

Avaliação da resistência flexural e módulo de elasticidade de diferentes resinas compostas indiretas

ALEXANDRE LUIZ SOUTO BORGES*, ALESSANDRA BÜHLER BORGES**, DAPHNE CÂMARA BARCELLOS***, GUILHERME DE SIQUEIRA FERREIRA ANZALONI SAAVEDRA*, TARCISIO JOSÉ DE ARRUDA PAES JUNIOR*, SIGMAR MELLO RODE*****

*Professor Assistente Doutor do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP) – São José dos Campos/SP.

**Professora Assistente Doutora do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP) – São José dos Campos/SP.

***Estudante de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP) – São José dos Campos/SP.

****Professor Adjunto do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP) – São José dos Campos/SP.

RESUMO

Este estudo teve o propósito de investigar as propriedades flexurais de seis marcas comerciais de resinas compostas indiretas e duas resinas compostas para uso direto. Dez espécimes ($2 \times 2 \times 12$ mm) de cada material foram confeccionados de acordo com as recomendações dos fabricantes: Grupo 1 – Signum (Heraeus Kulzer), Grupo 2 – Solidex (Shofu Inc.), Grupo 3 – Resilab (Wilcos), Grupo 4 – Adoro (Ivoclar Vivadent), Grupo 5 – Admira (Voco), Grupo 6 – Sinfony (3M/ESPE), Grupo 7 – Filtek Supreme (3M/ESPE) e Grupo 8 – Venus (Heraeus Kulzer). Os espécimes foram armazenados a 37°C por 24 horas. Em seguida, foram submetidos ao ensaio de miniflexão na máquina de Ensaio Universal EMIC a uma velocidade de 0,75 mm/min, para determinar o módulo de elasticidade e resistência à flexão três pontos para cada composto estudado. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA e Tukey (5%), havendo diferença significativa entre os grupos ($p < 0,0001$) para as duas variáveis independentes estudadas. Os valores médios em MPa ($\pm$ desvio padrão) para resistência à flexão e os resultados do teste de Tukey foram: Filtek Supreme (149.12 ± 13.12)a, Sinfony (139.61 ± 7.75)ab e Adoro (136.99 ± 6.15)bc, os quais apresentaram os maiores valores de resistência flexural, seguidos por Admira (127.17 ± 6.31)cd, Resilab

(125.17 ± 8.10)cd, Solidex (125.28 ± 5.80)cd, Signum (121.176 ± 2.36)e e por último Venus ($103,80 \pm 7,08$)f. A resina composta Filtek Supreme (12.13 ± 1.82 GPa) e Sinfony (12.32 ± 1.75 GPa) apresentaram módulos de elasticidade significativamente maiores do que Adoro (10.99 ± 0.15 MPa), Resilab (10.37 ± 1.45 GPa), Admira (10.17 ± 1.31 GPa), Solidex (10.02 ± 1.85 GPa), Signum (10.19 ± 1.36 GPa) e Venus: ($9,33 \pm 0,30$). Concluiu-se que os sistemas de resinas compostas para uso indireto testados não apresentaram resistência flexural e módulo de elasticidade significativamente maiores do que a resina composta de nanoaglomerados para uso direto.

DESCRIPTORES

Fadiga. Resinas compostas. Módulo de elasticidade.

INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento da preocupação estética, os pacientes estão cada vez mais solicitando alternativas às restaurações metálicas convencionais. Diante desse fato, há uma demanda crescente por materiais restauradores estéticos, que são lançados no mercado com o intuito de promover a recuperação adequada da estrutura dental, de forma a melhorar ou manter a estética o mais próxima possível da forma original, restabelecendo adequadamente sua função e preservando o máximo possível dessa estrutura.

