

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
DOUTORADO EM ODONTOLOGIA  
CONCENTRAÇÃO EM MATERIAIS DENTÁRIOS

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE  
RESINAS COMPOSTAS COM NANOPARTÍCULAS SUBMETIDAS A DIFERENTES  
MÉTODOS DE POLIMENTO**

*Catharina Simoni da Costa*

PORTO ALEGRE

2013

*Catharina Simoni da Costa*

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE  
RESINAS COMPOSTAS COM NANOPARTÍCULAS SUBMETIDAS A DIFERENTES  
MÉTODOS DE POLIMENTO**

TESE APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL, COMO PARTE DOS  
REQUISITOS OBRIGATÓRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE  
DOUTOR EM ODONTOLOGIA, NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
EM MATERIAIS DENTÁRIOS.

ORIENTADOR PROF. DR. EDUARDO GONÇALVES MOTA

PORTO ALEGRE

2013

**CIP – Catalogação na Publicação**

C837a Costa, Catharina Simoni

Avaliação quantitativa e qualitativa da rugosidade superficial de resinas compostas com nanopartículas submetidas a diferentes métodos de polimento / Catharina Simoni da Costa. – 2013.

95f. : il.

Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Materiais Dentários, Porto Alegre, 2013.

Orientador: Eduardo Gonçalves Mota

1. AFM. 2. MEV. 3. Resina composta. 4. Polimento.

5. Nanotecnologia I. Mota, Eduardo Gonçalves. II. Título.

CDU615.46

*Catharina Simoni da Costa*

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE  
RESINAS COMPOSTAS COM NANOPARTÍCULAS SUBMETIDAS A DIFERENTES  
MÉTODOS DE POLIMENTO**

TESE APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA PONTIFÍCA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL, COMO PARTE DOS  
REQUISITOS OBRIGATÓRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE  
DOUTOR EM ODONTOLOGIA, NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
‘EM MATERIAIS DENTÁRIOS.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Orientador Dr. Eduardo Gonçalves Mota

---

Prof. Dr. Eduardo Galia Reston

---

Prof. Dr. Alcebíades Nunes Barbosa

---

Profa. Dra. Luciana Mayumi Hirakata

---

Profa. Dra. Julieta Gomes Tavares

---

Suplente - Profa. Dra. Maria Perpétua Freitas

## *Dedicatória*

*Aos meus amores Luiz Fernando Waller e  
Maria Eduarda da Costa Waller  
que me apoiaram todos os dias...  
Meu muito obrigado!*

## *Agradecimentos*

À Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), através do diretor, Professor **Marcos Tulio Mazzini Carvalho** e do Coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia, Professor Dr. **José Antônio Poli de Figueiredo**.

À Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (**PUCRS**) pelo apoio financeiro através da bolsa e pelo ensino de qualidade na minha formação profissional.

Aos Professores Doutores do Programa de Pós-graduação em Materiais Dentários **Luciana Hirakata** e **Hugo Oshima**, agradeço o carinho e atenção a mim dedicados durante o curso de Doutorado.

À Professora Dra. **Ana Maria Spohr** pelo carinho e orientações durante a execução de parte experimental da pesquisa.

Ao técnico da CADETEC – UFRGS, **Rogério Mendonça Soares** por ter me ajudado a realizar as leituras das amostras no Rugosímetro.

Ao acadêmico do Instituto de Química da UFRGS, **Gustavo Petry Oliveira Gonçalves** pela paciência e dedicação em realizar as leituras das amostras no Microscópio de Força Atômica.

Ao técnico **Wagner Prates**, do Centro de Microscopia e Microanálise da PUC-RS, por ter me ajudado a realizar as leituras das amostras na Microscopia Eletrônica de Varredura.

Aos meus colegas de doutorado, **Lucas Hörlle**, **Fernanda Cavazzolo**, **Jorge Alberto Gonçalves**, **Patricia Scheid** e **Carlos Balbinot**, pelo companheirismo e amizade.

Aos funcionários da Pós-graduação, **Ana Lucia Silveira Prester**, **Davenir Menger Bruschi**, **Paulo José da Silva** e **Kleber Melo da Silva** pela atenção, paciência e convivência nestes três anos, e pelo carinho e ajuda nas horas que precisei de auxílio.

## *Agradecimento Especial*

Ao meu orientador Professor Dr. **Eduardo Gonçalves Mota**, pelo exemplo de profissional, pela sua dedicação, apoio e realização deste trabalho através da disponibilidade de seu tempo, de forma tranquila e solícita.

Agradeço pela transmissão de seus conhecimentos, através de sua orientação, que contribuiu muito para meu aperfeiçoamento científico e pela amizade de todos estes anos.

*É impossível progredir sem mudança e aqueles  
que não mudam suas mentes não podem mudar  
nada. ”*

*George Bernard Shaw*



## Resumo

**Introdução:** Existe no mercado odontológico muitos instrumentos rotatórios para serem utilizados no polimento final de uma restauração adesiva. Como são muitas as opções, e um mesmo fabricante tem mais de um tipo de instrumento rotatório para realizar a finalização da restauração, não se estabelece uma conduta única que determine qual o instrumento utilizar para resinas compostas que contenham nanopartículas.

**Objetivo:** Avaliar, *in vitro*, o efeito de dois diferentes sistemas de polimento, baseados em um e multi etapas, sobre a qualidade e rugosidade da superfície de duas resinas com nanopartículas.

**Materiais e métodos:** As amostras foram confeccionadas com resina nanoparticulada Filtek Z 350 XT (3M ESPE) e nanohíbrida Tetric N Ceram (Ivoclar Vivadent ). As amostras foram confeccionadas em moldes cilíndricos medindo 3 mm X 6 mm. Um único operador executou todos os procedimentos. Cada grupo foi composto por 20 amostras: 1) ZXT-Controle (sem polimento); 2)TNC-Controle (sem polimento); 3) ZXT+ Sof-Lex (seqüência Laranja – fina e superfina); 4) ZXT+ Optrapol; 5) TNC+ Optrapol ; 6) TNC+ Sof- Lex (seqüência Laranja – fina e superfina ). A rugosidade de superfície foi avaliada com rugosímetro (Ra), MEV e AFM.

**Estatística:** Para análise das médias de rugosidade Ra ( $\mu\text{m}$ ), os dados foram submetidos aos testes de normalidade de ANOVA, ao nível de significância de 5%. Uma vez verificada a distribuição normal dos resultados, estes foram submetidos à análise de variância, seguida pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%.

**Resultados:** As análises qualitativas e quantitativas mostraram que as resinas polidas com Optrapol apresentaram maior rugosidade superficial e o polimento com Sof-Lex não mostrou diferença estatística entre as resinas testadas. A menor rugosidade foi obtida com os grupos controle, sem diferença estatística entre as resinas.

**Conclusão:** Optrapol promove maior rugosidade nas resinas testadas, e ZXT apresentou maior rugosidade. O polimento com Soft-Lex não mostrou diferenças estatisticamente significantes entre as resinas testadas. A rugosidade superficial das resinas foi menor com TNC, quando comparado com Optrapol. A menor rugosidade de superfície obtida foi pelo grupo controle.

Palavras Chaves: AFM, MEV, rugosidade, resina composta, polimento, nanotecnologia.

## *Abstract*

**Introduction:** There are many tools on the market dental rotary for use in polishing of a restoration adhesive. As there are many choices, and the same manufacturer have more than one type of rotary apparatus of restoration, does not establish a single conduit to determine which tool to use composites containing nanoparticles.

**Objective:** To evaluate, in vitro, the effect of two different polishing systems, based on a multi steps and on the quality and surface roughness of two composites nanoparticles.

**Materials and methods:** The samples were prepared with nanofilled material resin Filtek Z 350 XT (3M ESPE) and nanohíbrid Tetric N Ceran (Ivoclar Vivadent). The samples were made in cylindrical molds measuring 3 mm X 6 mm. A single operator executed all procedures. Each group consisted of 20 samples: 1) ZXT-control (without polishing); TNC-2) control (without polishing); 3) ZXT Sof-Lex (Orange – fine and Superfine); 4) ZXT Optrapol; 5) TNC Optrapol; 6) TNC Sof-Lex (Orange – fine and Superfine). The surface roughness was assessed with porfilometry (Ra), SEM and AFM.

**Statistical analyses:** For analysis of mean roughness Ra (um), the data were tested for normality of ANOVA, at a significance level of 5%. Once verified the normal distribution of the results, they were subjected to analysis of variance followed by Tukey's test with a significance level of 5%.

**Results:** The qualitative and quantitative analyzes showed that resins polished with Optrapol showed higher surface roughness and polishing with Sof-Lex showed no statistical difference between the resins tested. The lowest roughness was obtained with the control group, with no statistical difference between the resins.

**Conclusion:** Optrapol promotes greater roughness in the resins tested, and ZXT showed higher roughness. Polishing with Soft-Lex showed no statistically significant differences between the tested resins. The surface roughness of the resins with TNC was lower when compared with Optrapol. The lowest surface roughness was obtained by the control group.

**Key words:** AFM, SEM, surface roughness, composite resin, polishing, nanotechnology.

## *Lista de figuras*

- Fig.1 – Resina nanoparticulada Filtek Z 350 XT e discos abrasivos  
Sof-LeX (sequência laranja).....68
- Fig.2 – Resina nanohíbrida Tetric N Ceram e ponta abrasiva Optrapol.....69
- Fig.3 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo ZXTC com aumento de 1000 X.....77
- Fig.4 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo ZXTC com aumento de 5000 X.....77
- Fig.5 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo TNCC com aumento de 1000 X.....78
- Fig.6 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo TNCC com aumento de 5000 X.....78
- Fig.7 – Microscopia de força atômica de uma amostra representativa  
do grupo ZXTC com área de 20 $\mu$ m X 20 $\mu$ m.....78
- Fig.8 – Microscopia de força atômica de uma amostra representativa  
do grupo TNCC com área de 20 $\mu$ m X 20 $\mu$ m.....78
- Fig.9 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo ZXTO com aumento de 5000 X.....79
- Fig.10 –Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo ZXTS com aumento de 5000 X.....79
- Fig.11 –Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo TNCO com aumento de 5000 X.....79

- Fig.12 –Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo TNCS com aumento de 5000 X.....79
- Fig.13 –Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo ZXTO com aumento de 1000 X.....80
- Fig.14 –Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo TNCO com aumento de 1000 X.....80
- Fig.15 –Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo ZXTS com aumento de 1000 X.....80
- Fig.16 –Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra  
representativa do grupo TNCS com aumento de 1000 X.....80
- Fig.17 –Microscopia de força atômica de uma amostra representativa  
do grupo TNCO com área de 20 $\mu$ m X 20 $\mu$ m.....80
- Fig.18 –Microscopia de força atômica de uma amostra representativa  
do grupo TNCS com área de 20 $\mu$ m X 20 $\mu$ m.....80
- Fig.19 –Microscopia de força atômica de uma amostra representativa  
do grupo ZXTO com área de 20 $\mu$ m X 20 $\mu$ m.....81
- Fig.20 –Microscopia de força atômica de uma amostra representativa  
do grupo ZXTS com área de 20 $\mu$ m X 20 $\mu$ m.....81

## *Lista de Tabelas*

Tabela 1. Descrição das resinas utilizadas na confecção das amostras.....	67
Tabela 2. Descrição dos materiais utilizados para polimento das amostras.....	68
Tabela 3. Média ( $\mu\text{m}$ ), números de amostras e desvio padrão obtidos da rugosidade ( $R_a$ ) dos grupos testados.....	75
Tabela 4. Análise de Variância (ANOVA).....	76
Tabela 5. Médias dos grupos em subconjuntos homogêneos (Tukey).....	76

## *Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos*

1. **AFM**            *Atomic Force Microscopy*
2. **ANOVA**        Análise de Variância
3. **Bis-EMA**       Bisfenol A hidroxietilmetacrilato
4. **Bis-GMA**       Bisfenol A glicidil metacrilato
5. **et al.**            e outros
6. **EUA**            United States of America (Estados Unidos da América)
7. **°C**              Graus Celsius
8. **F**                Fina
9. **gl**                Grau de liberdade
10. **KHz**            Kiloherztz
11. **MEV**            Microscopia Eletrônica de Varredura
12. **MFA**            Microscopia de Força Atômica
13. **mm**             Milímetro
14. **mW/cm<sup>2</sup>**       Miliwatts por centímetro quadrado
15. **n**                Número de amostras por grupo
16. **nm**             Nanômetro
17. **N/m**             Newton por metro
18. **Ra**              Rugosidade média superficial
19. **Rmax**           Profundidade máxima da rugosidade
20. **Sa**              Média aritmética do perfil de rugosidade

21. <b>seg.</b>	Segundo
22. <b>SF</b>	Super fina
23. <b>SFM</b>	<i>Scanning Force Microscopy</i>
24. <b>Sig ou p</b>	Nível de significância
25. <b>Sm</b>	Média do espaçamento entre picos
26. <b>Sq</b>	Raiz quadrada da avaliação de perfil de rugosidade
27. <b>St</b>	Distância entre o mais elevado pico e o vale mais baixo
28. <b>Sz</b>	Valor médio da altura absoluta de cinco picos mais altos e a profundidade dos cinco vales mais profundos
29. <b>TEGDMA</b>	Trietileno glicol dimetacrilato
30. <b>TNC</b>	Resina Nanohíbrida, Tetric N Ceram
31. <b>UDMA</b>	Diuretanodimetacrilato
32. <b>µm</b>	Micrometro
33. <b>X</b>	Veze
34. <b>ZXT</b>	Resina nanoparticulada, Filtek Z 350 XT
35. <b>%</b>	Porcentagem
36. <b>&lt;</b>	Menor
37. <b>α</b>	Alfa
38. <b>2D</b>	Bidimensional
39. <b>3D</b>	Tridimensional

## *Sumário*

13.Introdução.....	17
14.Revisão de Literatura.....	23
15.Proposição.....	65
16.Materiais e Métodos.....	66
16.1. Materiais utilizados.....	67
16.2.Confecção das Amostras.....	69
16.3.Acabamento e polimento.....	71
16.4. Teste com Rugosímetro.....	72
16.5. Microscopia de Força Atômica.....	72
16.6. Microscopia Eletrônica de Varredura.....	73
17.Resultados.....	74
17.1. Análise quantitativa.....	75
17.2. Análise qualitativa.....	77
18.Discussão.....	82
19.Conclusão.....	89
20.Referências Bibliográficas.....	91
21.Anexos.....	96
21.1.Carta da Comissão de Ética.....	97



## *13. Introdução*

## *Introdução*

As pesquisas têm provocado mudanças na composição das resinas, principalmente quanto ao tipo, tamanho, forma e quantidade das partículas inorgânicas. Estes fatores são determinantes na rugosidade superficial das restaurações com resina composta.<sup>1</sup> Nas resinas compostas atuais são encontradas nanopartículas, que podem ter a forma irregular ou esférica, e por serem partículas muito pequenas<sup>2</sup>, e estarem em grande quantidade na superfície, estabelece maior área de contato com os instrumentos rotatórios, proporcionam um melhor polimento e menor desgaste.<sup>3,4</sup> Estas resinas com alta quantidade de partículas resistiram melhor aos processos de polimento e as que contenham agregados/aglomerados apresentaram superfícies mais lisas após o polimento.<sup>5</sup> A presença de nanopartículas melhora a retenção do polimento, a estética é superior e as propriedades físicas são melhores,<sup>6,7</sup> mas o uso de nanopartículas na formulação das resinas, não é o suficiente para melhorar a textura superficial após o polimento,<sup>8,9,10</sup> pois as resinas nanoparticuladas não constituem um grupo homogêneo em relação à rugosidade superficial.<sup>3</sup> Com a mudança no tamanho das partículas inorgânicas, as resinas nanohíbridas e nanoparticuladas tornaram-se as representantes do estado atual das resinas compostas.<sup>11</sup> O tamanho das partículas inorgânicas pode ser responsável pelas diferenças na rugosidade da superfície entre as resinas,<sup>2</sup> mas a rugosidade após o polimento não é influenciada unicamente pelo tamanho das partículas.<sup>12</sup>

Em algumas situações clínicas, a remoção de excessos de resina é necessária. O acabamento elimina a camada superficial da restauração rica em matriz orgânica, e esta remoção expõe ou desloca as partículas inorgânicas, aumentando a rugosidade superficial.<sup>13</sup> A técnica de acabamento pode aumentar em até 10 vezes a rugosidade superficial da resina. A escolha do instrumento de acabamento é altamente significativa em lisura final de

restaurações de resina composta.<sup>14</sup> O polimento de restaurações de resina composta deve proporcionar um grau de lisura semelhante ao esmalte, que tem valor médio de 0,28  $\mu\text{m}$  de rugosidade.<sup>15</sup> A rugosidade deve ser abaixo do limiar clinicamente aceitável de 0,2  $\mu\text{m}$ .<sup>16</sup> Quando as restaurações recebem polimento da superfície devem ter no máximo entre 0,25 e 0,5  $\mu\text{m}$  de rugosidade, pois o paciente é capaz de perceber, com a ponta da língua, estes valores de rugosidade.<sup>15</sup>

O polimento tem como objetivos eliminar a rugosidade superficial e das margens da restauração, evitando aderência de biofilme, proporcionando saúde dos tecidos moles, melhorando a estética e proporcionando lisura compatível com as estruturas do dente. Este processo é realizado após o acabamento para eliminar arranhões e proporcionar uma superfície homogênea com um mínimo de defeitos e riscos microscópios.<sup>17</sup>

No entanto os abrasivos dos instrumentos rotatórios para polimento também podem produzir rugosidade superficial, como ranhuras, riscos e vazios pelo arrancamento das partículas inorgânicas da resina.<sup>18</sup>

Existem no mercado odontológico muitos instrumentos rotatórios para ser utilizado no polimento final de uma restauração adesiva. As pontas abrasivas têm vários formatos e os discos de lixa têm várias granulações. Como são muitas as opções, e um mesmo fabricante tem mais de um tipo de instrumento rotatório para realizar a finalização da restauração, não se estabelece uma conduta única que determine qual o instrumento utilizar para cada tipo de resina composta.

