

INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE FIBRA DE VIDRO CURTA ADICIONADA EM ADESIVO PURO OU RESINA COMPOSTA FLOW NA RESISTÊNCIA E MÓDULO FLEXURAL

Autores:

Aline Silva Marques - acadêmica da Faculdade de Odontologia da UFG. Aluna PIVIC
2010/2011

Karina de Oliveira Bernades - acadêmico da Faculdade de Odontologia da UFG.

Lucas Zago Naves – Doutorando em Materiais Dentários - Faculdade de Odontologia de
Piracicaba - UNICAMP, Departamento de Materiais Dentários.

Lawrence Gonzaga Lopes - Professor Adjunto - Faculdade de Odontologia da UFG,
Departamento de Prevenção e Reabilitação Oral.

Rodrigo Borges Fonseca - Professor Adjunto - Faculdade de Odontologia da UFG,
Departamento de Prevenção e Reabilitação Oral.

Unidade acadêmica: Faculdade de Odontologia

Endereço para correspondência eletrônica:

aline-od@hotmail.com

rbfonseca.ufg@gmail.com

Palavras-Chave: Fibras; Reforço Estrutural; Próteses Parciais; Resina Composta;
Propriedades Mecânicas.

(Revisado) pelo orientador

Orientando PIVIC 2010/2011: Aline Silva Marques;

Orientador: Rodrigo Borges Fonseca

1. Introdução

Desde o início da década de 70, as fibras em geral passaram a ser usadas como alternativa de reforço estrutural de resinas de próteses¹, destacando-se as fibras de carbono, polietileno, aramida e de vidro. As fibras de carbono, apesar de sua maior resistência, possuem grande inconveniente estético, pois possuem coloração preta e aparecem facilmente dentro da estrutura protética². Já as fibras de vidro apresentam alta resistência à tração e aparência estética, tendo sido amplamente estudadas: na confecção de infra-estrutura de reforço protético^{3,4, 5, 6}, na interação com resina composta ou resina acrílica em trabalhos de resistência à fratura de próteses^{5, 7, 8}, e confecção de pinos^{9, 10}, entre outros.

A efetividade do reforço com fibras depende de muitos fatores, incluindo o material resinoso utilizado, a quantidade de fibra adicionada na matriz de resina, comprimento das fibras, forma das fibras, orientação das fibras, adesão das fibras à matriz polimérica e a impregnação das fibras ao material¹¹. As pesquisas apontam que a maior parte das falhas ocorre na interação das fibras com a resina que as reveste², fato que pode ser solucionado através da silanização das fibras anteriormente à fase de impregnação no material resinoso^{12, 13}.

Numerosos estudos têm demonstrado o relacionamento entre a quantidade de fibra na matriz polimérica e a flexão dos materiais reforçados por essas fibras¹⁴. De acordo com a lei das misturas, a Resistência Flexural aumenta linearmente à medida que se acrescenta fibra¹⁵. Pesquisas demonstram que resinas com maior quantidade de fibra de vidro adicionada apresentam um módulo de resistência flexural maior, assim uma resina pura sem adição de partículas de carga (BISGMA puro, por exemplo) poderá ser misturada a uma porcentagem maior de fibra quando comparada com uma resina que possui (resina flow), podendo portanto apresentar maiores valores com relação a resistência flexural¹⁶.

Parece oportuno estudar a resistência flexural de barras de resina composta flow e resina BISGMA variando a quantidade de fibra de vidro curta adicionada, e analisando a microestrutura das amostras fraturadas em microscópio eletrônico de varredura. Desta forma, um novo material obtido, caso proporcione melhores propriedades, poderá ser melhor pesquisado para futuro uso clínico.

