

## CARACTERIZAÇÃO TRIBOLÓGICA DE DOIS GLAZEADORES DISPONÍVEIS COMERCIALMENTE E UMA COMPOSIÇÃO EXPERIMENTAL<sup>1</sup>

Bianca Mataveli Vimercati<sup>2</sup>  
 Sergio Alvaro de Souza Camargo Júnior<sup>3</sup>  
 Mauro Sayão de Miranda<sup>4</sup>

### Resumo

O objetivo desse estudo, *in vitro*, foi avaliar através de um teste tribológico, a aplicação de dois glazeadores disponíveis comercialmente e uma composição experimental como material de cobertura em restaurações de resina composta com relação à resistência ao desgaste. Foram confeccionados 24 corpos de prova (CP) do compósito Z350XT (3M/ESPE) e divididos em 4 grupos. O grupo controle (GC) não recebeu selamento, o grupo Biscover LV (GB) recebeu aplicação do Biscover LV (Bisco), o grupo Natural Glaze (GN) recebeu aplicação do Natural Glaze (Nova DFL) e o grupo Experimental (GE) recebeu aplicação de um glazeador experimental contendo nanopartículas (1% em peso). Posteriormente, os CP foram submetidos ao teste de desgaste linear alternado, durante 15.000 ciclos, com carga de 5N, em água destilada. A profundidade máxima de desgaste ( $\mu\text{m}$ ) foi avaliada através de um perfilômetro. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando ANOVA/Dunnett ( $p$ -valor = 0,000). As médias e desvio padrão foram: GC-12,51(0,89); GB-0,59(0,07); GN-1,41(0,12); GE-1,84(0,18). A partir dos resultados apresentados pode-se concluir que todos os glazeadores testados foram capazes de reduzir o desgaste da resina composta, quando comparados com o grupo controle, diferindo entre si, apresentado uma ordem crescente de desgaste (Biscover < Natural Glaze < Experimental < Controle).

**Palavras-Chave:** Resina composta; Glazeador; Desgaste.

### TRIBOLOGICAL CHARACTERIZATION OF TWO COMMERCIALY AVAILABLE GLAZES AND ONE EXPERIMENTAL COMPOSITION

#### Abstract

The aim of this *in vitro* study was to assess through tribological tests the application of two commercially available glazes and one experimental composition as coverage material in composite resin restorations regarding wear resistance. Twenty-four specimens of Z350XT composite (3M/ESPE) were made and distributed into four groups. The control group (CG) did not receive any sealing, the Biscover LV group (BG) received application of the Natural Glaze (Nova DFL) and the Experimental group (EG) received application of an experimental glaze containing nanoparticles (1% weight). Subsequently, the specimens were subjected to alternated linear wear test during 15,000 cycles with load of 5N in distilled water. The maximum wear depth ( $\mu\text{m}$ ) was assessed by a profilometer. The data analysis was performed using ANOVA/Dunnett tests ( $p$ -value = .000). The mean and standard deviation values were: CG, 12.51 (0.89); BG, 0.59 (0.07); NG, 1.41 (0.12); EG, 1.84 (0.18). From the showed outcomes may be concluded that all tested glazes could reduce the wear of the composite resin, when compared with the control group, differing among themselves, showing an ascending order of wear (Biscover < NaturalGlaze < Experimental < Control).

**Key words:** Composite resin; Glaze; Wear.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 68<sup>o</sup> Congresso Anual da ABM - Internacional, 30 de julho a 2 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Odontologia. Aluna de doutorado.. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Físico. Professor Titular, Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>4</sup> Odontologia. Professor Associado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

É incontestável a expansão do uso dos compósitos na odontologia moderna. A melhoria das propriedades físicas, a variedade de cores e a possibilidade de realizar o tratamento em uma única sessão, fazem da resina composta um material com excelente custo benefício, quando bem indicada. Se, por um lado, isso amplia nossos horizontes, por outro, amplia também a necessidade de conhecimento de todo o processo de sua utilização, bem como seu comportamento a longo prazo.

A introdução das resinas compostas se deu quando Bowen<sup>(1)</sup> incorporou partículas inorgânicas a uma matriz resinosa. Entretanto, as primeiras lançadas no mercado continham grandes partículas de carga (50 a 100µm), além de propriedades físicas e mecânicas deficientes, dentre elas, baixa resistência ao desgaste, fazendo com que apresentassem desempenho inferior ao amálgama de prata.<sup>(2)</sup> Desde então, os compósitos sofreram modificações, melhorando suas características físicas e mecânicas, pela alteração do tipo e do tamanho médio das partículas assim como o aumento da porcentagem de carga, tornando-se mais resistente ao desgaste.<sup>(3)</sup> Em virtude desta evolução, os compósitos dentais puderam ser indicados com mais segurança para dentes posteriores, onde os esforços sobre as restaurações são maiores. Porém, apesar do aumento da resistência, o desgaste ainda se faz presente de forma rotineira nesses tipos de restaurações.<sup>(4,5)</sup>

Independentemente da sua composição, as resinas compostas sofrem tipos similares de alterações estruturais, que ocorrem principalmente em locais de contato oclusal e irradia-se por toda a superfície oclusal da restauração. Como resultado da fadiga mecânica e/ou química, os defeitos microestruturais potencializam a taxa de desgaste do compósito,<sup>(6)</sup> influenciando negativamente na função e na estética da restauração.