Existe a necessidade de um sistema de polimento ideal para as restaurações com resina,<sup>19</sup> e adicionais estudos são necessários para determinar qual das técnicas de acabamento e polimento é melhor para casos clínicos onde o acesso é limitado em restaurações côncavas e convexas.<sup>6</sup>

A eficácia de qualquer instrumento rotatório para polimento e a rugosidade da superfície da resina é determinada por fatores como: estrutura e propriedade mecânicas do material a ser polida, diferença de dureza entre o abrasivo e o substrato, dureza da partícula, tamanho e forma do abrasivo, propriedades físicas do material de suporte dos abrasivos, velocidade e

pressão aplicados pelo abrasivo sobre o substrato e utilização de lubrificantes durante o uso do abrasivo. Um sistema tribológico consiste de um conjunto de parâmetros como carga aplicada, velocidade e duração do movimento e o sistema de estrutura pode ser entre dois ou três corpos. Desgaste é definido como um acúmulo de danos à superfície com remoção ou deslocamento de material, como pequenos detritos, por processos mecânicos. A maioria dos instrumentos para polimento de resina composta é usada no modo de dois corpos.<sup>17</sup>

Os sistemas tradicionais possuem mais de uma etapa de procedimentos para polimento de resinas compostas,<sup>17</sup> mas atualmente novos instrumentos tem sido introduzidos para reduzir o número de etapas para finalizar uma restauração estética.<sup>20</sup> Os instrumentos para polimento podem ser de uma ou multi etapas. Considerando as etapas reduzidas, menor tempo de aplicação<sup>21</sup> e a eliminação dos riscos de contaminação cruzada, os sistemas de polimento de uma etapa podem ser preferidos para polimento de nano resinas,<sup>6,22,23,24</sup> por serem tão eficazes quanto os de multi etapas.<sup>25,20</sup> Sistemas de diferentes multi etapas (duas e quatro etapas) e diferentes tempos de aplicação produzem semelhantes e aceitáveis rugosidades de superfície.<sup>21</sup> A melhor técnica de polimento para as restaurações com resina é material dependente.<sup>1</sup>

O sistema de polimento da mesma empresa da resina deve ser usado, pois estes mostram bons resultados em comparação com outros polidores. Os fabricantes devem lembrar que dependendo da dureza, tamanho e conteúdos das partículas inorgânicas, as resinas requerem sistemas de acabamento e polimento específicos.<sup>12</sup>

Para medição da rugosidade superficial das resinas compostas, após procedimentos de acabamento e polimento, podem ser usados diferentes sistemas de leitura. A análise pode ser qualitativa ou quantitativa. Para uma análise quantitativa podem ser usados rugosímetro, perfilômetro e microscopia de força atômica. Os parâmetros de rugosidade utilizados para descrever a textura de superfície podem ser: **Ra** – média aritmética da rugosidade, **Sm** – média do espaçamento entre os picos, **Rmax** – profundidade máxima de picos e vales,<sup>2</sup> **Sq** - raiz quadrada da rugosidade, **Sz** - valor médio da altura absoluta

de cinco picos mais altos e a profundidade dos cinco vales mais profundos, **St** - a distância entre o mais elevado pico e o vale mais baixo do perfil,<sup>1</sup> e **Rz** - rugosidade parcial de 10 pontos. Os parâmetros mais utilizados são o  $Ra$ <sup>2,15</sup> e  $Rz$  e estes dois parâmetros são os mais importantes se considerados os aspectos gerais de rugosidade superficial.<sup>26</sup>

Para uma análise qualitativa pode ser usada microscopia eletrônica de varredura, microscopia eletrônica de transmissão e Microscopia de força atômica. Dispositivos mais sensíveis, tais como microscopia de força atômica (AFM) pode fornecer uma imagem mais detalhada da rugosidade da superfície.<sup>2</sup> O método da AFM foi o mais adequado para distinguir rugosidade superficial do que o do perfilômetro, e foi capaz de obter melhor definição e mais detalhes da textura da superfície do que da MEV.<sup>27</sup> A combinação de medições quantitativas com rugosímetro e dados qualitativos com microscopia fornece a caracterização da rugosidade superficial.<sup>15</sup> AFM se tornou um dos equipamentos mais completos para estudos de materiais em micro ou nano escalas, pois consegue realizar imagens de superfície no ar, vácuo e no meio líquido. As vantagens são muitas em relação à microscopia eletrônica de varredura (MEV) para estudos de polímeros, pois dispensa o uso de vácuo, não necessita do recobrimento da amostra, realiza medidas diretas de altura de rugosidade, obtém imagens de resolução atômica e o custo operacional é inferior aos microscópios existentes.<sup>28,29</sup> Embora a AFM tenha muitas vantagens sobre MEV, não pode substituir totalmente no estudo de polímeros, sendo considerada uma técnica complementar.<sup>28</sup>

Não há correlação entre os métodos qualitativos e quantitativos de avaliação, pois não analisam os mesmos campos de investigação. Ambos os métodos tem suas vantagens, mas tem seus limites de resolução. A perfilometria mecânica apenas fornece uma representação bidimensional da superfície, com pouca informação, e a perfilometria ótica mostra a topografia em 3D, permitindo a classificação dos materiais conforme o aspecto de suas superfícies. Tanto a perfilometria mecânica como a ótica permitem, através da  $Ra$ , calcular a média da rugosidade superficial. O perfilômetro mecânico não detecta todas as pequenas fendas que são registradas pelo perfilômetro ótico.

As escalas não são as mesmas e a rugosidade analisada não vem das mesmas fontes.<sup>30</sup>

Não existe ainda um material ideal, mas os materiais restauradores estéticos atuais são de alta qualidade, quando usados adequadamente, apresentando excelentes resultados clínicos e longevidade adequada. No mercado altamente competitivo, as resinas continuam a evoluir para produzir materiais mais resistentes ao desgaste e retenção do polimento.<sup>11</sup>

Esta pesquisa avaliou o efeito de dois diferentes sistemas de polimento baseados em um e multi passos sobre a qualidade da superfície de duas resinas com nanopartículas.

As seguintes hipóteses de nulidade serão testadas: não há diferença significativa entre resina nanohíbrida e nanoparticulada quanto à rugosidade superficial; os sistemas próprios de polimento de cada marca não diferem entre si nos testes de rugosidade com MEV e AFM; os tratamentos de polimento indicados pelos fabricantes não diferem do grupo controle quanto à rugosidade com MEV e AFM.

## *14. Revisão de Literatura*

## *Revisão de Literatura*

A microscopia de varredura por força (*Scanning force microscopy* – SFM) é uma das técnicas mais recentes no estudo de polímeros. Segundo **Hermann et al. (1997)** esta técnica tem promovido um grande impacto em ciências dos materiais, pois obtém imagens em escala a nível atômico. A microscopia de força atômica é a primeira linha dos SFM, que estuda a morfologia de superfície dos polímeros, o exame das características morfológicas e estruturas moleculares em escala manométrica. Em 1986, os pesquisadores da IBM, Gerd Binnig e Henrich Rohrer foram os inventores da técnica da AFM. As vantagens da AFM são: melhor resolução e menor custo, quando comparado com as microscopias eletrônicas de varredura e de transmissão, pois não existe necessidade de recobrimento condutivo das amostras, não requer métodos específicos de preparação da amostra, obtém a medida da rugosidade superficial, diferencia a viscoelasticidade de diferentes fases e análise da amostra em meio líquido. Enquanto que os microscópios eletrônicos possibilitam aumentos de algumas centenas de milhares de vezes, o AFM pode obter imagens com um aumento de dezenas de milhões de vezes, e com a vantagem de ter uma mesma resolução nas três dimensões. No caso dos polímeros, existem algumas limitações da AFM devido ao alto grau de complexidade da estrutura, baixo grau de ordenamento e cristalinidade e menor módulo de elasticidade deste material. O princípio de funcionamento se baseia na formação das imagens, que são geradas através de medidas de atração e repulsão entre a superfície da amostra e uma sonda ou agulha bem fina, que faz a leitura da amostra. A varredura é feita através de um sistema piezoelétrico, com deslocamento nas posições x, y e z, com precisão de décimos de Angstroms. Como as forças são de ordem de  $10^{-12}$  N foi necessário desenvolver um sistema de detecção ultrasensível. A solução foi colocar uma agulha na ponta de uma haste (*cantilever*). O *cantilever* é constituído de uma haste de silício ou nitrato de silício, com comprimento de 100 a 500  $\mu\text{m}$  e espessura de 0,5 a 5  $\mu\text{m}$ , e a agulha tem um diâmetro menor que 400 Angstroms. Ocorre uma deflexão pela interação da agulha com a amostra. A imagem é constituída por esta deflexão e por intermédio de um Software



específico que constrói e processa as imagens em um microcomputador. Vários tipos de forças contribuem para a deflexão de um *cantilever* em uma AFM. O que determina o modo de operação deste microscópio é a distância entre a agulha e a amostra. Modo **contato** é o modo mais básico de operação do AFM. A agulha se mantém na menor distância da amostra e se tem que ter o cuidado para não danificar a amostra. As forças envolvidas são de repulsão. O modo **não-contato** baseia-se na separação da agulha em relação à superfície em torno de 10 a 100 nm, minimizando o contato físico e deformação da amostra. Somente forças de interação de longo alcance interagirão como *Van der Waals*, eletrostática e força de dipolo magnético. O modo **contato intermitente** é semelhante ao modo não contato, mas somente bate na amostra por um breve período de tempo total de vibração, com uma frequência de 50.000 a 500.000 vezes por segundo. Existem outros métodos de operação como: força lateral, força lateral do tipo modo de força química, força modulada, força elétrica, força magnética e térmica. A microscopia de AFM foi aplicada, pela primeira vez, em estudos de polímeros em 1988, logo após a sua invenção, e tem crescido significativamente dia a dia. Os mecanismos de desgaste de polímeros podem ser estudados por AFM, assim como a formação e distribuição das partículas manométricas presentes ou que se desprendem das superfícies de desgaste. A potencialidade da técnica da AFM para estudos em polímeros chega efetivamente à obtenção de imagens atômicas.

Segundo **Bernardes Filho e Mattoso (2003)** microscopia de varredura de força (MVF) ou "*scanning force microscopy*" (SFM), também conhecida como microscopia de força atômica (MFA) ou "*atomic force microscopy*" (AFM) tem sido muito utilizada no estudo de polímeros, pois tem a capacidade de fornecer informações que não são possíveis de se obter com o microscópio eletrônico de varredura. AFM se tornou um dos equipamentos mais completos para estudos de materiais em micro ou nano escalas, pois consegue realizar imagens de superfície no ar, vácuo e no meio líquido. As vantagens são muitas em relação à microscopia eletrônica de varredura (MEV) para estudos de polímeros, pois dispensa o uso de vácuo, não necessita do recobrimento da amostra, realiza medidas diretas de altura de rugosidade, obtém imagens de resolução atômica e o custo operacional é inferior aos microscópios existentes.

Embora a AFM tenha muitas vantagens sobre MEV, não pode substituir totalmente no estudo de polímeros, sendo considerada uma técnica complementar. Muito importante é compreender o princípio do funcionamento do AFM para entender sua gama de aplicações. Neste microscópio tem um *cantilever*, que consiste em uma haste flexível com uma ponta, na sua porção inferior, com dimensão de poucas micras. Para se obter uma imagem, a ponta percorre as amostras e é usado um sistema de posicionamento que utiliza cerâmica piezoelétrica, que é capaz de realizar movimentos em três direções (x, y, z) com precisão de Angstroms (Å). Durante a varredura é utilizado um sistema de alinhamento, onde um feixe de laser incide sobre o *cantilever* e reflete em um sensor, de quatro quadrantes, fornecendo informações de posições ao sistema de retroalimentação e controle. Na formação das imagens podem atuar forças de atração e repulsão, que variam conforme a distância do *cantilever* e a superfície a ser analisada. A rigidez da amostra determina qual o modo a ser utilizado: modo contato, contato intermitente ou não-contato. No modo “contato” é usado um *cantilever* com baixa constante de mola, na faixa de 0,02 a 2 N/m. A imagem é formada com a agulha tocando suavemente a amostra. Esta forma é utilizada para superfícies rígidas onde a ponta não danifica a amostra. Quando a amostra é hidrofílica e há acúmulo de água em sua superfície, pode impedir o deslocamento da agulha sobre a amostra. Nestes casos o melhor é usar os modos de contato intermitente ou não-contato. O modo “não-contato” o *cantilever* oscila sobre a amostra sem tocá-la. Não haverá, então, a contaminação da agulha. As imagens obtidas por este modo não apresentam muitos detalhes da superfície. No modo “intermitente” a agulha do *cantilever* vibra em alta frequência, dezenas ou centenas de Kiloherz, tocando a superfície da amostra, suavemente, durante a varredura. A informação obtida pela AFM é sempre das superfícies, não podendo ser obtidas das camadas internas das amostras. Outra informação importante é que as amostras devem ser planas e que a leitura da rugosidade superficial não deve ultrapassar, em altura, de 10 µm. O estudo de polímeros permite obter informações sobre a sua superfície como: morfologia, dados tribológicos, conformação de cadeias poliméricas, entre outras aplicações. A microscopia de força atômica também permite realizar mapeamento de cargas elétricas em

superfícies carregadas e realizar medidas de força magnética em superfícies magnetizadas.

**Mitra et al. (2003)** relataram o desenvolvimento de nanopartículas que resultaram em nano resinas. Foram medidas, *in vitro*, as propriedades das nano resinas e comparadas com as resinas já existentes: híbrida - Filtek Z 250 e TPH Spectrum; microhíbrida - Point 4 e Esthetic X; microparticulada - Filtek Z 110; nanoparticulada - Filtek Supreme Standard e Filtek Supreme Translucent. Os autores desenvolveram dois tipos de nanopartículas: partículas nanométricas (NM) que são nano dispersas, não agregadas e não aglomeradas, com tamanhos de partículas de sílica medindo de 20 a 75 nm de diâmetro; e *nanoclusters* (NCs). As partículas foram tratadas com MPTS (3 metacriloxipropiltrimetoxisilano) que permite ligação química com a matriz orgânica durante a polimerização. Foram estudadas muitas combinações de partículas NCs e NM para determinar uma ótima formulação para o sistema de nano resina Filtek Supreme Universal Restorative. A formulação das cores para dentina, corpo e esmalte de Filtek Supreme Standard, contém sílica nas NM e zircônio/sílica nos NCs, com partículas primárias de tamanho de 20 nm. A formulação de cor de Filtek Supreme Translucent contém partículas predominantemente composta de NM de 75 nm de diâmetro e menor quantidade de NCs de sílica. As propriedades testadas foram resistência a compressão, flexão e à fratura, tração diametral, retenção do polimento e morfologia. O teste de resistência à compressão foi realizado conforme método descrito por Mitra e Kedrowski. Resistência a flexão foi medida com teste de três pontos. Para resistência à fratura foram utilizadas 5 amostras de cada resina, e o teste está relacionado com a energia necessária para propagar uma rachadura, ao puxar as duas metades da amostra a uma velocidade controlada. O teste de tração diametral foi realizado usando teste de cisalhamento. O teste de desgaste foi realizado com três corpos. Três amostras de cada resina sofreram desgaste com pasta abrasiva, durante 156.000 ciclos, com intervalos regulares de 39.000 ciclos. Para o teste de retenção de polimento, as amostras medindo 20 mm de comprimento, 9 mm de largura e 3 mm de espessura, foram polimerizadas entre duas tiras de poliéster. Após dupla polimerização de 80 e 90 segundos foram polidas com Economet 4

Grinder/Polishing. Seguindo a sequência de abrasivos, cada amostra recebeu: acabamento com lixa de 320 e 600 grãos; uma pasta diamantada (9 mm); uma pasta diamantada para polimento (3 mm) e uma suspensão para polimento. As amostras foram analisadas quanto ao brilho inicial logo após o polimento. Depois de 500 ciclos de escovação, as amostras foram analisadas quanto ao brilho final. Para verificar a morfologia superficial a análise foi realizada com um Microscópio Eletrônico de Varredura, com ampliações de 100 X, 500 X, 250 X e 10.000 X, com inclinação de 45 graus. Para visualização em Microscopia Eletrônica de Transmissão. A MET mostrou a nano resina repleta de NM de 5 - 75 nm de diâmetro, uma experimental nano resina com NCs medindo 1µm e partículas primárias de 2 – 20 nm e uma resina híbrida com partículas grandes medindo aproximadamente 1µm. A resistência à compressão, diametral e à fratura das nano resinas foram equivalentes ou superiores a outras resinas estudadas. O desgaste de três corpos das nano resinas foi menor, estatisticamente, do que as demais resinas. A nano resina mostrou melhor retenção de polimento do que as resinas híbridas e micohíbridas, após a escovação. Os autores concluíram que a resina nanoparticulada mostrou alta translucência, elevado polimento e retenção do polimento, semelhante às resinas microparticuladas, e a resistência ao desgaste e propriedades físicas equivalentes às resinas híbridas. A combinação dos dois tipos de nanopartículas resulta numa melhor combinação de propriedades físicas.

A pesquisa realizada por **Jones et al. (2004)** tinha como objetivo determinar diferentes níveis de aspereza superficial de restaurações através da sensibilidade da língua. Amostras de 10 mm de diâmetro foram confeccionadas com uma resina híbrida Z100. As resinas foram colocadas em matrizes, cobertas com uma lamínula e polimerizadas por 40 segundos. Depois de removidas das matrizes, as amostras foram armazenadas em água deionizada, em estufa a 37°C. As amostras foram divididas em 5 grupos para acabamento e polimento: GRUPO A – lixa 800 grãos; GRUPO B – grupo controle, não recebeu nenhum tratamento; GRUPO C – lixa 80 grãos; GRUPO D - lixa 1000grãos e o GRUPO E – lixa 320 grãos. O polimento foi realizado com os discos verdes da Shofu, passando oito vezes sobre a superfície. A rugosidade foi medida com perfilômetro bidimensional, realizando três

medições em um sentido e três outras medições perpendiculares às primeiras. O GRUPO A apresentou rugosidade de 0,62  $\mu\text{m}$  de média, de medidas entre 0,80 a 0,47  $\mu\text{m}$ ; o GRUPO B – controle – apresentou rugosidade de 0,06  $\mu\text{m}$  de média, de medidas entre 0,03 a 0,11  $\mu\text{m}$ ; o GRUPO C apresentou rugosidade de 3,43  $\mu\text{m}$  de média, de medidas entre 2,23 a 4,51  $\mu\text{m}$ ; o GRUPO D apresentou rugosidade de 0,28  $\mu\text{m}$  de média, de medidas entre 0,19 a 0,33  $\mu\text{m}$  e o GRUPO E apresentou rugosidade de 1,29  $\mu\text{m}$  de média, de medidas entre 1,17 a 1,60  $\mu\text{m}$ . Vinte e cinco voluntários (10 homens e 15 mulheres) com idade entre 19 e 63 anos, com média de idade de 37 anos, tinham que identificar um conjunto de 5 amostras por ordem de rugosidade, usando a língua. As amostras escolhidas para que os voluntários classificassem a rugosidade foram selecionados cuidadosamente para que a diferença entre as amostras fosse pequena. Uma amostra de cada grupo, escolhida aleatoriamente, foi observada pela MEV e fotografada, representando a superfície visualizada. Uma parte da face vestibular de um incisivo central superior foi analisada na MEV e fotografada. As imagens feitas na MEV tinham largura de 110  $\mu\text{m}$  e uma ampliação de 1000 X. Após análise das superfícies das resinas com a língua, quinze dos vinte e cinco voluntários classificaram as amostras na ordem certa de rugosidade. A superfície do esmalte na imagem da MEV lembra a superfície do GRUPO D, que tem um valor médio de 0,28  $\mu\text{m}$  de rugosidade. O maior número de voluntários posicionou corretamente a amostra mais áspera para a mais lisa e foram capazes de distinguir entre os valores de rugosidade de 0,5  $\mu\text{m}$  ou menos, com a língua. Os autores concluíram que entre as rugosidades de 0,06 e 3,5  $\mu\text{m}$  os pacientes são capazes de distinguir os valores de rugosidade de pelo menos de 0,5  $\mu\text{m}$  e que o objetivo do polimento é obter o grau de rugosidade semelhante ao esmalte dental, para que os pacientes não fiquem “brincando” com a língua.