2. Objetivos

Este trabalho avaliou a resistência flexural em barras de resina reforçadas com fibra de vidro curta (3mm), variando:

a) Tipo de material resinoso para impregnação das fibras

- adesivo puro composto por 2,2-bis[4-(2-hidróxi-3-metilacriloxipropoxi)fenil]propano) (BISGMA);
- resina composta flow;

b) Quantidade de Fibra de vidro adicionada

- 10%
- 15%
- 20%
- 30%

3. Metodologia

Dez grupos experimentais foram criados (N=10), tendo como fatores em estudo a quantidade de fibra de vidro pura picotada, em cinco níveis, e o tipo de material resinoso, em dois níveis, conforme visto na Tabela 1. Os materiais empregados e respectivos fabricantes estão listados na Tabela 2.

a. Testes de Resistência flexural

As dimensões das amostras foram 10mm x 2mm x 1mm, estando de acordo com Picketal (2010)¹⁷. Uma matriz padrão bi-partida em alumínio foi feita como molde para confecção padronizada das amostras. As amostras de cada grupo foram confeccionadas conforme Tabela 3. Após a confecção das amostras as mesmas foram acabadas manualmente em lixas de carvão de silício nas granulações 600, 1000 e 1200, por 10 segundos em cada face. Posteriormente foram armazenadas em água destilada a 37⁰C por 24 horas para início do teste de resistência flexural.

As amostras foram posicionadas em máquina de ensaios universais (EMIC DL-2000) sobre dois pontos com 8mm de distância entre si e equidistantes do centro. Um ponto central de aplicação de carga foi definido. Foi aplicada uma carga a velocidade constante de 0,5mm/min e a carga máxima à fratura registrada em N. A resistência flexural de cada amostra foi obtida, em MPa de acordo com a seguinte fórmula: $R=3PL/2wb^2$, onde “P” é a carga máxima aplicada até a fratura, “L” é a distância entre os apoios (8mm), “w” é a espessura da amostra (2,0mm) e “b” a altura (1mm). Metade das amostras fraturadas foram destinadas à avaliação em MEV.

b. Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura

Para classificação do tipo de fratura as amostras fraturadas foram desidratadas em sílica por 24hs, recobertas com fina camada de ouro (MED 010; Balzers Union, Balzers,

Liechtenstein) e observadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (DSM 940A; Zeiss, Oberkochen, Germany), de modo a se observar a interação entre fibra e resina.

c. Análise Estatística dos Dados.

Os dados coletados foram submetidos à análise fatorial (2x5), e posteriormente verificados quanto à normalidade de distribuição pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo então analisados pelos testes ANOVA e Tukey, ou T de Student. Todos os testes foram realizados com 5% de nível de significância.

4. Resultados

Os resultados de resistência flexural e módulo flexural dos grupos estão descritos nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. A análise fatorial identificou interação entre os fatores em estudo ($p=0,0001$). As análises posteriores com os testes Anova e Tukey revelaram que para a Resina Flow, o grupo 20-RF apresentou maior Resistência Flexural sendo semelhante com os grupos 10-RF e 15-RF. O grupo controle obteve o menor valor de Resistência flexural, seguido do grupo 30-RF. Para o Adesivo Puro, o grupo 30-AP apresentou maior Resistência Flexural, sendo semelhante com 15-AP e 20-AP. O grupo controle obteve o menor resultado, seguido do grupo 10-AP. Nas comparações pareadas entre cada grupo de resina flow e seu correspondente em adesivo puro, pelo teste T de Student, observa-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos 0%, 15%, 20% e 30%, sendo semelhante o grupo 10%.

Com relação ao módulo flexural, para a Resina Flow, o grupo 20-RF apresentou maior valor, sendo semelhante com os grupos 10-RF e 15-RF. O grupo 0-RF obteve o menor valor, sendo semelhante ao grupo 30-RF. Para o Adesivo Puro, o grupo 30-AP apresentou maior valor de módulo flexural, sendo semelhante aos grupo de 15-AP e 20-AP. O grupo 0-AP obteve o menor valor, seguido do grupo 10-AP. Nas comparações pareadas entre cada grupo de resina flow e seu correspondente em adesivo puro, pelo teste T de Student, observa-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos 0%, 15%, 20% e 30%, sendo semelhante o grupo 10% .