Os procedimentos de acabamento e polimento das restaurações de resina composta são passos fundamentais para o sucesso do tratamento restaurador. Uma superfície polida minimiza o acúmulo de biofilme dental, irritação gengival e alteração de cor de compósito, contribuindo para uma melhor estética e minimizando a possibilidade de recidiva de cárie. No entanto, a utilização de instrumentos rotatórios como pontas diamantadas finas e extrafinas e brocas multilaminadas geram grande quantidade de energia na superfície da restauração, podendo dar origem a defeitos microestruturais na superfície e subsuperfície do compósito, bem como pequenas depressões e elevações, que podem variar de 15 a 50µm, tornando a superfície irregular, aumentando a rugosidade superficial.<sup>(7,8)</sup> Ainda, durante tais procedimentos, ocorreria uma distribuição não uniforme das tensões pela matriz orgânica, fragilizando o material, reduzindo sua resistência à abrasão e aumentando sua suscetibilidade ao desgaste.<sup>(3,4)</sup>

Em 1989, Ratanapridakul, Leinfelder e Thomas<sup>(4)</sup> sugeriram o desenvolvimento de um selante de superfície capaz de preencher os defeitos microestruturais e reforçar a matriz orgânica, aumentando a resistência ao desgaste das restaurações de resina composta. Em 1990, Dickinson, Mazer e Leinfelder<sup>(6)</sup> afirmaram que o uso de um selante de superfície em restaurações de resinas compostas recém-acabadas reduziu em 50% o desgaste das superfícies após um ano. Esta maior resistência estaria associada à possibilidade da resina fluida preencher as microtrincas produzidas pelos procedimentos de acabamento e polimento em um nível superficial e subsuperficial.

Os selantes de superfície são materiais poliméricos fotopolimerizáveis que promovem o vedamento de defeitos microestruturais e reforçam a matriz orgânica,

contribuindo para o vedamento de microfendas entre restauração e estrutura dental, reduzindo a rugosidade superficial, favorecendo a estabilidade de cor e aumentando a resistência ao desgaste das restaurações.<sup>(4)</sup> Podem ser definidos também como resinas fluidas, contendo ou não partículas de carga, indicados para o recobrimento superficial de restaurações de resina composta, preenchendo fendas microscópicas e rachaduras produzidas durante os procedimentos de acabamento e polimento.<sup>(9)</sup> Já os agentes glazeadores são resinas fluidas que visam a cobertura de superfícies rugosas e o preenchimento de defeitos marginais, microtrincas e microfendas, criados durante os procedimentos de acabamento e polimento, promovendo também brilho superficial.<sup>(10)</sup>

Além dos agentes de cobertura já citados, existem também hoje os polidores líquidos, que são materiais resinosos de cobertura que não formam uma camada superficial pegajosa não polimerizada devido à presença de oxigênio.<sup>(11)</sup> Foi também conceituado por Atabek, Sillelioglu e Olmez<sup>(12)</sup> como sendo uma resina de baixa viscosidade que fornece brilho sobre as restaurações de resina composta, melhorando a estética final.

Desta forma, o estudo da resistência ao desgaste dos materiais resinosos torna-se fundamental no desenvolvimento de materiais e/ou técnicas restauradoras que possibilitem a manutenção e maior longevidade dos compósitos odontológicos.<sup>(13)</sup> Em vista de todas as afirmativas e considerações aqui apresentadas, observou-se a necessidade de desenvolver o presente trabalho, com o objetivo de avaliar, *in vitro*, através de testes tribológicos, o efeito da aplicação de diferentes glazeadores como material de cobertura em restaurações de resina composta, com relação à resistência ao desgaste, além de fazer uma comparação entre dois glazeadores disponíveis comercialmente e um glazeador experimental.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram confeccionados 24 corpos de prova (CP) da resina composta Filtek Z350XT (3M/ESPE), com 10mm de diâmetro e 2mm de espessura, obtidos a partir de uma matriz de aço inoxidável (Odeme Dental Research). A resina composta foi inserida na matriz metálica até o total preenchimento da mesma, com o auxílio de uma espátula Suprafill nº 2 (Duflex SS White). Em seguida, uma matriz de poliéster foi posicionada sobre o compósito e sobre esta, uma lamínula de vidro, que foi submetida a uma carga axial, até que a lamínula estivesse totalmente encostada na superfície matriz metálica, para causar o extravasamento do excesso do material. Após, o CP foi fotoativado durante 20s com 1.100 mW/cm<sup>2</sup> (Bluephase – Ivoclar Vivadent). Terminada a primeira polimerização, o CP foi removido da matriz metálica e fotoativado por mais 20s, pelo lado oposto. A ponta do aparelho fotoativador utilizado media 10mm de diâmetro, ficando em contato direto com a superfície da lamínula de vidro e cobrindo totalmente o CP. Todos os CP tiveram a face que ficava em contato com a matriz de poliéster regularizada em politriz com lixa d'água de carbureto de silício nº. 600 e 1.200 com objetivo de regularizar a superfície.<sup>(14)</sup>

Com o intuito de avaliar o comportamento da presença de carga nanométrica na resistência ao desgaste dos agentes glazeadores, foi desenvolvido um agente glazeador experimental contendo nanopartículas. Para a produção do glazeador experimental foi utilizada uma matriz orgânica comumente presente nos glazeadores comerciais acrescida de nanopartículas inorgânicas de sílica hidrofóbica com tamanho aproximado de 16 nm (Aerosil R972 – Cosmos Plastics & Chemicals). A quantidade de carga inorgânica acrescentada (1% em peso).<sup>(12,15)</sup> O processo de

produção do glazeador experimental foi realizado nos laboratórios da empresa Nova DFL (Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

