

Avaliação da dureza e do conteúdo de partícula inorgânica de compósitos de baixa viscosidade

Hardness and inorganic filler content evaluation of low viscosity composites

Resumo

O propósito deste estudo foi avaliar a dureza Vickers e o conteúdo de partícula inorgânica de quatro compósitos de baixa viscosidade. Vinte corpos-de-prova cilíndricos com 5 mm de diâmetro por 2 mm de profundidade foram confeccionados com as resinas compostas Natural Flow (DFL), Flow It e Flow It LF (Jeneric/Pentron) e Revolution (Kerr). A dureza Vickers foi mensurada no aparelho Wolpert com 50 gramas por 30 s, imediatamente e sete dias após a confecção dos corpos-de-prova. Doze penetrações foram feitas em cada amostra. Em seguida, foi feita a análise do conteúdo de partícula inorgânica, em massa e volume, numa balança analítica. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Fisher ($p < 0,05$) e mostraram que a dureza Vickers imediata para a Flow It (44,52) e Flow It LF (40,64) foi estatisticamente superior à da Revolution (29,56) e da Natural Flow (27,89) ($p < 0,05$). Após sete dias, a dureza Vickers da Flow It (49,64) e Flow It LF (46,30) foi estatisticamente superior à da Revolution (35,90) e da Natural Flow (28,61) ($p < 0,05$). Para o conteúdo de partícula em massa, Natural Flow (51,60%) e Revolution (53,80%) apresentaram os menores valores percentuais, seguidas das resinas compostas Flow It (74,61%) e Flow It LF (65,01%). Em volume, Flow It (68,12%) e Flow It LF (57,74%) apresentaram valores percentuais superiores às resinas Natural Flow (40%) e Revolution (46,80%). Assim, as resinas Flow It e Flow It LF apresentaram maiores conteúdo de partícula inorgânica em massa e volume, além dos maiores valores de dureza imediata e sete dias após a fotoativação. Os valores de dureza obtidos aos sete dias foram maiores em relação aos valores iniciais, porém sem diferença estatística.

Palavras-chave: resina composta, dureza, partícula inorgânica.

Introdução

As resinas denominadas *flowable* são compostos híbridos que apresentam baixa viscosidade e, conseqüentemente, alto escoamento, tendo surgido no mercado odontológico no final de 1996.

Jones (1999) avaliou a microdureza das resinas híbridas convencionais e de resinas de baixa viscosidade, mostrando que a dureza das primeiras era significativamente maior do que a das segundas. Christensen (1999) relatou algumas indicações das resinas compostas de baixa viscosidade, como preenchimento de núcleo para colocação de pinos pré-fabricados e cimentação de peças protéticas e pequenas restaurações classes III e IV. Taylor et al. (1998) ressaltaram a importância do estudo do conteúdo de partícula inorgânica para avaliar a resistência mecânica das resinas

compostas, mostrando também que a alteração da quantidade de monômeros resinosos interferia na viscosidade final do compósito.

Unterbrink e Liebenberg (1999) relataram que as resinas fluidas possuíam menor conteúdo de partículas inorgânicas quando comparadas às resinas convencionais. Algumas propriedades físicas, como resistência à compressão e flexão, coeficiente de expansão térmica e absorção de água das resinas de baixa viscosidade, foram estudadas por Bayne et al. em 1998.

A análise de certas características e propriedades de um material restaurador é fundamental para sua correta aplicação clínica. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a dureza imediata e após sete dias de armazenagem e o conteúdo de partícula inorgânica de compósitos de baixa viscosidade.

Rogério Vieira Reges¹

Paulo Henrique dos Santos¹

Carlos Alberto dos Santos Cruz²

Gelson Luís Adabo²

Lourenço Correr Sobrinho³

Simonides Consani³

¹ Mestre e doutorando na área de Materiais Dentários, Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp.

² Professores da disciplina Materiais Dentários I e II, departamento de Materiais Odontológicos, Faculdade de Odontologia de Araraquara - Unesp.

³ Professores da disciplina Materiais Dentários, departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp.

Materiais e método

Quatro resinas compostas de baixa viscosidade foram utilizadas neste estudo: Natural Flow (DFL), Flow It LF (Jeneric/Pentron), Flow It (Jeneric/Pentron) e Revolution (Kerr) (Quadro 1).

Quadro 1 – Grupos experimentais segundo material restaurador de baixa viscosidade.