**Terry (2004)** discutiu a aplicação do sistema de resina nanoparticulada e mostra a perspectiva histórica das tecnologias da resina composta no tratamento restaurador. Aborda considerações sobre a seleção de materiais restauradores diretos e tem como objetivo conscientizar os dentistas, das implicações clínicas do sistema de nano resinas. Um grande avanço na tecnologia das resinas surgiu com o desenvolvimento das resinas compostas

fotopolimerizáveis. Uma metamorfose resultou no desenvolvimento do reduzido tamanho das partículas inorgânicas, assim como o aumento da quantidade destas partículas, melhorando a aplicação universal das resinas. Os fabricantes, pesquisadores, cientistas e dentistas continuam na busca de um material restaurador ideal e semelhante à estrutura dental. Este biomaterial deve ser resistente às forças mastigatórias e possuir a aparência semelhante à dentina e esmalte, e suas propriedades físicas e mecânicas devem ser semelhantes ao dente para aumentar sua longevidade. A alteração do componente inorgânico das resinas compostas é a evolução mais significativa porque o tamanho das partículas, a distribuição e a quantidade influenciam as propriedades mecânicas e o sucesso clínico destas restaurações. As propriedades mecânicas dependem das partículas, incluindo microdureza, resistência à compressão, flexão, módulo de elasticidade, coeficiente de expansão térmica, absorção de água e resistência ao desgaste. A nanotecnologia ou fabricação molecular fornece à resina composta partículas inorgânicas extremamente pequenas, podendo estar em concentrações elevadas, fornecendo características únicas como física, mecânica e ótica. Além disso, pode aumentar a aderência deste biomaterial nos tecidos duros do dente, melhorando adaptação e o selamento marginal. O tamanho das partículas convencionais não é compatível com o tamanho dos cristais de hidróxidoapatita, túbulo dentinário e prisma de esmalte. As nanopartículas são monodispersas, não agregadas e não aglomeradas, esféricas e com 20 nm de diâmetro. A introdução destas partículas de nano tamanho, com outras partículas inorgânicas, permite maior concentração deste componente, aumentando a capacidade de polimento, menor contração de polimerização e maior resistência à fratura. A viscosidade da resina depende da quantidade das partículas, que resulta em menor *stress* de contração. Como a distância entre as partículas é reduzida, diminui o aparecimento de fendas e sua propagação na resina. Como as nanopartículas são esferoidais fornece bordas lisas e arredondadas, distribuindo o *stress* mais uniformemente em toda a restauração de resina composta. As nanopartículas retêm por mais tempo o polimento. As indicações clínicas sugeridas para as resinas com nanopartículas incluem dentes anteriores e posteriores. O autor concluiu que apesar da escala nano ser pequena em tamanho, seu potencial é vasto. Os avanços realizados por

cientistas e engenheiros em manipular a matéria em pequena magnitude, indicam aplicações desta nanociência através da evolução dos biomateriais restauradores. A recente introdução destes biomateriais nanoparticulados representa uma contínua pesquisa e desenvolvimento de uma resina composta restauradora ideal. Nanoresinas atuais tem mais estética, resistência e durabilidade, combinando princípios científicos para maior longevidade.

Segundo **Turssi et al. (2005)** o objetivo do seu estudo foi avaliar e correlacionar o desgaste e a rugosidade da superfície de uma resina microhíbrida e uma nanoparticulada, finalizadas por diferentes métodos. As resinas utilizadas foram Filtek Z 250 e Filtek Supreme. Cinquenta amostras de cada resina foram confeccionadas com formato retangular e medindo 12 mm de comprimento, 2,5 de espessura e 5 mm de largura. A polimerização das resinas foi efetuada sobre as tiras de poliéster, por 40 segundos. As matrizes foram escolhidas, aleatoriamente, e separadas em grupos. Todas as amostras foram acabadas com lixa 600 e 1200 grãos por 20 segundos, sob refrigeração com água. Um dispositivo para acoplar o contra-ângulo foi utilizado para que o desgaste das resinas deixasse a superfície plana. Após o acabamento as amostras foram limpas no ultrassom, por dez minutos, em água deionizada. Para o armazenamento foram colocadas em estufa e submersas em água deionizada, a 37°C, por 24 horas. Posteriormente foram embutidas em resina epóxi para realizar o polimento. As amostras foram separadas em cinco grupos: 1) grupo controle – apenas recebeu o acabamento; 2) broca 12 lâminas + broca 30 lâminas + discos Sof-Lex; 3) broca 12 lâminas + broca 30 lâminas + discos PoGo; 4) ponta diamantada 15  $\mu\text{m}$  + ponta diamantada 30  $\mu\text{m}$  + discos Sof-Lex; 5) ponta diamantada 15  $\mu\text{m}$  + ponta diamantada 30  $\mu\text{m}$  + discos PoGo. A avaliação da rugosidade média (Ra) da superfície foi realizada por um perfilômetro. Cada amostra foi verificada três vezes em cinco locais diferentes da superfície acabada e polida, como pré-teste. Como pós-teste o desgaste foi avaliado usando um simulador de desgaste oral, e cada amostra foi quantificada por perfilômetro mecânico, que fez dez varreduras perpendiculares às facetas de desgaste. A MEV foi utilizada para examinar amostras representativas, com aproximação de 500 X. O uso de pontas diamantadas seguidas de PoGo resultou em superfícies mais rugosas. As superfícies menos

rugosas foram conseguidas com brocas multilaminadas e qualquer instrumento de polimento, e não diferiram do grupo controle. A resina nanoparticulada apresentou superfícies mais lisas do que a resina microhíbrida, independente da técnica de polimento. A resina Filtek Supreme foi, significativamente, mais resistente ao desgaste do que a Filtek Z 250. Comparando os materiais, em relação ao desgaste abrasivo, não foi observada nenhuma diferença entre o protocolo de acabamento e polimento. Em ambas as resinas o uso das pontas diamantadas e das pontas PoGo produziram ranhuras mais profundas e maior quantidade de partículas desalojadas, em comparação ao grupo controle, quando vistas na MEV. As partículas inorgânicas da resina nanoparticulada foram desgastadas abaixo do nível superficial. Partículas inorgânicas da Filtek Z 250 foram desalojadas, deixando lacunas na superfície. Os autores concluíram que a variação de materiais restauradores e procedimentos de acabamento e polimento podem resultar em diferentes texturas superficiais e defeitos sub-superficiais. O desgaste, resultante do uso de instrumentos de acabamento e polimento, deve ser mais investigado.

**Joniot et al.(2006)** determinaram como quatro materiais restauradores estéticos se comportam ao polimento e compararam os resultados obtidos utilizando duas diferentes técnicas de avaliação da rugosidade superficial. Na pesquisa de Joniot foram utilizados dois compômeros - Dyract AP e Dyract Flow, uma resina condensável – Surefill, e uma resina microparticulada – Esthetic-X. Cinco amostras de cada material, medindo 5 mm de diâmetro e 4 mm de espessura, foram polimerizadas por 30 segundos. As amostras foram polidas por um mesmo operador, com pontas Enhance que contém 70% de partículas de óxido de alumínio de tamanho médio de 100 nm. As pastas utilizadas foram Prisma-Gloss fina que contém óxido e alumínio, com partículas de 1 µm e Prisma-Gloss extrafina com partículas de óxido de alumínio, de 0,3 µm. Após o polimento, as amostras foram examinadas em um microscópio óptico, com ampliação de 50 X, para verificar as superfícies. Um perfilômetro óptico e um perfilômetro mecânico foram usados para observação das superfícies das amostras. Para análise quantitativa, cinco zonas foram escolhidas aleatoriamente, em cada amostra. Ambos os métodos de investigação caracterizam a rugosidade superficial, usando diferentes



parâmetros. Ra é um dos parâmetros mais significativos, pois é a média aritmética de todos os valores de rugosidade do perfil do comprimento de avaliação e é o mais frequentemente utilizado para caracterizar a superfície. Tanto a perfilometria mecânica como a ótica permitem, através da Ra, calcular a média da rugosidade superficial. O sensor mecânico não detecta todas as pequenas fendas que são registradas pelo feixe ótico. A avaliação qualitativa, usando o perfilômetro ótico permite observar os perfis tridimensionais, onde aparecem numerosas e maiores partículas de carga para Surefill; Esthet-X e Dyract Flow apresentaram similar aparência; Dyract AP apresentou uma superfície mais granular. Na avaliação quantitativa, usando o perfilômetro mecânico, a análise revelou baixos valores de Ra para Dyract Flow, depois Esthet-X, e Surefill e Dyract AP os maiores valores de rugosidade. Todos os resultados ficaram abaixo do valor de 0,2 nm. A perfilometria mecânica mostrou os menores valores de média de rugosidade para Dyract Flow, mas a perfilometria ótica obteve os valores mais baixos para o Esthet-X. As escalas não são as mesmas e a rugosidade analisada não vem das mesmas fontes. Nenhuma correlação foi encontrada entre os dois diferentes métodos de avaliação, o que determina que não analisam os mesmos campos de investigação. Ambos os métodos tem suas vantagens, mas tem seus limites de resolução. A perfilometria mecânica apenas fornece uma representação bidimensional da superfície, com pouca informação, e a perfilometria ótica mostra a topografia em 3D, permitindo a classificação dos materiais conforme o aspecto de suas superfícies. Os autores concluíram que a perfilometria mecânica determina a rugosidade quanto à textura da superfície deixada pelo material do polimento, enquanto que a perfilometria ótica detecta micro porosidades, o que reflete a estrutura do material estudado. Isto permite que os materiais sejam classificados conforme a característica da superfície após o polimento. Dyract AP e Surefill apresentavam altos valores de Ra, enquanto que Dyract Flow e Esthet-X apresentaram um bom polimento. O resultado do polimento depende do sistema recomendado pelo fabricante e depende da estrutura do material.

**Wanatabe et al. (2006)** avaliaram a influência dos instrumentos sobre a textura da superfície de resinas compostas fotopolimerizáveis. Segundo os

autores, há uma necessidade de um sistema de polimento ideal para as restaurações com resina. As resinas utilizadas foram: Beautifil, Clearfil AP-X e Life-Fil IIA. Vinte amostras de cada resina, medindo 10 mm de diâmetro e 5 mm de espessura, foram confeccionadas na cor A3. As resinas foram cobertas com tiras de poliéster, em ambos os lados das amostras, e polimerizadas por 40 segundos. As superfícies foram acabadas com lixa 600 grãos e refrigeradas com água. Depois de 24 horas as resinas receberam polimento. Cada 5 amostras de cada resina foram polidas com os seguintes sistemas: 1) *Compomaster* – partículas de diamante de 6  $\mu\text{m}$ , 2) *Silicone Points C Type* – partículas de Zircônia de 25  $\mu\text{m}$ , 3) *Super-Snap* – ponta verde com partículas de óxido de alumínio de 20  $\mu\text{m}$  e ponta vermelha com partículas de óxido de alumínio de 7  $\mu\text{m}$ , 4) *Enhance* – partículas de óxido de alumínio de 40  $\mu\text{m}$  e taça para polimento com *Prisma Gloss Composite Polishing Paste* de óxido de alumínio de 1  $\mu\text{m}$  e uma nova taça com *Prisma Gloss Extra Fine Composite Polishing Paste* de óxido de alumínio de 0,3  $\mu\text{m}$ . Todos os passos para polimento foram usados por 30 segundos. Após o polimento as amostras foram lavadas com água da torneira, limpas com ultrassom por 3 minutos e secas com ar. A rugosidade da superfície foi determinada por um perfilômetro. A rugosidade média ( $R_a$ ) foi medida através de três leituras, no centro de cada amostra. O brilho foi medido com medidor de brilho, realizando cinco leituras em cada amostra, com uma luz refletida da superfície em um ângulo de 60°. A cor da superfície foi medida com um espectrometrômetro calibrado com um branco padrão. Após as medições as amostras foram imersas em uma solução de Rodamina B a 0,3% durante 7 dias. Depois de uma semana as amostras foram lavadas com água da torneira por 15 minutos e secas com ar. Novas medições foram feitas para verificação da quantidade de descoloração. As amostras, também, foram examinadas na MEV. *Super-Snap* apresentou o menor valor de  $R_a$ , seguido de *Enhance*, *Compomaster* e *Silicone Point C*. Houve uma relação entre a rugosidade da superfície e o brilho das amostras. A menor descoloração das amostras foi encontrada com o uso do sistema *Enhance*, seguido pela *Compomaster*, *Super-Snap* e *Silicone Point C*. Não houve correlação entre a rugosidade e diferença de cor ou entre brilho de superfície e diferença de cor. As imagens da MEV mostram que a superfície polida com *Compomaster* e *Super-Snap* foram mais lisas. Com o sistema

Enhance a MEV mostra partículas expostas com uma superfície mais lisa. Os autores concluíram que embora a superfície mais lisa fosse obtida com o sistema de multipassos, o polimento de um passo produziu clinicamente uma superfície lisa aceitável.

**Ergüçü e Türkün (2007)** analisaram a rugosidade superficial de cinco resinas com nanopartículas após o polimento com três diferentes sistemas de uma etapa e avaliaram a eficácia e os danos provocados à superfície utilizando MEV. As resinas utilizadas foram Ceram-X, Filtek Supreme XT, Grandio, Premise e Tetric EvoCeram e os sistemas de polimento testados foram PoGo, Optrapol e One Gloss. Vinte amostras de cada resina, medindo 10 mm de diâmetro e 2mm de espessura foram confeccionadas. Cinco amostras de cada resina não receberam nenhum tratamento após polimerização sobre tiras de poliéster, servindo de grupo controle. As amostras polimerizadas foram armazenadas em 100% de umidade, à 37°C por 24 horas. Todas as amostras foram avaliadas por um rugosímetro, para se obter a rugosidade média (Ra), antes da realização do polimento. As demais 75 amostras foram acabadas com lixa 320 grãos, porque conforme Chung (1994) esta pré-rugosidade corresponde ao uso de pontas diamantadas. Nesta pesquisa foram usados sistemas de polimento em forma de disco, com o objetivo de se obter contato direto com as superfícies das amostras. Cada disco foi utilizado apenas em uma amostra e posteriormente descartado. As pontas PoGo foram usadas no início com pressão leve e intermitente, depois com menos pressão para aumentar o brilho das resinas. Optrapol foi utilizado com pressão moderada e com jatos de água abundante. One Gloss foi aplicada com leve pressão sobre as resinas. Todos os sistemas de polimento foram usados durante 30 segundos. As amostras foram lavadas e deixadas secar em meio ambiente, depois armazenadas em 100% de umidade por 24 horas. A rugosidade foi medida cinco vezes, perto do centro de cada amostra, utilizando um rugosímetro. Apenas uma amostra representativa de cada grupo foi preparada para análise em MEV. Fotografias foram feitas com 500X e 5000X de aproximação. Os valores de rugosidade de todos os sistemas de polimento foram comparados ao grupo controle. Para Filtek Supreme XT e Grandio, as tiras de poliéster e o sistema PoGo proporcionaram uma superfície lisa,

enquanto que superfícies ásperas foram obtidas com Optrapol e One Gloss. Para Tetric EvoCeram, Premise e Ceram-X nenhum dos sistemas de polimento produziram superfícies lisas, semelhantes às tiras de poliéster. PoGo produziu a superfície mais lisa para Ceram-X. Tetric EvoCeram apresentou a maior rugosidade com Optrapol, mas não houve diferença significativa entre Premise, Grandio e Ceram-X. One Gloss poliu melhor Premise e Ceram-X, mas as outras resinas apresentaram textura de superfície mais áspera. As imagens da MEV mostraram que Optrapol e One Gloss criaram ranhuras e arrancaram partículas inorgânicas, enquanto que PoGo proporcionou uma superfície uniforme, embora os valores de rugosidade não eram os mesmos para cada resina estudada. Os autores concluíram que as resinas com nanopartículas têm melhor estética, retenção de polimento e melhores propriedades físicas. O polimento com PoGo foi pior que com a tira de poliéster mas ainda foi melhor que os outros sistemas estudados. Considerando as vantagens do uso do PoGo, como reduzidas etapas, menor tempo de aplicação, eliminação dos riscos de infecção cruzada e obtenção de superfícies como tira de poliéster, pode ser usado para polimento destas novas resinas. A questão, em que grau uma superfície de resina deve ser terminada, ainda não pode ser respondida suficientemente no momento. Adicionais estudos são necessários para determinar qual das técnicas de acabamento e polimento é melhor para casos clínicos onde o acesso é limitado em restaurações côncavas.

**Jefferies (2007)** realizou uma revisão sobre os materiais abrasivos utilizados no acabamento e polimento de restaurações estéticas. O objetivo foi de fornecer ao leitor um amplo conhecimento e uma consciência dos princípios e instrumentos disponíveis para produzir melhor acabamento e integridade em restaurações dentais. A efetividade do acabamento e polimento de restaurações não melhora apenas a estética, mas proporciona saúde dos tecidos moles e integridade marginal das restaurações. Um sistema tribológico consiste de um conjunto de parâmetros como carga aplicada, velocidade e duração do movimento e o sistema de estrutura pode ser entre dois ou três corpos. Desgaste é definido como um acúmulo de danos à superfície com remoção ou deslocamento de material, como pequenos detritos, por processos mecânicos. A maioria dos instrumentos para polimento de resina composta são

usados no modo de dois corpos. Polimento é um processo realizado depois do acabamento com a finalidade de eliminar arranhões da superfície e obter um mínimo de riscos microscópios e defeitos, evitando aderência de biofilme, proporcionando saúde dos tecidos moles, melhorando a estética e proporcionando lisura compatível com as estruturas do dente. A eficácia dos instrumentos rotatórios de polimento e a rugosidade de superfície da restauração são determinadas por fatores como: estrutura e propriedade mecânicas do material a ser polido; diferença de dureza entre o abrasivo e o substrato; dureza da partícula, tamanho e forma do abrasivo; propriedades físicas do material de suporte dos abrasivos; velocidade e pressão aplicadas pelo abrasivo sobre o substrato; utilização de lubrificantes durante o uso do abrasivo. Podem ser usados como abrasivos: óxido de alumínio, compostos de carboneto, diamante, dióxido de silício e óxido de zircônia. Podem ser utilizados inúmeros dispositivos abrasivos para polimento como: pontas diamantadas, brocas de carboneto de tungstênio, pedras, discos abrasivos, tiras de lixa, pastas de polimento de óxido de alumínio ou de diamante, rodas de feltro impregnado de partículas de diamante. Novas tecnologias para polimento: Sof-Lex Brush, com partículas abrasivas de óxido de alumínio utilizadas na escova; Occlubrush, constituída de fibras de policarbonato impregnado com silicone e partículas de carboneto; Jiffy Polishing Brush, escova com partículas de carboneto de silício. A pesquisa descreveu algumas inovações para acabamento e polimento final em Dentística como: Stain Buster, um tipo de broca de resina com fibras de vidro enriquecido com óxido de zircônia, altamente resistente que remove resina residual sem danos ao esmalte ou porcelana e realiza polimento da superfície dos dentes; OptiClean, um tipo de broca composta de poliamida aromática com partículas de óxido de alumínio de 40  $\mu\text{m}$ , que é utilizado para remoção de cimento temporário e detritos de dentes preparados antes da cimentação final. O principal objetivo da tecnologia do acabamento e polimento é realizar restaurações esteticamente naturais, tanto na aparência como na semelhança com a estrutura dental.

