

Rugosidade e Microscopia de Força Atômica de Resinas Compostas Submetidas a Diferentes Métodos de Polimento

Larissa Márcia Martins Alves, Isabela Priscila Cardoso da Silva, Tatiana Satomi Kunihiro
*Cirurgiã-dentista graduada pelo Curso de Odontologia,
Universidade Severino Sombra, USS*

Orlando Izolani Neto
*Especialista em Implantodontia e Mestrando em Imagiologia,
Professor Assistente I de Clínica Integrada do Curso de Odontologia, USS*

Vania Filippi Goulart Carvalho Pereira
Doutora Professora Titular de Ciências Biológicas, USS

Frederico do Reis Goyatá
*Especialista, Mestre e Doutor em Prótese,
Prof. de Clínica Integrada da Faculdade de Odontologia,
Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL*

Resumo: Este trabalho avaliou a rugosidade e a topografia de superfície de resinas compostas submetidas a diferentes métodos de polimento. Foram utilizadas 5 resinas (Filtek Z350, Master Fill, Vênus, Charisma e Durafill VS) e confeccionou-se 90 corpos de prova distribuídos em 6 grupos (n:15): SP: sem polimento; TB: ponta de borracha abrasiva; DL: disco de lixa em três granulções; FP: disco de feltro com pasta diamantada; ECS: escova de carvão de silício; PS: ponta de silicone abrasiva. Após os polimentos, foram realizadas as análises da rugosidade com auxílio de um rugosímetro e da topografia de superfície com a microscopia de força atômica. Os valores foram tabulados e analisados estatisticamente pelos testes de Kruskal-Wallis, DUNN e ANOVA ($\alpha = 0,05$). As médias variaram entre 0,01 μm (Filtek Z 350 - TB) e 0,27 μm (Charisma - ECS). Concluiu-se que para todas as resinas testadas o melhor método de polimento foi o feltro com pasta diamantada (FP).

Palavras-chave: *Dentística operatória, materiais dentários, polimento dentário, resina composta.*

Roughness and Atomic Force Microscopy of Composite Resins Submitted to Different Polishing Methods

Abstract: This study evaluated the surface topography and roughness of composite resins submitted to different polishing methods. Five resins were used (Filtek Z350, Master Fill, Venus, Charisma and Durafill VS) for preparing ninety samples, distributed into six groups (n=15): SP: no polishing, TB: abrasive rubber point; DL: sanding disc in three grits; FP: felt disc with diamond paste; ECS: silicon carbide brush; PS: abrasive silicon tip. After polishing, analyses of roughness with profilometry and topography with atomic force microscope were made. The data were analyzed using Kruskal-Wallis, DUNN and ANOVA tests ($\alpha = 0.05$). The averages ranged between 0.01 μm (Filtek Z350 - TB) and 0.27 μm (Charisma - ECS). For all the tested resin, the best polishing method was the felt disc with diamond paste (FP).

Keywords: *Operative dentistry, dental materials, dental polishing, composite resin.*

Introdução

O surgimento das resinas compostas representa uma evolução na área da Odontologia restauradora, pois elas permitem a confecção de restaurações com preservação de estrutura dentária, excelente estética e baixo custo, quando comparadas com outras técnicas restauradoras diretas e indiretas^[1].

Obter restaurações em resina composta com bom acabamento e polimento irá conferir um resultado estético e funcional melhor^[2]. O acabamento inicial das restaurações em resina composta constitui-se na

redução da restauração objetivando a obtenção da forma anatômica desejada. Já o polimento é a redução da rugosidade promovida pelos instrumentos e técnicas de acabamento^[3].

Existe uma grande preocupação com a lisura obtida após os procedimentos de acabamento e polimento das restaurações de resinas compostas^[4], pois, uma restauração rugosa pode acumular maior quantidade de biofilme podendo levar ao manchamento das margens cavitárias, mudança precoce de cor das restaurações,

Autor para correspondência: Frederico do Reis Goyatá, Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, Rua José Ferreira de Moraes, 114, Jardim Aeroporto, CEP 37130-000, Alfenas, MG, Brasil, e-mail: fredgoyata@oi.com.br

cárie secundária e também problemas periodontias como gengivite e até periodontite¹¹. Diversos são os métodos de polimento aplicados às resinas compostas, tais como: discos de lixa e borrachas abrasivas, escova de carbetto de silício e pasta diamantadas aplicados com discos de feltro. É importante o cirurgião dentista estabelecer o melhor método de acabamento e polimento das restaurações de acordo com o tipo de compósito utilizado.

