



AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA E DA RUGOSIDADE DE DIFERENTES TIPOS DE RESINA FRENTE À ESCOVAÇÃO MECÂNICA SIMULADA E AO CICLO EROSIVO

Palavras-Chave: Resinas compostas, escovação dentária, erosão dentária.

Autores/as:

Vinicius de Oliveira Loiola (FOP/UNICAMP)

Marcela Alvarez Ferretti (FOP/UNICAMP)

Suelem Chasse Barreto (FOP/UNICAMP)

Rodrigo Barros Esteves Lins (UEPB)

Prof.º Dr.º Flávio Henrique Baggio Aguiar (Orientador – FOP/UNICAMP)

RESUMO:

Este trabalho teve como objetivo avaliar a rugosidade superficial e a microdureza Knoop das resinas compostas convencionais e do tipo bulk-fill. A partir de uma matriz de teflon bipartida, foram confeccionados 80 espécimes cilíndricos e polidos por meio de politriz giratória com lixas de carbetto de silício, com granulações decrescentes em #1200, #2000 e #4000. Foram confeccionados 20 amostras das resinas: Filtek Z350 XT (3M CONV), Filtek Bulk-fill (3M BULK), Tetric N-Ceram (IVO CONV) e Tetric N-Ceram Bulk-fill (IVO BULK). Após polimento e randomização, cada grupo de resina foi separado pela metade, gerando 8 grupos (n=10), sendo 4 grupos submetidos somente ao desafio abrasivo (E) (3M CONV E; 3M BULK E; IVO CONV E; IVO BULK E), através de simulação de escovação mecânica e os outros 4 grupos submetidos ao desafio abrasivo somado ao ciclo erosivo (EC) com a imersão em 15 mL de ácido cítrico, por 1 minuto por 4 vezes ao dia (3M CONV EC; 3M BULK EC; IVO CONV EC; IVO BULK EC). Ambos os tratamentos tiveram duração de 15 dias. Foram avaliados a rugosidade superficial e a microdureza Knoop antes e após os ciclos abrasivos e somados ou não aos ciclos erosivos. Os dados obtidos passaram pelo teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, foram analisados pela Análise de Variância (ANOVA) de medidas repetidas de três vias com post hoc de Bonferroni e considerado nível de significância de 5%. IVO CONV E, IVO BULK E, 3M CONV EC, 3M BULK EC e IVO CONV EC tiveram um aumento em sua rugosidade superficial após tratamento, enquanto que os valores de microdureza Knoop após tratamento foram aumentados apenas para os grupos 3M BULK E e 3M BULK EC. Com isso, pode-se concluir que a rugosidade superficial e microdureza é influenciada pelo tipo de composição do material resinoso, em que eventos abrasivos e erosivos possibilitam o aumento de ambas variáveis.

METODOLOGIA:

Foram confeccionados 20 corpos de provas de cada compósito fotopolimerizável, Filtek Z350 XT (3M CONV), Filtek Bulk-fill (3M BULK), Tetric N-Ceram (IVO CONV) e Tetric N-Ceram Bulk-fill (IVO BULK), através de uma matriz de teflon bipartida (Figura 1). A cavidade da matriz foi preenchida com incrementos únicos de compósito resinoso fotopolimerizáveis (Figura 2), foi posicionada a tira de poliéster com leve pressão digital, a lamínula de vidro e o peso de 500g sobre a matriz durante 3 minutos. Os compósitos foram fotoativados com fonte de luz LED (VALO, Ultradent Products Inc; S. Jordan, UT, EUA - 1400mW/cm²) pelo tempo recomendado

pelos fabricantes (Figura 3). Os excessos das amostras foram removidos com lâminas de bisturi número 15 (Free-Bac, Zhangjing Town, XC, China) e os espécimes foram armazenados em microtubos com umidade relativa, por 24 horas, em estufa à 37°C (Figura 4). Após 24 horas, as amostras foram submetidas ao polimento em politriz giratória (modelo APL-4; Arotec, Cotia, SP, Brasil) com lixas de carbetto de silício, em granulações decrescentes #1200, #2000 e #4000 (CARBIMET Paper Discs; Buehler, IL, EUA), a última lixa padronizada em tempo de 1 minuto e meio. A cada troca de lixa e com o fim do polimento, as amostras receberam banho em cuba ultrassônica (ultra clearer USC-1450A/Frequência 25kHz, UNIQUE, Indaiatuba, SP, Brasil) com água destilada por 15 minutos.

