

# ANÁLISE POR IMAGEM DIGITAL DOS NÍVEIS DE CINZA DE FIBRAS DE REFORÇO ASSOCIADAS A UMA RESINA COMPOSTA

## *DIGITAL IMAGE ANALYSIS OF THE GRAY LEVELS OF REINFORCEMENT FIBERS ASSOCIATED WITH COMPOSITE RESIN*

---

Mussatto, Cristiane Maria Boniatti\*  
Oshima, Hugo Mitsuo Silva\*\*  
Costa, Nilza Pereira da\*\*\*  
Veeck, Elaine Bauer\*\*\*

---

---

### RESUMO

**Objetivo:** Mensurar a densidade óptica das fibras de reforço Connect, Ribbond e Interlig incluídas em resina composta Filtek Z250, no sistema DenOptix®. **Materiais e método:** Foram confeccionados 10 blocos de resina composta associadas a cada tipo de fibra e dois blocos de resina Z250 pura (controle não-reforçado), totalizando 32 corpos-de-prova. Foram obtidas 3 radiografias digitais de cada corpo-de-prova, sobre uma placa óptica do sistema DenOptix®, para cada posição: (A) face lateral da fibra exposta aos raios-X; (B) face tramada da fibra exposta aos raios-X. Em cada uma foram realizadas 3 leituras ópticas dos níveis de cinza em cada corpo-de-prova, em pontos aleatórios, sendo obtida uma média. Os valores médios dos níveis de cinza foram analisados pelo teste t de Student, ANOVA e teste de Tukey, ao nível de significância de 1%. **Resultados e conclusões:** Com relação à associação da resina + fibra na posição (A), observou-se a maior média de níveis de cinza para a resina pura, seguido por resina + Connect, resina + Interlig (que não diferiram entre si), e resina + Ribbond. Com relação à associação da resina + fibra na posição (B), observou-se que a resina pura apresentou maior média, seguida por resina + Connect, resina + Interlig e resina + Ribbond, sendo que as duas últimas não foram diferentes entre si. Os resultados sugerem que os níveis de cinza variaram em função do tipo de fibra de reforço e da posição na radiografia.

**UNITERMOS:** resina; fibra de reforço; imagem digital; radiografia

### SUMMARY

**Objective:** To measure the optical density of reinforcement fibers (Connect, Ribbond, and Interlig), which were embedded in composite resin Filtek Z250, using the system DenOptix®. **Materials and methods:** Ten reinforced-fiber composite resin blocks were fabricated with each type of fiber. Two other blocks were fabricated only with the composite resin (unreinforced control). The total of experimental specimens was 32. Three digital radiographs were obtained for each specimen on the DenOptix® imaging plate, for both positions: (A) lateral face of the fiber exposed to the X-rays; (B) frontal face of the fiber exposed to the X-rays. On each radiograph image, three measurements of the grey levels of the specimen were performed in random sites and averaged. The mean values of the grey levels were analyzed by Student's t test, ANOVA, and Tukey's test at the 1% level of significance. **Results and conclusions:** In relation to the association of composite resin + fiber in (A), the highest mean of grey levels was found for the control group, followed by composite resin + Connect, composite resin + Interlig (which were not statistically different), and composite resin + Ribbond. In relation to the association of composite resin + fiber in (B), the control group showed the highest mean, followed by composite resin + Connect, composite resin + Interlig, and composite resin + Ribbond (the two latter were not statistically different). The results suggest that the grey levels varied as a function of the type of fiber and position in the X-rays.

**UNITERMS:** resin; reinforcement fiber; digital image; radiography.

---

\* Especialista em Dentística Restauradora pela UFRGS. Mestre em Materiais Dentários pela PUCRS.

\*\* Mestre e Doutor em Materiais Dentários pela UNICAMP.

\*\*\* Professores Titulares de Radiologia da FOPUCRS.

## INTRODUÇÃO

Apesar das fibras de reforço terem sido descritas em 1957 por Smith<sup>18</sup> como reforço de base de dentaduras, só em 1990 elas começaram a ser utilizadas na confecção de próteses fixas (Butterworth et al.<sup>2</sup>, 2003).

O retardo no uso desse material ocorreu devido às dificuldades clínicas e laboratoriais de aplicação do produto, a falta de um cálculo preciso do volume de fibras para a estrutura projetada de resina e ao deficiente molhamento da estrutura fibrilar pela matriz resinosa, (Krause et al.<sup>11</sup>, 1989; Goldberg et al.<sup>6</sup>, 1992; Brown<sup>1</sup>, 2000; Felipe et al.<sup>4</sup>, 2001; Butterworth et al.<sup>2</sup>, 2003; Lassila et al.<sup>12</sup>, 2004).

Neste intuito, a indústria odontológica, investiu na formulação de fibras com características físicas e de manipulação que viabilizassem seu uso em várias especialidades.