A rugosidade de superfície dos materiais dentários, seja as resinas compostas ou as cerâmicas pode ser avaliada em alguns equipamentos, tais como o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), o rugosímetro¹⁵ e o Microscópio de Força Atômica (MFA)¹⁶. O rugosímetro irá estabelecer dados quantitativos da superfície da resina composta antes e após os métodos, já as imagens obtidas pelo MEV ou MFA irão proporcionar uma leitura qualitativa das mesmas superfícies analisadas.

A associação dos métodos analíticos quantitativo e qualitativo permitem ao cirurgião dentista uma análise e uma interpretação mais completa dos resultados de um estudo *in vitro*, podendo contribuir sensivelmente para a qualidade dos seus trabalhos clínicos.

Diante disto, este trabalho teve o propósito de avaliar a rugosidade e a topografia de superfície de resinas compostas submetidas a diferentes técnicas de polimento utilizando-se para isto dois métodos: rugosímetro e o Microscópio de Força Atômica.

Material e métodos

Trata-se de um estudo experimental para avaliar a rugosidade e a topografia de superfície de cinco resinas compostas submetidas a diferentes métodos de polimento.

O estudo desenvolveu-se em 3 etapas: confecção dos corpos-de-prova; análise da rugosidade de superfície e microscopia de força atômica.

Confecção dos corpos-de-prova

Foram confeccionados 90 corpos-de-prova, distribuídos aleatoriamente em seis grupos teste com $n = 15$, utilizando-se cinco resinas compostas indicadas para restaurações diretas, Charisma (Heraeus, Alemanha), Durafill VS (Heraeus, Alemanha), Masterfill (Biodinâmica, Brasil), Vênus (Heraeus, Alemanha) e Filtek Z350 (3M ESPE, USA).

Foi utilizada uma matriz metálica cilíndrica com dimensões de 5 mm de diâmetro e 2 mm de espessura (ISO 4872). As resinas foram inseridas em um único incremento com auxílio de uma espátula metálica em aço Inox (Suprafill #1-Duxflex, Brasil). Um mesmo operador manipulou os materiais seguindo as instruções dos fabricantes.

As resinas foram fotoativadas por 40 segundos com auxílio de um aparelho de luz Led (Flash Power – Discus Dental, USA) com potência de 600 mW/cm². A cada amostra de resina fotoativada, realizou-se a verificação da potência do aparelho fotopolimerizador com um radiômetro RD-7 (Ecel- Ribeirão Preto-SP).

Os corpos de prova foram armazenados por sete dias em água a 37°C. Posteriormente, foram submetidos a um desgaste inicial com lixa abrasiva de granulação

#600 montada em uma politriz (Aropol E, Arotec, São Paulo-SP). Foram realizados movimentos octogonais por 30 segundos com o objetivo de simular um desgaste intra-oral com pontas diamantadas finas.

Análise da rugosidade de superfície

Para a análise da rugosidade de superfície, os corpos-de-prova foram posicionados individualmente em um rugosímetro SV-3000 (Mitutoyo, Suzano, Brasil) com a superfície submetida à análise sempre voltada para cima.

Para a fixação dos corpos-de-prova, foi utilizada uma cera utilidade (Horus-Brasil). Três leituras paralelas foram realizadas para mensurar a rugosidade de superfície (Ra) inicial. A extensão de cada leitura foi de 1,25 mm com cut-off de 0,25 μm . A velocidade da leitura foi sempre 0,1mm/seg.

Procedidas às análises iniciais da rugosidade de superfície das resinas compostas, foram realizados os polimentos de acordo com a descrição abaixo:

SP: Sem Polimento (SP).

TB: Polimento com pontas de borracha abrasiva (03 graus de abrasividade) (Sistema Jiffy Brush, Ultradent, USA). Foi aplicada uma ponta de cada vez, sempre da mais abrasiva para a menos abrasiva em sentido único sobre a superfície do corpo-de-prova pelo período de 30 segundos.

