [1,2,3]. A propriedade mecâni-

ca de dureza expressa resistência à deformação permanente de determinado material [4].

Observa-se uma melhoria significativa dos compósitos diretos, ampliando consideravelmente as possibilidades de indicação dos mesmos. Porém estes apresentam algumas deficiências, principalmente quando usados em dentes posteriores, como: forma e contornos anatômicos imprecisos [2], degradação do material, instabilidade de cor [3] e acentuada contração de polimerização que pode originar a inadequada adaptação marginal, microinfiltração, invasão bacteriana e possível insucesso do tratamento restaurador [4].

Segundo Craig, et al. [5], as forças oclusais médias incidentes em dentes molares apresentam cerca de 59Kgf, o que ratifica a importância dessas propriedades para dentes posteriores. Assim, a baixa resistência ao desgaste em áreas de contato mastigatório com a estrutura dental antagonista também é um fator que contribui para inviabilizar o uso de compósitos diretos em dentes posteriores [6].

Os compósitos indiretos foram desenvolvidos com o objetivo de minimizar esses problemas. Tais materiais vêm apresentando bons resultados estéticos e satisfatórias propriedades físico-mecânicas [7], se tornando uma boa alternativa para realização de restaurações. Os compósitos indiretos, quando comparados aos 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 [8]. Além disso, os compósitos indiretos apresentam melhores propriedades mecânicas, o que influencia diretamente no sucesso clínico e na longevidade das restaurações.

Tais materiais apresentam composição semelhante aos compósitos diretos. Entretanto, os compósitos indiretos apresentam requisitos mecânico-físicos mais próximos do ideal 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 [9].

Portanto, a atenção às propriedades mecânicas desses materiais deve ser constante, assim como uma possível relação entre as mesmas. Devido à grande variedade de materiais disponíveis para a realização de restaurações indiretas de compósitos, este estudo teve por objetivo relacionar resistência à compressão e dureza de diferentes compósitos indiretos. A hipó-

tese nula testada neste estudo foi que as propriedades mecânicas de resistência à compressão e dureza dos compósitos indiretos não apresentam correlação significativa entre si.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados 5 compósitos indiretos de acordo com a disponibilidade de obtenção no mercado odontológico (Tabela 1). Foram confeccionados 5 espécimes de cada compósito com o auxílio de matriz de teflon bipartida pré-fabricada em formato cilíndrico de medidas internas de 4,0 mm de diâmetro e 13,0 mm de comprimento. A tabela 2 apresenta o nome comercial, protocolo de polimerização das resinas compostas e aparelhos fotoativados utilizados nesse estudo.

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). Após o armazenamento, os espécimes foram secos com papel absorvente e seccionados em duas partes com as seguintes dimensões finais: 8,0 x 4,0 mm para a o ensaio de compressão e 2,0 x 4,0 mm para a o ensaio de microdureza.

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 50g aplicada durante 15 segundos.

Para o ensaio de resistência à compressão, os espécimes foram levados à máquina de ensaio universal – Emic DL 2000 (São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), com força de compressão axial na velocidade de 0,5 mm/min, com célula de carga de 50 Kgf, aplicada através de dispositivo metálico de base plana de 8 mm de diâmetro. 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 transversal do espécime (mm²).

Os valores de resistência à compressão (MPa) e de microdureza superficial (Kgf/mm²) foram submetidos ao teste de Correlação de Pearson.

RESULTADOS

A Correlação de Pearson apresentou um valor de $p = -0,236$; o que significa fraca e negativa correlação

entre as duas propriedades mecânicas.

As médias e o desvio-padrão da resistência à compressão para os diferentes compósitos encontram-se na Tabela 3.

As médias e o desvio-padrão da dureza para os diferentes compósitos encontram-se na Tabela 4.

DISCUSSÃO

A polimerização dos compósitos 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 polimerização complementar, e as vantagens da polimerização complementar estão relacionadas ao aumento do grau de conversão de polimerização da matriz resinosa, tendo a quantidade de ligações cruzadas aumentada. O aumento das ligações cruzadas dos grupos metacrilato proporcionaria uma matriz resinosa mais reforçada e rígida, colaborando para a melhora das propriedades das resinas compostas [9].

Para a relação entre as propriedades mecânicas de microdureza e resistência à compressão, a hipótese de nulidade testada foi aceita, pois a Correlação de Pearson apresentou fraca e negativa correlação entre as duas propriedades mecânicas.

Confirmando os achados deste estudo, os autores Harrison e Draughn [10] afirmaram que a resistência à compressão é um fenômeno complexo, e que não pode ser diretamente relacionado com a propriedade mecânica de microdureza. Portanto, apenas uma ou duas propriedades isoladas não podem ser usadas para avaliar a qualidade de um determinado material.