Atualmente, as principais indicações do uso das fibras na odontologia são: núcleos de preenchimento direto, núcleos de preenchimento indireto, ferulização ortodôntica, prótese adesiva direta e indireta, provisórios de acrílicos extensos, reparos de dentaduras e prótese parcial removível, coroa pura de resina composta, prótese fixa de resina composta, diversas situações emergenciais no consultório e estruturas de prótese fixa sobre implante (Smith<sup>18</sup>, 1957; Schreiber<sup>17</sup>, 1971; Vallittu<sup>19</sup>, 1999; Gohring et al.<sup>5</sup>, 1999; Brown<sup>1</sup>, 2000; Felipe et al.<sup>4</sup>, 2001; Xu et al.<sup>21</sup>, 2002; Butterworth et al.<sup>2</sup>, 2003; Hamza et al.<sup>9</sup>, 2004).

Com o aumento da utilização de fibras de reforço no dia-a-dia do clínico torna-se necessário o auxílio de imagens radiográficas, a fim de que se possa identificar a fibra, distinguir seu posicionamento e detectar falhas de união da fibra com a resina.

A imagem digital foi escolhida neste estudo devido sua maior sensibilidade, objetividade e reprodutibilidade, aumentando a quantidade de informações diminuindo a variabilidade inerente ao desempenho dos observadores e diminuindo a dose de radiação (Sarmiento et al.<sup>15</sup>, 2000). Além disso, as baixas doses de radiação dos sistemas digitais quando comparados com as doses das radiografias convencionais, a rápida produção de imagens com qualidade aceitável são vantagens descritas por diversos autores demonstrando um consenso (Horner et al.<sup>10</sup>, 1990; Farman et al.<sup>3</sup>, 1994; Versteeg et al.<sup>20</sup>, 1997; Watanabe et al.<sup>22</sup>, 1999; Sarmiento et al.<sup>16</sup>, 1999).

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1. Fibras de reforço

Smith<sup>18</sup> (1957), descreveu bases de dentaduras sem metal. O autor fez um breve comentário sobre a evolução dos materiais e questionou quais são as alterações dimensionais toleráveis clinicamente; que tipo de propriedades mecânicas são requeridas e qual sua magnitude, se a alta resistência a tensão é realmente necessária e qual grau de flexibilidade, performance e detalhes de superfície são requeridos. Para o autor as principais qualidades que um material de base de dentadura deve ter são: a não-toxicidade, a qualidade estética, uma resistência satisfatória, uma precisão dimensional e uma estabilidade de forma. Segundo ele os materiais plásticos que podem ser usados dentro de base de dentadura são: nylon, metacrilatos, polivinil cloride, vulcanite, poliestireno. Resinas de poliéster contendo 60-70% de fibras de vidro promovem alta resistência, mas para seu uso em base de dentaduras, sua manipulação torna-se difícil.

Brown<sup>1</sup> (2000), relatou também as aplicações atuais das fibras de reforço, incluindo splintagens, reforço de compósitos, reforço de bases de dentaduras e o uso contemporâneo das fibras em próteses parciais fixas. O autor também comenta a importância do molhamento completo das fibras com a resina.

Felipe et al.<sup>4</sup> (2001), os autores destacaram que apesar das grandes melhorias nas resinas compostas, existe uma grande limitação do seu uso em estruturas extensas como pontes e pânticos. Nestes casos, reforço de resina composta com fibras traria melhor distribuição e dissipação da força na estrutura à qual foi incorporada diminuindo e homogenizando o estresse transmitido aos apoios. Isso significa que quanto mais paralela for a incidência da força em relação à disposição dos fios, maiores serão a absorção e dissipação pela estrutura. Como as forças que atuam no dente são axiais e transversais ao longo eixo, recomenda-se a incorporação de fibras transversais e longitudinais (fios trançados em várias direções). As principais indicações na odontologia citadas pelos autores são: núcleo de preenchimento direto, núcleos de preenchimento indireto, ferulização ortodôntica, prótese adesiva direta e indireta, provisórios de acrílicos extensos, reparo de dentaduras e prótese parcial removível, coroa pura de resina composta, prótese fixa de resina composta, diversas situações emergenciais do consultório e estruturas de prótese fixa sobre implante.

Butterworth et al.<sup>2</sup> (2003), descrevem os principais fatores que influenciam as propriedades físicas das resinas reforçadas com fibras são: a parte volumétrica da fibra dentro da restauração, a eficácia de união entre fibra-resina, a orientação da fibra em relação à carga aplicada e a posição da fibra na restauração. Atualmente, o leque de aplicações clínicas foi ampliado para reforço direto de restaurações de resina, splintagens, colocação imediata de pontes provisórias, pontes fixas anteriores e posteriores e reforço e reparo de dentaduras. Sendo assim, o uso contemporâneo das fibras deve ser considerado, seu papel biomédico analisado e seu potencial futuro projetado.