**Jung et al. (2007)**a avaliaram a geometria de 4 resinas compostas após o acabamento e polimento com instrumentos rotatórios. As resinas utilizadas neste estudo foram: nanoparticuladas – Premise, Tetric Evo Ceram, Filtek

Supreme e Ceram X Duo e híbrida - Herculite XRV. Sessenta amostras de cada resina foram confeccionadas com 7 mm de diâmetro e 4 mm de espessura. As amostras foram polimerizadas por 60 segundos, na sua porção inferior e superior. As amostras foram avaliadas em um microscópio óptico e descartadas em caso de irregularidades. Após avaliação foram acabadas com lixa 600 grãos durante 30 segundos sob refrigeração com água. Três métodos de acabamento foram realizados com instrumentos rotatórios em 15 amostras de cada resina: FM 1 – ponta diamantada 30  $\mu\text{m}$ ; FM 2 – pontas diamantadas 30  $\mu\text{m}$  e 20  $\mu\text{m}$ ; FM 3 – ponta diamantada 30  $\mu\text{m}$  e broca 12 lâminas. As pontas diamantadas e as brocas foram usadas em cinco amostras e então descartadas. Quinze amostras de cada resina foram tratadas com discos Sof-Lex, médio e extrafino, durante 30 segundos para cada disco. Os discos foram usados apenas em uma amostra. Dois operadores realizaram a instrumentação das amostras, que foram igualmente distribuídas a ambos. A avaliação qualitativa foi realizada por um perfilômetro ótico e quantitativamente por um perfilômetro mecânico. Cada superfície foi digitalizada por 9 traçados paralelos, com distância entre dois traçados de 0,219 mm. Para a caracterização da rugosidade superficial foram calculados Ra (rugosidade média) e LR (comprimento do perfil). Oito amostras de cada resina foram selecionadas para avaliação na MEV. Os métodos de acabamento tiveram significativo efeito sobre Ra e LR. Premise teve rugosidade média mais baixa em Ra e LR. Valores de Ceram X Duo e Herculite XRV foram significativamente maiores, e os valores LR de todas as resinas foram maiores, comparados com Premise. O tratamento com discos Sof-Lex obteve superfície semelhante ao grupo FM 3. Apenas as amostras de Ceram X Duo obtiveram valores menores após FM 3, em relação ao LR. A avaliação qualitativa mostrou que o acabamento com ponta diamantada de 30  $\mu\text{m}$  causou sulcos horizontais profundos. Quando foram utilizadas as duas pontas diamantadas, as superfícies se mostraram ásperas, mas com sulcos pouco profundos. Quando foram usadas a ponta diamantada e a broca, as superfícies apareceram mais lisas, em comparação aos grupos FM 1 e FM 2. Os discos Sof-Lex obtiveram a melhor superfície, mas surgiram várias pequenas irregularidades. Nas amostras de Ceram X Duo, várias porosidades foram detectadas. Os autores concluíram que com exceção da Ceram X Duo, todas as resinas nanoparticuladas ficaram mais lisas em

comparação com a resina híbrida. O grupo FM 3 alcançou significativamente menores valores de rugosidade. Os discos Sof-Lex causaram rugosidade semelhante em todas as resinas. O grupo FM 1 causou alterações superficiais prejudiciais em todas as resinas.

**Jung et al.(2007)b** avaliaram a qualidade da superfície de quatro resinas nanoparticuladas e uma híbrida após o polimento com três diferentes sistemas. Para o estudo foram selecionadas as resinas nanohíbridas – Premise, Tetric EvoCeram e Ceram X Duo; nanoparticulada – Filtek Supreme; híbrida – Herculite XRV. Sessenta amostras, de cada resina, medindo 7mm X 7mm de tamanho e 4mm de espessura, foram polimerizadas por 40 segundos em ambos os lados. Todas as amostras foram acabadas com lixa 600 grãos. Quinze amostras de cada resina foram polidas com Sof-Lex (discos médio, fino e superfino) e as quarenta e cinco restantes foram acabadas com diferentes protocolos: **1** - ponta diamantada 30  $\mu\text{m}$ ; **2** – sequência de ponta diamantada de 30  $\mu\text{m}$  e 20  $\mu\text{m}$ ; **3** – ponta diamantada 30  $\mu\text{m}$  + broca 12 lâminas. Cada 15 amostras foram subdivididas em três grupos de cinco amostras com três diferentes protocolos: *subgrupo 1*–Astropol (três etapas); *subgrupo 2* – Escovas Optishine (uma etapa); *subgrupo 3* – Enhance/PoGo (duas etapas). Os instrumentos de polimento foram utilizados apenas em uma amostra durante 30 segundos. Cada método, de acabamento e polimento, foi distribuído igualmente entre dois operadores. A avaliação quantitativa da rugosidade superficial (Ra) foi feita por um perfilômetro ótico. Cada superfície foi digitalizada por nove traçados paralelos. A avaliação qualitativa foi feita com MEV. Fotomicrografias de cada superfície foram feitas com aumento de 80 X. Vinte amostras de cada resina foram selecionadas, aleatoriamente, para se obter fotografias medindo 16 cm X 12 cm. Cada fotografia foi dividida em 48 quadrados para serem avaliados separadamente, em relação à rugosidade superficial, usando quatro classificações: superlisa e homogênea; menor rugosidade; severa rugosidade; área de superfície prejudicial. As avaliações foram realizadas por dois pesquisadores calibrados. Na avaliação quantitativa a rugosidade superficial foi afetada pelo tipo de resina, método de acabamento e técnicas de polimento. A maior rugosidade foi obtida pelas escovas Optishine após o uso de uma ponta diamantada de 30  $\mu\text{m}$ . A diferença dos demais

métodos foi tão grande que este método foi excluído da análise estatística. A menor rugosidade foi encontrada na Premise. As amostras de Tetric EvoCeram foram mais lisas em comparação com Ceram X Duo, Filtek Supreme e Herculite XRV. Os maiores valores de Ra foram de Ceram X Duo. As diferenças entre Filtek Supreme e Herculite XRV foram pequenas e sem significado. Astropol proporcionou maior lisura em todas as resinas. Houve relação significativa entre acabamento e polimento. A rugosidade de superfície depois do uso de Enhance/PoGo foi maior do que com Astropol. As amostras tratadas com escovas Optishine ficaram lisas quando o acabamento foi realizado com ponta diamantada 30 µm e brocas 12 lâminas. Os valores de Ra depois do uso das escovas Optishine e as duas pontas diamantadas (30 µm e 20 µm) foram altos em relação aos demais métodos, exceto os discos Sof-Lex. A avaliação qualitativa teve relação com a avaliação quantitativa. Na avaliação qualitativa o mais alto grau de rugosidade, de todas as resinas, foi obtido com as escovas Optishine. As imagens das amostras polidas com Sof-Lex tiveram como característica a presença de sulcos e irregularidades da superfície. Astropol teve o maior efeito de alisamento e superfícies homogêneas. Enhance/PoGo produziram superfície com menor rugosidade. Os autores concluíram que as resinas nanoparticuladas não constituem um grupo homogêneo, em relação à rugosidade depois do polimento. Duas resinas nanoparticuladas foram mais lisas por si só, e duas outras nanoparticuladas tiveram rugosidade superficial similar à resina híbrida. O polidor Astropol, de três etapas, foi mais eficiente que os demais métodos, em resinas nanoparticuladas e híbridas. O acabamento inicial teve influência maior sobre a rugosidade superficial quando o polimento realizado foi de uma etapa, comparado com os demais métodos de várias etapas. As escovas Optishine são ineficientes depois do uso de pontas diamantadas 30 µm, como acabamento. Todos os sistemas de acabamento e polimento foram superiores aos discos Sof-Lex em termos de rugosidade média.

O objetivo do estudo, in vitro, realizado por **Kakaboura et al. (2007)** foi comparar vários métodos de medição de rugosidade superficial de vários tipos de resina composta. Para esta pesquisa foram utilizadas as resinas: 1) microparticuladas – Micronew; 2) híbrida – TPH Spectrum; 3) microhíbridas –



Esthetic X, Synergy Duo, Point 4 e Palfique Estelite. Três grupos com 6 amostras por resina, em forma de disco, medindo 10 mm de diâmetro e 1,5 mm de espessura. As resinas foram colocadas em uma matriz de polietileno, cobertas com tiras de poliéster e uma lamínula e a superfície superior polimerizadas por 40 segundos. Removidas da matriz foram polidas com a sequência de discos Sof-Lex, em baixa rotação. Depois de lavadas por 60 segundos foram secas por 30 segundos. As superfícies foram examinadas em um microscópio metalográfico para verificação de defeitos. A rugosidade média ( $R_a$ ) foi avaliada com um perfilômetro bidimensional, traçando seis medidas cruzadas no centro de cada amostra. Imagens tridimensionais, com tamanho de 100  $\mu\text{m}$ , no centro de cada amostra foram obtidas por um AFM, para avaliar a rugosidade superficial ( $S_a$ ). A avaliação qualitativa das resinas polidas foi observada com MEV. O brilho foi medido com um ângulo de incidência de  $60^\circ$ , usando um medidor de brilho. A média foi obtida com 6 medidas por amostra. O método AFM mostrou os valores de rugosidade mais baixos ( $S_a$ ) que os do perfilômetro ( $R_a$ ) para todas as resinas compostas. Não houve correlação entre os valores registrados pelo AFM e o perfilômetro. Quando a avaliação foi realizada com AFM os maiores valores de rugosidade foram encontrados na resina Esthetic X, Synergy Duo e TPH Spectrum, e os menores valores para Palfique Estelite, Micronew e Point 4. Foi encontrada correlação entre brilho e microrugosidade ( $S_a$ ), mas não houve correlação entre brilho e rugosidade média ( $R_a$ ). As imagens da AFM mostraram uma superfície não uniforme, com projeções agudas e poros na resina TPH Spectrum. Apareceram estreitos e profundos sulcos na superfície da Synergy Duo e a superfície da Esthetic X apresentou altos e baixos. Na Micronew apareceram projeções arredondadas localizadas aleatoriamente e na Point 4 e Palfique Estelite mostrou leves arranhões. A MEV mostrou textura de superfície mais homogênea das resinas Palfique Estelite e Point 4, mas vários riscos foram encontrados na Point 4. Na superfície da Palfique Estelite foram encontradas pequenas manchas brancas e nas resinas TPH Spectrum e Esthetic X algumas partículas inorgânicas ficaram expostas. Na Synergy Duo a superfície se mostrou uniforme. Os autores concluíram que o método da AFM foi o mais adequado para distinguir rugosidade superficial do que o do perfilômetro, e foi capaz de obter melhor definição e mais detalhes da textura da superfície do que da MEV. A micro-

rugosidade mostrou uma alta correlação com valores de brilho, enquanto que a macro-rugosidade não mostrou. As resinas microhíbridas apresentaram maior brilho e menor rugosidade comparados com a resina híbrida, mas comparáveis com a microparticulada.

**Senawongse e Pongprueksa (2007)** comparou a rugosidade de superfície de resinas compostas após polimento e escovação. As resinas utilizadas foram: *microhíbridas* - Filtek Z 250, Tetric Ceram, Clearfil AP-X; *nanohíbridas* – Premise, Tetric EvoCeram, Cream X; *nanoparticuladas* – Filtek Supreme XT Dentina, Filtek Supreme XT Translúcida, Filtek Z 350, Estelite Sigma. Quarenta amostras de cada resina foram confeccionadas, medindo 5 mm de diâmetro X 2,5 mm de espessura. A polimerização das resinas foi por 40 segundos sobre uma tira de poliéster, em moldes cilíndricos. As amostras de cada grupo de resina foram subdivididas: *subgrupo 1* – grupo controle, não recebeu nenhum tratamento de superfície; *subgrupo 2* – Sof-Lex (disco grosso, fino e extrafino) um minuto cada série, em baixa rotação em uma única direção; *subgrupo 3* – Astropol (disco grosso, fino e extrafino) um minuto cada série, em baixa rotação em uma única direção; *subgrupo 4* – escova dental da Oral B e creme dental Colgate. Todas as amostras foram avaliadas para detectar defeitos como rachaduras ou bolhas, através de um microscópio com 100 X de ampliação. As que continham defeitos foram descartadas e as demais foram colocadas em uma base de silicone em tubos de metal da máquina de escovar. A escovação foi realizada por uma máquina, com frequência de 80 passadas por minuto e 20.000 traçados. A máquina executa movimentos lineares da escova dental sobre a amostra, contendo uma mistura de 50 gramas de creme dental e 80 ml de água destilada. O teste de rugosidade superficial (Ra) foi realizado por um perfilômetro. A leitura foi feita no meio da amostra através de três medições. Clearfil AP-X apresentou a maior rugosidade superficial. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre Tetric Ceram, Filtek Z 250, Filtek Z 350, Filtek Supreme XT, Estelite Sigma e Premise. Após a escovação, Tetric EvoCeram e Ceram-X apresentaram mais rugosidade do que as outras resinas. As superfícies escovadas de Filtek Z350 e Filtek Supreme XT ficaram menos ásperas do que as outras resinas. Para as resinas nanoparticuladas, não houve diferenças significativas na rugosidade de superfície entre os dois

métodos de polimento e as superfícies não polidas. Após a escovação, todas as resinas exceto Filtek Z 350 e Filtek Supreme XT dentina, apresentaram maior rugosidade do que as superfícies não polidas e as polidas por Sof-Lex e Astropol. A MEV revelou que as irregularidades das superfícies correspondem aos resultados da rugosidade média (Ra). A MEV indica uniformidade de topografia da superfície antes e depois do polimento das resinas nanoparticuladas, mas mostram riscos pelo uso dos discos abrasivos. Linha de fratura pode ser observada após escovação na Filtek Supreme XT translúcida e deslocamento de partículas esféricas é observado na Estelite Sigma. Nas resinas microhíbridas e nanohíbridas se observam deslocamento de partículas e superfícies irregulares em vários graus após o polimento, exceto para Filtek Z 250 e Premise. Após a escovação, todas as resinas microhíbridas mostraram irregularidades superficiais e deslocamento de partículas inorgânicas. Os autores concluíram que o tratamento de diferentes resinas compostas com polimento e escovação resultou em diferentes graus de rugosidade superficial. As resinas nanoparticuladas, com alta quantidade de partículas, tais como Z 350 e Filtek Supreme XT Dentina, resistiram melhor aos processos de polimento e escovação. As resinas nanoparticuladas que contenham *nanoclusters* apresentaram superfícies mais lisas após o polimento e escovação.

A pesquisa de **Botta et al. (2008)** tinha como objetivo avaliar com AFM o efeito dos instrumentos de acabamento sobre a rugosidade superficial de resinas compostas. As resinas utilizadas foram uma nanoparticulada (Filtek Supreme) e uma microhíbrida (Point 4). Vinte e quatro amostras de cada resina foram divididas em 6 grupos de acordo com o tipo de partículas, ausência de acabamento e instrumentos utilizados para acabamento. Os grupos foram: **FM** – Filtek Supreme + matriz de poliéster; **FC** – Filtek Supreme + brocas de 30 lâminas; **FD** – Filtek Supreme + ponta diamantada (30 µm); **PM** – Point 4 + matriz de poliéster; **PC** – Point 4 + broca de 30 lâminas; **PD** – Point 4 + ponta diamantada (30 µm). As amostras mediam 11 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Na camada superficial das amostras foi usado pincel pêlo de Marta, matriz de poliéster e laje de vidro, seguido de um peso de 1 Kg por 30 segundos, permitindo o escoamento da resina, e uma superfície lisa e padronizada, antes da polimerização. Foi utilizado um dispositivo para realizar

o acabamento padronizado das amostras e obter uma superfície plana. Os instrumentos foram usados por 15 segundos com água em abundância. Após os acabamentos as amostras foram lavadas e secas com ar, por 5 segundos. O armazenamento foi em água numa estufa à 37°C, durante 24 horas. Após este tempo, foram sonificadas em água deionizada, por 30 minutos, com a finalidade de remover os detritos depositados na superfície. A rugosidade média foi avaliada com AFM, do modo contato, em ar. A forma da ponta, que realizou a varredura, era piramidal e media 40 nm de média de raio. Foram feitas leituras de áreas aleatoriamente selecionadas. As imagens mediam 20µm X 20µm, com resolução de 512 X 512 pixels. Na ausência de acabamento, a rugosidade de Filtek Supreme XT foi significativamente maior que a da Point 4. A rugosidade aumentou após os procedimentos de acabamento (mais de 10 vezes sobre a média). A rugosidade média foi menor nos grupos acabados com brocas de 30 lâminas comparados com as pontas diamantadas. Não houve diferença estatística entre as resinas após o uso dos instrumentos de acabamento. Os autores concluíram que este estudo mostrou que a escolha do instrumento de acabamento é altamente significativa em lisura final de restaurações de resina composta.

Segundo **Ergüçü et al. (2008)** este estudo comparou a alteração de cor de cinco resinas polidas com sistemas de polimento de um passo, expostos a solução de café. Cinco resinas contendo nanopartículas foram utilizadas nesta pesquisa: Filtek Supreme XT, Grandio, Ceram X, Tetric EvoCeram e Premise. Os sistema de polimento usados foram PoGo e Optrapol. Trinta amostras de cada resina foram confeccionadas, medindo 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Depois das resinas serem inseridas nos moldes foram cobertas com tira de poliéster e pressionadas com uma lamínula, para a realização da polimerização por 40 segundos. Removidas as tiras de poliéster, as amostras foram polimerizadas novamente, em ambos os lados, por 20 segundos. As amostras foram divididas em três grupos: 1) grupo controle – não receberam tratamento; 2) lixa 320 grãos + PoGo; 3) lixa 320 grãos + Optrapol. O sistema PoGo foi usado por 30 segundos e o sistema Optrapol foi usado por 30 segundos com refrigeração à água. Todas as amostras foram armazenadas em 100% de umidade, em uma estufa, à 37°C, por 24 horas. Após este tempo oito

amostras, de cada resina, foram imersas em solução de café e duas amostras foram colocadas em água destilada, armazenadas em estufa, a 37°C por 7 dias. As medições de cor foram feitas antes da imersão e após 7 dias. A leitura da cor foi realizada com Vita Easyshade, no centro dos discos de resina, por três vezes. As amostras armazenadas em água destilada não mostraram variação de valores de cor, no período de 7 dias. As amostras imersas em solução de café, depois de uma semana, independente do processo de polimento, mostraram descoloração. O grupo controle apresentou descoloração intensa quando comparado com as amostras polidas. As diferenças entre os grupos Optrapol e PoGo foram insignificantes. Para os grupos de Optrapol não foram encontradas diferenças significativas entre a alteração de cor das resinas. Para o grupo PoGo houve diferenças significativas entre Grandio e Filtek Supreme Xt e entre Tetric EvoCeram e Filtek Supreme XT. Os autores concluíram que remover da resina a camada mais superficial, com procedimentos de polimento, é essencial para resistência ao manchamento. Sistemas de polimento de uma etapa podem ser usados com sucesso no polimento de nano resinas.