DL: Polimento com disco de lixa (03 granulagens) (Sof-lex Pop On - 3M ESPE, USA), sendo aplicado um disco de cada vez, do mais abrasivo para o menos abrasivo em sentido único sobre a superfície do corpo-de-prova pelo período de 30 segundos.

FP: Polimento com pasta diamantada (Diamond Excel - FGM, Brasil) aplicada com auxílio de um disco de feltro (Diamond Excel, FGM, Brasil) por um tempo de 30 segundos.

ECS: Polimento com escova de borracha de carbetto de silício (Jiffy Brush, Ultradent, USA) em sentido único sobre a superfície do corpo-de-prova pelo período de 30 segundos.

PS: Polimento com ponta de silicone abrasiva (Optimize - TDV, Brasil) em sentido único sobre a superfície do corpo-de-prova pelo período de 30 segundos.

Foi utilizado um micromotor e uma contra ângulo (Dabi Atlante, Brasil) acoplados a um equipo do mesmo fabricante para a realização do polimento das resinas.

Após o método de polimento aplicado, os corpos-de-prova foram lavados com água por 30 segundos e secos com jato de ar isento de óleo.

A análise estatística seguiu com verificação da normalidade dos dados utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis (ANOVA não-paramétrico) e, posteriormente, o teste de Dunn para comparar as diferentes médias entre as técnicas de polimento de cada tipo de resina. O teste estatístico ANOVA foi utilizado para verificar se houveram diferenças significativas nos métodos de polimento testados de acordo com as resinas utilizadas no estudo.

Para todas as análises estatísticas foram utilizados os programas Microsoft Excel e GraphPad Software, com nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

Topografia de superfície

Após análise da rugosidade de superfície, os corpos-de-prova foram analisados em um microscópio de força atômica - MFA (Microscópio Nanoscope IIIa) no LNLs - Laboratório Nacional de Luz Síncron, Campinas-SP.

Uma amostra de cada resina composta (sem polimento e com cada um dos métodos de polimento aplicados) foi destinada para a análise microscópica.

A força entre a ponta do microscópio e a superfície da amostra foi mantida constante. Imagens com 512 x 512 pixel foram obtidas com um tamanho de digitalização de 10 x 10 mM e uma velocidade de varredura variando de 0,5 a 1,0 hertz.

Uma ponta nanométrica do tipo V-shape cantilever Si3N4 (Veeco Instruments, Santa Barbara, CA, EUA), com flexão normal constante de K = 0,075 N/m e uma ponta de raio de aproximadamente 100 nm foi utilizada.

Resultados e Discussão

A resina Master Fill apresentou um menor valor numérico de rugosidade quando foi aplicado o polimento com a escova de carvão de silício (ECS). Observou-se que este valor teve diferença pouco significativa ($p = 0,0768$, $KW = 9,945$) em relação aos outros métodos de polimentos, demonstrado na Tabela 1. Este fato pode ser explicado pelo fato da resina Master Fill ser considerada uma resina microhíbrida de partículas em torno de 0,5 μm . Já as demais resinas testadas, as partículas possuem tamanho de carga variando de 0,05 μm a 0,1 μm . Entretanto, estas resinas apresentaram menores valores de rugosidade com o polimento representado pela aplicação da pasta diamantada com auxílio de um disco de feltro (FP).

Embora o referido método de polimento (FP) tenha apresentado a menor média em relação aos demais para a resina Durafill, o teste de Kruskal-Wallis indicou diferença não significativa ($p = 0,2048$, $KW = 7,220$) entre eles. Porém, para as resinas Charisma e Vênus, as diferenças foram extremamente significativas ($p = 0,0004$, $KW = 22,459$ e $p = 0,0008$, $KW = 21,041$, respectivamente).

Com a resina Filtek Z350, diferença muito significativa ($p = 0,0023$, $KW = 18,552$) foi observada entre o polimento com pasta diamantada e disco de feltro quando comparado aos outros métodos de polimento, de acordo com a Tabela 1.

A resina Durafill apresenta em sua composição micropartículas inorgânicas com tamanho entre 0,01 a 0,05 μm . Desta forma, todos os métodos de polimento conseguem promover uma superfície mais lisa, o que não ocorre com as outras resinas testadas que são consideradas resinas microhíbridas com partículas inorgânicas que variam de 0,1 a 1,0 μm .