Os compósitos resinosos são capazes de reproduzir a aparência da dentição natural de forma quase imperceptível aos olhos humanos. Nos últimos anos, existe uma grande variedade de resinas compostas no mercado⁵, porém estas ainda mostram muitas

Endereço para correspondência:

Alexandre Luiz Souto Borges

Avenida Engenheiro Francisco José Longo, 777 – Jardim São Dimas

CEP 12245-000 – São José dos Campos/SP

Fone: (12) 3947-9056/Fax: (12) 3947-9010

E-mail: aleborges@fosjc.unesp.br

deficiências, principalmente quando usadas em dentes posteriores, tendo como principais limitações forma e contornos anatômicos imprecisos²⁴, degradação do material, instabilidade de cor²³ e acentuada contração de polimerização, que pode originar a inadequada adaptação marginal, microinfiltração, invasão bacteriana e possível insucesso do tratamento restaurador¹. 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 da resina composta direta^{12,19}.

Na tentativa de minimizar esses problemas, foram desenvolvidas as resinas compostas indiretas, que, combinadas com a técnica de cimentação adesiva, vêm apresentando bons resultados estéticos e satisfatórias propriedades físico-mecânicas⁴, se tornando uma boa alternativa para a realização de restaurações. Tais resinas oferecem melhor resistência ao desgaste, 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 polimerizada na cavidade oral²².

As resinas compostas diretas nanoparticuladas foram introduzidas recentemente no mercado odontológico. Apresentam partículas de carga de aproximadamente 0,02 μm , que envolve dois tipos de partículas: nanométricas e nanoaglomeradas. Tal tecnologia visa conferir ao material diversas propriedades como melhor polimento, durabilidade, excelência de cor, lisura superficial semelhante às resinas micro-híbridas^{7,20}, sobretudo no que diz respeito às suas propriedades mecânicas. Por causa do reduzido tamanho das suas partículas e do alto conteúdo de carga, as resinas nanoparticuladas apresentam alta resistência ao desgaste²⁵ e adequada resistência à fratura em áreas de alto estresse mastigatório⁹.

Em razão de as técnicas de polimerização fora da cavidade bucal serem mais eficientes e eficazes, resinas compostas indiretas são idealizadas para atender requisitos mecânico-físicos a fim de proporcionar maior durabilidade da restauração. Quanto à composição química, tais resinas não diferem das resinas compostas de uso direto, sendo basicamente formadas por uma matriz orgânica de BIS-GMA e algum tipo de partícula de carga. O que difere os dois tipos de materiais relaciona-se ao seu processo de polimerização, que é realizado em condições laboratoriais adequadas, assegurando uma polimerização mais completa e melhorando substancialmente suas propriedades físicas e mecânicas¹⁰.

O sucesso de um material restaurador dentário depende de suas propriedades físicas, químicas e mecânicas. As restaurações de resina composta, tanto para dentes anteriores como para dentes posteriores, estão constantemente sendo submetidas a uma tensão flexural/funcional considerável. Assim, um dos pré-requisitos indispensáveis para a utilização das resinas compostas como material restaurador é a resistência mecânica a fraturas³, que pode ser avaliada utilizando o teste de resistência flexural.

Por causa da grande variedade de materiais disponíveis para a realização de restaurações indiretas em resina composta, este estudo teve por objetivo avaliar e comparar a resistência flexural de três pontos e módulo flexural entre diferentes tipos de resinas compostas indiretas com duas resinas diretas. A hipótese nula testada neste estudo foi de que as resinas compostas para uso direto não se diferenciam das resinas compostas para uso indireto no teste de resistência flexural e módulo de elasticidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas as seguintes resinas compostas, divididas em oito Grupos:

- Grupo 1 – Resina composta indireta Signum (Heraeus Kulzer, GmbH, Kg, Germany).
- Grupo 2 – Resina composta indireta Solidex (Shofu Inc., Quioto, Japão).
- Grupo 3 – Resina composta indireta Resilab (Wilcos, Petrópolis, RJ, Brasil).
- Grupo 4 – Resina composta indireta Adoro (Ivoclar Vivadent, São Paulo, SP, Brasil).
- Grupo 5 – Resina composta indireta Admira (VOCO, GMBH, Alemanha).
- Grupo 6 – Resina composta indireta Sinfony (3M Espe, Mn, USA).
- Grupo 7 – Resina composta direta Filtek Supreme (3M Espe, Mn, USA).
- Grupo 8 – Resina composta direta Venus (Heraeus Kulzer, GmbH, Kg, Alemanha).