A tabela 6 relaciona todos os grupos nas diferentes porcentagens de fibra de vidro acrescentadas em Resina Flow e Adesivo puro, com seus respectivos valores de Resistência Flexural e Módulo Flexural. Observa-se nessa tabela que o grupo 30-AP atingiu o maior valor de Resistência Flexural, sendo semelhante aos grupos 15-AP e 20-AP. Os grupos 20-RF, 15-RF, 10-AP, 10-RF, 30-RF, 0-RF e 0-AP, não apresentaram diferença estatisticamente

significante. Para o módulo flexural, observa-se que o grupo 30-AP também atingiu o maior valor, sendo semelhante ao grupo 15-AP. Os grupos 15-AP e 20-AP foram semelhantes, assim como os grupos 20-AP, 20-RF, 15-RF, 10-AP, 10-RF. O grupo 0-AP apresentou o menor valor, sendo semelhante aos grupos 20-AP, 20-RF, 15-RF, 10-AP, 10-RF, 30-RF e 0-RF.

Observa-se nas MEVs que os grupos contendo adesivo com fibra promoveram melhor molhamento superficial das fibras (Figura 1A) o que refletiu em maior homogeneidade na interação fibra e resina e consequente proteção contra desenvolvimento de fraturas (Figura 2A). Nas microscopias dos grupos de resina flow observou-se o melhor molhamento superficial no grupo 20-RF (Fig. 1B); Na fig 1C nota-se progressão de fratura entre as fibras e o material resinoso no grupo 10-RF que denota menor poder de reforço no presente grupo.

5. Discussão

Tentativas têm sido feitas para melhorar as propriedades de resina composta preenchidas com partículas (RPP), acrescentando reforço com fibras. Estes compósitos reforçados com fibra (CRF) tem demonstrado propriedades físicas superiores aos RPPs¹⁸. A importância dos CRFs surge em grande parte do fato de que tais materiais podem ser modificados para ter alta resistência e rigidez¹⁹. Para se avaliar tal reforço, testes de resistência flexural de 3 pontos têm sido utilizados. De acordo com Della Bona et al (2004)²⁰ estes testes são recomendados pelas normas da ISO, incidindo tensões dentro da estrutura até o momento de falha interna, permitindo uma avaliação global do processo de reforço. Essas tensões são provocadas incidindo sobre a amostra uma carga pré-determinada de acordo com o material em estudo, sob uma velocidade constante. Em relação a essa velocidade, não existe consenso na literatura. Observam-se valores que variam de 1 a 7 mm/min, não havendo estudos comparativos entre os mesmos^{21,22,23,24,25}. Foi preconizado, portanto, a velocidade de 0,5 mm/min.

Falhas internas que ocorrem dentro da estrutura são em parte provenientes de uma polimerização heterogênea que pode estar relacionada ao tamanho da amostra. A especificação da ISO 4049/2000²⁶ indica amostras com dimensões 25mm ($\pm 2,0$) x 2mm ($\pm 0,1$) x 2mm ($\pm 0,1$); entretanto, o diâmetro da ponteira dos fotopolimerizadores odontológicos gira em torno de 10mm, sendo necessário mais de um ciclo de fotopolimerização para envolver toda a extensão da espécime, o que pode levar à mencionada heterogeneidade de polimerização. Segundo Pickett et al (2010)¹⁷ amostras menores, sob as dimensões de 10mm x 2mm x 1mm, tem sido utilizadas a fim de eliminar esse problema, sendo estas as dimensões

adotadas neste estudo.