Os CP foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n= 06), de acordo com o tratamento de superfície recebido: Grupo Controle (após a regularização da superfície, os CP não receberam nenhum tratamento superficial adicional); Grupo Biscover LV (as superfícies regularizadas foram condicionadas com ácido fosfórico 37% durante 15s, lavadas, secas e cobertas com o glazeador Biscover LV, utilizando o aplicador fornecido pelo fabricante; aguardou-se 15s para permitir a evaporação do solvente e realizou-se a fotoativação por 30s, de acordo com as orientações do fabricante); Grupo Natural Glaze (as superfícies regularizadas foram condicionadas com ácido fosfórico 37% durante 30s, lavadas, secas e cobertas com o glazeador Natural Glaze, utilizando um aplicador descartável e aplicando um jato de ar por 5s a 5cm de distância, perpendicularmente à superfície do mesmo e fotoativando por 20s, de acordo com as orientações do fabricante); Grupo Experimental (as superfícies regularizadas foram condicionadas com ácido fosfórico 37%, durante 30s, lavadas, secas e cobertas com o glazeador experimental, utilizando um aplicador descartável e aplicando um jato de ar por 5s a 5cm de distância, perpendicularmente a superfície do mesmo e fotoativando por 20s).

Para o ensaio de desgaste realizado neste estudo, foi utilizado um pino de cerâmica como antagonista.<sup>(16-18)</sup> A cerâmica foi selecionada pois, segundo Shortall et al.<sup>(19)</sup> e Heintze et al.,<sup>(20)</sup> é o material que mais se assemelha ao esmalte no quesito desgaste e é passível de ser reproduzido. Para confecção dos pinos foi utilizado o sistema cerâmico e.Max Press (Ivoclar Vivadent), que é uma cerâmica vítrea reforçada por cristais de dissilicato de lítio.

Os pinos foram confeccionados com as dimensões de 2mm de diâmetro e 7mm de comprimento visando atender o padrão de desgaste oral, caracterizado como pontual em torno de 0,5 a 2mm de extensão.<sup>(16,21-23)</sup> Sua base era plana, para que fosse possível a reprodutibilidade do teste e para seu acabamento e polimento foram utilizadas lixas d'água de granulação 600, 800 e 1.200, para tornar a superfície lisa e adequada para os ensaios. A cada ensaio, a superfície plana do pino passava por um novo processo de polimento.

O teste de desgaste linear alternado (TDLA) é um ensaio padrão para determinar o desgaste por deslizamento de cerâmicas, metais, compósitos e diferentes materiais resistentes ao desgaste,<sup>(24)</sup> produzindo um desgaste entre duas superfícies através de um movimento de deslizamento. Esse movimento pode ser comparado, mesmo que sob condições *in vitro*, ao movimento de lateralidade e/ou protusão e retrusão da cavidade bucal.<sup>(22,25)</sup>

O equipamento utilizado neste ensaio foi o tribômetro modelo UMT (CETR - Center for Tribology Co), pertencente ao Laboratório de Superfícies e Filmes Finos da COPPE – UFRJ, adaptado para realizar testes de desgaste em materiais odontológicos com condições de ensaio próximas ao que ocorre na cavidade oral, uma vez que o equipamento permite ensaiar um material dentário contra outro de igual ou diferente composição num movimento de deslizamento, assemelhando-se ao movimento de lateralidade dos dentes. O ensaio também permite utilizar um meio líquido, como, por exemplo, água destilada ou saliva artificial.

O sistema da UMT consiste de uma unidade de controle e uma unidade de teste. A unidade de controle utiliza um computador *Pentium* com 16 canais de aquisição de dados e 2 ou 3 controladores de motor computadorizado. Ele vem acompanhado com um software de controle e um sistema operacional *Windows 2000/XP*. A unidade de teste, em sua parte superior, possui um sistema de posicionamento

vertical e lateral, para controlar a localização e a força de carregamento da amostra. A fase de transporte vertical é movida com o auxílio de um motor com um codificador para resposta. Ele fornece a força de carregamento responsável por pressionar a amostra superior contra a amostra localizada na parte inferior. A fase de posicionamento lateral pode ou não ser motorizada. O sensor de força 2D detecta a força de carregamento vertical, a força de arrasto lateral e a força de atrito. Um sensor de carga normal fornece um *feedback* para o controlador de movimento vertical, ajustando ativamente a posição da amostra para assegurar uma carga constante durante o teste. Os dados do ensaio podem ser adquiridos, calculados e apresentados em tempo real, bem como armazenados para futura recuperação e análise.

O sistema de acionamento é escolhido em função do tipo de teste. No caso deste estudo, o escolhido foi o desgaste linear alternado. A unidade inferior (porta-amostra inferior) é ligada à base da unidade, que possui ajustes para possibilitar o nivelamento. Este método utiliza uma amostra fixada na parte superior (pino cerâmico - antagonista) o qual desliza contra uma amostra plana fixada na parte inferior da máquina (disco de compósito). O suporte responsável pela aplicação da carga está ligado à uma célula de carga responsável por medir e controlar a forma aplicada.

Essas amostras de movem uma em relação à outra, de posterior para anterior, através de um movimento linear deslizante, sob um conjunto pré-determinado de condições. A carga é aplicada verticalmente para baixo através da “contra-amostra”, contra a amostra plana fixada horizontalmente. A carga, o comprimento do curso, a frequência de oscilação e a duração do teste são determinadas previamente e controlados via computador, que está acoplado à máquina de desgaste.