Foram confeccionados dez espécimes de cada grupo de resina composta para teste de flexão de resina composta. As resinas compostas foram inseridas em incremento único em uma matriz pré-fabricada de teflon bipartida com as dimensões de 12 x 2 x 2 mm apoiada sobre uma placa de vidro. Foi posicionada uma tira de

poliéster transparente (FAVA, São Paulo, SP) sobre a matriz e em seguida pressionada por uma segunda placa de vidro. Após a remoção da placa de vidro, o excedente do material foi retirado com uma espátula e submetido à polimerização conforme recomendação de cada fabricante.

Todas as resinas testadas, fabricantes, composições e classificações estão apresentadas na Tabela 1.

Após a confecção, as amostras foram armazenadas em recipientes plásticos escuros individuais pelo período de 24 horas a 37°C em uma estufa bacteriológica (ECB 11 Digital - Odontobrás, Ribeirão Preto/SP, Brasil).

Após o armazenamento, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de flexão modificado⁶, conforme norma ISO (Internacional Standards Organization) 4049¹⁴, para determinar o módulo de elasticidade e resistência à flexão. Os espécimes foram colocados em um dispositivo de ensaio de três pontos, contendo duas superfícies paralelas distantes entre si por 9 mm e submetidos à carga, na região equidistante aos pontos de apoio, a uma velocidade de 0,75 mm/min em uma máquina de Ensaio Universal EMIC DL-2000.

Os resultados da resistência flexural foram obtidos em N e convertidos em MPa utilizando a fórmula da especificação ISO 4049, descrita a seguir:

$$\sigma = 3FI/2bh^2$$

Nela σ é a resistência flexural (MPa), F é carga máxima suportada (N), I é o comprimento entre os pontos de apoio (9 mm), b é a largura do prisma (2 mm) e h é a espessura do prisma (2 mm).

Para o cálculo do módulo de elasticidade, seguiu-se a fórmula:

$$\Delta = I^3 \times F_1 / 4fbh^3$$

Nesta, Δ é o módulo de elasticidade, I é a distância entre os suportes, b [2 mm] e h [2 mm] são respectivamente a largura e a altura dos corpos-de-prova, F_1 [N] a carga e f [mm] a deflexão da barra (na fase elástica).

Para as duas variáveis dependentes estudadas, resistência à flexão e módulo de elasticidade, os valores obtidos foram gravados e submetidos à análise de variância ANOVA a um critério e teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Na avaliação da resistência flexural da resina composta, ANOVA mostrou um valor de $p < 0,05$, o que indica que existem diferenças significativas entre os grupos (Tabela 2).

Na avaliação do módulo de elasticidade das resinas composta, ANOVA mostrou também um valor de $p < 0,05$, indicando diferenças significativas entre os grupos (Tabela 3).

Tabela 1
Resinas utilizadas neste estudo

Nome	Fabricante	Tamanho de partículas	Carga	Tipo de carga	Classificação
Signum	Heraeus Kulzer, GmbH, Kg, Germany	0,6 μ m	75%	Silica	Micro-híbrida
Venus	Heraeus Kulzer, GmbH, Kg, Germany	0,07 μ m	80%	Dióxido de silício, Bário, flúor-alumínio de vidro	Micro-híbrida
Sinfony	3M/ESPE, St. Paul, Mn, USA	0,5 a 0,7 μ m	45%	Silica, Quartzo	Micro-híbrida
Filtek Supreme	3M/ESPE, St. Paul, Mn, USA	75 nm	72,5%	Sílica	Nanoaglomerado
Resilab	Wilcos	50 μ m	53%	Sílica	Híbrida
Adoro	Ivoclar Vivadent	10 a 100 nm	65%	Sílica	Micropartícula
Solidex	Shofu Dental Corporation, Quioto, Japão	43 a 56 μ m	53%	Microcarga de cerâmica	Híbrida
Admira	VOCO, GMBH, Alemanha	0,7 μ m	77%	Partículas de cerâmica silanizadas, Sílica	Híbrida

As médias ($\pm$ desvio padrão) e resultados de Tukey para os diferentes grupos encontram-se na Tabela 4. As resinas compostas Filtek Supreme, Sinfony e Adoro apresentaram os maiores valores de resistência flexural, seguidas por Admira, Resilab e Solidex. Signum apresentou os menores valores de resistência flexural. Quanto ao módulo de elasticidade, as resinas Filtek Supreme e Sinfony apresentaram valores significantemente maiores do que todas as outras resinas testadas.