Quanto ao comparativo entre os métodos de polimento escova de carvão de silício (ECS) aplicado à resina Master Fill e pasta diamantada e disco de feltro (FP) para as demais resinas, com o teste ANOVA não foi possível observar diferenças significativas ($p = 0,5950$, $F = 0,7024$) entre as médias. Porém, para a resina Vênus, observou-se maior lisura de superfície quando aplicado a escova de carvão de silício, conforme observado na Figura 1.

As principais características das resinas compostas estão relacionadas com as excelentes propriedades estéticas deste material dentário, a possibilidade de prover maior resistência ao remanescente dental e menor necessidade de remoção de estrutura dental sadia durante o preparo cavitário. Além disso, a contração de polimerização reduzida melhorou a resistência ao

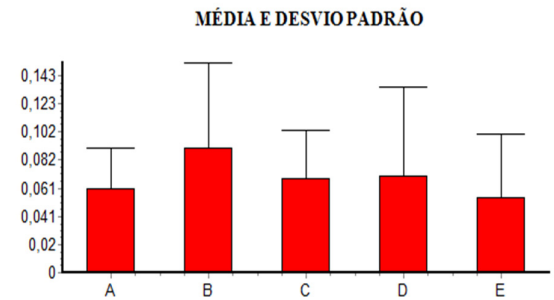


Figura 1. Média e Desvio Padrão (em μm) entre os melhores métodos para cada resina (A= Master Fill/ECS, B= Durafill/FP, C= Charisma/FP, D= Vênus/FP, E= Filtek Z350/FP).

Tabela 1. Média e Desvio Padrão de rugosidade antes e após os diferentes métodos de polimento para cada resina testada (em μm).

Sistemas de Polimento	Durafill		Master Fill		Vênus		Charisma		Filtek Z350	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
DL	0,10 (0,11)Aa	0,14 (0,15)Bb	0,13 (0,07)Aa	0,06 (0,03)Bb	0,06 (0,04)Aa	0,12 (0,09)Bb	0,21 (0,11)Aa	0,1 (0,08)Bb	0,11 (0,07)Aa	0,11 (0,6)Bb
ECS	0,10 (0,11)Aa	0,11 (0,11)Aa	0,13 (0,07)Aa	0,06 (0,02)Bb	0,06 (0,04)Aa	0,15 (0,09)Cc	0,21 (0,11)Aa	0,08 (0,03)Cb	0,11 (0,07)Aa	0,16 (0,10)Cc
TB	0,10 (0,11)Aa	0,20 (0,9)Cc	0,13 (0,07)Aa	0,12 (0,07)Aa	0,06 (0,04)Aa	0,02 (0,13)Dd	0,21 (0,11)Aa	0,21 (0,09)Aa	0,11 (0,07)Aa	0,25 (0,09)Dd
FP	0,10 (0,11)Aa	0,09 (0,06)Cc	0,13 (0,07)Aa	0,06 (0,06)Bb	0,06 (0,04)Aa	0,05 (0,04)Aa	0,21 (0,11)Aa	0,06 (0,03)Db	0,11 (0,07)Aa	0,07 (0,06)Ee
PS	0,10 (0,11)Aa	0,18 (0,11)Dd	0,13 (0,07)Aa	0,17 (0,14)Cc	0,06 (0,04)Aa	0,16 (0,02)Cc	0,21 (0,11)Aa	0,27 (0,15)Ee	0,11 (0,07)Aa	0,14 (0,04)Fc

As médias seguidas por diferentes letras maiúsculas (A-F) representam diferenças entre os métodos de polimento para mesma resina. As médias seguidas por letras minúsculas (a-f) representam diferenças antes e depois do polimento. Os valores apresentados dentro dos parênteses indicam o desvio padrão.

desgaste das resinas permitindo sua indicação tanto para os dentes anteriores quanto para os dentes posteriores. A necessidade clínica em obter restaurações em resina composta com bom acabamento e polimento irá conferir um resultado estético e funcional melhor com maior longevidade do tratamento^[2].

As restaurações em resina para os dentes posteriores têm como objetivos: uma restauração que possa resistir bem aos esforços mastigatórios e prover uma superfície oclusal altamente polida^[6,7]. As resinas compostas selecionadas para este estudo representam materiais restauradores com diferentes características físico-químicas e podem ser indicadas nas restaurações diretas em dentes anteriores e posteriores.