Antes a calibragem da máquina seguindo padrões pré-determinados, o CP previamente confeccionado é inserido no porta-amostra e completamente imobilizado por meio de uma placa metálica e parafusos. O pino, após o processo de polimento de sua base e desprovidos de qualquer tipo de contaminação, é adaptado em um suporte de plástico, confeccionado especificamente para adaptá-lo à máquina, e o conjunto é inserido no eixo vertical da máquina de desgaste e é aplicada uma carga de 5N (500g) sobre o pino cerâmico.<sup>(21,22)</sup> Tal força é controlada pela unidade de controle, que está ligada à unidade de teste. Na sequência, registra-se na unidade de controle o número de ciclos do ensaio em questão, além de outros parâmetros necessários para sua realização. A amplitude do movimento de vai e vem da mesa que contém a amostra durante o ensaio é de aproximadamente 5mm, previamente estabelecida na máquina. Durante o teste, as amostras ficam imersas em 20ml de água destilada,<sup>(26)</sup> que era trocada a cada nova amostra. São realizados 15.000 ciclos de desgaste para cada CP, com uma frequência de 2Hz, o que totalizava aproximadamente 2 horas de teste ininterrupto. Os locais de impressão foram escolhidos aleatoriamente.

Finalizado o TDLA, a profundidade do desgaste de cada CP é avaliada através de um perfilômetro de contato.<sup>(14,20,27-30)</sup> São obtidas três medidas transversais à direção do deslizamento do pino em cada CP. Para cada medida, obtem-se a profundidade máxima de desgaste, em micrometro ( $\mu\text{m}$ ), buscando conhecer a perda vertical de cada material após o ensaio de resistência à abrasão. Dessas três medidas, obtem-se a média aritmética da profundidade máxima de desgaste no sentido transversal ao deslizamento (Figura 1). Foi realizada uma análise das superfícies desgastadas através de microscopia óptica (Microscópio óptico Olympus GX 71).

Os resultados serão submetidos à análise estatística para a verificação de

diferenças ou não entre os grupos, com relação à resistência ao desgaste dos glazeadores testados. Para a avaliação de diferenças significativas entre os valores de resistência ao desgaste aplica-se Anova. Para complementação da Anova, a fim de evidenciar as diferenças e de comparar todos os grupos entre si, aplica-se o teste de Dunnett, sendo que para todos os teste realizados será considerado o nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS

Os valores de máxima profundidade de desgaste ( $\mu\text{m}$ ) de cada grupo avaliado encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores de máxima profundidade de desgaste (três medidas em cada amostra)

<b>Grupo Controle</b>			
Amostras	Profundidade ( $\mu\text{m}$ )		
1	12,13	11,45	11,15
2	13,79	14,05	13,91
3	11,22	11,74	11,59
4	13,17	12,06	12,31
5	12,41	13,28	12,97
6	13,55	12,25	12,13
<b>Grupo Biscover LV</b>			
1	0,6810	0,6901	0,6804
2	0,5084	0,5652	0,4809
3	0,5381	0,5198	0,5180
4	0,5783	0,6468	0,6538
5	0,5342	0,4866	0,5093
6	0,6367	0,6590	0,5944
<b>Grupo Natural Glaze</b>			
1	1,4912	1,3380	1,3739
2	1,4071	1,6920	1,6298
3	1,2813	1,3093	1,2233
4	1,2708	1,2304	1,3589
5	1,2814	1,3175	1,6677
6	1,6608	1,4285	1,4642
<b>Grupo Experimental</b>			
1	1,9370	1,9568	2,1614
2	2,1917	1,9459	1,9145
3	1,7907	1,9855	2,1937
4	1,4873	1,6994	1,9257
5	1,6600	1,4371	1,7642
6	1,7747	1,6166	1,7352

Os dados acima foram analisados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA) e observou-se diferença estatisticamente significativa ( $p$ -valor < 0,05) entre os grupos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Comparação entre os valores de profundidade máxima de desgaste ( $\mu\text{m}$ )

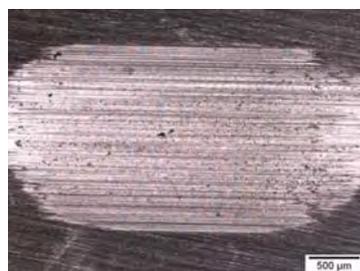
Variável	Grupos	Resultados da ANOVA	
		Média $\pm$ Desvio-padrão	p-valor
Profundidade	Controle	12,51 $\pm$ 0,89	0,000
	Biscover LV	0,59 $\pm$ 0,07	
	Natural Glaze	1,41 $\pm$ 0,12	
	Experimental	1,84 $\pm$ 0,18	

Foi empregado teste de múltiplas comparações de médias (Tabela 3) e observou-se que todos os grupos diferem entre si, em ordem crescente de valores: Biscover LV < Natural Glaze < Experimental < Controle.

**Tabela 3.** Resultados do teste de Dunnett ( $\mu\text{m}$ )

Grupos	Subgrupos homogêneos			
	A	B	C	C
Controle				12,51
Biscover LV	0,59			
Natural Glaze		1,41		
Experimental			1,84	

Foram obtidas imagens através de microscopia óptica de amostras representativas de cada grupo testado. Pela análise das imagens a seguir pode-se constatar alterações superficiais (cicatrices) resultantes do processo de desgaste, sobre cada um dos grupos avaliados (Figuras de 1 a 5).