DISCUSSÃO

O teste de resistência flexural detecta alterações estruturais tênues das resinas compostas. De acordo com a ISO¹⁴, a resistência flexural é uma condição mecânica conceituada como a resistência a uma falha provocada pela tensão do material resinoso, medida pela sua curvatura. Fratura é uma das mais frequentes causas de falhas clínicas de restaurações em resina composta e decorre de trincas preexistentes que se propagam durante os esforços de tração oriundos da mastigação^{17,18} ou pela incorporação de bolhas na confecção da restauração⁸.

As resinas compostas avaliadas neste estudo apresentam uma grande diversidade quanto à composição, variando quanto ao tipo e tamanho das partículas e à porcentagem de carga incorporada na matriz orgânica (Tabela 1), e esses fatores podem interferir no resultado comparativo da propriedade mecânica de resistência a fraturas³. As resinas híbridas ou micro-híbridas geralmente apresentam partículas de carga com tamanho que varia de 0,04 μm a 10 μm e um percentual de carga acima de 60%, apresentando alta resistência à fratura^{6,15}. As resinas compostas denominadas nanoparticuladas apresentam tamanho médio de carga à escala nanométrica e percentual de carga próximo a 60%, promovendo também alta resistência à fratura e ao desgaste^{20,27}.

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

Tabela 2
Resultados para ANOVA um fator para resistência flexural

Fator	Grau de liberdade	F	Valor p
Resina composta	7	7,546	0,000375*

*Diferenças significativas; F = Razão "F".

Tabela 3
Resultados para ANOVA um fator para módulo de elasticidade

Fator	Grau de liberdade	F	Valor p
Resina composta	7	9,3245	0,000456*

*Diferenças significativas; F = Razão "F".

Tabela 4
Valores de média ($\pm$ desvio padrão) de resistência flexural e módulo de elasticidade e os resultados do teste de Tukey para todos os grupos

Resina	Módulo de elasticidade [GPa] (Média $\pm$ desvio padrão)	Resistência à flexão [MPa] (Média $\pm$ desvio padrão)
Filtek Supreme	(12.13 $\pm$ 1.82) a	(149.12 $\pm$ 13.12) a
Sinfony	(12.32 $\pm$ 1.75) a	(139.61 $\pm$ 7.75) ab
Adoro	(10.99 $\pm$ 0.15) b	(136.99 $\pm$ 6.15) bc
Resilab	(10.37 $\pm$ 1.45) b	(127.17 $\pm$ 6.31) cd
Admira	(10.17 $\pm$ 1.31) b	(125.17 $\pm$ 8.10) cd
Solidex	(10.02 $\pm$ 1.85) b	(125.28 $\pm$ 5.80) cd
Signum	(10.19 $\pm$ 1.36) b	(121.17 $\pm$ 2.36) e
Vênus	(9,33 $\pm$ 0,30) c	(103,80 $\pm$ 7,08) f

Médias acompanhadas das mesmas letras não apresentam diferenças estatisticamente significantes.

aumento do grau de conversão melhora as propriedades mecânicas dos compósitos¹⁰.

A hipótese de nulidade testada nesse estudo foi rejeitada tanto para a resina Vênus quanto para a Filtek Supreme. Esperava-se que as resinas indiretas apresentassem melhores propriedades mecânicas em relação às resinas compostas diretas, no entanto a resina composta Filtek Supreme, composta de nanoaglomerados apresentou resultados de resistência à flexão significativamente superiores em relação a todas as resinas compostas testadas, com exceção da resina indireta Sinfony. Corroborando os achados deste estudo, Balbinot² obteve média de resistência flexural para a Filtek Supreme de 122 MPa, semelhante ao valor de média da resistência flexural (149 MPa) encontrada neste presente estudo para a mesma resina composta. Franco¹¹, avaliando diferentes resinas compostas indiretas, para a resina Sinfony, observou média de valores de resistência flexural de 185 MPa, sendo tal valor estatisticamente superior às resinas compostas indiretas Adoro, Signum e Solidex.