Segundo um estudo clínico relatado por Van Dijken, outro fator que pode estar relacionado à presença de falhas é o comprimento da fibra a ser inserida. O estudo mostrou que a resina composta com microfibras sofre desgaste extensivo e fratura, que pode ser parcialmente explicada pelo comprimento das fibras utilizadas estar bem abaixo do comprimento crítico de fibra. Usando um teste de fragmentação das fibras, foi verificado que o comprimento crítico da fibra de vidro em matriz polimérica de Bis-GMA varia entre 0,5 e 1,6 mm^{27,28}. Para que uma fibra possa agir como um reforço efetivo para polímeros, a transferência de tensão da matriz polimérica para as fibras é essencial. Isto é conseguido através de uma fibra com comprimento igual ou maior que o comprimento crítico da fibra.²⁷ Garoushi et al (2006)¹⁶, observou valores de resistência flexural, módulo de flexão e resistência compressiva similares quando do uso de fibras de 2 a 5mm de comprimento, embora os maiores valores obtidos em seu estudo foram das amostras de 5mm. Considerando que o comprimento de 3mm supera o valor crítico exposto acima, e permite que as "fibras curtas" sejam colocadas de maneira multidirecional nos corpos de prova, os estudos têm utilizado este comprimento^{11,29,30,31,32}.

Além disso, muitos parâmetros incluindo a fração de volume de fibra, adesão das fibras e sorção de água da matriz de resina, da orientação das fibras na matriz de resina são conhecidos por influenciar as propriedades de CRFs²⁹. Estudos demonstram que o parâmetro fração de volume de fibra está diretamente relacionado à interação das fibras com a resina interferindo na polimerização do material. A profundidade de polimerização das resinas compostas fotoativadas pode ser influenciada pela composição do material incluindo opacidade³³, pelas partículas de carga e composição química da resina, pela core translucidez, a intensidade da fonte de luz e o tempo de irradiação³⁴.

A concentração ótima dessas fibras deve ser analisada de acordo com a viscosidade do material em estudo. Ao exceder essa concentração ótima, espaços vazios entre a fibra e a matriz resinosa podem se formar devido a uma pobre impregnação. Esses espaços vazios consistem em reservas de oxigênio, o qual inibe a polimerização da matriz polimérica, resultando em um menor grau de conversão e diminuindo a resistência do compósito reforçado por fibra²⁷. Este fato pôde ser observado no momento de confecção das amostras, visto que a impregnação da fibra na resina e profundidade de polimerização da matriz resinosa não ocorria de maneira uniforme à medida que a concentração de fibra aumentava, principalmente nos grupos de Resina Flow, o que pode ser somado ao fato da mesma apresentar maior opacidade, menor translucidez e partículas de preenchimento. Isso pode

explicar o fato do grupo 30-RF ter apresentado menores resultados de Resistência e Módulo Flexural. A concentração ótima de fibras em relação à viscosidade não foi avaliada neste estudo, sendo portanto uma limitação deste trabalho. Novas pesquisas são necessárias para investigar essa concentração em resina flow e adesivo puro.

No presente estudo, verificou-se que o grupo 30-AP, apresentou o maior valor de Resistência e Módulo Flexural, enquanto a mesma concentração em Resina Flow apresentou o menor valor. Pesquisas demonstram que resinas com maior quantidade de fibra de vidro adicionada, dentro dos limites dessa concentração ótima, apresentam um módulo de resistência flexural maior, assim uma resina que não possui partículas de carga (BISGMA) poderá ser inserida uma porcentagem maior de fibra quando comparada com uma resina que possui (Resina flow), podendo portanto apresentar maiores valores com relação a Resistência e Módulo flexural¹⁶, devido à melhor impregnação e interação das fibras com a matriz resinosa, como pode ser comprovado na Fig. 2B.

6. Conclusões

Com os resultados do presente estudo, foi possível concluir que a inclusão de fibra de vidro picotada em matriz resinosa amplia a resistência flexural e módulo de flexão do material, sendo que o uso de resina sem partículas de carga (adesivo puro) promove melhor interação com as fibras, levando a maior aumento dos parâmetros analisados.