**Figura 1.** Grupo controle.



**Figura 2.** Grupo natural glaze.



**Figura 3.** Grupo biscover LV.

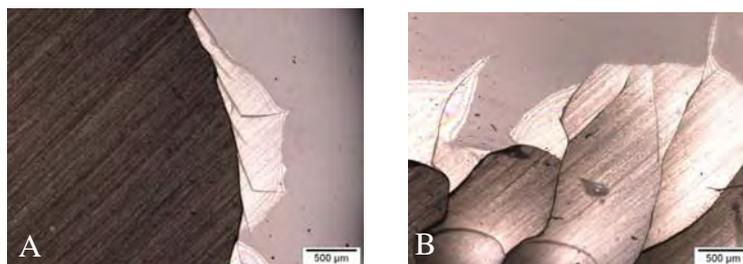


Figura 4. (a) e (b) Fratura da camada de glazeador (grupo Biscover LV).

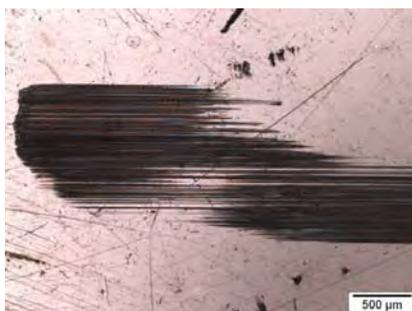


Figura 5. Grupo experimental.

## 4 DISCUSSÃO

Como a resina composta é um material que vem progressivamente tendo grande aceitação, sendo utilizada amplamente em tratamentos restauradores, alguns fatores devem ser observados a fim de garantir uma maior longevidade destas restaurações estéticas. Neste estudo verificamos a influência da aplicação de dois glazeadores disponíveis comercialmente e uma composição experimental na resistência ao desgaste de uma resina composta.

Vários estudos têm demonstrado a eficiência desses agentes na redução da taxa de desgaste, aumentando a longevidade das restaurações.<sup>(3,6,8)</sup> Além disso, promovem menor rugosidade superficial,<sup>(5,13,31-33)</sup> maior integridade e continuidade das margens das restaurações *in vivo* e *in vitro*.<sup>(6,3)</sup>

O desgaste das resinas compostas é um processo influenciado pelas reações químicas que ocorrem na cavidade bucal, erosão química da matriz, degradação do agente de silanização, porosidade interna e método de polimerização,<sup>(7,34)</sup> existindo diversos testes laboratoriais para avaliar a resistência ao desgaste desses materiais.<sup>(17,18,25,34-38)</sup>

Leinfelder<sup>(3)</sup> e Small<sup>(39)</sup> relataram que o selante de superfície seria capaz de diminuir a taxa de desgaste de uma resina composta em torno de 50%, mas como o próprio material de cobertura parece também sofrer processo de desgaste frente aos procedimentos abrasivos,<sup>(31,40)</sup> Dickinson, Mazer e Leinfelder<sup>(6)</sup> e Small<sup>(39)</sup> recomendaram que estes materiais deveriam ser reaplicados em visitas subsequentes. Segundo Ferreira, Lopes e Baratieri,<sup>(41)</sup> o que se pode esperar dos agentes de penetração superficial é um retardamento nos níveis de desgaste de uma restauração de compósito. Santos et al.<sup>(37)</sup> relataram que a aplicação de uma resina fluida (sem carga) poderia aumentar a resistência ao desgaste de restaurações de resina composta pela presença de uma fina camada de material orgânico, retardando a exposição de partículas de carga subjacente, presentes na composição da resina composta.

De acordo com os resultados e as análises estatísticas obtidas neste estudo, os glazeadores testados foram capazes de reduzir a profundidade de desgaste quando comparados com o grupo Controle. Os glazeadores Biscover LV (Bisco), Natural Glaze (Nova DFL) e Experimental apresentaram profundidade de desgaste significativamente menor que o grupo Controle (Biscover LV < Natural Glaze < Experimental < Controle), após teste de resistência à abrasão, utilizando a metodologia TDLA. Esses achados concordam com os resultados encontrados por Nascimento,<sup>(13)</sup> que avaliou a resistência ao desgaste de resinas compostas protegidas com glazeadores e selantes de superfície, através de um ensaio de resistência à abrasão de dois corpos (TDLA), observando que os grupos que receberam aplicação de Biscover (Bisco), Fill Glaze (Vigodent) e Fortify (Bisco) apresentaram profundidade de desgaste significativamente menor que o grupo Controle, tornando a resina composta mais resistente à abrasão.

Os resultados obtidos aqui também concordam com estudos clínicos<sup>(42-44)</sup> e laboratoriais,<sup>(8,37,45)</sup> onde os autores relataram que a aplicação de uma resina sem carga foi capaz de aumentar a resistência ao desgaste de um compósito. Isso pode ser explicado pela presença de uma camada de matriz orgânica selando a superfície da restauração, que pode sofrer desgaste, retardando a exposição dos materiais restauradores subjacentes. A camada de selante ou glazeador poderia funcionar com um amortecedor das tensões geradas pelo corpo antagonista, preservando a integridade da camada subsuperficial (resina composta).

Ratanapridakul, Leinfelder e Thomas<sup>(4)</sup> justificaram a ação positiva dos selantes de superfície na redução do desgaste pelo fato desses materiais penetrarem nas microrrachaduras existentes na superfície da resina composta, unindo suas paredes e preenchendo-as, reforçando a matriz orgânica e dessa forma, aumentando a resistência do material à fratura e ao desgaste, conseqüentemente, aumentando a longevidade da restauração. Além disso, os autores salientaram que a rugosidade superficial das resinas compostas diminui a resistência do material e pode acelerar seu desgaste, concordando também com os resultados obtidos neste estudo, onde o Biscover LV apresentou os menores valores de rugosidade e de desgaste, quando comparado com todos os outros grupos.