Grupo	Material	Fabricante
I	Natural Flow	DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
II	Revolution	KERR, West, Collins Orange, CA, USA
III	Flow It	Jeneric/Pentron, Wallingford, CT
IV	Flow It LF	Jeneric/Pentron, Wallingford, CT

Cinco corpos-de-prova de cada resina composta foram confeccionados para avaliação da dureza e cinco para o percentual de conteúdo de partícula inorgânica, utilizando-se matriz metálica de aço inoxidável, com cavidade circular de 2 mm de profundidade e 5 mm de diâmetro. As resinas compostas foram inseridas na cavidade em dois incrementos, sendo cada um fotoativado por 40 s no aparelho fotopolimerizador XL 2500 (3M), com intensidade de 500 mW/cm². O último incremento foi recoberto com tira de poliéster e lâmina de vidro, sob carga de 1 kg.

Para o ensaio de dureza, cada corpo-de-prova foi dividido em quadrantes e realizaram-se três mensurações em cada um. O ensaio foi realizado em aparelho Wolpert, equipado com diamante Vickers, com carga de 50 por 30 s. Foram feitas duas leituras, uma imediata e outra sete dias após a fotoativação, ficando os corpos-de-prova armazenados em frascos âmbar, individuais e isentos de umidade.

Utilizou-se o mesmo procedimento de confecção de corpo-de-prova descrito anteriormente para a avaliação do percentual de partículas inorgânicas. Cada corpo-de-prova foi pesado três vezes consecutivas durante uma semana em balança analítica Sartorius, com sensibilidade 0,0001g, obtendo-se a massa da resina composta seca antes da queima (m_{rcsaq}). Em seguida, foram armazenados em água destilada por uma semana à temperatura ambiente (37 °C). Utilizou-se um suporte de aço, onde se colocavam os corpos-de-prova, imergindo-os

em água, determinando a massa da resina composta imersa antes da queima (m_{rciaq}). Em seguida, os corpos-de-prova foram levados ao forno elétrico Bravac e aquecidos lentamente da temperatura ambiente até 700 °C, por três horas, com a finalidade de eliminar a fase orgânica. Após o resfriamento por 90 minutos, foram transferidos para o dessecador, onde permaneceram por uma hora até o completo resfriamento do resíduo inorgânico da resina composta depois da queima. Para determinação do percentual de partículas inorgânicas por massa, relacionou-se a massa da resina composta seca depois da queima (m_{rcsdq}) e a massa da resina composta seca antes da queima (m_{rcsaq}), estabelecidas previamente e calculadas de acordo com a equação a seguir:

$$\% \text{ por massa} = (m_{rcsdq} / m_{rcsaq}) \cdot 100$$

Onde:

m_{rcsaq} = massa da resina composta seca antes da queima;

m_{rcsdq} = massa da resina composta seca depois da queima.

A determinação dos valores das resinas compostas imersas depois da queima (m_{rcidq}) foi obtida similarmente ao procedimento antes da queima.

O percentual em volume das resinas compostas foi obtido com a equação:

$$\% \text{ por volume} = (m_{rcsdq} - m_{rcidq}) / (m_{rcsaq} - m_{rciaq}) \times 100$$

Onde:

m_{rciaq} = massa da resina composta imersa antes da queima;

m_{rcidq} = massa da resina composta

imersa depois da queima.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Fisher ($p < 0,05$).

Resultados

Na Tabela 1, observa-se que os valores de dureza Vickers imediata dos materiais Flow It ($44,52 \pm 15,04$ VHN) e Flow It LF ($40,64 \pm 9,78$ VHN) foram estatisticamente superiores em comparação aos dos materiais Revolution ($29,56 \pm 9,42$ VHN) e Natural Flow ($27,89 \pm 10,24$ VHN) ($p < 0,05$). Nenhuma diferença estatística foi observada entre o Flow It e Flow It LF e entre Revolution e Natural Flow. O mesmo comportamento estatístico foi observado após sete dias de armazenagem com as resinas Flow It ($49,64 \pm 10,22$ VHN) e Flow It LF ($46,30 \pm 5,55$ VHN), com valores superiores quando comparados com os materiais Revolution ($35,90 \pm 12,75$ VHN) e Natural Flow ($28,61 \pm 8,03$ VHN) ($p < 0,05$). Já, com relação à interação tempo de armazenagem (imediata e sete dias), observa-se que ocorreu aumento numérico nos valores de dureza após sete dias de armazenagem, entretanto sem diferença estatística em relação ao imediato ($p > 0,05$).

De acordo com a Tabela 2, o conteúdo de partículas em massa da resina Natural Flow apresentou menor conteúdo inorgânico (51,60%), seguido da Revolution (53,80%). As resinas Flow It (74,61%) e Flow It LF (65,01%) apresentaram os maiores percentuais de conteúdo inorgânico de partículas. Já, em volume, o material Natural Flow apresentou 40% de partícula inorgânica, seguido da resina Revolution, com 46,80%, Flow It LF (57,74%) e Flow It (68,12%).