7. Referências Bibliográficas

- [1] Schreiber CK. Polymethylmethacrylate reinforced with carbon fibres. Br Dent J, 1971; 130(1):29-30.
- [2] Hamza TA, Rosenstiel SF, Elhosary MM, Ibraheem RM. The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins. J Prosthet Dent, 2004; 91(3):258-264.
- [3] Dyer SR, Lassila LV, Jokinen M, Vallittu PK. Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite. Dent Mater, 2004; 20(10):947-955.
- [4] Lassila LV, Vallittu PK. The effect of fiber position and polymerization condition on the flexural properties of fiber-reinforced composite. J Contemp Dent Pract, 2004; 15;5(2):14-26.

- [5] Behr M, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Flexural properties of fiber reinforced composite using a vacuum/pressure or a manual adaptation manufacturing process. *J Dent*, 2000; 28(7):509-514.
- [6] Rosentritt M, Behr M, Lang R, Handel G. Experimental design of FPD made of all-ceramics and fibre-reinforced composite. *Dent Mater*, 2000; 16(3):159-165.
- [7] Dyer SR, Sorensen JA, Lassila LV, Vallittu PK. Damage mechanics and load failure of fiber-reinforced composite fixed partial dentures. *Dent Mater*, 2005; 21(12):1104-1110.
- [8] Dyer SR, Lassila LV, Jokinen M, Vallittu PK. Effect of cross-sectional design on the modulus of elasticity and toughness of fiber-reinforced composite materials. *J Prosthet Dent*, 2005; 94(3):219-226.
- [9] Lassila LV, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater*, 2004; 20(1):29-36.
- [10] Rosentritt M, Furer C, Behr M, Lang R, Handel G. Comparison of in vitro fracture strength of metallic and tooth-coloured posts and cores. *J Oral Rehabil*, 2000; 27(7):595-601.
- [11] Garoushi SK, Lassila LVJ, Vallittu PK. Short glass fiber reinforced restorative composite resin with semi-inter penetrating polymer network matrix. *Dent Mater*, 2007; 23(11): 1356–1362.
- [12] Vallittu PK. Curing of a silane coupling agent and its effect on the transverse strength of autopolymerizing polymethylmethacrylate-glass fibre composite. *J Oral Rehabil*, 1997; 24(2):124-130.
- [13] Meriç G Ruyter IE. Influence of thermal cycling on flexural properties of composites reinforced with unidirectional silica-glass fibers. *Dent Mater*, 2008; 24(8): 1050–1057.
- [14] Vallittu PK. Flexural properties of acrylic resin polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers. *J Prosthet Dent*, 1999; 81(3): 318-326.
- [15] Behr M, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Flexural properties of fiber reinforced composite using a vacuum/pressure or a manual adaptation manufacturing process. *J Dent*, 2000; 28(7): 509-514.
- [16] Garoushi SK, Lassila LVJ, Vallittu PK. Short Fiber Reinforced Composite: The Effect of Fiber Length and Volume Fraction. *J Contemp Dent Pract*, 2006; 7(5):10-17.
- [17] Pick B, Meira JBC, Driemeier L, Braga RR. A critical view on biaxial and short-beam uniaxial flexural strength tests applied to resin composites using Weibull, fractographic and finite element analyses. *Dent Mater J*, 2010; 26(1): 83-90.
- [18] Garoushi SK, Lassila LVJ, Tezvergil A, Vallittu PK. Load bearing capacity of fibre-reinforced and particulate filler composite resin combination. *J Dent*, 2006; 34(3): 179–184.