O comportamento do Natural Glaze (Nova DFL) pode ser justificado pela formação de uma camada superficial não polimerizada, inibida pela presença do oxigênio, o que não ocorre na superfície do Biscover LV, que possui uma camada superficial menos sensível à determinados desafios.<sup>(11)</sup> Reforçando essa hipótese, podemos citar novamente o trabalho de Nascimento,<sup>(18)</sup> que usou metodologia semelhante, onde foi observado que o grupo selado com o Fortify (Bisco) apresentou profundidade de desgaste maior que o grupo selado com Biscover (Bisco), porém menor que o grupo Controle (sem selamento). O selante Fortify, assim como o Natural Glaze, possui uma camada superficial não polimerizada, inibida pela presença do oxigênio.

Dos glazeadores testados neste trabalho, o que apresentou pior comportamento com relação à resistência ao desgaste foi o glazeador Experimental, que contém partículas de carga nanométricas em sua composição, apesar de não ter apresentado uma profundidade de desgaste tão grande como o grupo Controle. Tal comportamento pode ser justificado pela maior dificuldade de formação de uma camada mais uniforme, devido à maior viscosidade e menor capacidade de escoamento desse material, bem como à maior dificuldade de penetração nas microfendas da superfície do compósito, quando comparado com um glazeador ou selante de superfície sem carga. Concordando com esse resultado, podemos citar

os trabalhos de Nascimento<sup>(18)</sup> e Nahsan,<sup>(46)</sup> os quais relataram que os glazeadores ou selantes de superfície que continham carga também desempenharam um papel inferior ao demais, sem carga (Fortify Plus – Bisco e Lasting Touch – Dentsply, respectivamente).

De acordo com Coelho,<sup>(47)</sup> outra possível justificativa para esse fato seria a ocorrência de uma fraca efetividade da adesão interfacial (entre matriz orgânica e partícula de carga nanométrica), que constitui um parâmetro crítico para a transferência de tensões na matriz polimérica, podendo ocorrer uma redução da resistência ao impacto devido à concentrações de tensões gerada pelas partículas. Provavelmente ocorreram mudanças nos mecanismos de desgaste envolvidos por causa da inclusão das nanopartículas de carga.

Zimmerli et al.<sup>(40)</sup> observaram grande desgaste dos glazeadores após ciclos de escovação, expondo a superfície do compósito. O Biscover LV (Bisco), em especial, apresentou inúmeras fraturas e descolamentos, mostrando uma frágil estrutura de recobrimento, deixando visíveis grandes áreas da superfície do compósito. Baseado nessas observações, os autores concluíram que a adesão desses materiais nas superfícies dos compósitos a longo prazo é questionável. Essas informações apoiam os dados encontrados neste estudo, onde foi observado o descolamento e fratura da camada de Biscover LV aplicada sobre alguns espécimes de resina composta (Figuras 3, 4a e 4b). Williams et al.<sup>(48)</sup> observaram, *in vivo*, falhas semelhantes na camada de *glaze* em exames posteriores e afirmaram que cedo ou tarde tal camada seria parcialmente ou totalmente removida. Itoh, Iwaku e Fusayama<sup>(49)</sup> também observaram perda da camada de *glaze*, deixando a superfície rugosa, semelhante às superfícies não glazeadas e afirmaram que a melhora na textura superficial causada pelo glazeamento deveria ser considerada temporária.

Lambrechts e Vanherle,<sup>(50)</sup> na tentativa de explicar o motivo pelo qual as camadas de *glaze* se soltavam da superfície da resina composta, afirmaram que a falha na retenção química ou mecânica foi causada pela contração de polimerização, sendo a do *glaze* 4,8 vezes maior que a do compósito e concluíram que a diferença entre as propriedades físicas dos dois materiais, como contração de polimerização e expansão térmica, poderia explicar a soltura do agente glazeador. Cilli et al.<sup>(31)</sup> justificaram a não retenção do glazeador (Biscover – Bisco) causada por uma diminuição importante das ligações duplas insaturadas na superfície do compósito após os procedimentos de acabamento, o que provavelmente enfraqueceu a ligação entre o compósito e o material de cobertura.

Os métodos de desgaste *in vitro* podem ser úteis para avaliar e classificar o desempenho de materiais antes dos ensaios clínicos e também para avaliar mecanismos de desgaste em determinadas condições. Porém os mecanismos de desgaste são diretamente dependentes dos métodos ou testes laboratoriais utilizados, uma vez que um mesmo material, submetido a diferentes metodologias de desgaste pode se comportar de maneira diferente.<sup>(51)</sup>

A falta de um método de avaliação padronizado de desgaste dos materiais dificulta uma análise comparativa dos dados obtidos pelos mais variados estudos.<sup>(17)</sup> Além disso, Jones, Jones e Wilson<sup>(52)</sup> enfatizaram que os resultados de qualquer estudo *in vitro* servem para prever o comportamento de um determinado material sob uma determinada situação, mas os resultados só podem ser confirmados depois de avaliados por longos períodos de estudo *in vivo*. Entretanto, uma das vantagens em realizar estudos laboratoriais está na maior simplicidade em isolar uma determinada condição.

## 5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados podemos concluir que todos os glazeadores testados foram capazes de reduzir o desgaste da resina composta, quando comparados com o grupo controle, diferindo entre si, apresentado uma ordem crescente de desgaste (Biscover < Natural Glaze < Experimental < Controle) e que o glazeador Experimental se comportou de forma diferente dos glazeadores disponíveis comercialmente, apresentando uma menor resistência ao desgaste que o Natural Glaze e o Biscover LV.