Entretanto, nos estudos prévios^{2,11}, utilizou-se o teste de flexão, enquanto o presente estudo utilizou o ensaio mecânico de mini-resistência flexural desenvolvido por Yap & Teoh²⁶ em 2003. Segundo tais autores, a padronização ISO 4049 para as dimensões dos espécimes no teste de resistência flexural de 25 x 2 x 2 mm dificulta a uniformização de confecção dos espécimes, pois algumas regiões do material restaurador podem ser expostas à dupla fotoativação, impedindo um padrão de polimerização⁶, no caso de resinas de uso direto. Além disso, pode haver maior incorporação de bolhas²⁶. Portanto, para a realização dos testes de flexão, seria melhor que fossem confeccionados espécimes menores e mais próximos da realidade clínica. Dessa forma, os espécimes apresentam dimensões mais condizentes com as condições reais para avaliação do desempenho dos materiais odontológicos.

Os resultados deste estudo demonstraram que os valores mais baixos de resistência flexural dentre as resinas indiretas foram obtidos com a resina composta híbrida Signum, apresentando diferença estatisticamente significativa quando comparada às outras resinas compostas estudadas, sendo que a Filtek Supreme apresentou os maiores resultados. Contradizendo os resultados deste estudo, Li *et al.*¹⁶ afirmam que o aumento da quantidade de carga melhora significativamente todas as propriedades mecânicas das resinas compostas, assim pode-se esperar que um material com uma grande quantidade de carga possua

excelentes propriedades mecânicas; porém, Rosentritt *et al.*²¹ observaram média de valores de resistência flexural para a resina Signum (porcentagem de carga de 75%) significativamente inferior à resina indireta Adoro (porcentagem de carga de 53%). Mesmo a resina composta direta Filtek Supreme tendo apresentado porcentagem de carga (72,5%) inferior à resina composta indireta Signum (75%), demonstrou valores superiores de resistência flexural.

Assim, os excelentes resultados obtidos para a resina Filtek Supreme em relação às resinas avaliadas podem ser explicados pelo tamanho de partículas de carga dos dois materiais testados, pois a resina Filtek Supreme apresenta partículas de carga em escala nanométrica, com o tamanho médio de 75 nm, enquanto as demais resinas compostas apresentam partículas de carga de tamanho médio de 0,5 µm a 0,7 µm. Mitra *et al.*²⁰, em 2003, desenvolveram o compósito nanoparticulado Filtek Supreme Translucent, composto por partículas nanométricas com tamanho médio de 75 nm, compararam diversas propriedades mecânicas, dentre elas a resistência flexural, e observaram valores de média de resistência flexural da resina Filtek Supreme Translucent de 177 MPa, sendo esses valores altos semelhantes aos achados no presente estudo, em que a resina Filtek Supreme apresentou valores de média de 149 MPa.

As médias de resistência à flexão observadas neste estudo enquadram as resinas compostas no estudo realizado por Touati²³ em resinas indiretas de segunda geração. Tais compósitos apresentam percentual de carga inorgânica entre 60 e 70% e resistência à flexão de 120 a 160 MPa, o que possibilita a indicação destas para confecção de *inlays*, *onlays*, próteses unitárias e próteses fixas associadas às fibras.

De acordo com nosso estudo, a resina composta direta micro-híbrida Venus, mesmo representando um compósito moderno do sistema direto com uma matriz de Bis-GMA e conteúdo inorgânico de cargas de vidro de Bário, Sílica e flúor-alumínio, apresentou significativamente menor desempenho em termos de propriedades mecânicas que todas as demais resinas testadas. O conhecimento da formulação das resinas compostas é de grande importância, pois possibilita uma estimativa de suas propriedades mecânicas. Observa-se que a resina composta direta Venus apresentou maior proporção de carga aderida à matriz resinosa (80%) do que as demais resinas avaliadas, com o objetivo de dar melhor desempenho mecânico ao material¹⁶. Entretanto, surpreendentemente, apre-

sentou os mais baixos valores de resistência flexural e módulo de elasticidade comparados às resinas de uso indireto. Justificando os achados deste presente estudo, Hirata *et al.*¹³ afirmam que a polimerização do material em condições ambientais ideais, controle de luz, temperatura, umidade, pressão e tempo resultam em menor porosidade e maior conversão de polimerização, o que nos leva a compreender que seja um fator favorável para maior resistência dos materiais indiretos.