- [19] Tezvergil A, Lassila LVJ, Vallittu PK. The effect of fiber orientation on the thermal expansion coefficients of fiber-reinforced composites. *Dent Mater*, 2003; 19(6): 471–477.
- [20] Della Bona A, Mecholsky JJ, Jr., Anusavice KJ. Fracture behavior of lithiadiisilicate- and leucite-based ceramics. *Dent Mater*, 2004; 20(10):956-962.
- [21] Geerts GA, Overturf JH, Oberholzer TG. The effect of different reinforcements on the fracture toughness of materials for interim restorations. *J Prosthet Dent* , 2008; 99(6):461-467.
- [22] Turkaslan S, Tezvergil-Mutluay A, Bagis B, Vallittu PK, Lassila LVJ. Effect of fiber-reinforced composites on the failure load and failure mode of composite veneers. *Dent Mater* , 2009; 28(5): 530–536.
- [23] Nagata K, Takahashi H, Ona M, Hosomi H, Wakabayashi N, Igarashi Y. Reinforcement effects of fiberglass on telescopic dentures using a three-dimensional finite element analysis and fracture test. *DentMater*, 2009; 28(5): 649–656.
- [24] Schlichting LH, et al. Composite resin reinforced with pre-tensioned glass fibers. Influence of prestressing on flexural properties. *Dent Mater*, 2009;26(2):118-125.
- [25] Kanie T, Arikawa H, Fujii K, Ban S. Mechanical Properties of Woven Glass Fiber-Reinforced Composites. *Dent Mater*, 2006; 25(2): 377-381.
- [26] Organization IS. ISO 4049. Dentistry—Polymer-based filling, restorative and luting materials, 2000
- [27] Karacaer O, Polat TN, Tezvergil A, Lassila LVJ, Vallittu PK. The effect of length and concentration of glass fibers on the mechanical properties of an injection- and a compression-molded denture base polymer. *J Prosthet Dent* , 2003; 90(4):385 – 393.
- [28] Cheng TH, Jones FR, Wang D. Effect of fiber conditioning on the interfacial shear strength of glass-fiber composite. *Comps SciTechnol*, 1993,; 48(1-4): 89-96.
- [29] Garoushi SK, Lassila LVJ, Vallittu PK. Fracture resistance of short, randomly oriented, glass fiber-reinforced composite premolar crowns. *Acta Biomater*, 2007;3(5): 779–784.
- [30] Garoushi SK, Lassila LVJ, Vallittu PK. Depth of cure and surface microhardness of experimental short fiber-reinforced composite. *Acta Odontol Scand*, 2008; 66(1): 38-42.
- [31] Garoushi SK, Lassila LVJ, Vallittu PK. Use of short fiber-reinforced composite with semi-interpenetrating polymer network matrix in fixed partial dentures. *J Dent*, 2007; 35(5): 403 – 408.
- [32] Garoushi SK, Lassila LVJ, Vallittu PK. Continuous and Short Fiber Reinforced Composite in Root Post-Core System of Severely Damaged Incisors. *Open DentJ*, 2009; 3:36-41.

[33] Fan PL, Schumache RM, Azzolin K, Geary R, Eichmiller FC. Curing-light intensity and depth of cure of resin-based composites tested according to international standards. *J Am Dent Assoc*, 2002; 133(4):429-434.

[34] Dewaldand JP, Ferracane JL. A Comparison of Four Modes of Evaluating Depth of Cure of Light-activated Composites. *J Dent Res*, 1987; 66(3):727-730.