Tabela 1 – Valores médios de Dureza Vickers (VHN) das resinas compostas de baixa viscosidade

Material	Dureza Vickers (VHN)	
	Imediata	7 dias
Flow It	44,52 (15,04) A	49,64 (10,22) A
Flow It LF	40,64 (9,78) A	46,30 (5,55) A
Revolution	29,56 (9,42) B	35,90 (12,75) B
Natural Flow	27,89 (10,24) B	28,61 (8,03) B

Obs: Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na coluna apresentam diferença estatisticamente significativa no teste de Fisher ($p < 0,05$).

Tabela 2 – Relação percentual das resinas de baixa viscosidade em massa e volume

Resinas compostas de baixa viscosidade	Massa %	Volume %
Natural Flow	51,60	40,00
Revolution	53,80	46,80
Flow It	74,61	68,12
Flow It LF	65,01	57,74

Discussão

O desenvolvimento de novos materiais restauradores tem possibilitado ampla variedade de tratamentos estéticos e conservadores, resultando em restaurações com maior longevidade e possibilitando maior preservação da estrutura dental remanescente. Em vista disso, torna-se necessário conhecer todas as propriedades desses materiais para que possam ser utilizados corretamente na prática clínica.

A primeira geração dos compósitos de baixa viscosidade foi introduzida no final de 1996, os quais apresentavam tamanho similar e partículas de carga quando comparados aos compósitos híbridos tradicionais, porém com menor conteúdo inorgânico, permitindo maior incorporação de matriz resinosa e reduzindo a viscosidade da mistura. Bayne et al. (1998) mencionam as várias indicações deste tipo de material: pequenas restaurações em áreas não envolvendo grandes tensões mastigatórias, como classes III e IV, reparos de restaurações de amálgama e resina composta, selamento de fôssulas e fissuras e base para restaurações de resinas compostas.

Alguns estudos, como os de Chung (1990) e de Fonseca et al. (2000), mostraram que o maior conteúdo inorgânico apresentado

por esses materiais era proporcional ao aumento da dureza. Este estudo mostrou também que as resinas Flow It e Flow It LF apresentaram os maiores valores de dureza quando comparadas com as resinas Revolution e Natural Flow (Tabela 1).

Com relação ao tempo de armazenagem, verificou-se que houve aumento numérico nos valores de dureza após sete dias, porém sem diferença estatística. Já Watts et al. (1986), Turbino et al. (1992) e Fonseca et al. (2000) verificaram que a dureza superficial das resinas de baixa viscosidade medida aos sete dias era superior àquela realizada imediatamente após a fotoativação. Tal fato ocorreu, provavelmente, pela progressiva formação de ligações cruzadas, a qual continua a ocorrer mesmo após o término da fotoativação, promovendo maior rigidez do material e, conseqüentemente, maior módulo de elasticidade do mesmo.

Estudos de Lin et al. (1985), Kim et al. (1994) e Htang et al. (1995) mostraram que, quanto maior for o conteúdo de partículas inorgânicas do material, maior será o módulo de elasticidade. Supõe-se que as resinas com maior percentual de partículas inorgânicas (Flow It e Flow It LF) (Tab. 2) apresentariam melhores propriedades mecânicas, podendo suportar pequenas tensões mastigató-

rias. Bayne et al. (1998) também demonstraram que, dentre as resinas de baixa viscosidade, a Flow It apresentava maior conteúdo inorgânico, sendo similar, inclusive, às resinas híbridas tradicionais. Dessa forma, a principal diferença estaria na composição da matriz orgânica, com maior conteúdo de monômeros, para adequar sua viscosidade à aplicação clínica.

Kemp-Scholte e Davidson (1990) relataram que a contração de polimerização do compósito seria a principal causa da falta de selamento marginal, especialmente em restaurações de classe V. A aplicação de um material intermediário com menor módulo de elasticidade, maior flexibilidade e melhor capacidade de deformação poderia minimizar os efeitos da contração de polimerização, pois funcionaria como uma camada “amortecedora” de tensões. Unterbrink e Liebenberg (1999) afirmaram que a aplicação de compósitos de baixa viscosidade poderia ser eficaz quando utilizados como camada intermediária, seguindo os mesmos conceitos dos adesivos com carga.

Assim, faz-se necessário conhecer a composição e as propriedades dos materiais restauradores para que possam ser corretamente indicados e utilizados na clínica odontológica. Somente o conhecimento básico dos materiais poderá garantir a longevidade clínica das restaurações de resina composta.