## 2. Sistemas digitais

Farman et al.<sup>3</sup> (1994), relataram que com a introdução dos sistemas computadorizados, muitos formatos de imagens digitais estavam disponíveis. Talvez o meio mais comum de armazenar as informações de 8 bits seja o TIFF, o qual era adotado pela maioria dos fabricantes de dispositivos para a radiografia intrabucal digital direta. As radiografias digitais são feitas de pequenos pixels de variada densidade. Esses pontos de informações assemelham-se aos salpiques (dots) que formam as figuras nos jornais. Para fins odontológicos, cada byte geralmente contém 8 bits, permitindo no máximo 256 níveis de cinza. As imagens digitais podem ser processadas para apresentar detalhes que não aparecem num filme não digitalizado. Um filme registra vários tons de cinza, mas somente 16 a 24 níveis de cinza que podem ser discernidos pelo olho humano. Na melhor das hipóteses, o olho humano pode detectar cerca de 30 a 40 tons de cinza. Com as imagens digitais usando um sistema de 8 bits, teoricamente podem ser diferenciados mais de 256 tons de cinza. A radiologia digital direta permite uma imediata produção da imagem, sem processamento, sem câmara escura, sem gastos com filmes e soluções processadoras. Também permite diminuir o tempo de exposição do paciente aos raios-X em 75% a 80% dependendo do sistema usado, bem como a recuperação de imagens pouco nítidas através do ajuste dos níveis de densidade, evitando assim a necessidade de uma nova exposição do paciente aos raios-X.

Versteeg et al.<sup>20</sup> (1997), compararam as imagens digitais intra-orais com as imagens em filmes comuns e concluíram que a imagem digital direta pode ser tão eficiente quanto a imagens nos filmes comuns na clínica odontológica. O computador possibilita muitas opções adicionais na imagem

digital como a estocagem da imagem, compressão e a troca de informações radiográficas. A manipulação da imagem e a análise automatizada podem beneficiar o radiodiagnóstico. Pode-se concluir que a imagem digital certamente tem grande potencial, especialmente no que diz respeito ao aumento da qualidade do diagnóstico e na análise automatizada da imagem.

Watanabe et al.<sup>22</sup> (1999), descrevem as principais vantagens das imagens são: o armazenamento e organização em discos flexíveis e/ou rígidos ocupando pequenos espaços; a manipulação das imagens; a transmissão de imagens para qualquer localidade do mundo através da Internet e a comparação de 2 imagens o que facilita a determinação da progressão de doenças e avaliação do resultado de tratamentos periodontais e endodônticos. Assim, no sistema digital, o filme e o processamento radiográfico são substituídos por um sensor eletrônico e pelo computador. No processo indireto de digitalização, a imagem de fundo do filme é convertida para um dispositivo de escaneamento, tal qual uma vídeo-câmera. A era digital em Odontologia veio para ficar, com definitivas vantagens, como a racionalização dos procedimentos radiográficos, rotineiros, eliminando a película e o processamento químico/úmido, o que, conseqüentemente colabora com a preservação do meio ambiente. Mas, a principal vantagem ainda é atribuída à grande redução da exposição à radiação do paciente, do pessoal auxiliar e dos profissionais, sem perda de qualidade de imagem.

Sarmiento et al.<sup>15</sup> (2000), abordaram a história das várias superfícies de registro da imagem radiográfica, desde o filme radiográfico, passando pelos primeiros equipamentos de imagens digitalizadas em odontologia, até os mais novos aparelhos disponíveis no mercado. No final da década de setenta, vários dispositivos de captura de imagem, em estado sólido, foram criados para serem aplicados em vídeo, entre eles o CCD (*charge couple device*). Em 1987 surgiu o primeiro sistema digital de imagens radiográficas intrabucais, era o Radio VisioGraphy. Em 1991, um outro sistema foi lançado no mercado, era o Sens-A-Ray, que como o Visualix, o Sidexis e o CDR possuem um outro tipo de sensor, que pode ser exposto diretamente à radiação. Em 1994, surge o Digora, que utiliza uma placa intensificadora de fósforo que substitui o filme radiográfico e não é ligada ao computador. Novos sistemas digitais, que obtêm imagens digitalizadas diretamente, e também sistemas que digitalizam radiografias convencionais indiretamente estão sendo criados e aprimorados

a cada dia. E, por tudo isto, num futuro próximo, toda essa tecnologia fará parte da vida dos profissionais da saúde, complementando seu exame e qualificando o atendimento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados neste estudo um material restaurador constituído por resina composta híbrida Z250 (3M), e três tipos de fibras de reforço, 2 de polietileno: CONNECT (Kerr) e RIBBOND (Ribbond), e 1 de vidro: INTERLIG (Ângelus).

### 1. Confeccção dos corpos de prova

Foram confeccionados neste estudo, 10 blocos com a resina Z250 reforçada com Interlig, 10 blocos de resina Z250 reforçada com Ribbond e 10 blocos de resina Z250 reforçada com Connect e dois blocos de resina Z250 puro que atuou como controle. Para isso foi utilizada uma matriz de acrílico bipartida com um orifício central retangular medindo 10 mm de comprimento  $\times$  5 mm de largura  $\times$  4 mm de profundidade como mostra as Figuras 1 e 2.