FIGURAS

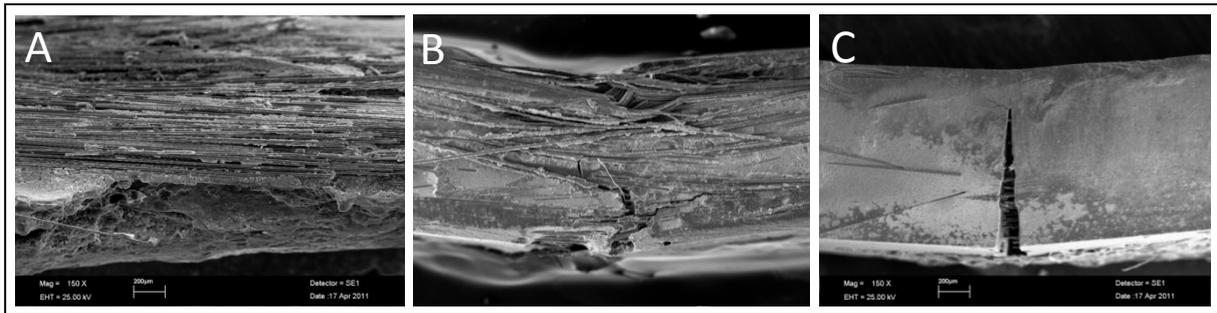


Figura 1. MEV do grupo 20-AP mostrando fibras envolvidas com material resinoso, evidenciando bom molhamento superficial; B: fratura no grupo 20-RF, o qual apresentou melhor molhamento superficial das fibras pela resina flow; C: progressão de fratura entre as fibras e o material resinoso no grupo 10-RF que denota menor poder de reforço no presente grupo.

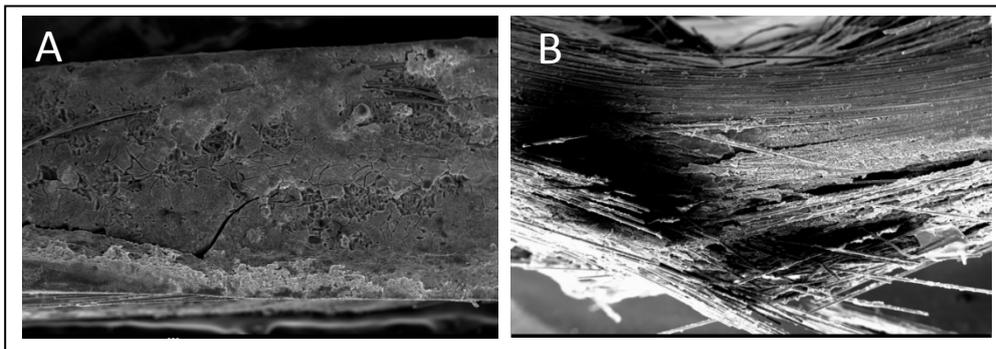


Figura 2. A: MEV do grupo com 30% de fibra em Adesivo, mostrando a interação das fibras com a matriz resinoso de modo a impedir progressão da fratura; B: MEV do grupo com 30% de fibra em Resina Flow, mostrando a menor interação das fibras com a matriz resinoso que resultou em maior facilidade de deslocamento das fibras e fratura da barra.

TABELAS

Tabela 1. Grupos experimentais de acordo com Quantidade de Fibra x Tratamento de Superfície.

Quantidade de fibra de vidroadicionada(%)	Tipo de material para a impregnação das fibras	
	Adesivo puro (BISGMA)	Resina flow
0	0-AP	0-RF
10	10-AP	10-RF
15	15-AP	15-RF
20	20-AP	20-RF
30	30-AP	30-RF

Tabela 2. Materiais empregados no estudo.

Material	Fabricante
Fibra de Vidro pura	Maxxi Rubber
Agente de União (Silano)	Angelus
Resina Composta Natural Flow A3	DFL
Lixas de Carbetto de Silício 600, 1000 e 1200	Norton Abrasivos
Adesivo do Sistema FusionDuralink	Angelus

Tabela 3. Metodologia de confecção das amostras.

Grupo	Construção das espécimes
Controle	1. Inserção da resina flow ou adesivo na matriz, cobertura com tira de poliéster.