Conclusão

As resinas Flow It e Flow It LF apresentaram maiores valores de dureza quando comparadas às resinas Revolution e Natural Flow. Os valores numéricos de dureza mensurados aos sete dias foram maiores, porém sem diferença estatística em relação aos valores imediatos.

O maior percentual de partículas inorgânicas, em massa e volume, foi verificado nas resinas Flow It e Flow It LF.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate hardness and inorganic filler content of low viscosity composites. Twenty cylindrical specimens, 5 mm in diameter and 2 mm-thick were made with the composite resins: Natural Flow (DFL), Flow It (Jeneric/Pentron), Flow It LF (Jeneric/Pentron) and Revolution (Kerr). Vickers hardness was measured with a Wolpert equipment with a load of 50g during 30 seconds; right immediately and seven days after the confection of the specimens. Twelve indentations were made in each specimen. Following this, it was calculated the inorganic filler content in mass and volume in analytic scale. The results were submitted to ANOVA and Fischer's test ($p < 0,05$) and showed that the immediate hardness of Flow It (44.52) and Flow It LF (40.64) were statistically superior to Revolution (29.56) and Natural Flow (27.89). ($p < 0,05$). After seven days, the Vickers hardness of Flow It (49.64) and Flow It LF (46.30) were statistically superior to Revolution (35.90) and Natural Flow (28.61) ($p < 0,05$). For the filler content, Natural Flow (51.60%) and Revolution (53.80%) showed lower mass values follo-

wed by Flow it (74.61%) and Flow It LF (65.01%). In volume, Flow It (68.12%) and Flow It LF (57.74%) showed higher percentual values in relation to Natural Flow (40%) and Revolution (46.80%). Thus, Flow It and Flow It LF showed higher inorganic filler content in mass and volume, besides the superior values of Vickers hardness, immediately and seven days after cure.

Key words: composite resin, hardness, inorganic particle.

Referências

- BAYNE, S. C. et al. A characterization of first-generation flowable composites. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 129, p. 567-577, 1998.
- CHRISTENSEN, G. J. Sorting out the confusing array of resin-based composites in dentistry. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 130, n. 2, p. 275-277, 1999.
- CHUNG, K. H. The relationship between composition and properties of posterior resin composites. *J. Dent. Res.*, Washington, v. 69, n. 3, p. 852-856, Mar., 1990.
- FONSECA, R. G. et al. Avaliação da dureza superficial e do conteúdo de carga de cimentos resinosos. *Rev. Assoc. Paul. Cirur. Dent.*, São Paulo, v. 54, p. 30-33, 2000.
- HTANG, A.; OHSAWA, M.; MATSUMOTO, H. Fatigue resistance of composite restorations: Effect of filler content. *Dent. Mater.*, Manchester, v. 11, p. 7-13, 1995.
- JONES, A. G. Microhardness of flowable resin composite materials. *J. Dent. Res.*, Washington, v.78, p. 393, 1999, [abstract 2301].
- KEMP-SCHOLTE, C. M.; DAVIDSON, C. L. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J. Dent. Res.*, Washington, v. 69, n. 6, p. 1240-1243, June, 1990.
- KIM, K. H. et al. Microfracture mechanisms of dental resin composites containing spherically-shaped filler particles. *J. Dent. Res.*, Washington, v. 73, p. 499-504, 1994.
- LIN, C. T. et al. Influence os silanization and filler fraction on aged dental composites. *J. Oral Rehab.*, Chicago, v. 27, p. 919-926, 2000.
- TAYLOR, D.F. et al. Relationship between filler and matrix resin characteristics and the properties of uncured composite pastes. *Biomaterials.*, Brussels, v. 19, n. (1-3), p. 197-204, Jan./Feb. 1998.
- TURBINO, M.L. et al. Photopolymerized resins: surface hardness variation in relation to time of polymerization and setting. *Braz. Dent. J. Ribeirão Preto*, v. 3, p. 87-94, 1992.
- UNTERBRINK, G.L.; LIEBENBERG, W.H. Flowable resin composites as "filled adhesives": Literature review and clinical recommendations. *Quintessence Int.*, Chicago, v. 30, n. 4, p. 249-257, Apr. 1999.
- WATTS, D.C.; MCNAUGHTON, V.; GRANT, A. A. The development of surface hardness in visible light-cured posterior composites. *J. Dent.*, Birmingham, v. 14, p. 169-174, 1986.

Endereço para correspondência

Rogério Vieira Reges
Rua CD-11 Quadra 04 Lote 08 Conjunto
Cachoeira Dourada
Goiânia-GO
Cep:74363-150
Tel.: 019-3413-6307
E-mail: rogerfopbr@yahoo.com.br