**KorKmaz et al. (2008)** realizaram um estudo in vitro, para avaliar a rugosidade superficial e microdureza de resinas com nanopartículas e uma resina microhíbrida, acabadas e polidas com diferentes sistemas. As resinas avaliadas foram: nanoparticuladas – Filtek Supreme XT, Ceram X, Aelite Aesthetic Enamel; nanohíbrida – Tetric EvoCeram e Grandio; e microhíbrida – Filtek Z 250. Os sistemas de polimento usados foram PoGo, Optrapol e Sof-Lex Pop-on. Quarenta amostras de cada resina foram confeccionadas medindo 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. As resinas foram colocadas em uma matriz, então cobertas com tiras de poliéster e pressionadas por uma lamínula. A polimerização foi feita com luz halógena. O grupo controle não recebeu nenhum tratamento superficial, mas as demais resinas foram acabadas com lixa de 1200 grãos. As amostras foram divididas em quatro grupos conforme polimento de um ou multi passos: 1) grupo controle; 2) PoGo; 3) Optrapol; 4) Sof-Lex Pop-On – discos médios, finos e superfinos – a cada etapa as amostras foram lavadas e secas com ar. Os instrumentos rotatórios foram usados em baixa rotação durante 30 segundos cada um. Cada disco ou ponta

abrasiva foram utilizados apenas uma vez e posteriormente descartados. Após o polimento as amostras foram armazenadas em água deionizada, em estufa à 37°C, por 24 horas. O teste de rugosidade média superficial (Ra) foi realizado por um perfilômetro, que foi obtido por três medições sucessivas em diferentes direções, em cada amostra. A dureza Vickers foi testada com uma máquina de teste de microdureza. Três indentações, em diferentes pontos das amostras, foram feitas com uma carga de 500 gramas, aplicadas por 15 segundos. O uso da tira de poliéster mostrou os menores valores de rugosidade do que os sistemas de polimento. Para o sistema de polimento *PoGo* os valores de rugosidade superficial das resinas foram: Filtek Supreme XT = Ceram X = Aelite Aesthetic Enamel = Filtek Z 250 < Tetric EvoCeram < Grandio. Para o sistema de polimento *Optrapol* e *Sof-Lex* os valores de rugosidade superficial das resinas foram: Filtek Supreme XT = Ceram X = Aelite Aesthetic Enamel = Filtek Z 250 < Tetric EvoCeram = Grandio. A tira de poliéster exibiu, estatisticamente, menor valor de microdureza em comparação com todos os sistemas de polimento para todas as resinas testadas. Para o *grupo controle* os valores de microdureza das resinas foram: Ceram X < Tetric EvoCeram = Aelite Aesthetic Enamel < Filtek Supreme XT < Filtek Z 250 < Grandio. Para *PoGo*, *Optrapol* e *Sof-Lex* os valores de microdureza das resinas foram: Tetric EvoCeram = Ceram X = Aelite Aesthetic Enamel < Filtek Supreme XT < Filtek Z 250 < Grandio. Os autores concluíram que considerando as etapas reduzidas, tempo de aplicação e a eliminação dos riscos de contaminação cruzada, os sistemas de polimento de uma etapa podem ser preferidos para polimento de nano resinas.

O objetivo da pesquisa realizada por **Perez et al. (2009)** foi avaliar os efeitos de um selante de esmalte sobre o acabamento e polimento de materiais restauradores estéticos após dois procedimentos diferentes: acabamento com pontas diamantadas e polimento com discos de óxido de alumínio. Os materiais testados foram: resinas - Filtek Supreme e Grandio; cimento de ionômero de vidro - Vitremer e Merom Molar ART; acabamento e polimento – Sof-Lex, Biscover e pontas diamantadas F (25 µm) e FF (15µm). As amostras mediam 9mm de diâmetro e 2 mm de espessura. As resinas foram inseridas no molde em dois incrementos e os ionômeros em apenas um incremento. Após a

polimerização as amostras foram colocadas em uma matriz de resina acrílica para facilitar a medição da rugosidade superficial. O armazenamento das amostras foi feito em caixas de aço inox, em 100% de umidade relativa, à 37°C, por 72 horas. As amostras foram divididas em cinco grupos: *grupo 1* – controle negativo – tira de poliéster; *grupo 2* – controle positivo – acabamento com pontas diamantadas (25 µm e 15 µm); *grupo 3* – Sof-Lex (discos grosso, médio, fino, superfino); *grupo 4* – Biscover sobre o acabamento das pontas diamantadas; *grupo 5* – Biscover sobre polimento com Sof-Lex. Os procedimentos de acabamento e polimento foram realizados por um único operador, em baixa rotação, por 15 segundos, e em uma única direção. A cada etapa as amostras foram lavadas para remoção dos detritos. Para aplicação do polidor líquido seguiu-se as instruções do fabricante: as amostras, já acabadas e polidas, receberam ácido gel por 10 segundos e foram lavadas e secas e então aplicada uma fina camada de Biscover para polimerização por 15 segundos. Após a aplicação do polidor líquido as amostras foram armazenadas em 100 % de umidade relativa. Para avaliação da rugosidade superficial foi utilizado um sistema de escaneamento de superfície 3D. A análise topográfica completa, através de uma sonda de contato, foi utilizada juntamente por Software de análise. Os parâmetros de digitação 3D medidos foram **Ra** (média aritmética de rugosidade) e **Rz** (rugosidade parcial de 10 pontos). Estes dois parâmetros são os mais importantes se considerados os aspectos gerais de rugosidade superficial. Nos resultados da pesquisa se observa que Filtek Supreme não apresentou diferença estatística entre G3/G4 e G3/G5, considerando Ra. Não houve diferença estatística entre G3/G4, G4/G5 e G3/G5, considerando valores **Rz**. Grandio mostrou diferença estatística entre G2 e os outros grupos, considerando **Ra**. Houve diferença estatística entre G1/G4, G3/G4, G4/G5 e G3/G5, considerando valores **Rz**. Vitremer não apresentou diferença estatística entre G3/G4, G4/G5 e G3/G5 quando considerados **Ra** e **Rz**. Meron Molar ART não apresentou diferença estatística entre G1/G4, G2/G5, G3/G4, G4/G 5 e G3/G5 quando considerados valores **Ra**. Não houve diferença estatística entre G1/G3, G1/G4, G1/G5, G3/G4, G4/G5 e G3/G5, quando considerados valores **Rz**. Os autores concluíram que o líquido polidor demonstrou ser uma valiosa ferramenta na obtenção de superfícies polidas e redução da rugosidade superficial; foi possível obter

superfícies polidas usando somente o líquido polidor, depois de terem sido usadas as pontas diamantadas; estudos longitudinais são necessários para confirmar a validade clínica desta material.

**Endo et al.(2010)** comparam textura de superfície após o polimento de resinas nanoparticuladas e nanohíbridas. Quatro resinas compostas foram utilizadas nesta pesquisa: nanoparticuladas – Filtek Supreme XT; nanohíbridas – Grandio, Tetric Evoceram e Venus Diamond. Os sistemas de polimento usados foram: *duas etapas* – Venus Supra (polimento = 40  $\mu\text{m}$ ) e (alto brilho = 4-8  $\mu\text{m}$ ), Compo Master (6 $\mu\text{m}$ ) e DirectDia Paste (3  $\mu\text{m}$ ); *três etapas* – Sof-Lex Pop-On - discos médio (20 $\mu\text{m}$ ), fino (18 $\mu\text{m}$ ) e superfino (14  $\mu\text{m}$ ). Trezentas e vinte amostras foram confeccionadas, medindo 12 mm de comprimento X 5 mm de largura X 3 mm de espessura. As resinas foram polimerizadas sob tiras de poliéster e lamínulas, por 40 segundos, em ambos os lados das amostras, e deixadas por uma hora em meio ambiente, para iniciar a leitura da rugosidade superficial. Cento e sessenta amostras foram medidas cinco vezes, em diferentes direções, perto do centro, para se obter Ra da superfície da tira de poliéster e de cada rodada de polimento, da maior para a menor partícula abrasiva. Cinco amostras de cada resina formaram o grupo controle, sem nenhum tratamento. Cento e sessenta amostras foram acabadas com lixa 600 grãos durante 10 segundos e medidas cinco vezes, em diferentes direções, perto do centro, para se obter Ra da superfície da lixa e de cada rodada de polimento, da maior para a menor partícula abrasiva. Cinco amostras de cada resina formaram o grupo controle, apenas acabadas com lixa 600 grãos. Cada instrumento foi usado em apenas três amostras, durante 20 segundos. Os discos Sof-Lex foram aplicados a seco e os demais polidores forma usados com spray de água. Uma amostra de cada etapa do acabamento e polimento foi escolhida, aleatoriamente, para análise no MEV. Fotografias com aproximação de 1000 a 3000X foram obtidas de áreas representativas. O menor valor de rugosidade foi obtido com as tiras de poliéster, e o mais alto valor com as lixas 600 grãos. Venus Diamond mostrou o mais baixo valor de rugosidade e Grandio o mais elevado. Com exceção de Grandio todas as demais resinas diminuíram a rugosidade superficial. Os três sistemas de polimento promoveram menores valores de Ra para as resinas



nanoparticuladas. Tanto para as amostras acabadas com tira de poliéster como para as com lixa 600 grãos, o sistema Sof-Lex proporcionou rugosidades semelhantes. O sistema da Shofu promoveu menor aspereza na superfície da Grandio após o polimento com Compo Master do que quando foi usado a pasta DirectDia. Os sistemas de polimento Sof-Lex e Venus Supra não foram significativamente diferentes, mas foram diferentes significativamente do Compo Master. Na MEV a Filtek Supreme XT caracterizou-se pela lisura de superfície, e ao redor dos *nanoclusters* foram observados alguns arranhões. Na Grandio foram observadas grandes partículas, de vários tamanhos, circundadas por matriz orgânica. A superfície desta resina se mostrou muito áspera com presença de vazios devido à perda de partículas. Na Tetric EvoCeram foram vistas várias partículas pré-polimerizadas, vários riscos sobre a superfície e vazios menores pelo deslocamento de pequenas partículas ao redor das partículas pré-polimerizadas. Venus Diamond revelou várias partículas de vidro, algumas com tamanhos superiores a 15 µm, e algumas projetadas, mostrando uma superfície quase tão áspera como vista na resina Grandio. O sistema Sof-Lex causou nas resinas Filtek Supreme Xt e Tetric EvoCeram um desgaste uniforme. Na Grandio e Venus Diamond houve mais desgaste da matriz orgânica e perda de partículas inorgânicas, mas se mostrou lisa. Os autores concluíram que a rugosidade superficial obtida com Venus Supra e Sof-Lex nas resinas nanoparticuladas e nanohíbridas foi satisfatória e abaixo do valor clinicamente aceitável de 0,2 µm. O sistema Compo Master e DirectDia Paste é mais recomendado para as resinas Filtek Supreme XT e Tetric EvoCeram. As resinas Grandio e Venus Diamond mostraram muita rugosidade de superfície e deslocamento de partículas inorgânicas, provocando alterações prejudiciais de diferentes graus.

O objetivo da pesquisa de **Janus et al. (2010)** foi avaliar a rugosidade superficial e morfologia de nano resinas polidas com dois diferentes sistemas de polimento. As resinas utilizadas foram: resina híbrida Tetric Ceran (**TC**) como controle; resina nanoparticulada Filtek Supreme (**FS**); resina nanohíbrida Grandio (**GR**) e resina nanohíbrida Synergy D6 (**Syn**). Os materiais para polimento utilizados foram CompoSystem (**CS**) e Sof-Lex (**SL**). Doze amostras de cada resina foram confeccionadas medindo 5 mm de diâmetro e 3 mm de

espessura. Após a polimerização, todas as amostras foram colocadas em moldes metálicos e divididas em dois grupos com os diferentes sistemas de polimento. Os discos abrasivos foram usados apenas uma vez, sem refrigeração, durante 20 segundos em baixa rotação. A rugosidade superficial foi avaliada quantitativamente por um perfilômetro óptico. As amostras do grupo controle foram analisadas em apenas uma área da superfície, e as que receberam polimento foram analisadas em duas áreas. As áreas da medição foram escolhidas aleatoriamente. A superfície e a morfologia das resinas com nanopartículas foram avaliadas qualitativamente com AFM, usando o modo contato e com MEV. Os resultados mostraram que a maior lisura foi obtida com a tira de poliéster. A resina **FS** apresentou os menores valores de rugosidade ( $p < 0,0001$ ) e nenhuma diferença estatística foi observada entre os demais grupos. Todas as resinas apresentaram aumento na rugosidade superficial após o polimento ( $p < 0,0001$ ). Os menores valores de Ra para todas as resinas foram obtidos com o sistema Sof-Lex ( $p < 0,0001$ ). De acordo com as imagens da AFM, a resina Filtek Supreme apresentou a superfície mais lisa, com uma distribuição homogênea das partículas esféricas e organizadas em aglomerados. As partículas mais volumosas estavam expostas na superfície das resinas **GR** e **TC** e foram observadas áreas de depressão entre as partículas, indicando a remoção de partículas durante o polimento. Na MEV as imagens mostraram superfícies lisas para todas as resinas e técnicas de polimento, com exceção de **GR** que mostrou vazios. Todas as resinas, exceto **GR**, apresentaram linhas de riscos ocasionados pelos sistemas de polimento. A superfície mais lisa foi revelada pela **FS**. Os autores concluíram que o uso de nanopartículas na formulação das resinas, não é o suficiente para melhorar a textura superficial após o polimento. A resina **FS** apresentou os melhores resultados associada ao sistema Sof-Lex.

Segundo **Marghalani (2010)** o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes tamanhos e formas das partículas inorgânicas na rugosidade superficial de uma série de resinas compostas experimentais. Onze resinas compostas experimentais, da Ivoclar Vivadent, baseadas em diferentes tamanhos de partículas inorgânicas (100-1500nm) e duas formas geométricas (esféricas e irregulares) foram utilizadas. Na composição das resinas, a matriz

orgânica era composta de Bis-GMA, UDMA e TEGMA e o conteúdo de partículas inorgânicas era de 56,7% em volume e de 72,3% a 76,4% em peso. O agente de união usado foi o Silano. As partículas esféricas eram de Sílica e as irregulares de Vidro, Bário, Alumínio e Boro. Os grupos de resina foram: esféricas: RZD 102 – S 100 nm; RZD 107 – S 250 nm; RDZ 106 – S 500 nm; RZD 105 - S 1000 nm; RZD 114 - S 100/250/1000 nm (trimodal); irregulares: RZD 103 – I 450 nm; RZD 108 – I 700 nm; RZD 109 – I 1000 nm; RZD 110 – I 1500 nm; RZD 111 – I 450/1000 nm (bimodal); RZD 112 – I 450/700/1000 nm (trimodal). As resinas foram polimerizadas em moldes com tiras de poliéster e duas lages de vidro, por 40 segundos. Após a remoção das tiras de poliéster, as amostras foram novamente polimerizadas. As amostras foram armazenadas em recipientes escuros, com 30 ml de água, em estufa à 37°C, por 24 horas. Após este tempo, foram acabadas com lixas de 1000 e 1500 grãos e refrigeradas com água. Após o acabamento foram polidas com uma pasta de óxido de alumínio com partículas de 1 e 5 nm. Cada etapa foi executada durante 5 segundos. As amostras foram sonificadas em água destilada por 15 minutos e armazenadas em água por 3 meses, em estufa à 37°C. Antes das leituras para medição das rugosidades, as amostras foram secas com papel absorvente. A rugosidade foi medida com um perfilômetro de contato, realizando três leituras paralelas perto do centro das amostras. Os parâmetros de rugosidade utilizados para descrever a textura de superfície foram: **Ra** – média aritmética da altura das irregularidades, para verificar a dimensão vertical da rugosidade; **Sm** – é a média do espaçamento entre picos, para verificar a dimensão horizontal de rugosidade; **Rmax** – é a profundidade máxima da rugosidade, maiores profundidades entre picos e vales. A menor rugosidade (Ra) foi observada em S 100 (monomodal) e as maiores foram de I 450/1000 (bimodal) e I 450/700/1000 (trimodal) seguido pela série S 100/250/1000 (trimodal). A série esférica apresentou a superfície mais lisa em comparação com a série irregular, com maior diferença significativa. O parâmetro vertical (Ra) aumentou com o aumento do tamanho das partículas, gerando uma relação linear. O parâmetro horizontal (Sm) não foi significativamente afetado pelo tamanho e a forma das partículas, mas a série I 1000 apresentou o menor valor comparado com S 100. A série S 100/250/1000 (trimodal) teve o maior valor de Rmax enquanto que a S 500 apresentou o

menor valor. É necessário mais investigações com dispositivos mais sensíveis, tais como microscopia de força atômica (AFM) que pode fornecer uma imagem mais detalhada da aspereza da superfície. O autor concluiu que o tamanho e forma das partículas inorgânicas têm um grande efeito sobre os parâmetros de rugosidade de superfície destas séries de resinas. A série monomodal com partículas esféricas e de tamanho pequeno, apresentou a superfície mais lisa enquanto que as multimodais, com partículas irregulares e de vários tamanhos, apresentaram os parâmetros de maior rugosidade.

**Antonson et al. (2011)** comparam quatro sistemas de acabamento e polimento sobre a rugosidade superficial e o brilho de diferentes resinas compostas. As resinas testadas foram: nanoparticulada – Filtek Supreme Plus e microhíbrida - Exthetic X. Os sistemas de polimento utilizados foram: de *duas etapas* – Enhance/PoGo e um sistema experimental EXL-695; de *três etapas* – Astropol e Sof-Lex. Quarenta amostras de cada resina foram confeccionadas medindo 15 mm de diâmetro e 3 mm de espessura. Após a polimerização as amostras foram colocadas imersas em um recipiente com água a 37°C por 24 horas. Após este tempo as superfícies das amostras foram acabadas com lixas 120 grãos. Para cada sistema de polimento foram usadas 10 amostras. *Grupo I* – no sistema Astropol foram usados os discos de cor cinza, verde e rosa, durante 20 segundos cada disco, e as amostras foram lavadas e secas por 10 segundos a cada mudança de disco; *grupo II* – no sistema Enhance/PoGo, cada ponta foi usada por 20 segundos e as amostras foram lavadas e secas por 10 segundos a cada mudança de ponta abrasiva; *grupo III* – no sistema Sof-Lex foram utilizados os discos médio, fino e superfino, durante 20 segundos cada disco, e as amostras foram lavadas e secas por 10 segundos após o uso do disco médio e 6 segundos após o uso dos discos fino e superfino; *grupo IV* – no sistema experimental EXL-695 foram usados os discos azul escuro e azul claro, durante 20 segundos cada disco, e as amostras foram lavadas e secas por 10 segundos a cada mudança de disco. Cada disco ou ponta polidora foi utilizado apenas uma vez. Todos os procedimentos de polimento foram realizados em baixa rotação. Um único operador realizou os polimentos mantendo aproximadamente 40 gramas de pressão intermitente. A rugosidade superficial (Ra) das amostras foi medida por um perfilômetro. Três

medições foram realizadas em diferentes locais de cada amostra. O brilho foi medido por um “glossmeter” em uma área de 2 mm X 2 mm, realizando três leituras por amostra. Uma amostra de cada grupo foi escolhida aleatoriamente para ser examinada na MEV. Os resultados de Ra das resinas testadas não foram estatisticamente diferentes. As superfícies mais lisas foram obtidas pelo sistema Sof-Lex. Houve diferença entre as resinas nos valores de brilho quando usado Sof-Lex. Fitek Supreme Plus quando tratado com EXL-695 revelou melhor brilho, enquanto que Esthetic X revelou perda de brilho superficial. Na MEV as amostras de Esthetic X tratadas com Enhance/PoGo apresentaram características de superfície semelhantes as tratadas com Astropol, porém os riscos não parecem tão profundos. Quando Esthetic X foi tratada com EXL-695 apresentou detritos sobre a superfície, mas quando EXL-695 foi usado na Filtek Supreme Plus não foram notados detritos. Na superfície da Esthetic X foram notados mais vazios do que na Filtek Supreme Plus. Os autores concluíram que os quatro sistemas de polimento promoveram semelhante rugosidade nas resinas testadas. O brilho das resinas foi diferente, dependendo do sistema utilizado. O sistema experimental EXL-695 forneceu maior brilho na Filtek Supreme Plus.