O desenvolvimento da nanotecnologia para os materiais restauradores resinosos tem demonstrado excelentes resultados em relação às propriedades físicas, mecânicas e estéticas em estudos laboratoriais. Modificações nas composições determinam mudanças nas propriedades mecânicas dos compósitos, o que permite ao profissional uma diversificação de aplicação na cavidade oral. Entretanto, o seu desempenho *in vivo*

a longo prazo deve ser mais pesquisado tanto para aplicações em restaurações anteriores quanto para as restaurações posteriores.

CONCLUSÃO

Com base na metodologia empregada, observou-se diferença significativa entre os materiais testados. A resina composta direta nanoparticulada apresentou os maiores valores, e as resinas compostas indireta Signum e direta Venus, os menores valores de resistência flexural, porém o comportamento do módulo de elasticidade foi mais uniforme para as resinas estudadas. No aspecto das grandezas estudadas, a efetividade da polimerização fora da cavidade bucal não apresentou resultados mais expressivos em relação à resina composta direta de nanoaglomerados Filtek Supreme, entretanto, apresentou resultados menos expressivos para a resina composta direta micro-híbrida Venus.

ABSTRACT

Assessment of flexural strength and elastic modulus of different indirect composite resins

The aim of this study was to investigate the flexural fatigue behavior of six indirect composite resins and one indirect composite resin. Ten specimens (2 x 2 x 12 mm) of each composite were made according to manufacturer's instruction: Group 1 – Signum (Heraeus Kulzer), Group 2 – Solidex (Shofu Inc.), Group 3 – Resilab (Wilcos), Group 4 – Adoro (Ivoclar Vivadent), Group 5 – Admira (Voco), Group 6 – Sinfony (3M/ESPE), Group 7 – Filtek Supreme (3M/ESPE). The specimens were stored at 37°C for 24 hours. Then, they were submitted to mini-flexural test in the Test Universal EMIC at a speed of 0.75 mm/min in order to determine flexural strength and flexural modulus. The data were subjected to ANOVA and Tukey tests (5%). There were significant differences among the groups ($p = 0.0001$). The mean MPa ($\pm$ standard deviation) of flexural strength values were: Filtek Supreme ($149,12 \pm 13,12$ MPa)a, Sinfony ($139,61 \pm 7,75$ MPa)ab and Adoro ($136,99 \pm 6,15$ MPa)bc, which presented the highest flexural strength, followed by Admira ($127,17 \pm 6,31$ MPa)cd, Resilab ($125,17 \pm 8,10$ MPa)cd, Solidex ($125,28 \pm 5,80$ MPa)cd and Signum ($121,176 \pm 2,36$ MPa)e and Venus: ($103,80 \pm 7,08$). Same letters showed no significant difference. Filtek Supreme ($12,13 \pm 1,82$ GPa) and Sinfony ($12,32 \pm 1,75$ GPa) showed significantly higher elastic modulus than Adoro ($10,99 \pm 0,15$ GPa), Resilab ($10,37 \pm 1,45$ GPa), Admira ($10,17 \pm 6,31$ GPa), Solidex ($10,02 \pm 1,85$ GPa), Signum ($10,19 \pm 1,36$ GPa) and Venus: ($9,33 \pm 0,30$). Indirect composites tested did not show enhanced flexural strength and elastic modulus properties compared to the nanoagglomerate direct composite resin.