	2. Fotopolimerização por 40segundos com 1200mw/cm ² (Radi-e, SDI, Austrália)
Grupos teste	1. Recorte das fibras (3mm), pesagem, silanização por 1min. 2. Mistura da fibra na resina. 3. Inserção da mistura fibra/resina na matriz e cobertura com laminula de vidro. 4. Fotopolimerização por 40segundos com 1200mw/cm ² (Radi-e, SDI, Austrália).

*A quantidade de fibra adicionada em cada grupo obedecerá ao cálculo da porcentagem descrita na tabela 1.

Tabela 4. Média e desvio padrão para Resistência Flexural (MPa), para a interação entre material resinoso e quantidade de fibra de vidro adicionada. Comparações estatísticas pelos testes ANOVA e Tukey e teste T de student ($\alpha=0,05$)

Quantidade de fibra de vidro adicionada(%)	Material resinoso	
	Resina Flow	Adesivo Puro
0	442,78 ± 140,65 Ca	187,76 ± 120,37 Bb
10	772,81 ± 446,33 ABCa	795,48 ± 688,19 Ba
15	854,78 ± 297,35 ABb	1999,91 ± 1258,65 Aa
20	863,46 ± 418,05 Ab	1911,55 ± 596,88 Aa
30	459,55 ± 140,59 BCb	2090,61 ± 656,79 Aa

Letras maiúsculas (análise vertical) e minúsculas (análise horizontal) diferentes demonstram diferença estatisticamente significativa com $p<0,05$.

Tabela 5. Média e desvio padrão para Módulo Flexural (GPa), para a interação entre material resinoso e quantidade de fibra de vidro adicionada. Comparações estatísticas pelos testes ANOVA e Tukey e teste T de student ($\alpha=0,05$)

Quantidade de fibra de vidro adicionada(%)	Material resinoso	
	Resina Flow	Adesivo Puro

0	2065,63 ± 882,15 Ba	1090,08 ± 708,81 Cb
10	4479,06 ± 3019,82 ABa	7032,13 ± 7864,53 BCa
15	5694,89 ± 2790,30 Ab	19331,57 ± 16759,12 ABa
20	6042,11 ± 3392,13 Ab	15726,03 ± 8035,09 ABa
30	2495,67 ± 1345,86 Bb	29364,37 ± 13928,96 Aa

Letras maiúsculas (análise vertical) e minúsculas (análise horizontal) diferentes demonstram diferença estatisticamente significativa com $p < 0,05$.

Tabela 6 - Média e desvio padrão para Resistência Flexural (MPa) e Módulo Flexural (GPa), para a interação entre material resinoso e quantidade de fibra de vidro adicionada. Comparações estatísticas pelos testes ANOVA e Tukey e teste T de student ($\alpha=0,05$)

GRUPOS	RESISTÊNCIA FLEXURAL	MÓDULO FLEXURAL
30% ADESIVO	2090,61 ± 656,80 ^a	29364,37 ± 13928,96 ^A
15% ADESIVO	1999,91 ± 1258,65 ^a	19331,57 ± 16759,12 ^{AB}
20% ADESIVO	1911,55 ± 596,88 ^a	15726,03 ± 8035,09 ^{BC}
20% FLOW	863,46 ± 418,05 ^B	6042,11 ± 3392,13 ^{CD}
15% FLOW	854,78 ± 297,35 ^B	5694,89 ± 2790,30 ^{CD}
10% ADESIVO	795,48 ± 688,19 ^B	7032,13 ± 7864,53 ^{CD}
10% FLOW	772,81 ± 446,33 ^B	4479,06 ± 3019,82 ^{CD}
30% FLOW	459,55 ± 140,60 ^B	2495,67 ± 1345,86 ^D
CONTROLE FLOW	442,78 ± 140,65 ^B	2065,63 ± 882,15 ^D
CONTROLE ADESIVO	187,76 ± 120,37 ^B	1090,08 ± 708,81 ^D

Letras diferentes demonstram diferença estatisticamente significativa com $p < 0,05$.