As características descritas anteriormente somadas aos resultados encontrados neste estudo tornam interessante a utilização de um glazeador como material de cobertura em restaurações de resina composta, apesar da necessidade de reaplicações periódicas. Vale ressaltar que esse estudo foi realizado *in vitro* e, apesar da metodologia tentar se aproximar ao máximo do que ocorre na cavidade oral, ela não corresponde exatamente à realidade clínica. Estudos clínicos longitudinais são necessários para avaliar a real eficiência desses materiais na resistência ao desgaste de restaurações de dentes posteriores.

## REFERÊNCIAS

- 1 BOWEN, R. L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J. Am. Dent. Assoc., v. 66, n. 1, p. 57-64, 1963.
- 2 PHILIPS, R. W. et al. Observations on a composite resin for Class II restorations: two-year report. J. Prosthet. Dent., v. 28, n. 2, p. 164-169, Aug. 1972.
- 3 LEINFELDER, K. F. Using composite resin as a posterior restorative material. J. Am. Dent. Assoc., v. 122, n. 4, p. 65-70, Apr. 1991.
- 4 RATANAPRIDAKUL, K.; LEINFELDER, K. F.; THOMAS, J. Effect of finishing on the *in vivo* wear rate of posterior composite resin. J. Am. Dent. Assoc., v. 118, n. 3, p. 333-335, Mar. 1989.
- 5 ATTAR, N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. J. Contemp. Dent. Pract., v. 8, n. 1, p.1-11, Jan. 2007.
- 6 DICKINSON, G.L.; MAZER, R. B; LEINFELDER, K. F. Two year clinical study on effect of surface sealant. J. Dent. Res., v. 69, n. 1, p. 308, Jul/Dec. 1990. Special issue.
- 7 LEINFELDER, K. F. Current developments in posterior composite resins. Adv. Dent. Res., v. 2, n. 1, p. 115-121, Aug. 1988.
- 8 KAWAI, K.; LEINFELDER, K. F. Effect of surface-penetrating sealant on composite wear. Dent. Mat., v. 9, n.2, p. 108-113, Mar. 1993.
- 9 CHRISTENSEN, G. J. Sorting out the confusing array of resin-based composite in dentistry. J. Am. Dent. Assoc., v. 130, n. 2, p. 275-277, Feb. 1999.
- 10 BAYNE, S. C.; HEYMANN, H. O.; SWIFT JR, E. J. Update on dental composite restorations. J. Am. Dent. Assoc., v. 125, n. 6, p. 687-799, Jun. 1994.
- 11 SUH, B. I. A new resin technology: a glaze/composite sealant that cures without forming an oxygen-inhibited layer. Compendium, v. 24, n. 8, p. 27-29, Aug. 2003.
- 12 ATABEK, D.; SILLELIOGLU, H.; OLMEZ, A. The efficiency of a new polishing material: nanotechnology liquid polish. Oper. Dent., v. 35, n. 3, p. 362-369, 2010.
- 13 CATELAN, A. et al. Effect of Artificial Aging on the Roughness and Microhardness of Sealed Composites. J. Esthet. Restor. Dent., v. 22, n. 5, p. 324-331, 2010.
- 14 TURSSI, C. P., FERRACANE, J. L., SERRA, M. C. Abrasive wear of resin composite as related to finishing and polishing procedures. Dent. Mat., v. 21, n. 7, p. 641-648, 2005.
- 15 PALLAV, P. et al. The influence of admixing microfiller to small – particle composite resin on wear, tensile strength, hardness and surface roughness. J. Dent. Res., v. 68, n. 3, p. 489-490, Mar. 1989.