**Berger et al. (2011)** investigaram a influência do tamanho das partículas e os sistemas de acabamento sobre a rugosidade da superfície e coloração de três resinas compostas. As resinas utilizadas foram: nanoparticulada (Filtek Supreme Plus), microhíbrida (Esthet X) e microparticulada (Renamesel). Quarenta amostras medindo 5 mm de diâmetro e 3 mm de espessura foram confeccionadas de cada resina. Todas as amostras foram armazenadas em estufa à 37°C por 24 horas. As amostras foram divididas em quatro grupos: **1** - grupo controle, sem nenhum acabamento; **2** - Sof-Lex, grossa, média, fina e superfina; **3** - FlexiDiscs, grossa, média, fina e superfina + discos de feltro com Enamelize; **4** - Enhance e PoGo. Todas as amostras foram tratadas com os discos em baixa rotação por 30 segundos. Após o polimento as amostras foram lavadas com água e deixadas secar por 24 horas. Um perfilômetro mediu a rugosidade superficial, realizando três leituras em diferentes regiões das amostras. Sete amostras por grupo foram submersas em solução de Azul de Metileno a 2%, e armazenadas em estufa à 37°C por 24 horas. Após este

tempo foram lavadas em água destiladas por 30 segundos, secas com ar e moídas. O pó resultante de cada amostra foi colocado, separadamente, em tubos com 4 ml de álcool, por 24 horas. A solução então foi centrifugada por 3 minutos e o sobrenadante foi utilizado para ser observado pelo espectrofotômetro. Três amostras escolhidas aleatoriamente foram analisadas no MEV. As fotomicrografias de uma área representativa das superfícies foram tiradas com aproximação de 500X. Os resultados mostraram que não há diferenças, estatisticamente significativas, da rugosidade superficial entre os agentes de polimento para a resina Renamel. PoGo e o grupo controle tiveram rugosidade com valores semelhantes. Filtek Supreme Plus apresentou mais resistência ao manchamento do que as demais resinas e o grupo controle, para todos os sistemas de polimento. Renamel teve menor concentração de coloração quando tratadas com FlexDiscs e Enamelize e Sof-Lex do que com Enhance e PoGo. Esthet X teve a maior coloração quando polida com FlexiDiscs. O grupo controle apresentou coloração semelhante para todas as resinas e para todos os sistemas de polimento. O sistema de polimento da mesma empresa da resina deve ser usado, pois estes mostraram bons resultados em comparação com outros polidores. Os fabricantes devem lembrar que dependendo da dureza, tamanho e conteúdos das partículas inorgânicas, as resinas requerem sistemas de acabamento e polimento específicos. Os autores concluíram que a rugosidade superficial e a suscetibilidade ao manchamento não são influenciadas unicamente pelo tamanho das partículas das resinas testadas.

O objetivo da pesquisa de **Costa et al. (2011)** foi avaliar o polimento da superfície da superfície e brilho de resinas, obtidas pelo uso de sistemas de polimento de duas e quatro etapas. Setenta e cinco amostras das resinas microparticulada (Durafil), nanoparticulada (Filtek Supreme), nanohíbrida (Premise) e duas microhíbridas (Z 250 e Esthet X) foram confeccionadas, medindo 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. As resinas foram escolhidas pelas diferenças dos tamanhos das partículas inorgânicas. Os sistemas de polimento usados foram Enhance Flex (duas etapas), Sof-Lex e Sper-Snap (quatro etapas). Os sistemas de polimento foram selecionados porque possuíam diferentes composições e números de etapas. As amostras

foram polimerizadas por 40 seg. sobre tiras de poliéster para impedir a inibição do oxigênio. Logo após a polimerização, as amostras foram acabadas com brocas 16 lâminas, com leve pressão. Cinco amostras de cada resina foram, aleatoriamente, escolhidas para receber o polimento final por um dos três sistemas de polimento. Apenas um operador executou os procedimentos. Cada disco foi utilizado apenas uma vez, sem o uso de refrigeração à água, em baixa rotação. Os procedimentos de polimento foram realizados da seguinte maneira: Enhance gastou um total de 52 seg., pois cada disco (2) foi usado por 20 seg e lavado/secado por 6 seg.; Sof-Lex e Super-Snap gastaram 104 seg, pois cada disco (4) foram usados por 20 seg e lavado/secado por 6 seg. Após os procedimentos de polimento as amostras foram avaliadas quanto ao brilho e rugosidade superficial. A rugosidade média ( $R_a$ ,  $\mu\text{m}$ ) foi medida por um perfilômetro. Quatro traços foram feitos em cada amostra. O brilho foi medido usando um medidor de brilho, em uma área de 2 mm X 2 mm. As quatro medições são expressas em unidades de brilho (GU). Nenhuma diferença no brilho foi notada entre os três sistemas de polimento quando usado em Durafill e Esthet X; nenhuma diferença entre Sof-Lex e Enhance quando utilizado em qualquer resina, exceto Filtek Supreme e nenhuma diferença entre Sof-Lex e Super-Snap, quando utilizado em qualquer resina composta. Sof-Lex e Enhance mostraram semelhante rugosidade de superfície, quando utilizadas em todas as resinas, exceto Esthet X. Enhance e Super-Snap mostraram rugosidade de superfície semelhante à Promise. Sof-Lex e Super-Snap mostraram semelhantes valores de rugosidade em cada resina, exceto para Z 250. Os autores concluíram que apenas o sistema de polimento de duas etapas (Enhance) foi capaz de proporcionar brilho e rugosidade superficial, semelhantes aos obtidos com o sistema de quatro etapas (Sof-Lex), em quatro das cinco resinas avaliadas. Porém o sistema de duas etapas não foi capaz de produzir brilho ou superfície lisa como Super-Snap em três das cinco resinas. Todos os sistemas de polimento produziram brilho e rugosidade superficiais clinicamente aceitáveis.

O objetivo do artigo de **Ferracane (2011)** foi revisar o estado atual das resinas compostas. A composição das resinas compostas evoluiu desde que foram introduzidas pela primeira vez há 50 anos. As mudanças mais

importantes estão relacionadas com a carga inorgânica. O tamanho das partículas foi reduzido, produzindo materiais mais facilmente polidos e com maior resistência ao desgaste. Estas mudanças reduzem a contração de polimerização e o estresse da contração, tornando a resina composta autoadesiva à estrutura dental. O uso deste material deverá continuar crescendo em frequência devido a sua versatilidade. Descrever o estado da arte das resinas compostas requer uma discussão na formulação dos materiais atuais, para entender as suas propriedades e limitações, futuros desenvolvimentos e considerações para sua utilização clínica. Importante saber a sua composição. As resinas dentais são compostas de uma matriz orgânica, partículas inorgânicas, um agente de união e substâncias químicas que promovem a reação de polimerização, que pode ser única ou dual. O sistema mais comum de fotoiniciadores é a canforoquinona, acelerada por uma amina terciária. O monômero mais usado nas resinas tem sido o Bis-GMA, pela sua alta viscosidade, e outros metacrilatos como TEGMA, UDMA e outros monômeros. Os diferentes tipos de resina composta distinguem-se pela sua consistência. Estudos mostram que viscosidade varia muito entre as diversas marcas sem uma correlação entre a forma das partículas inorgânicas, mas uma fraca correlação com o volume destas partículas. As resinas podem ser diferenciadas pelas características de forma e tamanho das partículas inorgânicas. As resinas podem ser convencionais (10-50 $\mu$ m), microparticuladas (40-50nm), híbrida (10-50 $\mu$ m + 40nm), microhíbrida (0,6-1 $\mu$ m + 40nm), nanoparticulada (5-100nm), nanohíbrida (0,6-1 $\mu$ m + 5-100nm). Com a mudança da composição nestes últimos anos as resinas nanohíbridas e nanoparticuladas representam o estado atual das resinas compostas. A microscopia eletrônica tem feito análise em muitas composições atuais para verificar diferenças na composição, tamanho e forma das partículas inorgânicas. Novos monômeros na composição das resinas atuais reduzem a contração de polimerização, conferem às resinas propriedades autocolantes e boas propriedades mecânicas. Fluoreto de cálcio adicionado às resinas mostra alta liberação de flúor. Também foram incorporados agentes antibacterianos, que destroem as bactérias e inibem a formação do biofilme, e agentes mineralizantes que liberam lentamente íons cálcio e fosfato. As resinas atuais têm propriedades mecânicas adequadas para serem usadas em dentes



anteriores e posteriores. Em geral, as resinas têm resistência flexural, à fratura e à tração semelhantes à porcelana e ao amálgama, porém tem menor módulo de elasticidade. O principal motivo para substituição de restaurações de resina é a cárie secundária e fraturas. O resultado do acabamento e polimento de uma restauração com resina está relacionado com a sua composição. Recentemente foram desenvolvidos sistemas de uma ou duas etapas, que produzem brilho mais elevado, comparados com a técnica de múltiplas etapas dos discos usados sucessivamente. A manutenção da qualidade da superfície das restaurações depende do tamanho das partículas. No mercado altamente competitivo, as resinas continuam a evoluir para produzir materiais mais resistentes ao desgaste e retenção do polimento. Os esforços atuais estão relacionados com os benefícios terapêuticos e propriedades adesivas. Não existe um material ideal disponível, mas os materiais atuais são de alta qualidade, quando utilizados adequadamente, com excelentes resultados clínicos e longevidade adequada.

No estudo de **Pereira et al. (2011)** foi avaliada a adesão do biofilme de *Streptococcus Mutans* na superfície de uma resina nanoparticulada – Filtek Z350, nanohíbrida – Vita - 1 - Escence e microhíbrida – Esthet X, após diferentes técnicas de acabamento e polimento. Sessenta amostras de cada resina, medindo 6 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, foram confeccionadas e divididas aleatoriamente em três grupos: 1) grupo controle, sem nenhum tratamento; 2) Sof-Lex; 3) brocas (30 Lâminas) e 4) Astrobrush. As amostras foram colocadas em uma matriz e cobertas com tira de poliéster, polimerizadas por 40 segundos, e colocadas em um recipiente escuro, com água destilada, em uma estufa à 37°C por 24 horas. Os discos Sof-Lex foram usados em sequência de quatro discos (100µm, 29µm, 14µm e 5µm), por 30 segundos cada. Os discos foram usados em cinco amostras e depois descartados. Na troca dos discos as amostras foram lavadas e secas. Cada broca e cada Astrobrush foram usadas por 30 segundos. Todas as amostras foram colocadas em uma placa de Petri e esterilizadas em câmara de radiação durante 6 horas. Saliva não estimulada foi coletada de seis indivíduos saudáveis. A saliva foi centrifugada durante 20 minutos para remover detritos e depois congelada a - 4°C até ser necessária para a pesquisa. Depois de

descongelada foi filtrada em um filtro de acetato de celulose. A metade de todas as amostras, de cada grupo, foi encubada em 1,5 ml de saliva humana por uma hora. Os testes de adesão foram realizados em ambiente asséptico com suspensão de *Streptococcus Mutans* padronizados. As placas com agar sangue, contendo as amostras e a suspensão do *Mutans*, foram seladas e incubadas a 37°C durante 24 horas em câmara de CO<sub>2</sub>. Após este tempo as amostras foram lavadas duas vezes com solução fisiológica, para remover material fracamente aderido. Depois as amostras foram colocadas em tubos de 3 ml de solução fisiológica estéril e sonificadas por 30 segundos para dispersar o biofilme. A suspensão obtida foi semeada e incubada por 24 horas em estufa a 37°C, por 24 horas numa câmara de CO<sub>2</sub>. Após a incubação as colônias de *Mutans* foram contadas num contador de colônias e as médias foram obtidas. A presença de saliva aumentou a aderência bacteriana em todas as resinas testadas, independente do tratamento de acabamento e polimento. A resina nanoparticulada apresentou a menor aderência entre as resinas, independente dos grupos e a presença/ausência de saliva humana. Na ausência de saliva humana, o grupo controle promoveu a menor adesão bacteriana nas resinas nanoparticulada e microhíbrida. Os autores concluíram que a presença de saliva humana aumentou a adesão dos *Mutans* em todas as resinas testadas. A resina nanoparticulada apresentou a menor adesão bacteriana. Tiras de poliéster promovem a superfície mais lisa na ausência de saliva.

O objetivo da pesquisa, *in vitro*, de **Erdemir et al. (2012)** foi avaliar a rugosidade da superfície e microdureza de três resinas contendo nanopartículas após polimento com sistemas de um e multi passos. As resinas utilizadas foram Filtek Supreme XT, Ceram-X e Grandio e os sistemas de polimento foram PoGo e Sof-Lex. Cento e vinte e seis amostras foram confeccionadas medindo 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Para polimerização das resinas, por 20 segundos, as amostras foram cobertas com tira de poliéster e uma lamínula. Removidas dos moldes as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 7 dias, antes dos procedimentos de acabamento. As amostras foram divididas em três grupos: *grupo 1* – controle, não recebeu nenhum tratamento superficial; *grupo 2* – lixa 1200 grãos + PoGo; *grupo 3* – lixa 1200 grãos + Sof-Lex (discos médios, finos e

superfinos). Cada passo do polimento foi utilizado por 30 segundos e em baixa rotação, e as amostras foram lavadas por 10 segundos e secas por 5 segundos. Cada disco foi utilizado apenas uma vez. Após os polimentos, as amostras foram armazenadas em água destilada por 7 dias. As cinco medições da rugosidade superficial foram realizadas no centro das amostras usando um perfilômetro. As superfícies mais lisas foram obtidas pelo grupo controle. Não houve diferença estatística significativa entre os sistemas de polimento para os grupos de Filtek Supreme XT, Ceram-X e Grandio. Para o grupo Sof-Lex a resina Grandio mostrou rugosidade maior em comparação com os outros grupos de resina, mas não houve diferença estatística significativa entre as resinas testadas. Para o grupo PoGo, Grandio mostrou maior rugosidade de superfície em relação às outras resina. A microdureza foi determinada usando a dureza Vickers. Três indentações foram feitas em diferentes pontos de cada amostra, com uma carga de 200 gramas em um tempo de 15 segundos. Os menores valores de dureza, para as três resinas, foram obtidos com o grupo controle. Não há diferença estatística significativa entre os grupos de polimento PoGo e Sof-Lex para todos os grupos de resina. Para todos os sistemas de polimento, dos menores para os maiores valores de microdureza foram: Ceram X < Filtek Supreme XT < Grandio. Os autores concluíram que, dentro das limitações deste estudo, Filtek Supreme XT e Ceram X mostraram superfícies mais lisas e microdureza mais baixa do que a resina Grandio, independente do sistema de polimento. O sistema PoGo (uma etapa) e Sof-Lex (multi etapas) produziram rugosidade superficial semelhantes nas resinas. Ambos os sistemas de polimento diminuíram a lisura obtida pelo grupo controle, mas promoveram valores de Ra abaixo do valor limite de 0,3 µm, exceto para Grandio. O sistema de uma etapa pode ser tão eficaz quanto os de multi etapas e pode ser preferível para o polimento de restaurações de resina composta.

Os objetivos do estudo, *in vitro*, de **Gonülol e Yilmaz (2012)** foram avaliar os efeitos de diferentes técnicas de acabamento e polimento sobre a estabilidade de cor e rugosidade da superfície de nano resinas. Nesta pesquisa foram usadas duas resinas nanohíbridas (Grandio e Aelite Aesthetic Enamel), duas resinas nanoparticuladas (Filtek Supreme XT Dentina e Tranlúcida) e uma

resina microhíbrida (Filtek Z 250). Duzentas e oitenta amostras, medindo 15 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, foram confeccionadas em moldes, cobertas com tira de poliéster e pressionadas por uma lamínula para serem polimerizadas por 40 segundos. Após a remoção da tira de poliéster, as amostras foram polimerizadas por 20 segundos em ambos os lados. Então foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas. As amostras foram divididas em oito grupos: *grupo K* – controle (sem acabamento e polimento); *grupo E* – ponta diamantada extrafina, alta rotação, refrigeração à água, por 15 segundos; *grupo T* – brocas 16 lâminas, alta rotação, refrigeração à água, por 15 segundos; *grupo TS* – brocas 16 lâminas como no grupo *T* + Sof-Lex (grossa, média, fina e superfina), 15 segundos cada disco; *grupo TA* – brocas 16 lâminas como no grupo *T* + Astropol (grosso, fino e extrafino), 15 segundos cada disco; *grupo TE* – brocas 16 lâminas como no grupo *T* + Enhance, 15 segundos + Enhance Polishing Paste, 15 segundos; *grupo TP* – brocas 16 lâminas como no grupo *T* + PoGo, 15 segundos; *grupo EDT* – ponta diamantada extrafina e pedra de Arkansas, alta rotação, refrigeração à água, 15 segundos + pontas de borracha, 15 segundos, baixa rotação, refrigeração à água. Nos grupos *TS*, *TA*, *TE* e *TP* os abrasivos para polimento foram usados em baixa rotação e sem refrigeração. Os procedimentos de acabamento e polimento foram realizados em ambos os lados das amostras, com leve pressão, em uma única direção. As brocas multilaminadas foram usadas em três amostras e os discos e taças de polimento foram usadas apenas em uma amostra. Após os procedimentos de acabamento e polimento as amostras foram lavadas, abundantemente, com água e deixadas secar por 24 horas antes das leituras. Foi utilizado um perfilômetro que realizou três medições, em diferentes locais de cada amostra. Antes de ser usado o corante, foram feitas medições de coloração das resinas com um colorímetro. Então foram armazenadas em 100 ml de solução de café (3,6 gramas de pó de Nescafé dissolvido em 300ml de água destilada fervente, agitada por 10 minutos, e filtrada em filtro de papel) e armazenadas em estufa à 37°C por 48 horas. Após o tempo de armazenamento, as amostras foram lavadas em água destilada e secas com papel, antes da nova medição de cor. Os menores valores de *Ra* foram do grupo *K*. Não houve diferença significativa entre o grupo *K* e *TS*. Em relação aos sete sistemas de polimento, a ordem de rugosidade superficial das

resinas testadas foi: Filtek Supreme Translúcido < Filtek Z 250 < Filtek Supreme Dentina < Aelite Aesthetic Enamel < Grandio. Grandio apresentou os maiores valores de Ra. A superfície mais lisa foi obtida com o uso dos discos Sof-Lex. A superfície mais áspera foi obtida pelas pontas diamantadas extrafinas. Os maiores valores de manchamento foram obtidos por Grandio. A resina mais resistente à coloração foi Aelite Aesthetic Enamel. Não houve diferenças significativas, de manchamento, entre Filtek Supreme Translúcida, Filtek Z 250 e Filtek Supreme Dentina, independente do polimento. Nos grupos TA e TS não foram encontradas diferenças significativas. Os maiores valores de coloração foram obtidos com as pontas diamantadas. Existe correlação estatística entre os valores de rugosidade e de coloração. Os autores concluíram que Grandio mostrou maior rugosidade superficial e coloração em solução de café. O polimento com discos Sof-Lex foi satisfatório em todas as resinas. A coloração das resinas compostas está relacionada com tratamento da superfície bem como com a sua composição.