DESCRIPTORS

Fatigue. Composite resins. Elastic modulus.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aberg CH, Van Dijken JW, Olofsson AL. Three-year comparison of fired ceramic inlays cemented with composite resin or glass ionomer cement. *Acta Odontol Scand* 1994;52(3):140-9.
2. Balbinot CEA. Avaliação das propriedades mecânicas das resinas compostas nanoparticuladas [dissertação]. Rio Grande do Sul: Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul; 2006.
3. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater* 2007;23(1):51-9.
4. Browning WD, Safirstein J. Effect of gap size and cement type on gingival microleakage in Class V resin composite inlays. *Quintessence Int* 1997;28(8):541-4.

5. Busato ALS. *Dentística: Filosofia, Conceitos e Prática Clínica*. Grupo Brasileiro de Professores de Dentística. São Paulo: Artes Médicas; 2005.
6. Condon JR, Ferracane JL. Evaluation of composite wear with a new multi-mode oral wear Simulator. *Dent Mater* 1996;12(4):218-26.
7. Debastiani FS, Lopes GC. Restaurações diretas de resina composta em dentes posteriores. *Int J Braz Dent* 2005;1(1):31-9.
8. Bona AD, Anusavice KJ, DeHoff PH. Weibull analysis and flexural strength of hot-pressed core and veneered ceramic structures. *Dent Mater* 2003;19(7):662-9.
9. Ernst CP, Brandebusch M, Meyer G, Canbek K, Gottschalk F, Willershausen B. Two-year clinical performance of nanofiller vs a fine-particle hybrid resin composite. *Clin Oral Invest* 2006;10(2):119-25.
10. Ferracane JL, Condon JR. Post-cure heat treatments for composites: properties and fractography. *Dent Mater* 1992;8(5):290-5.
11. Franco LL. Avaliação da resistência à flexão, dureza e grau de conversão dos compósitos para a técnica indireta em função da cor [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2005.
12. Gerdolle DA, Mortier E, Loos-Ayav C, Jacquot B, Panighi MM. In vitro evaluation of microleakage of indirect composite inlays cemented with four luting agents. *J Prosthet Dent* 2005;93(6):563-70.
13. Hirata R, Mazzetto AH, Yao E. Alternativas clínicas de sistemas de resinas compostas laboratoriais – quando e como usar. *J Bras Clin Est Odont* 2000;4(19):19-21.
14. ISO 4049. *Dentistry – Resin-based filling materials*. International Organization for Standardization. 1998.
15. Kawai K, Leinfelder KF. Effect of surface-penetration sealant on composite wear. *Dent Mater* 1993;9(2):108-13.
16. Li Y, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. Effect of filler content and size on properties of composites. *J Dent Res* 1985;64(12):1396-401.
17. Lohbauer U, Horst T, Frankenberger R, Krämer N, Petschelt A. Flexural fatigue behavior of resin composite dental restoratives. *Dent Mater* 2003;19(5):435-40.
18. Manhart J, Chen HY, Hamm G, Hickel R. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004;29(5):481-508.
19. Milleding P. Microleakage of indirect composite inlays. An in vitro comparison with the direct technique. *Acta Odontol Scand* 1992;50(5):295-301.
20. Mitra SB, Wu D, Holmes B. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc* 2003;134(10):1382-90.
21. Rosentritt M, Penzkofer M, Behr M, Handel G. In vitro wear of dental materials after occlusal and lateral loading in an artificial munt. [abstract 1289]. *J Dent Res* 2003;81.
22. Roulet JF, Losche GM, Noack M. Inlays and onlays. *Curr Opin Cosmet Dent* 1993;41-54.
23. Touati B. The evolution of aesthetic restorative materials for inlays and onlays: a review. *Pract Periodontics Aesthetic Dent* 1996;8(7):657-66.
24. Wilson MA, Norman RD. An investigation into the incidence of voids in indirect composite inlays formed using different packing techniques. *J Dent* 1991;19(5):296-300.
25. Yap AU, Tan CH, Chung SM. Wear behavior of new composite restoratives. *Oper Dent* 2004;29(3):269-74.
26. Yap AU, Teoh SH. Comparison of flexural properties of composite restoratives using the ISO and mini-flexural tests. *J Oral Rehabil* 2003;30(2):171-7.
27. Yap AU, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. *Oper Dent* 2004;29(1):100-4.

Recebido em: 19/10/11

Aceito em: 7/4/12