O acabamento e o polimento são procedimentos importantes a serem realizados após a finalização destas restaurações. Estes procedimentos quando bem executados promoverão uma superfície mais lisa com menor possibilidade de retenção de placa e descoloração das margens cavitárias^[8]. Em razão disto, a relevância deste estudo baseia-se na investigação da influência de diversos métodos de polimento, comumente utilizados pelos dentistas, na lisura de superfície das resinas compostas.

Diversos métodos de polimento podem ser utilizados, dentre eles, citam-se os discos de lixa, as pontas de borracha abrasivas, as pastas diamantadas e mais recentemente as escovas de borracha impregnadas com carbeto de silício. Este último método tem se apresentado como uma opção clínica de passo único e por consequência, maior simplicidade no seu uso^[1,9,10]. Para as resinas compostas testadas neste estudo, este método mostrou-se eficaz, reduzindo os valores de rugosidade de superfície de 0,21 μm para 0,08 μm .

As resinas testadas são classificadas de forma diferente quanto ao tipo, ao tamanho e a porcentagem de carga inorgânica incorporada à matriz orgânica. Desta forma, estes fatores podem interferir significativamente na redução da rugosidade de superfície^[3,11]. A resina composta Durafill, apresenta um menor tamanho de

partícula se comparada a resina Master Fill, e desta forma, as suas médias de rugosidade variaram de acordo com o método de polimento empregado, sendo de 0,2 μm (TB) a 0,18 μm (PS); já para a resina Vênus, as médias variaram de 0,5 μm (FP) a 0,23 μm (TB).

A rugosidade de superfície dos materiais dentários (resinas compostas ou cerâmicas) pode ser avaliada em alguns equipamentos, tais como o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), o rugosímetro^[5] e o Microscópio de Força Atômica (MFA)^[6]. Nas Figuras de 2 a 6 estão ilustrados a topografia de superfície de cada resina testada neste estudo de acordo com os métodos de polimento empregados. Estas imagens possibilitam ao profissional identificar o melhor método de polimento para cada material restaurador.

O Microscópio de Força Atômica fornece tanto dado quantitativo (valores numéricos de rugosidade de superfície) quanto qualitativo, este representado por imagens da superfície do material dentário em duas e três dimensões, numa resolução nanométrica com detalhes precisos^[12]. Pode-se observar neste estudo, que as imagens foram importantes para representar os padrões de rugosidade obtidos para cada método de polimento e resina testada, ratificando a lisura na superfície das resinas^[3].

É importante observar que os maiores valores de rugosidade representados por valores entre 0,7 e 1,44 μm pode facilitar o acúmulo de biofilme e contribuir para a instalação da doença periodontal^[13]. Alguns autores afirmam que se o valor de rugosidade exceder 0,2 μm haverá adesão de bactérias; e, se exceder 0,5 μm será clinicamente detectável pelo paciente^[14].

Os valores obtidos de rugosidade de superfície após o polimento das resinas variaram de 0,01 μm a 0,27 μm , conforme descrito na Tabela 1. Estes valores caracterizam uma rugosidade não perceptível pelo paciente, porém susceptível à adesão de bactérias^[6]. Desta forma, é importante o profissional aplicar o melhor método de polimento após a finalização da restauração em resina