**Alawjali e Lui (2013)** realizaram uma pesquisa para comparar três diferentes sistemas de polimento, de uma etapa, sobre a cor de três tipos diferentes de nanoresinas, após a imersão em solução de café por sete dias e determinar qual das resinas tem a melhor estabilidade de cor. Cento e vinte amostras, das resinas nanohíbridas Grandio, Tetric EvoCeram e Herculite Precis, medindo 8 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, foram feitas em moldes cilíndricos de aço inox. As amostras foram polimerizadas, em ambos os lados, sobre tiras de poliéster e lamínulas, por 40 segundos. Todas as amostras foram numeradas no fundo, com uma broca em baixa rotação. As quarenta amostras de cada resina foram divididas em quatro grupos: *grupo 1* – grupo controle, não recebeu nenhum tratamento; *grupo 2* – Optrapol; *grupo 3* – One Gloss; *grupo 4* - Occlubrush. As amostras foram fixadas em um suporte e polidas imediatamente após a polimerização, em baixa rotação, utilizando leve pressão e movimentos circulares, por 30 segundos, e refrigeradas à água. Cada dispositivo de polimento foi descartado após uma utilização. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C, durante 24 horas. As medições das cores das resinas foram realizadas com espectrofotômetro, antes de serem colocadas no corante. As três medições iniciais foram feitas no centro de cada

amostra, e calculada a média das leituras. O corante usado foi Nescafé Classic em pó (15 gramas) dissolvido em 500 ml de água destilada fervente. Após 10 minutos de agitação a solução foi filtrada em filtro de papel. As amostras polidas foram imersas na solução corante e armazenadas em estufa à 37°C, durante um e sete dias. A solução de café foi preparada e trocada todos os dias. As medições de cor foram feitas depois de 24 horas e uma semana de armazenamento. Antes de cada medição as amostras foram lavadas com água destilada por um minuto e secas com papel absorvente. As três medições finais foram realizadas. A maior diferença de cor foi observada na Tetric EvoCeram. A mudança de cor aumentou desde o primeiro dia até o sétimo em todas as amostras. No sétimo dia a mudança de coloração das resinas foi vista na seguinte ordem: Herculite, Grandio e Tetric EvoCeram. A menor diferença de cor foi observada nos grupos polidos com Occlubrush e a maior foi com o sistema One Gloss. No sétimo dia o grupo com maior diferença de coloração foi do grupo controle. Houve alta diferença de cor entre o primeiro e o sétimo dia. A menor diferença entre os grupos foi no sétimo dia. A relação entre o tempo de imersão e o efeito dos três sistemas de polimento, de uma etapa, sobre a estabilidade de cor não foi significativo. O sistema de uma etapa não foi significativo. Esta pesquisa tem várias limitações. As superfícies das amostras eram planas e clinicamente as restaurações são côncavas e convexas. Antes do polimento as restaurações são clinicamente ajustadas com brocas. A solução utilizada não representa todas as substâncias que uma restauração com resina composta pode ser exposta. Outros fatores podem influenciar a mudança de cor como ciclagem térmica, envelhecimento, vários tipos de alimentos e bebidas e abrasão. Os autores concluíram que a mudança de cor das resinas com nanopartículas foi afetada pelo tipo de resina, procedimento de polimento e o período de imersão no agente de coloração.

**Ereifej et al. ( 2013)** compararam a rugosidade de superfície e brilho de resinas compostas polidas, utilizando diferentes sistemas de polimento. Cinco resinas compostas foram utilizadas: Filtek Silorano (FS) microhíbrida; IPS Empress Direct (IP) nanohíbrida; Clearfil Majesty Posterior (CM) nanohíbrida; Premise (PM) nanohíbrida e Estelite Sigma (ES) supra-nano. Vinte e cinco discos como amostra, medindo 2 mm de diâmetro e 2mm de

espessura, foram preparadas a partir de cada resina, divididos em cinco grupos, cada um polido com um dos seguintes métodos: Opti1Step (**OS**) um passo; OptiDisc (**OD**) três passos; Kenda CGI (**KD**) três passos e PoGo (**PG**) um passo, todos usados por 30 segundos. O grupo controle foi polido metalurgicamente (**ML**) com lixas de 320, 400, 600, 800, 1200, 2000, 3000 e 4000 grãos durante 10 segundos a 200 rpm sob refrigeração com água. As amostras foram guardadas secas a 23°C por 24 horas antes dos procedimentos e posteriormente fixadas com cola cianocrilato sobre uma lâmina de vidro. Depois foram polidas com discos de lixa de 600 grãos sob refrigeração de água, durante 30 segundos. As amostras foram limpas no ultrassom e polidas pelos diferentes sistemas, em baixa rotação. Um único operador realizou todos os procedimentos de polimento, para padronização. Um perfilômetro ótico de não contato foi usado para medir a rugosidade superficial. Uma varredura foi realizada na superfície da amostra. As rugosidades foram medidas: **Sa** (média aritmética do perfil de aspereza), **Sq** (raiz quadrada da avaliação de perfil), **Sz** (valor médio da altura absoluta de cinco picos mais altos e a profundidade dos cinco vales mais profundos) e **St** (a distância entre o mais elevado pico e o vale mais baixo do perfil). O brilho da superfície foi medido com um aparelho medidor de brilho, calibrado contra um vidro escuro fornecido pelo fabricante. Quatro medidas por amostra foram feitas com um ângulo de luz de 60° incidindo e refletindo na superfície plana. Foi feita uma média das quatro leituras para obter um valor único para cada amostra. Diferenças significativas nos parâmetros de rugosidade e brilho foram encontradas de acordo com o material, tipo de polimento e técnica material/polimento ( $p < 0,05$ ). A maior rugosidade foi observada quando usado **KD**, Sa: 581,8 (62,1) para **FS/KD**, Sq: 748,7 (55,6) para **FS/KD**, Sz: 17,7 (2,7) para **CM/KD** e St: 24,6 (6,8) para **FS/KD**, enquanto que foram encontrados em **ML** os menores resultados (Sa: 133,6 (68,9) para **PM/ML**, Sq: 256,5 (53,5) para **ES/ML**, Sz: 4,0 (1,3) **ES/ML** e St: 7,1 (0,7) para **ES/ML**). O maior brilho foi para **PM/ML** 88,4 (2,3) e menor para **FS/KD** 30,3 (5,7). Rugosidades de todos os parâmetros foram significativamente correlacionados com brilho Sa com  $r=0,871$ , Sq com  $r=0,846$ , Sz com  $r=0,713$  e St com  $r=0,707$ . Os autores concluíram que o procedimento de polimento e o tipo de resina são fatores importantes que afetam a rugosidade de superfície e o brilho, os polidores de

uma etapa geralmente resultam em melhor lisura de superfície das resinas do que os de várias etapas.

Este estudo avaliou o efeito de dois diferentes sistemas de polimento baseados em um e multi etapas sobre a qualidade da superfície de duas resinas com nanopartículas.



## *15. Proposição*

**15.1.GERAL:** Este estudo tem o objetivo de avaliar a qualidade da superfície de resinas compostas submetidas ao polimento preconizados pelos fabricantes.

**15.2.ESPECÍFICO:** Avaliar, *in vitro*, através da rugosidade Ra, MEV e AFM, a rugosidade da superfície das resinas compostas nanoparticulada e nanohíbrida submetidas a métodos de polimento de um e multi passos.

## *16. Materiais e Métodos*

## *Materiais e Métodos*

### 16.1. Materiais utilizados:

Foram avaliadas as superfícies de uma resina composta nanohíbrida e uma nanoparticulada. Cada grupo de resina recebeu polimento com instrumentos rotatórios indicados na Bula pelos fabricantes. Os materiais utilizados nesta pesquisa estão apresentados na tabela 1 e 2.

**Tabela 1:** Descrição das resinas utilizadas na confecção das amostras

Fabricante/ Resina Composta	Peso / volume	Composição/ Tamanho das partículas
3MESPE St. Paul , MN, EUA <b>FilteK Z350 XT</b> (Nanoparticulada)	78,5% em peso  63,3 por volume	Silica – 20 nm* Zircônia– 4 a 11nm* Cluster-0,6 a 1,4 µm* Bis-GMA, Bis-EMA UDMA, TEGDMA
IVOCLAR VIVADENT  Schaan Liechtenstein <b>Tretric N Ceram</b>  (Nanohíbrida)	80% a 81% em peso  55% a 57% em volume  19% a 20% em peso	de 40nm a 3000 nm* Trifluoreto de itérbio Vidro de bário Óxidos mistos Copolímeros Dimetacrilatos

\* De acordo com as especificações do fabricante.

**Tabela 2:** Descrição dos materiais utilizados para polimento das amostras

Fabricante	Kit para acabamento e polimento	Composição/ partículas
3M ESPE	Sof-Lex	<p><b>Composição:</b> óxido de alumínio</p> <p><b>Partículas:</b> F-14 <math>\mu\text{m}</math>/ SF-5<math>\mu\text{m}</math>*</p> <p>Granulação <b> fina </b> para acabamento.</p> <p>Granulação <b>superfina</b> para obtenção de polimento.</p>
IVOCLAIR VIVADENT	Optrapol	<p>Borracha siliconada</p> <p>Carboneto de silício</p> <p>Óxido de Alumínio</p> <p>Óxido de Titânio</p> <p>Óxido de Ferro</p>

\* De acordo com as especificações do fabricante.



Fig. 1 – Resina nanoparticulada Filtek Z 350 XT e discos abrasivos Sof-LeX ( sequência laranja )



Fig.2 – Resina nanohíbrida Tetric N Ceram e ponta abrasiva Optrapol

## 16.2. Confeção das amostras:

Seis grupos, com 20 amostras, fazem parte desta pesquisa:

**ZXTC**-Filtek Z 350 XT (3MESPE); Grupo controle – sem polimento.

**TNCC**- Tetric N Ceram (VIVADENT); Grupo controle – sem polimento.

**ZXTS** –Filtek Z 350 XT (3MESPE); polimento com discos de lixa

Sof-lex pop-on(seqüência Laranja – fina e superfina)

**ZXTO**– FiltekZ350 XT (3MESPE); polimento com Optrapol

**TNCO**– Tetric N Ceram (VIVADENT); polimento com Optrapol

**TNCS** – Tetric N Ceram (VIVADENT); polimento com discos de lixa

Sof lex pop-on(seqüência Laranja – fina e superfina )

Para esta pesquisa, as amostras da resina Z 350 XT, da cor B1 (esmalte) e Tetric N Ceram da cor A2 foram confeccionadas na forma de disco, com o auxílio de uma matriz de polietrafluoretileno, na qual há 20 orifícios de 3 mm de altura por 6 mm de diâmetro.

As resinas foram inseridas nos orifícios da matriz em dois incrementos de 1,5 mm com o auxílio de uma espátula Thompson n.6. As bases inferiores e superiores, do cilindro de resina, foram limitadas com matriz de poliéster, pressionadas contra uma laje de vidro (76 X 26 X 1 mm) para remover os excessos e para que ficassem planificadas e ao mesmo tempo simulasse a superfície proximal de uma restauração de classe II,<sup>2</sup> protegendo a resina composta da inibição do oxigênio.<sup>23</sup>

A fotopolimerização foi efetuada com a ponta do aparelho, a uma distância de 1 mm do orifício, pelo tempo de 20 seg, a cada incremento e incidindo a luz pelo mesmo lado. A segunda camada foi polimerizada sob a matriz de poliéster. O aparelho de fotopolimerização utilizado foi de luz halógena, Optilux 400 (*Demetron Research Corporation*, Califórnia, EUA). A cada cinco exposições o aparelho fotopolimerizável foi aferido com um radiômetro *Curing Radiometer Model 100* (*Demetron Research Corporation*, Califórnia, EUA)<sup>3</sup> para garantir a intensidade de luz de 400 mW/cm<sup>2</sup>.

As amostras foram expostas a uma polimerização adicional de 20 seg, na sua porção superior, após a remoção das lajes de vidro e tira de poliéster.<sup>2</sup> As amostras foram numeradas, na sua porção inferior,<sup>23</sup> com uma caneta “*CD permanente marker*”, da cor azul, n.XM 698.

A superfície das 120 amostras, a ser acabada e polida, foi examinada em Microscópio Ótico (VZM, *CaltexScientific*, Iruine, USA) para verificação da sua integridade superficial, com aumento de 5.00 que corresponde a 200X. Toda amostra que apresentou irregularidades foi descartada e confeccionada uma nova amostra.<sup>3,27</sup>

Após a polimerização, cada amostra foi armazenada em recipiente com água destilada, em 100% de umidade relativa,<sup>6,26</sup> protegidas da luz, na estufa para culturas (002 CB - Fanem, São Paulo, São Paulo, Brasil) a uma temperatura de 37°C, por 7 dias, para completar a polimerização.

### **16.3. Acabamento e polimento:**

As amostras receberam pré-rugosidade com lixa simulando o uso de uma ponta diamantada usada no acabamento da resina. Após a padronizada abrasão com lixa de granulação 600 e refrigeração à água por 30 segundos,<sup>3</sup> em uma politriz horizontal *Struers* ( Panambra, São Paulo, São Paulo, Brasil), cada grupo de amostra recebeu polimento por dois distintos sistemas. Apenas um único operador realizou os procedimentos de polimento e posterior avaliação, para reduzir a variabilidade.

Nesta etapa os instrumentos rotatórios foram utilizados em baixa rotação por 15 seg. As amostras foram polidas com a sequência de discos de lixa (Soflex) fino e ultrafino. Cada disco foi utilizado apenas em uma amostra e posteriormente descartado.<sup>4,6,8</sup> Cada ponta abrasiva (Optrapol) foi utilizada em vinte amostras e então descartada, usando como refrigeração apenas água (Indicação do fabricante).

Para execução dos procedimentos de polimento, o contra-ângulo foi afixado em um posicionador,<sup>4,14</sup> com a finalidade de padronizar a ação dos instrumentos rotatórios. As amostras foram fixadas na base do dispositivo que permite o deslizamento nos eixos x e z.

As amostras foram limpas, com ultrassom em água destilada (Ultrasonic 1440 Plus, São Paulo, Brasil) por 5 minutos e então armazenadas em

recipiente, com 100% de umidade relativa, protegidas da luz, na estufa para culturas (002 CB - Fanem, São Paulo, São Paulo, Brasil), a uma temperatura de 37° C, para posterior análise.

#### **16.4. Teste com Rugosímetro:**

Foi usado um Rugosímetro (SJ 201, *Mitutoyo*, Toquio, Japão) para a medição de rugosidade média de superfície (Ra). A ponta do rugosímetro é de diamante sintético, com curvatura de ponta de 5  $\mu\text{m}$  e força de pressão sobre a amostra de 4 N/m. O rugosímetro efetuou três leituras em cada amostra, com deslocamento limitado da ponteira de 0,25 mm no centro e nas duas extremidades das amostras. Para evitar a leitura ao longo das ranhuras superficiais, deixadas pelo polimento, as amostras foram visualizadas no microscópio ótico e marcadas as direções dos sulcos, com uma marca de caneta. As leituras foram realizadas após o período de armazenagem das amostras sem polimento (grupo controle) e polidas com sistemas de polimento preconizadas pelos fabricantes.

#### **16.5. Microscopia de Força Atômica:**

Foram selecionadas, aleatoriamente, três amostras representativas de cada grupo e de cada fase do polimento das resinas para análise em AFM e MEV. Para utilização da AFM (Agilent Technologies, AFM 5500, USA) as faces de leitura das amostras de resina foram limpas com (Nitrogênio) e usadas áreas de 20 X 20  $\mu\text{m}^8$ , escolhidas para observação da rugosidade superficial das resinas compostas, no módulo contato intermitente. A ponteira utilizada para realização da leitura é do modelo NSG01, de Silício e da marca *Probes* NTMDT. A frequência de uso de 150m KHZ e força constante de 5.1 N/m. Tem



como raio de curvatura da ponta 6 nm. Para a leitura na AFM foi usado um *software* (Gwyddion, W5xM5.0, Develop 6.0) que fornece a imagem em 3D e os dados numéricos necessários, com resolução de 512 X 512 *pixels*.<sup>14</sup>

#### **15.6. Microscopia Eletrônica de Varredura:**

Para MEV, as mesmas amostras analisadas pela AFM, foram colocadas em dissecadores a vácuo com sílica gel por uma semana e revestidas com platina na metalizadora (SCD 005, *Baltec*, Furstenten, Liechtenstein, Alemanha). Para observação no microscópio eletrônico de varredura (XL 30, Phillips, Eindhoven, Alemanha) foram feitas leituras com aumentos de (1000X = 50  $\mu\text{m}$  e 5000X = 10 $\mu\text{m}$ ) e fornecidas imagens em 2D.

## *17. Resultados*

## *Resultados*

### 17.1. Análise Quantitativa

A média de valores Ra foi obtida pela análise da rugosidade da superfície das resinas com nanopartículas e técnicas de polimento empregadas. Para análise das médias de rugosidade Ra ( $\mu\text{m}$ ), os dados foram submetidos aos testes de normalidade de ANOVA, ao nível de significância de 5%. Uma vez verificada a distribuição normal dos resultados, estes foram submetidos à análise de variância, seguida pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%. As médias, número de amostras e desvio padrão registrados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Média ( $\mu\text{m}$ ), números de amostras e desvio padrão obtidos da rugosidade (Ra) dos grupos testados

Grupo	Média	Leitura	Desvio Padrão
TNC C	0,0563	60	0,01573
ZXT C	0,0447	60	0,01556
TNC O	0,1885	60	0,04352
ZXT O	0,2208	60	0,03779
TNC S	0,0750	60	0,02855
ZXT S	0,0725	60	0,02433

Foi observada diferença significativa entre os grupos avaliados ( $p = 0,001$ ) como apresentado na tabela 4.

Tabela 4 – Análise de Variância ( ANOVA)

	Soma dos quadrados	gl	Média dos quadrados	F	Sig.
Entre grupos	1,694	5	0,339	389,371	0,001
Inter grupos	0,308	354	0,001		
Total	2,002	359			

Não houve diferença estatística entre os grupos controle das resinas ZXT e TNC, quando considerado valor Ra. O polimento com Sof-Lex, com partículas abrasivas finas e superfinas, não produziu diferença estatística entre os grupos ZXT e TNC. A média Ra, porém foi maior que a do grupo controle. Quando foi usado Optrapol para polimento, houve diferença estatística em relação ao grupo controle ( $p < 0,01$ ). Optrapol promoveu maior rugosidade nas resinas testadas, sendo que ZXT apresentou maior rugosidade que a TNC, estatisticamente, como mostra a tabela 5.

Tabela 5 - Médias dos grupos em subconjuntos homogêneos (Tukey)

Grupos	Leitura	$\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
ZXTC	60	0,0447d			
TNCC	60	0,0563d			
ZXTS	60		0,0725c		
TNCS	60		0,0750c		
TNCO	60			0,1885b	
ZXTO	60				0,2208a
Sig.		256	997	1,000	1,000

## 16.2. Análise Qualitativa

As resinas acabadas com matriz de poliéster são observadas no MEV, como superfícies que apresentam imagens das partículas inorgânicas. Na ZXT as partículas estão dispostas uniformemente, em relação à superfície, sem que umas se salientem mais que as outras, o mesmo não acontecendo com a TNC. Na ZXT as partículas são muito pequenas e por estarem distribuídas entre os *clusters*, se observa que há homogeneidade na textura de superfície e na TNC se observa partículas de tamanhos muito diferentes que se projetam na superfície da resina. Também aparecem, superficialmente, em ambas as resinas, pequenas concavidades que sugerem presença de bolhas, incorporadas pelo uso da matriz de poliéster. As imagens são mostradas nas figuras 3,4,5,6 e da MEV 7 e 8 da AFM.