As inserções foram realizadas utilizando-se uma espátula para resina (Thompson #6). Uma tira de poliéster foi colocada na base do orifício da matriz. Na parte interna do orifício da matriz foi marcado com lápis a medida de 2 mm de profundidade mensurada com um paquímetro digital Mitutoyo (Mitutoyo Sul Americana Ltda). Foi inserido 2 mm de resina (até a marca), colocado a fibra no comprimento de 10 mm e fotopolimerizado por 20s em 2 pontos da matriz de maneira que a luz atingiu todo o comprimento do orifício. A fibra Connect foi umedecida com o adesivo fornecido pelo fabricante antes de sua inserção. A fibra Ribbond foi umedecida com adesivo sem carga Multi-Use plus (3M) de acordo com as instruções do fabricante, antes de sua inserção. A fibra Interlig já veio impregnada pelo fabricante. O aparelho fotopolimerizador utilizado foi Curing Light XL 3000 (3M) com potência média de 577 mW/cm<sup>2</sup>, a qual foi aferida no dia da confecção dos corpos de prova com um radiômetro (Cure Rite, Efos). Sobre a fibra foi inserido o segundo e último incremento de resina, o qual foi pressionado por uma lâmina de vidro liso transparente, intermediada por uma tira de poliéster, a fim de limitar a espessura de resina inserida, nivelar a superfície e tornar as duas superfícies paralelas entre si.

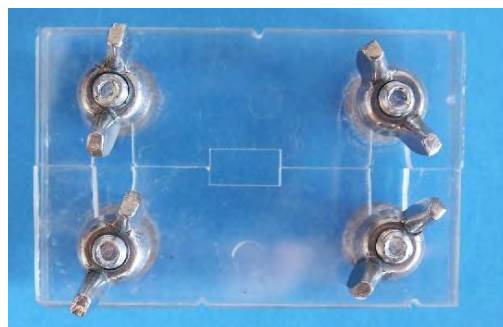


Figura 1 - Visão da matriz bipartida

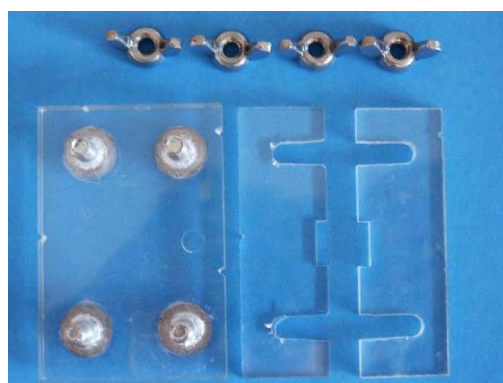


Figura 2 - Visão explodida da matriz de acrílico bipartida

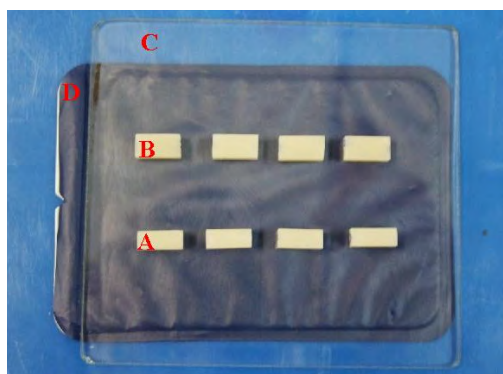


Figura 3 - Disposição dos corpos de prova para tomada radiográfica: A - Amostra na posição A; B - Amostra na posição B; C - Placa de Vidro; D - Placa Óptica



Figura 4 - Posição do cabeçote do aparelho de raios-X para tomada radiográfica

Sobre o conjunto placa de vidro/tira de poliéster foi realizada a fotopolimerização por 20s em dois pontos. Cessado este tempo de polimerização, a placa de vidro foi retirada e a polimerização foi feita por mais 20s. Os corpos de prova foram removidos da matriz e lixados com lixa d'água (200 e 400) para dar melhor acabamento. As amostras que utilizaram fibra Connect eram identificadas com caneta de retroprojektor com a letra C, a letra I identificou a fibra Interlig e R a fibra Ribbond.

## 2. Tomadas radiográficas

Sobre a placa óptica nº 4 do sistema DenOptix foi colocada uma placa de vidro de 3 mm de espessura, a fim de não permitir nenhum movimento das amostras. Sobre ela as mesmas foram colocadas como se observa na Figura 3.

As amostras identificadas pela letra A serviam para indicar que o feixe de raios-X foi perpendicular a face lateral da fibra.

As amostras identificadas pela letra B indicaram que o feixe de raios-X foi perpendicular a face tramada da fibra.

A padronização das radiografias segue a descrição abaixo:

- uso de um aparelho de raios-X Gnatus (modelo Timex-70 DRS) com regime elétrico de 70 kVp e 8 mA;
- feixe central de raios-X incidindo em ângulo de 90° com a superfície da placa óptica (Fig. 4);
- distância focal de 40 cm;
- tempo de exposição de 0,06s.