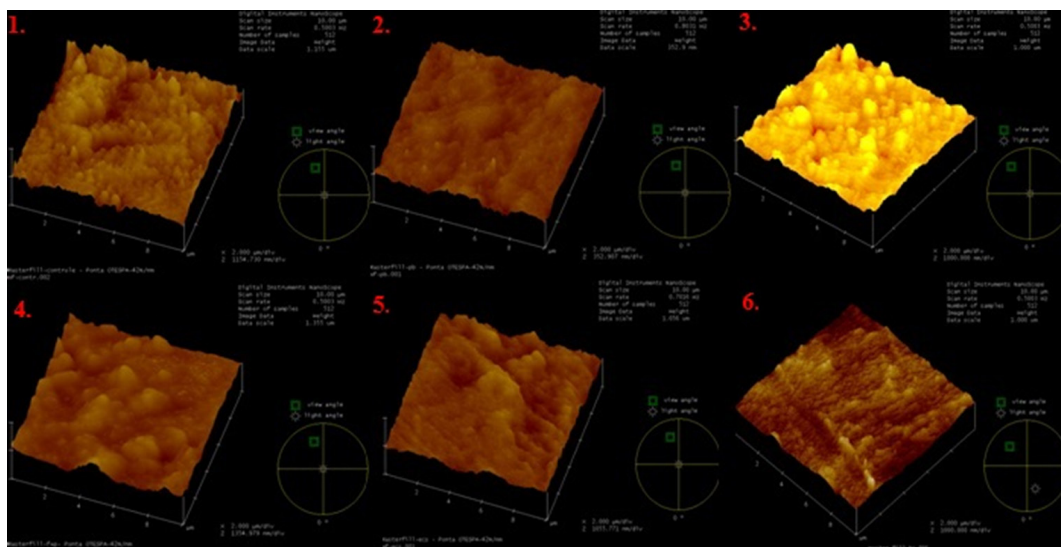


Figura 2. Microscopia da resina Master Fill: 1.SP, 2.TB, 3.DL, 4.FP, 5.ECS, 6.PS.

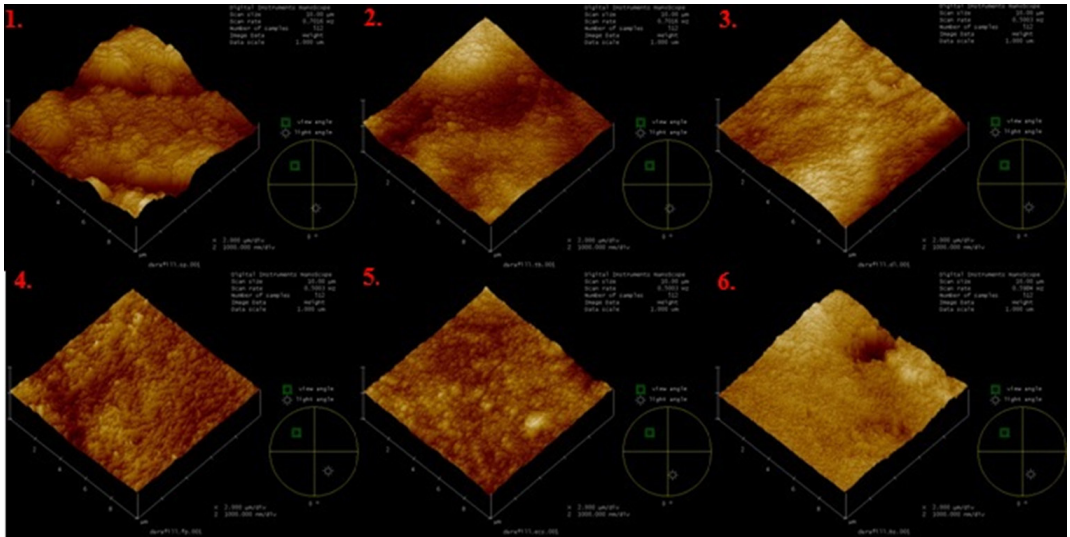


Figura 3. Microscopia da resina Durafill: 1.SP, 2.TB, 3.DL, 4.FP, 5.ECS, 6.PS.