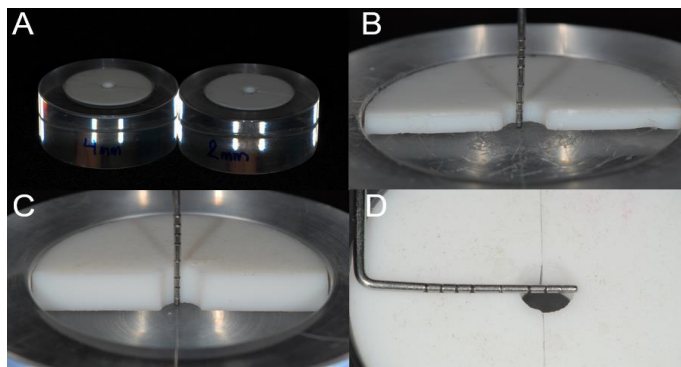


Figura 1. A: Matrizes de teflon bipartida, à esquerda para resinas bulk-fill e à direita para resinas convencionais; B: Matriz de teflon bipartida para resinas convencionais com 2 mm de altura; C: Matriz de teflon bipartida para resinas bulk-fill com 4 mm de altura; D: Para ambas as matrizes 4 mm de diâmetro.

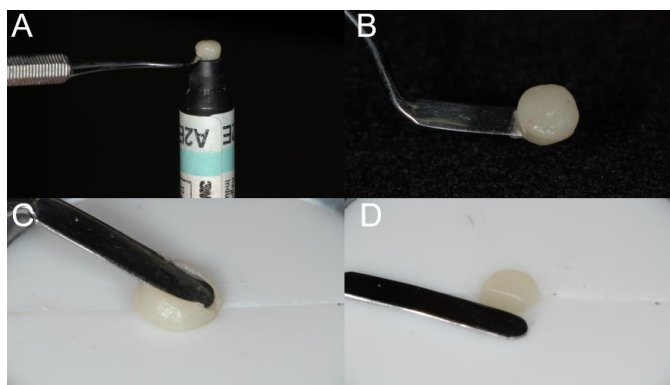


Figura 2. A: Remoção de incremento fotopolimerizável através de uma espátula de inserção; B: Incremento de resina composta em espátula de inserção; C: Inserção em incremento único de compósito no interior da matriz; D: Regularização do compósito fotopolimerizável na matriz.

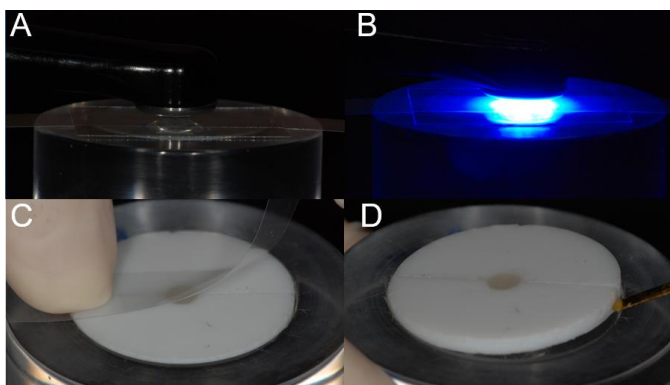


Figura 3. A: Com a remoção do peso, a fonte de luz LED foi posicionada sobre a lamínula de vidro, tira de poliéster e matriz de teflon bipartida; B: Compósito resinoso foi fotoativado de acordo com o tempo informado pelo fabricante; C: Após a fotopolimerização, a lamínula de vidro e a tira de poliéster foram removidas; D: A matriz bipartida foi retirada da estrutura metálica.