Foram confeccionados 5 conjuntos e para cada conjunto foram realizadas 3 radiografias, que foram processadas na unidade do sistema DenOptix. Em cada uma foram realizadas 3 leituras ópticas de cada fibra na posição A e 3 leituras de cada fibra na posição B em pontos escolhidos aleatoriamente. O mesmo era feito com as amostras puras de resina Z250, totalizando 45 leituras para posição A de cada tipo fibra/resina, 45 leituras para posição B de cada tipo de fibra/resina, 45 leituras para resina pura na posição A e 45 leituras para resina pura na posição B.

As leituras dos níveis de cinza foram realizadas diretamente no computador através do programa do sistema DenOptix, onde o valor zero representa o preto absoluto até o valor 255 que representa o branco absoluto.

Os valores médios dos níveis de cinza das três leituras de cada bloco de resina pura e de resina composta reforçada com fibra foi registrado em planilhas e os dados analisados mediante

os testes estatísticos de t-Student, Análise de variância – ANOVA e o teste de comparações múltiplas de Tukey ao nível de significância de 1%.

Para uma análise visual de cada fibra foi realizada a microscopia eletrônica de varredura com aumento de 40 vezes. As amostras de fibras foram montadas em stubs com auxílio de uma fita dupla face de carbono. A fibra Interlig teve a sua impregnação removida com álcool absoluto antes da montagem no stub. Realizaram-se três banhos sucessivos de álcool com agitação de 30s cada. Em seguida os conjuntos fibra-stub foram colocados no interior de um metalizador (Balzers, Sputter Coater) e recobertas com ouro paládio para obter-se condutividade na amostra.

## RESULTADOS

Com base na metodologia empregada neste estudo foi possível chegar aos seguintes resultados:

- a Tabela 1 e a Figura 5 expressam e comparam os valores obtidos nas duas posições de estudo (*feixe de raios-X perpendicular a face lateral da fibra*, identificadas pela letra A e *raios-X perpendicular a face tramada da fibra*, identificadas pela letra B). Foi realizado o teste de comparações de médias t-Student;
- os resultados do teste t-Student indicam que apenas nos tratamentos *Resina Pura* e *Resina + Interlig* verificou-se diferença significativa nas médias entre as posições *Perpendicular a face lateral da fibra* e *Perpendicular a face tramada da fibra*. Observa-se uma média superior na posição *Perpendicular a face lateral da fibra* ( $p = 0,01$ );
- com o objetivo de comparar os valores médios das leituras para cada corpo de prova entre os tratamentos estudados foi utilizada a Análise de variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas de Tukey (Tabela 2 e Figura 6);
- através dos resultados do teste aplicado, verifica-se que para ambas posições estudadas ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos realizados (tipos de fibras);
- para a posição *feixe de raios-X Perpendicular a face lateral da fibra*, observou-se que a *Resina Pura* apresentou maior média, seguida por *Resina + Connect* e *Resina + Interlig* (que não diferem entre si) e, por último com a menor média a *Resina + Ribbond*.

- para a posição feixe de raios-X *Perpendicular a face tramada da fibra*, observou-se que a *Resina Pura* apresentou maior média, seguida por *Resina + Connect* e *Resina + Interlig* (que não diferem entre si) e, por último com a menor média a *Resina + Ribbond* que não difere da *Resina + Interlig* ( $p = 0,01$ );

- a resina pura apresentou o maior nível de cinza deferindo estatisticamente das outras;
- a imagem de cada fibra foi obtida através da microscopia eletrônica de varredura com aumento de 40 vezes, como mostra as Figuras 7, 8 e 9.

TABELA 1 – Comparação entre as posições estudadas

Posição	N	Média	Desvio-padrão	p
<b>Resina Pura</b>				
Perpendicular a face lateral da fibra (A)	15	210,09	2,22	0,01*
Perpendicular a face tramada da fibra (B)	15	195,60	2,32	
<b>Resina + Connect</b>				
Perpendicular a face lateral da fibra	15	185,53	3,76	0,07
Perpendicular a face tramada da fibra	15	183,13	3,22	
<b>Resina + Interlig</b>				
Perpendicular a face lateral da fibra	15	186,22	3,65	0,01*
Perpendicular a face tramada da fibra	15	181,56	4,12	
<b>Resina + Ribbond</b>				
Perpendicular a face lateral da fibra	15	177,98	3,47	0,51
Perpendicular a face tramada da fibra	15	178,87	3,80	