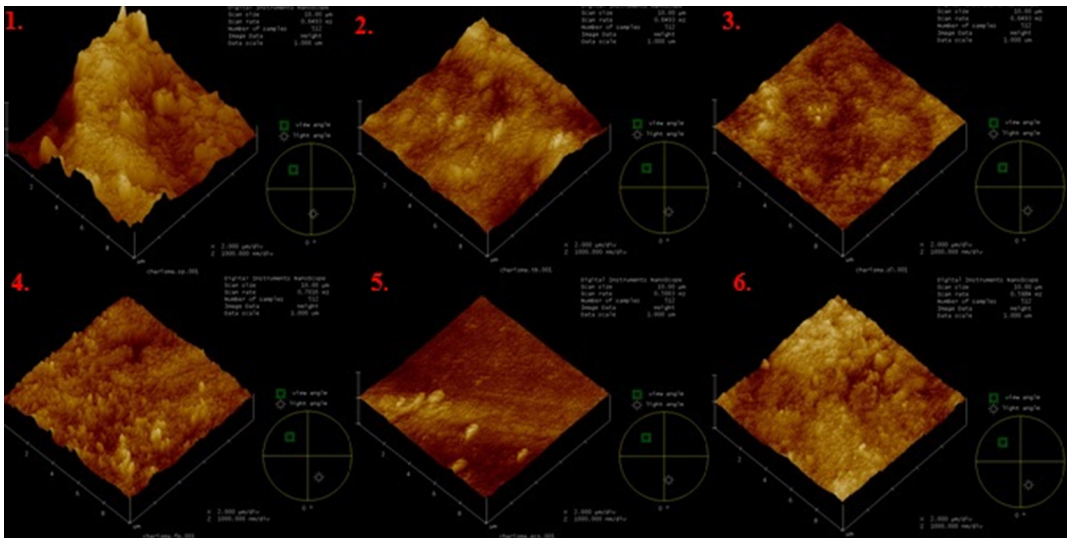


Figura 4. Microscopia da resina Charisma: 1.SP, 2.TB, 3.DL, 4.FP, 5.ECS, 6.PS.

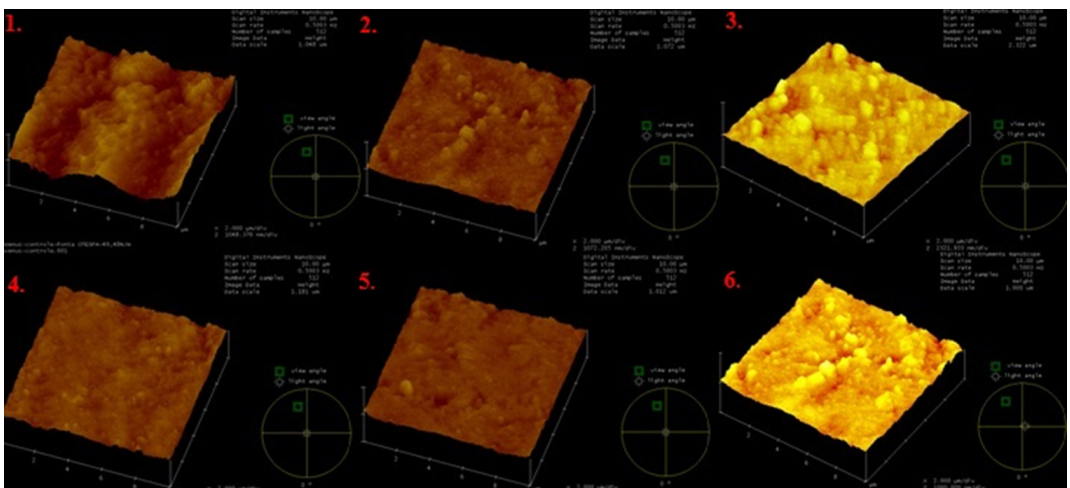


Figura 5. Microscopia da resina Vênus: 1.SP, 2.TB, 3.DL, 4.FP, 5.ECS, 6.PS.