- 16 MANHART, J. et al. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent. Mat.*, v. 16, n. 1, p. 33–40, 2000.
- 17 DOLAVALE, L. C. Caracterização mecânica e tribológica de um compósito odontológico de uso indireto. 2007. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- 18 NASCIMENTO, K. D. P. Influência do selamento superficial na resistência ao desgaste de uma resina composta. 2009. 75f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- 19 SHORTALL, A. C.; HU, X. Q.; MARQUIS, P. M. Potential countersample materials for in vitro simulation wear testing. *Dent. Mat.*, v. 18, n. 3, p. 246-254, 2002.
- 20 HEINTZE, S.D. et al. A comparison of three different methods for the quantification of the in vitro wear of dental materials. *Dent. Mat.*, v. 22, n. 11, p. 1051-1062, 2006.
- 21 ANTUNES, P.V.; RAMALHO, A. Study of abrasive resistance of composites for dental restoration by ball-cratering. *Wear*, v. 255, n. 7, p. 990–998, 2003.
- 22 RAMALHO, A.; ANTUNES, P.V. Reciprocating wear test of dental composites: effect on the antagonist. Short communication. *Wear*, v. 259, n. 7, p. 1005–1011, 2005.
- 23 LAMBRECHTS, P. et al. How to simulate wear? Overview of existing methods. *Dent. Mat.*, v. 22, n. 8, p. 693-701, 2006.
- 24 CETR UMT Multi-Specimen Test System, Hardware Installation & Applications Manual. Centre for Tribology, Campbell CA - USA, 2009. 124p.
- 25 DE SOUZA, J. A. Análise in vitro do desgaste de um compósito odontológico microhíbrido utilizando duas metodologias diferentes. 2006. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- 26 RAMALHO, A.; ANTUNES, P.V. Reciprocating wear test of dental composites against human teeth and glass. *Wear*, v. 263, n. 7, p. 1095–1104. 2007.
- 27 REID, C. N.; FISHER, J.; JACOBSEN, P. H. Fatigue and wear of dental materials. *J Dent.*, v. 18, n. 4, p. 209-215, Aug. 1990.
- 28 NAGARAJAN, V. S.; JAHANMIR, S.; THOMPSON, V. P. In vitro contact wear of dental composites. *Dent. Mat.*, v. 20, n. 1, p. 63-71, 2004.
- 29 LEE, Y. K. et al. Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. *J. Prosthet. Dent.*, v. 94, n. 4, p. 370-376, 2005.
- 30 YESIL, Z. D. et al. Evaluation of the wear resistance of new nanocomposite resin restorative materials. *J. Prosthet. Dent.*, v. 99, n. 6, p. 435-443, 2008.
- 31 CILLI R. et al. The role of surface sealants in the roughness of composites after a simulated toothbrushing test. *J. Dent.*, v. 37, n. 12, p. 970-977, 2009.
- 32 PEREZ, C. R. et al. Effect of a glaze/composite sealant on the 3-D surface roughness of esthetic restorative materials. *Oper. Dent.*, v. 34, n. 6, p. 674-680, 2009.
- 33 DOS SANTOS, P. H. et al. Effect of fluid resins on the surface roughness and topography of resin composite restorations analyzed by atomic force microscope. *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.*, v. 4, n. 3, p. 433-439, 2011.
- 34 DE GEE, A. J.; PALLAV, P.; DAVIDSON, C. L. Effect of abrasion medium on wear of stress-bearing composites and amalgam *in vitro*. *J. Dent. Res.*, v. 65, n. 5, p. 654-658, May. 1986.
- 35 HEATH, J. R.; WILSON, H. J. Surface roughness of restorations. *Brit. Dent. J.*, v. 140, n. 4, p. 131-137, Feb. 1976.
- 36 EHRNFORD, L. et al. An abrasion test for composite resins. *J. Dent. Res.*, v. 59, n. 4, p. 716-720, Apr. 1980.
- 37 DOS SANTOS, P. H. et al. Effect of surface penetrating sealant on roughness of posterior composite resin. *Am. Dent. J.*, v. 16, n. 3, p. 197-201, 2003.
- 38 FREITAS, M.F.A. Desgaste abrasivo de uma resina composta, através de três diferentes métodos (disco retificado, escovação e nanodurômetro). 2011. 83f. Tese (Doutorado em Ciências Odontológicas Aplicadas, área de concentração Dentística) – USP, Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru, São Paulo, 2011.

- 39 SMALL, B. W. Direct posterior composite restorations - State of the art. *Gen. Dent.*, v. 46, n. 1, p. 26-32, Jan/Fev. 1998.
- 40 ZIMMERLI, B. et al. The influence of toothbrushing and coffee staining on different composite surface coatings. *Clin. Oral. Invest.*, v. 16, n. 2, p. 469-79, 2012.
- 41 FERREIRA, R.S.; LOPES, G. C.; BARATIERI, L. N. Direct posterior resin composite restorations: Considerations on finishing/polishing. *Clinical procedures. Quint. Int.*, v. 35, n. 5, p. 359-366, 2004.
- 42 DICKINSON, G.L.; LEINFELDER, K. F.; RUSSELL, C. M. Evaluation of wear by application of a surface sealant. *J. Dent. Res.*, v. 67, n. 1, p. 362, 1988. Special issue.
- 43 DICKINSON, G.L.; LEINFELDER, K. F. Assessing the long-term effect of a surface penetrating sealant. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 124, n. 7, p. 68-72, Jul. 1993.
- 44 TORRES, A. C. M.; PAGANI, C.; ARAÚJO, M. A. M. Selamento de superfície em restaurações de resina composta: Avaliação clínica e de modelos de estudo. *PGR*, v. 3, n. 2, p. 108-120, Jul/Dez 2000.
- 45 DICKINSON, G.L. et al. Effect of surface penetrating sealant on wear rate of posterior composite resins. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 121, n. 2, p. 251-252, Aug. 1990.
- 46 NAHSAN, F. P. S. Influência da aplicação de selantes de superfície na rugosidade superficial de resinas compostas. 2009. 135f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2009.
- 47 COELHO, M. J. Nanocompósitos de epóxi reforçado com nanopartículas de óxido de alumínio ou óxido de titânio. 2011. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – UDESC, Centro de Ciências Tecnológicas, Joinville, Santa Catarina, 2011.
- 48 WILLIAMS, H. A. et al. Surface characteristics of resin-coated composite restorations. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 97, n. 3, p. 463-467, Sep. 1978.
- 49 ITOH, K.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Effectiveness of glazing composite resin restorations. *J. Prosthet. Dent.*, v. 45, n. 6, p. 606-613, Jun. 1981.
- 50 LAMBRECHTS, P.; VANHERLE, G. The use of glazing materials for finishing dental composite resin surfaces. *J. Oral Rehabil.*, v. 9, n. , p. 107-117, 1982.
- 51 HEINTZE, S.D. et al. Laboratory methods for evaluating the wear of denture teeth and their correlation with clinical results. *Dent. Mat.*, v. 28, n. 3, p.261-272, 2012.
- 52 JONES, D. W.; JONES, P. A.; WILSON, H. J. A simple abrasion test for composites. *J Dent.*, v. 1, n. 1. P. 28-34, Oct. 1972.