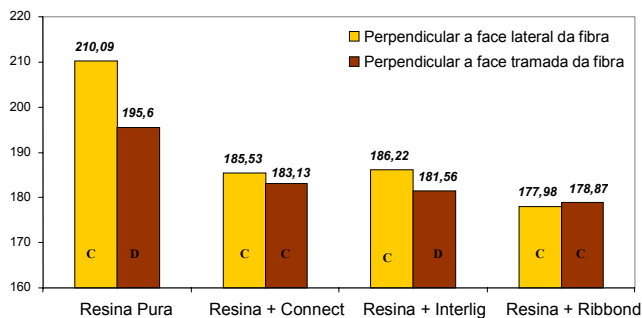


Figura 5 – Ilustração gráfica da comparação entre as posições estudadas (colunas com as mesmas letras não diferem entre si)

TABELA 2 – Comparação entre as associações de resinas e fibra

Tipo de Resina	n	Média	Desvio-padrão	p
<b>Perpendicular a face lateral da fibra</b>				
Resina Pura	15	210,09 <sup>A</sup>	2,22	0,01*
Resina + Connect	15	185,53 <sup>B</sup>	3,76	
Resina + Interlig	15	186,22 <sup>B</sup>	3,65	
Resina + Ribbond	15	177,98 <sup>C</sup>	3,47	
<b>Perpendicular a face tramada da fibra</b>				
Resina Pura	15	195,60 <sup>A</sup>	2,32	0,01*
Resina + Connect	15	183,13 <sup>B</sup>	3,22	
Resina + Interlig	15	181,56 <sup>BC</sup>	4,12	
Resina + Ribbond	15	178,87 <sup>C</sup>	3,80	

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

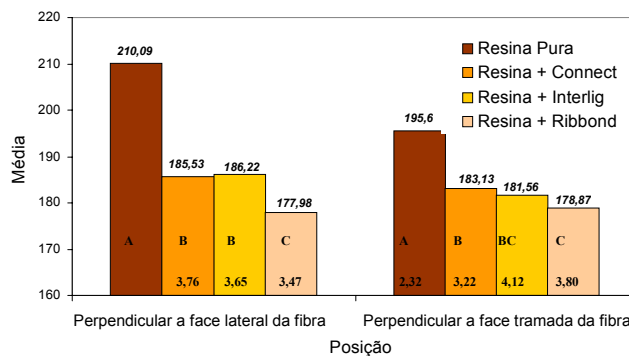


Figura 6 – Ilustração gráfica da comparação entre as associações de resina e fibra

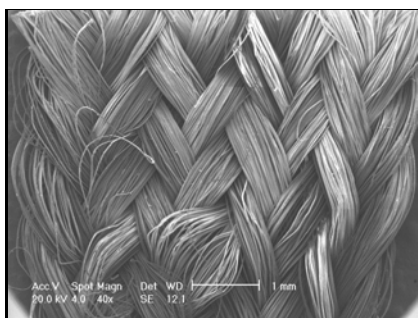


Figura 7 – Imagem em microscopia eletrônica de varredura da fibra Connet (40x)

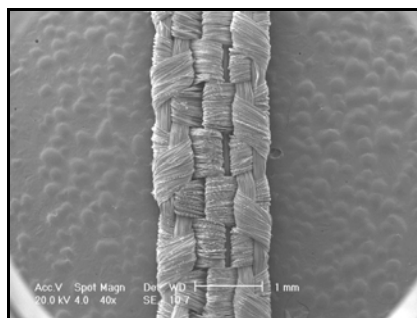


Figura 8 – Imagem em microscopia eletrônica de varredura da fibra Ribbond (40x)

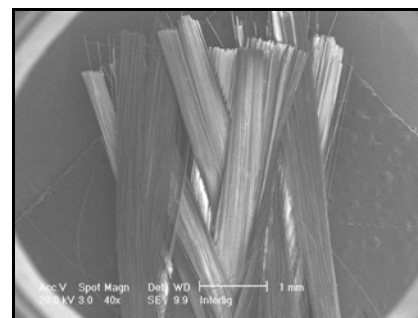


Figura 9 – Imagem em microscopia eletrônica de varredura da fibra Interlig (40x)

## DISCUSSÃO

Este estudo constituiu-se em um experimento inicial de investigação a respeito do grau de radiopacidade das fibras Connect, Interlig e Ribbond, a fim de que se pudesse ter um protocolo de verificação de qualidade dos trabalhos protéticos recebidos no dia-a-dia do clínico como, por exemplo, verificar se a fibra encontra-se em toda extensão de próteses parciais fixas, se há falhas na sua inserção, se realmente foram inseridas e assim por diante.

Neste estudo, as fibras de reforço foram utilizadas para simular o reforço de uma estrutura em resina composta e a imagem digitalizada foi utilizada com a finalidade de verificar a possibilidade de visualização da fibra inclusa na estrutura.

Os testes mecânicos são ferramentas importantes para a avaliação da quantidade de reforço oferecida pela fibra, porém a dificuldade para se verificar a qualidade da impregnação da fibra pela resina, a existência ou não das fibras e de sua real extensão, abre um canal para o estudo de sua radiopacidade. Para verificação do grau de radiopacidade (níveis de cinza), a utilização de métodos diretos e indiretos de digitalização de imagens se apresentam como uma alternativa neste campo (Watanabe et al.<sup>22</sup>, 1999; Sarmiento et al.<sup>15</sup>, 2000).