Entretanto, contradizendo os achados do presente estudo, os autores Willens et al. [11], Anusavice [12] e Tantbiroj et al. [13] afirmaram haver relação direta entre a dureza superficial e propriedades mecânicas de resistência dos materiais. Sendo a dureza superficial uma indicadora de outras propriedades mecânicas do material (como, por exemplo, a resistência à compressão), essa deve apresentar um valor elevado, tanto inicialmente quanto durante toda a vida clínica da restauração [11, 12].

Os resultados deste estudo apresentaram uma fraca e negativa correlação entre as propriedades dureza e resistência à compressão. Este fato nos leva a afirmar que a realização apenas do teste de dureza não pode determinar se a propriedade resistência à compressão de determinado compósito é adequada para uso clínico, assim como o resultado da resistência a compressão não pode ser um substituto ao teste de dureza.

O sucesso das restaurações adesivas depende de um conjunto de propriedades que devem estar presentes nas resinas compostas: mecânicas, físicas, estéticas, biofísicas e biológicas. Assim, mais pesquisas devem ser realizadas para observar o desempenho das resinas compostas indiretas não apenas nas propriedades mecânicas dureza e resistência à compressão.

CONCLUSÃO

Baseado na metodologia empregada observou-se não haver correlação entre as propriedades de dureza e resistência a compressão das resinas compostas indiretas testadas.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the correlation between microhardness and compressive strength mechanical properties of indirect composites. Twenty-five cylinders were prepared of five composite manufactures (n = 5) with dimensions of 13 mm length and 4 mm diameter: 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. The cylinders were sectioned and specimens were obtained with dimensions of 2 mm length and 4 mm diameter, for the microhardness test, and specimens were obtained with dimensions of 12 mm length and 4 mm diameter, for compressive strength test. For the microhardness test with digital Vickers indenter, three indentations were performed with 50g load for 15s. For the compressive strength test, rounded end tip with 2 mm diameter was used, adapted to universal testing machine (DL 2000 Emic) at a crosshead speed 0.5mm/min. The data were subjected to Pearson Correlation. Pearson Correlation showed $p = -0,236$ (weak and negative correlation). There was no significant correlation between mechanical properties. The microhardness mechanical property showed no correlation with the compressive strength mechanical property.

UNITERMS:

Compressive strength; microhardness; composite.

QUADROS

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) DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa) PARA OS DIFERENTES COMPÓSITOS TESTADOS

Compósito	Média (desvio-padrão)
Solidex	170,84 (4,42)
Sinfony	165,09 (7,61)
Resilab	159,63 (3,64)
Adoro	157,33 (9,28)
Signum	153,56 (5,79)

TABELA 4 - VALORES DE MÉDIA (DESVIO-PADRÃO) DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa) PARA OS DIFERENTES COMPÓSITOS TESTADOS

Compósito	Média (desvio-padrão)
Resilab	47,56 (1,51)
Signum	33,60 (0,48)
Solidex	25,93 (1,09)
Adoro	24,40 (1,48)
Sinfony	23,38 (0,78)

REFERÊNCIAS

- 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.
- Roulet JF. The problems associated with substituting composite resins for amalgam: a status report on posterior composites. *J Dent.* 1988; 16(3):101-13.
- 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.
- Yap AU, Tan SH, Wee SS, Lee CW, Lim EL, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil.* 2001; 28(11):1015-21.
- Craig RG, O'Brien WJ, Powers JM. *Materiais Dentários: Propriedades e Manipulação.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1988.

6. Yap AU, Tan CH, Chung SM. Wear behavior of new composite restoratives. *Oper Dent.* 2004; 29(3): 269-74.
7. Debastiani FS, Lopes GC. Restaurações diretas de resina composta em dentes posteriores. *Int J Braz Dent.* 2005; 1:31-39.
8. Ferracane JL, Condon JR. Post-cure heat treatments for composites: properties and fractography. *Dent Mater.* 1992;8(5):290-5. Ferracane JL, Condon JR. Post-cure heat treatments for composites: properties and fractography. *Dent Mater.* 1992;8(5): 290-5.
9. Leinfelder KF. New developments in resin restorative systems. *J Am Dental Assoc.* 1997; 128:573-581.
10. Harrison A, Draughn RA. Abrasive wear, tensile strength, and hardness of dental composite resins - Is there a relationship? *J Prosth Dent.* 1976; 36(4): 395-8.
11. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Celis JP, Vanherle G. A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dent Mater.* 1992; 8(9):310-9.
12. Anusavice KJ. *Phillips materiais dentários.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.
13. Tantbirojn D, Cheng YS, Versluis A, Douglas WH. Micro-hardness and fracture toughness of a composite, are they related? *J Dent Res.* 2000; 79(Sp Issue): 443. abstr 2398.

Recebido: 20/04/2012

Aceito: 24/05/2012

Correspondência

Alessandra Bühler Borges

Av. Eng. Francisco José Longo, 777 - Jardim São Dimas

São José dos Campos, SP – Brasil

CEP: 12245-000.

Tel: +55 (12) 3947 9048. Fax: +55 (12) 3947 9010.