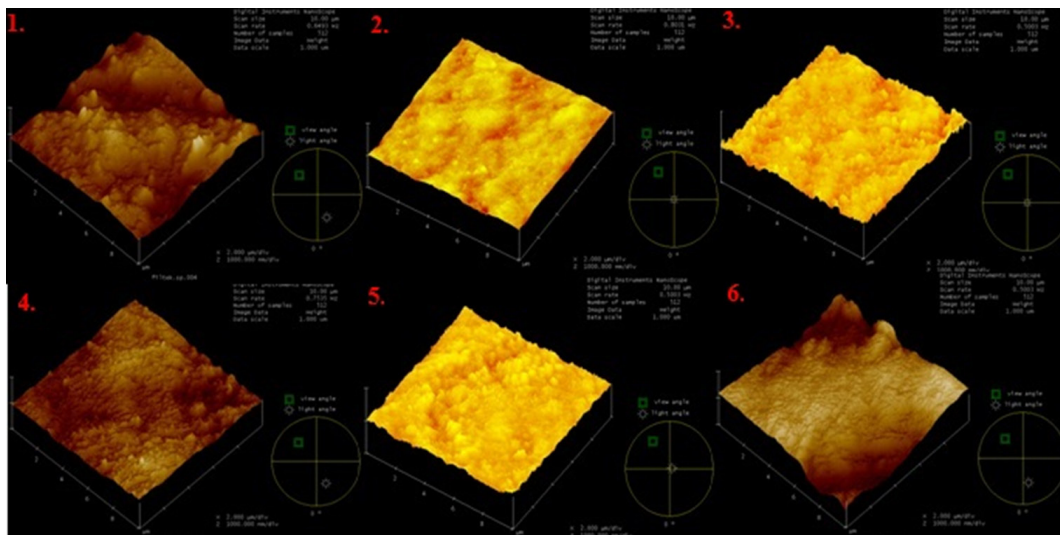


Figura 6. Microscopia da resina Filtek Z350: 1.SP, 2.TB, 3.DL, 4.FP, 5.ECS, 6.PS.

composta e orientar o paciente para o controle do biofilme com a escovação e a utilização do fio dental.

Neste estudo, os métodos de polimento foram eficazes em promover uma superfície mais lisa nas resinas compostas testadas. Ao selecionar um método de polimento, o cirurgião dentista deve analisar as características de cada resina composta observando o tamanho das partículas de carga inorgânica presentes na composição do material. Preferencialmente, deve-se optar pela associação de diferentes métodos de polimento, o que poderá conferir uma maior lisura na superfície da restauração.

Conclusões

Os métodos de polimento testados proporcionaram uma lisura de superfície para as resinas testadas.

O melhor método de polimento foi representado pela aplicação da pasta diamantada com o disco de feltro (FP).

Referências Bibliográficas

1. Pontes, A. P.; Mainieri, E. T.; Pacheco, J. F. M.; Martins, J. L.; Shinkai, R. A. S. & Mainieri, V. C. - RGO., **57**, p.179 (2009).
2. Scheibe, K. G. B. A.; Almeida, K. G. B.; Medeiros, I. S.; Costa, J. F. & Alves, C. M. C. - J. Appl. Oral Sci., **17**, p.21 (2009).
3. Tholt, B.; Miranda Junior, W. G.; Prioli, R.; Thompson, J. & Oda, M. - Oper. Dent., **31**, p.442 (2006). PMID:16924984. <http://dx.doi.org/10.2341/05-54>
4. Ikeda, M.; Matin, K.; Nikaido, T.; Foxton, R. M. & Tagami, J. - Dent. Mater. J., **26**, p.915 (2007). PMID:18203499. <http://dx.doi.org/10.4012/dmj.26.915>

5. Lohbauer, U.; Muller, F. A. & Petschelt, A. - Dent. Mat., **24**, p.250 (2008). PMID:17628659. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2007.05.006>
6. Jones, C. S.; Billington, R. W. & Pearson, G. J. - Br. Dent. J., **196**, p.42 (2004). PMID:14966503. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.4810881>
7. Marghalani, H. Y. - J. Esthet. Restor. Dent., **22**, p.127 (2010). PMID:20433565. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1708-8240.2010.00324.x>
8. Bianchi, E. C.; Aguiar, P. R.; Alves, M. C. S.; Freitas, C. A.; Rodrigues, A. R. & Carvalho Junior, O. B. - Polímeros, **17**, p.130 (2007). <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282007000200012>
9. Carreiro, A. F. P.; Cruz, C. A. S. & Vergani, C. E. - Oral Rehab., **31**, p.1085 (2004).
10. Navarro, M. F. L.; Barbosa, S. H.; Zanata, R. L. & Nunes, O. B. - Braz. Dent. J., **16**, p.39 (2005). PMID:16113932
11. Baseren, M. - J. Biomater. Appl., **19**, p.121 (2004). PMID:15381785. <http://dx.doi.org/10.1177/0885328204044011>
12. Ionescu, A.; Wutscher, E.; Brambilla, E.; Schneider-Feyrer, S.; Giessibl, F. J. & Hahnel, S. - Eur. J. Oral Sci., **120**, p.458 (2012). PMID:22985005. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0722.2012.00983.x>
13. Marigo, L.; Rizzi, M. & La Torre, G. - Oper. Dent., **26**, p.562 (2001). PMID:11699179
14. Yap, A. U.; Wu, S. S.; Chelvan, S. & Tan, E. S. - Oper. Dent., **30**, p.99 (2005). PMID:15765964

Enviado: 27/04/12
Reenviado: 22/11/12
Aceito: 28/11/12