A densidade óptica de resinas compactáveis estudada por Graziottin et al.<sup>7</sup> (2002), a detecção de cáries proximais avaliadas por Møystad et al.<sup>13</sup> (1996), dentre outras utilizações dos sistemas digitais, permitiram que se tentasse avaliar os níveis de cinza das fibras através do sistema digital direto DenOptix®.

Com a ampliação do uso da resina composta devido à crescente solicitação dos pacientes por restaurações estéticas, os pesquisadores começaram a testar as fibras como uma alternativa de reforço estético.

Dentro desta visão, as fibras passam a reforçar grandes volumes ou extensões de resina composta a fim de tentar compensar algumas de suas limitações como: contração de polimerização, resistência à tração e a força coesiva do material (Felippe et al.<sup>4</sup>, 2001).

As propriedades físicas e mecânicas dos compósitos reforçados por fibras utilizados em restaurações foram melhoradas uma vez que aumentaram o módulo de elasticidade, a resistência ao cisalhamento, a resistência à fratura e à compressão (Krause et al.<sup>11</sup>, 1989; Brown<sup>1</sup>, 2000; Felippe et al.<sup>4</sup>, 2001; Xu et al.<sup>21</sup>, 2002). Entretanto,

Pereira et al.<sup>14</sup>, 2003, não encontraram aumento na resistência flexural do compósito híbrido combinado com fibras de polietileno quando comparado com o compósito híbrido sozinho.

Desde o aparecimento dos sistemas digitais, alterou-se a forma de adquirir, manipular, armazenar e trocar informações radiográficas (Horner et al.<sup>10</sup>, 1990; Farman et al.<sup>3</sup>, 1994; Watanabe et al.<sup>22</sup>, 1999; Sarmiento et al.<sup>16</sup>, 1999).

Como estas técnicas são recentes, onerosas e que necessitam da adaptação dos radiologistas para as mais variadas ferramentas, Gröndahl<sup>8</sup> (1992), fez uma revisão crítica questionando se o novo sistema digital traria benefícios suficientes para substituir o filme comum.

Segundo Versteeg et al.<sup>20</sup> (1997), Watanabe et al.<sup>22</sup> (1999) e Sarmiento et al.<sup>16</sup> (1999), as imagens digitais têm grande potencial, com definitivas vantagens, como a eliminação de películas e processamento químico, armazenamento em discos flexíveis e/ou rígidos, baixas doses de radiação de até 75% menor que o método convencional, inúmeras possibilidades de manipular a imagem e realizar tarefas matemáticas que completam o diagnóstico.

Para Farman et al.<sup>3</sup> (1994), as imagens digitais podem apresentar detalhes que não aparecem num filme não digitalizado. Num filme convencional cerca de 16 a 24 níveis de cinza que podem ser discernidos pelo olho humano, com as imagens digitais usando um sistema de 8 bits, teoricamente, podem ser diferenciados 256 tons de cinza.

O programa DenOptix® é utilizado através de placas ópticas cujas imagens são lidas por um scanner à laser. Segundo Versteeg et al.<sup>20</sup> (1997), a forma direta de digitalização de imagens é mais eficiente por obter a imagem em tempo real, não usar processamento químico e pelo reaproveitamento da placa óptica.

Nesta pesquisa foi utilizado o método direto de digitalização de imagens no programa DenOptix®, onde os valores médios dos níveis de cinza das fibras Connect e Interlig foram maiores (185,53 e 186,22) que os valores médios dos níveis de cinza da Ribbond (177,98), estando estas fibras incluídas na resina Filtek Z 250. Verificou-se também que mudando a posição da fibra em relação ao feixe de raios-X, há mudanças nos valores médios de cinza sendo esses maiores quando a face lateral da fibra encontra-se perpendicular ao feixe de raios-X.

Clinicamente, esta constatação se torna relevante uma vez que as fibras são inseridas com a face tramada paralela a face oclusal da prótese e a

incidência para os filmes periapicais e sensores digitais se dá com o feixe de raios-X perpendicular a face lateral da fibra.

Devido a esta investigação ser um experimento inicial, torna-se claro a necessidade de estudos futuros que possam responder as seguintes questões: 1. qual a razão dos diferentes níveis de cinza? 2. diferentes composições das fibras (polietileno e vidro) podem ter influenciado no resultado? 3. diferentes adesivos (preconizados por cada fabricante) utilizado para o molhamento da fibra poderiam ter influenciado os diferentes níveis de cinza? Estima-se que se o adesivo tivesse partículas de carga como o Bário e o Estrôncio poderia haver um aumento no nível de cinza das fibras inseridas no compósito.

Por esta razão sugere-se a continuidade dos testes com outras associações de compósito (direto e indireto) e fibras, outros métodos de leitura de imagens digitalizadas e novos testes como uma espectrofotometria para auxiliar na determinação da composição de cada tipo de fibra e sua influência nos níveis de cinza.