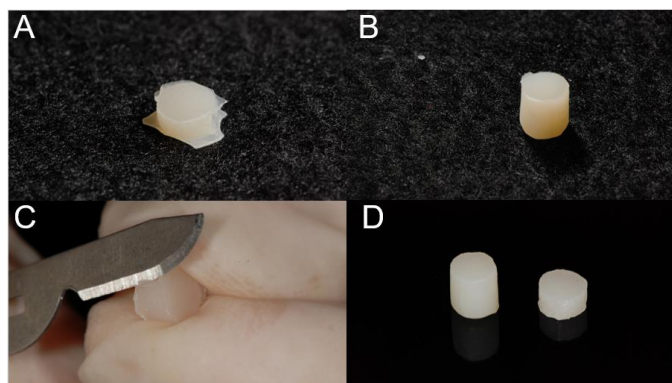


Figura 4. A: Aspecto da amostra de resina composta convencional após a fotopolimerização; B: Aspecto da amostra de resina bulk-fill após a fotopolimerização; C: Foram removidos os excessos das amostras através de bisturi número 15; D: Aspecto final da amostra de resina bulk-fill à esquerda e de resina composta convencional à direita após a remoção de excessos.

As leituras de rugosidade superficial foram realizadas antes e após escovação mecânica simulada (E) e escovação mecânica simulada associada ao ciclo erosivo (EC), através de Perfilômetro (Surftest 211; Mitutoyo Corp., Tóquio, Japão). Os valores da média inicial serviram para randomização das amostras dentro dos grupos de mesma resina composta. Em seguida, as amostras foram levadas ao Microdurômetro (HMV-2000, Shimadzu Corporation, Kiyamachi-Nijo, Kyoto, Japão). A carga utilizada foi de 25 g por 10 s. A média dos cinco valores de indentações foram calculadas como o valor de KHN para cada amostra. Os grupos 3M CONV EC, 3M BULK EC, IVO CONV EC e IVO BULK EC, foram submetidos ao ciclo erosivo. A imersão de cada amostra foi realizada com 15 mL de solução ácido cítrico 0,02 M, com pH = 2.0, este foi mensurado através do pHmetro (Hanna pH 21; Barueri, SP, Brasil), por 1 minuto, 4 vezes por dia durante o período de 15 dias. A imersão dos espécimes ocorreu durante todos os dias às 8h, 14h, 18h e 20h, de acordo com modificação do protocolo proposto por Roque et al. 2015. Entre as imersões, cada espécime foi lavado com água destilada e armazenados na estufa em 37 °C.

A escovação mecânica foi realizada em todos os grupos, com 80 escovas Dental Indicator Plus 30 (Procter & Gamble do Brasil, São Paulo, SP, Brasil) e *slurry* com proporção de 1:3 em massa para a diluição do dentífrico Colgate Máxima Proteção Anti-Cárie (Colgate Palmolive Company, São Bernardo do Campo, SP, Brasil). Ocorreram 40.000 movimentos (20.000 ciclos), correspondendo a 2 anos de escovação (Roque 2015 et al.), com frequência de 4 Hz, sob carga de 200 g. Estes foram divididos e empregados igualmente ao decorrer de 15 dias. Com o fim do tratamento, a microdureza Knoop e a rugosidade superficial foram avaliadas. A análise estatística foi realizada no programa IBM SPSS, os dados foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov e analisados através da Análise de Variância (ANOVA) de medidas repetidas de três vias, em razão dos três fatores: comparação entre as resinas (3M CONV, 3M BULK, IVO CONV e IVO BULK no mesmo período), os tempos (antes e depois) e o tratamento realizado (escovação simulada e ciclagem erosiva) com *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância considerado neste estudo foi de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

De acordo com a Tabela 1, a rugosidade inicial de todas as resinas compostas somente escovadas, foi semelhante estatisticamente. Após a escovação, ocorreu diferença estatística entre os grupos de resinas do mesmo tratamento. IVO CONV E se diferenciou estatisticamente de todos os outros compósitos e apresentou a maior rugosidade superficial, seguida por IVO BULK E, 3M CONV E. Observou-se aumento da rugosidade superficial apenas para as resinas IVO CONV E e IVO BULK E. Para o grupos que tiveram sua superfície escovada e erodida, as resinas IVO CONV EC, IVO BULK EC apresentaram os maiores valores de rugosidade inicial, seguidos de 3M BULK EC e 3M CONV EC. Após os tratamentos de escovação simulada e ciclagem erosiva, todos os compósitos apresentaram semelhança estatística entre si. Mesmo assim, ao avaliar a variável tempo, antes e após tratamento (escovação + ciclagem erosiva), da mesma resina composta, IVO CONV EC, 3M BULK EC, 3M CONV EC tiveram um aumento em sua rugosidade após escovação associada ao ciclo erosivo.