Além disso, a correlação estatística entre os dados de resistência mecânica e os dados da imagem radiográfica poderia trazer informações importantes a respeito da qualidade e facilidade de impregnação entre as diversas associações fibra de reforço-compósito.

## CONCLUSÕES

Analisados os resultados da pesquisa foi possível concluir-se que:

- a) os valores médios dos níveis de cinza das associações resina + Connect e resina + Interlig foram maiores do que resina + Ribbond, mas as 2 primeiras não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,01$ ) quando a face lateral da fibra está paralela ao feixe de raio-X (posição A);
- b) os valores médios dos níveis de cinza das associações resina + Connect e resina + Interlig não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,01$ ), e a resina + Ribbond não difere estatisticamente da resina + Interlig ( $p > 0,01$ ), quando a face tramada da fibra está perpendicular ao feixe de raio-X (posição B);
- c) a associação resina + Interlig apresentou diferença estatisticamente significante ( $p < 0,01$ ) entre as médias de nível de cinza, entre as 2 posições (A e B);

- d) os valores médios dos níveis de cinza da resina pura foi maior e estatisticamente diferente ( $p < 0,01$ ) das associações fibra-resina composta em ambas as posições (A e B).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brown D. Fiber-reinforced materials. Dent Update. 2000;27:442-8.
2. Butterworth C, Ellakwa AE, Shortall A. Fibre-reinforced composites in restorative dentistry. Dental Update. 2003;30:300-6.
3. Farman AG, Scarfe WC. Pixel perception and voxel vision: constructs for a new paradigm in maxillofacial imaging. Dent Maxillof Radiol. 1994;23:5-9.
4. Felipe LA, et al. Fibras de reforço para uso odontológico – Fundamentos básicos e aplicações clínicas. Revista da Associação Paulista de Cirurgias-Dentistas. 2001;55(4):245-50.
5. Göhring TN, Mörmann WH, Lutz F. Clinical and scanning electron microscopic evolution of fiber-reinforced inlay fixed partial dentures: Preliminary results after one year. J Prosth Dent. 1999;82:662-8.
6. Goldberg AJ, Burstone CJ. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. Dent Mat. 1992;8:197-202.
7. Graziottin LFR, et al. Measurement of the optical density of packable composites – comparison between direct and indirect digital systems. Pesq Odont Bras. 2002;16(4):299-307.
8. Gröndahl HG. Digital radiology in dental diagnosis: a critical view. Dent Maxillof Radiol. 1992;21:198-202.
9. Hamza TA, et al. The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins The J Prosth Dent. 2004;91(3):258-264.
10. Horner K, et al. Radiovisography: an initial evaluation. Br Dent J. 1990;168:244-8.
11. Krause WR, Park S, Straup RA. Mechanical properties of BIS-GMA resin short glass fiber composites. J Biomed Mat Res. 1989;23:1195-211.
12. Lassila LVJ, Vallittu PK. The effect of fiber position and polymerization condition on the flexural properties of fiber-reinforced composite. J Cont Dent Practice. 2004;5(2):1-12.
13. Møystad A, et al. Detection of a proximal caries with a storage phosphor system. A comparison of enhanced digital images with dental X-ray film. Dentomaxillof Radiol. 1996;25(4):2002-6.
14. Pereira CL, et al. Flexural strength of composites: influences of polyethylene fiber reinforcement and type of componte. Clin Oral Investig. 2003;7:116-9.
15. Sarmiento VA, et al. Imagem digitalizada em odontologia – Evolução ate os dias atuais. Revista da Faculdade de Odontologia da UFBA. 2000;20:38-42.
16. Sarmiento VA, Pretto SM, Costa NP. Entendendo a imagem digitalizada. Revista Odonto Ciência. 1999;(27):171-8.



17. Schreiber CK. Polymethylmethacrylate reinforced with carbon fibres. *Br Dent J.* 1971;130:29-30.
18. Smith DC. The non-metallic denture Base-recent Developments. *Dent Practitioner.* 1957;VIII(3): 73-80.
19. Vallittu PK. Flexural properties of acrylic resin polyner reinforced with unidirectional and waven glass fibers. *J Prosth Dent.* 1999;81(3):318-26.
20. Versteeg GH, Sanderink GCH, Vanderstelt PF. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J Dent.* 1997;25(3-4):215-24.
21. Xu HHK, et al. Continuous-fiber preform reinforcement of dental resin composite restorations. *Dent Mat.* 2003;19:523-30.
22. Watanabe PCA, et al. Estado atual da arte da imagem digital em odontologia. *Revista da APCD.* 1999;53(4):320-5.

Recebido para publicação em: 25/07/2005; aceito em: 29/09/2005.

**Endereço para correspondência:**  
CRISTIANE BONIATTI MUSSATTO  
Rua Feijó Júnior, 328 – São Pelegrino  
CEP 95034-169, Caxias do Sul, RS, Brasil