Tabela 1. Média e desvio-padrão de rugosidade superficial.

	Escovada (E)		Escovadas + Ciclagem erosiva (EC)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
3M CONV	0.083 (1.5·10 ⁻²) Aa	0.093 (1.5·10 ⁻²) Abc	0.079 (0.9·10 ⁻²) Ab*	0.097 (1.1·10 ⁻²) Aa*
3M BULK	0.085 (1.1·10 ⁻²) Aa	0.089 (1.6·10 ⁻²) Ac	0.085 (1.4·10 ⁻²) Aab*	0.100 (2.3·10 ⁻²) Aa*
IVO CONV	0.089 (1.0·10 ⁻²) Aa*	0.127 (1.2·10 ⁻²) Aa*	0.091 (1.0·10 ⁻²) Aa*	0.110 (1.9·10 ⁻²) Aa*
IVO BULK	0.090 (1.1·10 ⁻²) Aa*	0.110 (1.7·10 ⁻²) Ab*	0.096 (1.2·10 ⁻²) Aa	0.093 (1.7·10 ⁻²) Aa

Letras minúsculas diferentes referem-se as diferenças estatísticas entre as resinas compostas em cada tempo de cada tratamento (coluna). Letras maiúsculas diferentes referem-se as diferenças estatísticas entre os tratamentos em cada tempo avaliado de cada resina composta. * referem-se a diferenças estatísticas entre os tempos avaliados de cada resina composta de cada tratamento realizado (linha).

Em relação à Tabela 2, isolando o fator tratamento (escovadas ou escovadas + ciclagem erosiva), as resinas compostas somente escovadas apresentaram diferenças quanto à microdureza inicial. 3M CONV E apresentou maior microdureza inicial, seguida de 3M BULK E, IVO CONV E e IVO BULK E. Esta última, apresentando a menor microdureza inicial dentro das resinas com o tratamento apenas abrasivo. Esse padrão pode ser observado também entre a microdureza inicial das resinas compostas que tiveram sua superfície escovada e erodida. Após a escovação simulada, ao se comparar os tempos antes e depois, observou-se que a microdureza aumentou apenas para a resina 3M BULK E, o que foi possível observar também na comparação entre os tempos antes e depois da escovação simulada associada ao ciclo erosivo, no qual a microdureza teve aumento apenas para o grupo da resina 3M BULK EC.

Tabela 2. Média e desvio-padrão de microdureza Knoop.

	Escovada (E)		Escovadas + Ciclagem erosiva (EC)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
3M CONV	81.38 (2.8) Aa	81.15 (8.6) Aa	80.64 (6.8) Aa	83.44 (5.4) Aa
3M BULK	73.01 (3.9) Ab*	84.89 (5.2) Aa*	72.38 (4.8) Ab*	80.78 (9.4) Aa*
IVO CONV	64.15 (6.7) Ac	59.51 (9.3) Ab	65.00 (6.1) Ac	59.76 (6.8) Ab
IVO BULK	59.06 (4.0) Ad	59.18 (7.9) Ab	59.13 (6.8) Ad	57.69 (3.8) Ab

Letras minúsculas diferentes referem-se as diferenças estatísticas entre as resinas compostas em cada tempo de cada tratamento (coluna). Letras maiúsculas diferentes referem-se as diferenças estatísticas entre os tratamentos em cada tempo avaliado de cada resina composta. * referem-se a diferenças estatísticas entre os tempos avaliados de cada resina composta de cada tratamento realizado (linha).

O processo abrasivo ocorre por meio da degradação gradual da matriz orgânica, resultando na elevação ou remoção das partículas de carga que acarretam na formação de protuberâncias e depressões (Ruivo 2019 et al.). Quando as partículas de carga não estão adequadamente comportadas a sua eliminação é favorecida com a abrasão e facilita o desgaste de forma mais ágil. Conseqüentemente, pode ocorrer alteração na rugosidade superficial do material, que é influenciada pela força aplicada, duração da escovação e abrasivos presentes nos dentifrícios (Rana 2018 et al.). Após os 20.000 ciclos de escovação simulada, ocorreu aumento da rugosidade superficial para as resinas IVO CONV E e IVO BULK E, enquanto os compósitos 3M CONV E e 3M BULK E não alteraram a rugosidade superficial. O tamanho dimensional das partículas dos compósitos pode ter influenciado nesse resultado. Uma vez que o compósito 3M convencional e do tipo bulk-fill possuem o tamanho dimensional das partículas de carga máximo de 20 nm, com exceção das partículas de trifluoreto de itérbio que aglomeradas chegam a 100 nm no compósito 3M do tipo bulk-fill, e os compósitos IVO convencional e do tipo bulk-fill possuem o tamanho das partículas de carga máximo de 3000 nm. Compósitos com menores tamanhos de partículas apresentam maior resistência aos processos que causam desgaste, pois proporcionam maior homogeneidade e menor quantidade de partículas salientes. Dessa forma, é esperado que compósitos nanoparticulados apresentem uma maior resistência ao desgaste por sua maior quantidade de partículas de carga quando comparadas aos materiais restauradores nanohíbridos (Kaur 2015 et al., Suzuki 2009 et al.). Com apenas a escovação mecânica, somente a 3M BULK E alterou a sua microdureza Knoop, com aumento do seu valor.

A presença do ácido em materiais resinosos provoca a dissolução da matriz orgânica, deixando-a amolecida e favorecendo a lixiviação da porção inorgânica do material resinoso, aumentando a possibilidade das partículas de carga de serem removidas, ocorre interferência nessas partículas de carga, que as tornam instáveis e reduzem a resistência desses materiais. 3M CONV EC, 3M BULK EC e IVO CONV EC aumentaram sua rugosidade superficial, com exceção da compósito IVO BULK EC, o qual não apresentou alteração após o tratamento abrasivo associado ao ciclo erosivo. As resinas compostas podem absorver água através de sua porção orgânica, a qual é expandida e favorece a lixiviação, tendo como resultado a hidrólise e a quebra de ligações químicas entre a matriz polimérica formada e partículas de carga presentes na composição do compósito, facilitando a remoção das partículas de carga de sua superfície e tornando a região mais rugosa e diminuindo sua microdureza (Tantanuch 2016 et al.). Ainda que os efeitos de substâncias químicas promovam alterações na matriz orgânica, desenvolvendo um papel importante nas propriedades de um material restaurador, a composição desses materiais, como tipo, tamanho e concentração de partículas de carga, influencia diretamente o comportamento dos compósitos frente ao desgaste (Münchow 2014 et al.). Somente a resina composta 3M BULK EC apresentou alteração em sua microdureza Knoop com o aumento dessa propriedade, uma possível explicação para o aumento da microdureza Knoop é através da exposição das partículas de carga como resultado do processo abrasivo e erosivo (Ferretti 2020 et al.). A ausência de alteração da microdureza Knoop dos compósitos 3M CONV EC, IVO CONV EC e IVO BULK EC possivelmente poderia ser diferente se o tempo de ciclagem fosse maior. O processo abrasivo somado ao erosivo ocasionou a alteração da microdureza Knoop somente na resina composta do tipo 3M BULK EC.

CONCLUSÃO:

De acordo com os resultados deste estudo, podemos concluir que tanto a rugosidade superficial quanto a microdureza Knoop são influenciadas pelo tipo de composição monomérica e de partículas de carga presentes em cada resina composta. Eventos abrasivos superficiais, assim como sua associação com desafios erosivos podem gerar um aumento na rugosidade superficial e microdureza Knoop de algumas resinas compostas.