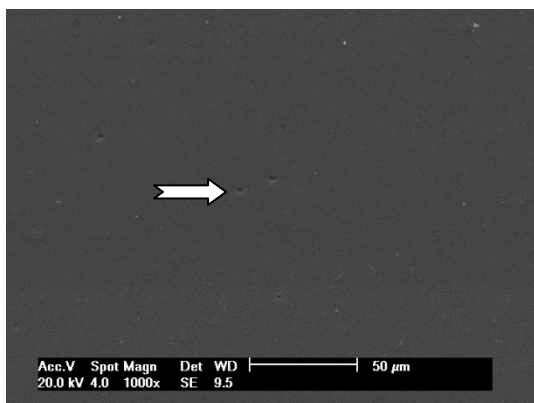


Fig.3- Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo ZXTC com aumento de 1000 X – a) presença de bolhas

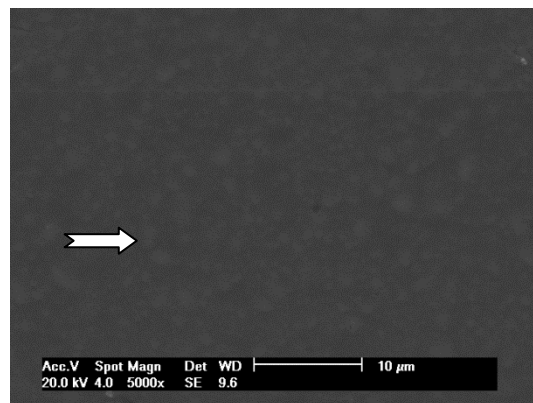


Fig.4 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo ZXTC com aumento de 5000 X–a) visualização das partículas inorgânicas

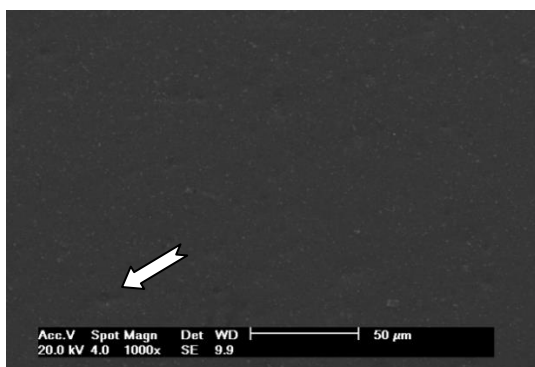


Fig.5– Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo TNCC com aumento de 1000 X –a) presença de bolhas

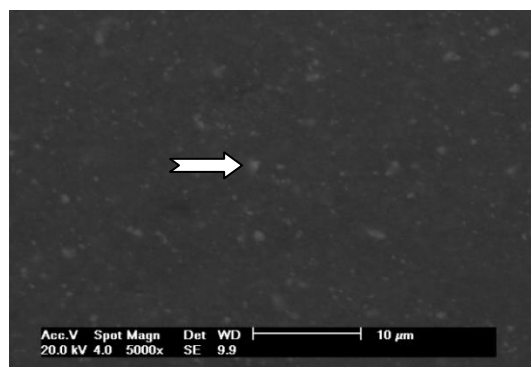


Fig. 6 –Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo TNCC com aumento de 5000 X - a) partículas inorgânicas

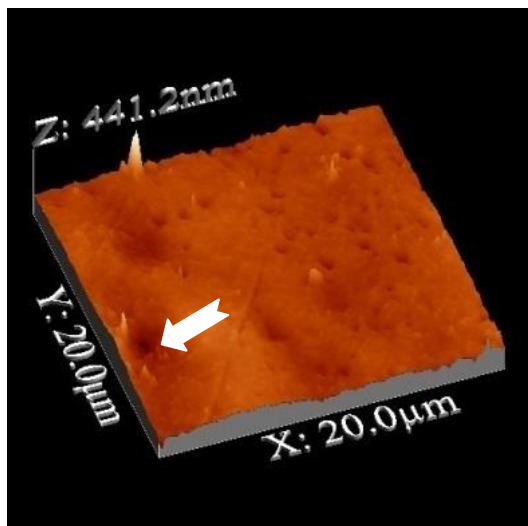


Fig.7 – Microscopia de força atômica de uma amostra representativa do grupo ZXTC com área de 20μm X 20μm – a) presença de bolha

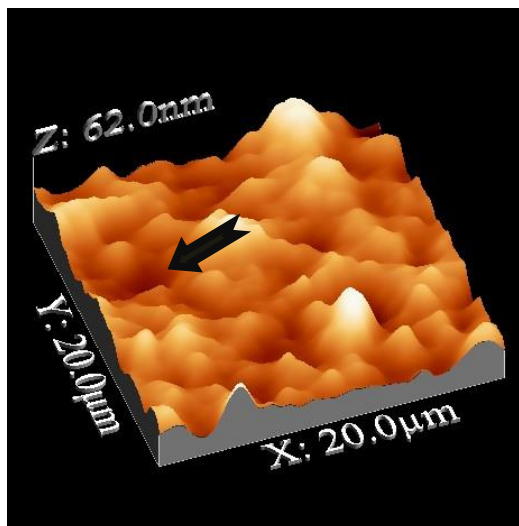


Fig. 8 – Microscopia de força atômica de uma amostra representativa do grupo TNCC com área de 20μm X 20μm– a) presença de bolha

Na superfície da ZXT surgem pequenas depressões, de diferentes larguras e profundidades, sugerindo a ausência de partículas removidas durante o uso dos abrasivos rotatórios, Sof-Lex e Optrapol. Na TNC algumas partículas, de diferentes tamanhos, aparecem mais salientes, em relação à superfície polida. As imagens são mostradas nas figuras 9,10,11 e 12 da MEV.

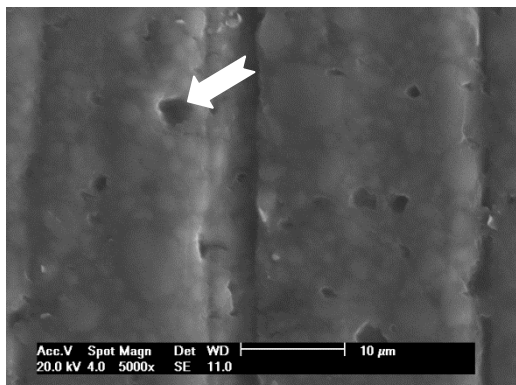


Fig.9 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo ZXTO com aumento de 5000 X – a) ausência de nanopartículas

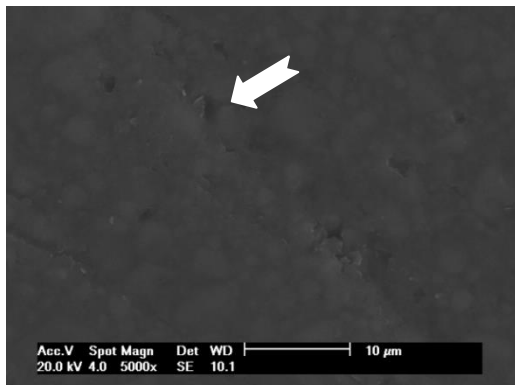


Fig.10 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo ZXTS com aumento de 5000 X – a) ausência de nanopartículas

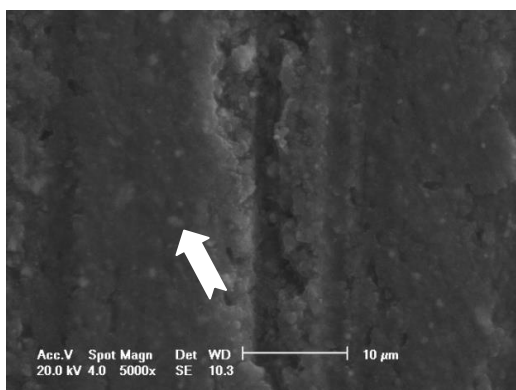


Fig.11 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo TNCO com aumento de 5000 X – a) partículas salientes

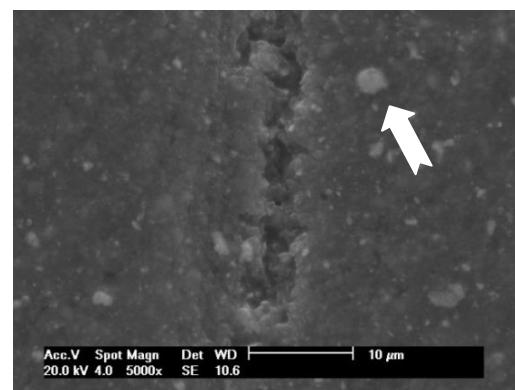


Fig.12 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo TNCS com aumento de 5000 X – a) partículas salientes

As imagens em 2D e 3D mostram muitos sulcos longitudinais contíguos e profundos, em ambas as resinas, pelo uso do Optrapol. Na superfície da ZXT e da TNC aparecem depressões lineares que correspondem a sulcos, dispostos longitudinalmente e com mesma distância entre eles, originados pelo uso do Optrapol, e alguns sulcos pouco profundos originados pelo uso do Sof-Lex na TNC, como aparecem nas figuras 13,14,15 e 16 na MEV e 17,18,19 e 20 na AFM.

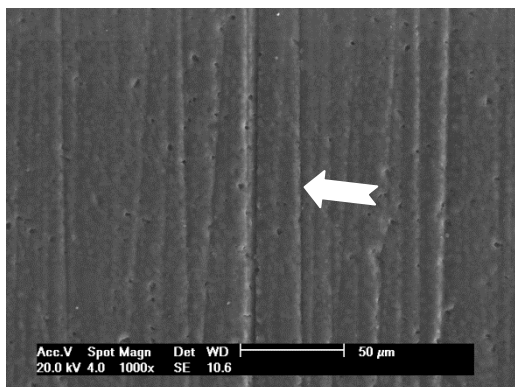


Fig.13 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo ZXTO com aumento de 1000 X –a) presença de sulcos longitudinais

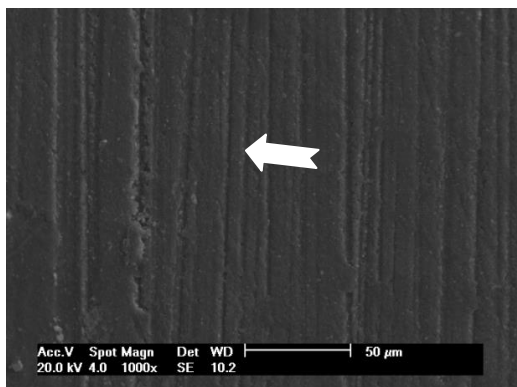


Fig.14 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo TNCO com aumento de 1000 X –a) presença de sulcos longitudinais

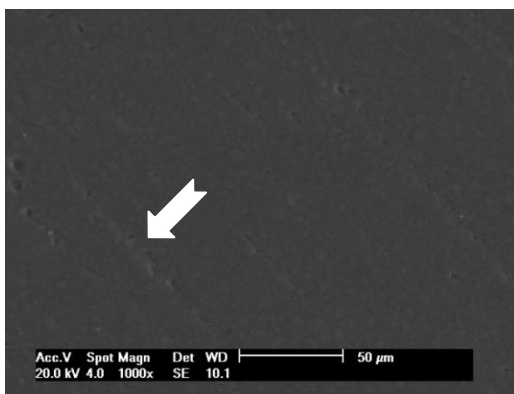


Fig.15 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo ZXTS com aumento de 1000 X –a) presença de depressão linear

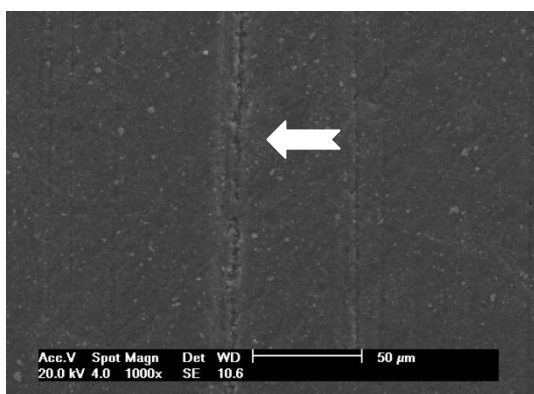


Fig.16 – Microscopia eletrônica de varredura de uma amostra representativa do grupo TNCS com aumento de 1000 X –a) presença de depressão linear

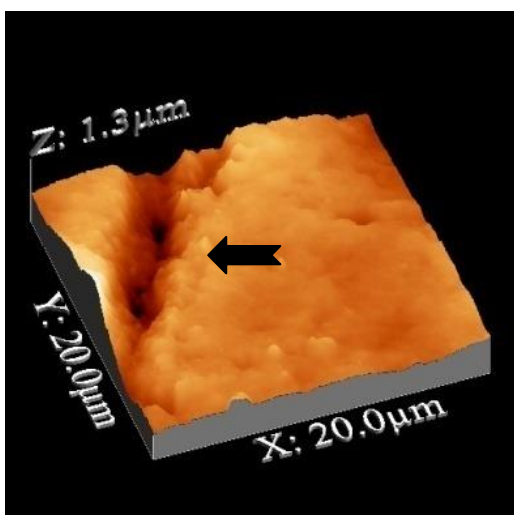


Fig.17 – Microscopia de força atômica de uma amostra representativa do grupo TNCO com área de 20μm X 20μm– a) presença de sulco

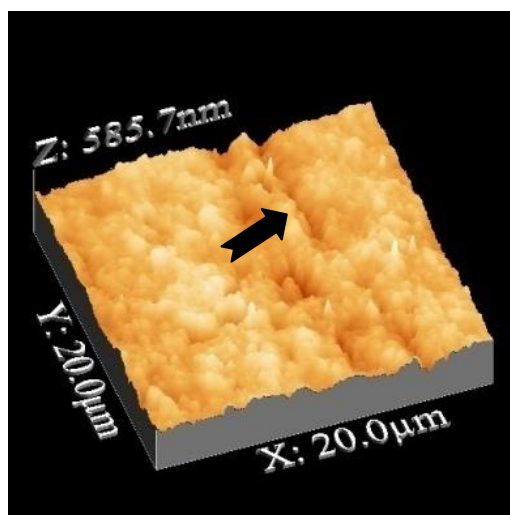


Fig.18 – Microscopia de força atômica de uma amostra representativa do grupo TNCS com área de 20μm X 20μm– a) presença de depressão



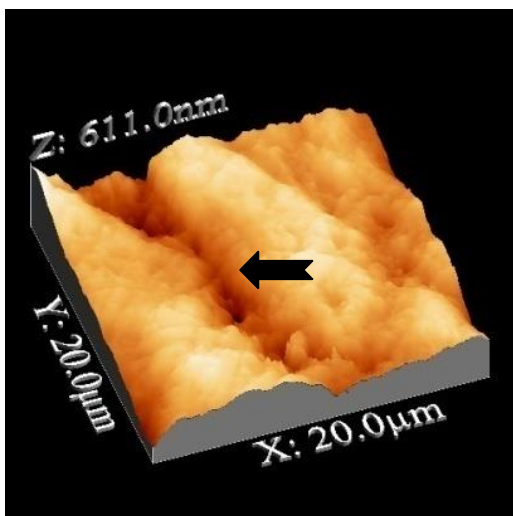


Fig.19- Microscopia de força atômica de uma Amostra representativa do grupo ZXTO com área de 20μm X 20μm – a) presença de sulcos

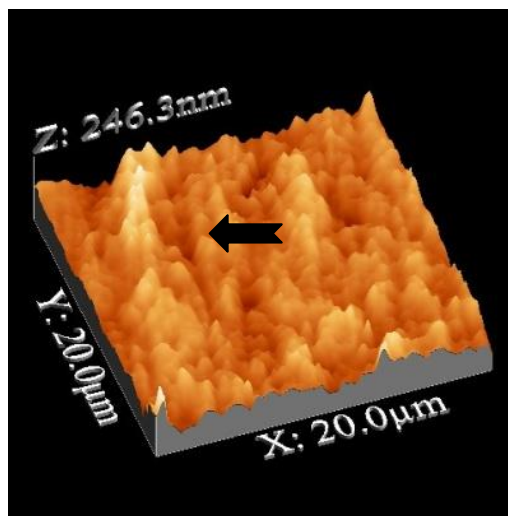


Fig.20 – Microscopia de força atômica de uma amostra representativa do grupo ZXTS com área de 20μm X 20μm– a) presença de depressão

## *18. Discussão*

## *Discussão*

Com a mudança do tipo, forma, tamanho e quantidade das partículas inorgânicas nas resinas compostas atuais, favorece a obtenção de um melhor polimento<sup>7</sup> das restaurações e um menor desgaste superficial.<sup>3,4</sup> Segundo dados do fabricante, a Filtek Z 350 XT, possui nanopartículas esféricas e é composta por sílica, zircônia, agregado e agregados/aglomerados de sílica/zircônia. O tamanho das partículas variam de 4 nm a 2 µm e a quantidade de partículas é 63,3% em volume. A resina Tetric N Ceram possui partículas irregulares com diferentes tamanhos, entre 40 nm a 3 µm. Como estão em menor volume tem maior quantidade de matriz orgânica entre as partículas inorgânicas. As partículas são constituídas de vidro de bário, trifluoreto de itérbio e óxidos mistos, e o total de partículas inorgânicas é de 55 - 57% em volume. A nanotecnologia permite obter uma resina composta com maior quantidade de partículas por volume, o que proporciona maior proteção da matriz orgânica e impedindo um maior desgaste e resultando em superfícies mais lisas.<sup>3</sup> O uso de nanopartículas não é o suficiente para melhorar a textura superficial após o polimento,<sup>8,9,10</sup> pois a rugosidade não é influenciada unicamente pelo tamanho das partículas inorgânicas.<sup>12</sup> Os resultados desta pesquisa comprovam estas afirmações porque as resinas estudadas são diferentes quanto ao tipo, tamanho e quantidade das partículas inorgânicas. O resultado do polimento, com os diferentes métodos que promoveram maior ou menor rugosidade, foi o mesmo para ambas as resinas, portanto a rugosidade superficial de uma resina, após o polimento, é dependente das partículas abrasivas dos sistemas empregados.<sup>1</sup>

Nesta pesquisa foram usadas duas técnicas de análise superficial das resinas compostas polidas, uma qualitativa e outra quantitativa. O rugosímetro calcula a média aritmética (Ra) sendo o método mais usado para análise de superfície.<sup>2,15</sup> Através dos dados se obtém a rugosidade média em  $\mu\text{m}$ , mas muitas vezes não registra lacunas de pequenas dimensões em nm como ocorre com a microscopia de força atômica, que detecta micro rugosidades. Como as resinas estudadas possuem nanopartículas é importante que se use mais de um método de leitura de rugosidade, como MEV e AFM.

O tamanho das partículas abrasivas dos discos Sof-Lex são 15  $\mu\text{m}$  para os discos finos e 5  $\mu\text{m}$  para os discos superfinos, mas o tamanho das partículas abrasivas do Optrapol não foi revelado pelo fabricante. A rugosidade superficial da restauração com resina composta, depois do polimento, deve ser semelhante à textura do esmalte, ou seja, próximo de 0,28  $\mu\text{m}$ .<sup>15</sup> Os resultados de rugosidade, obtidos nesta pesquisa, pelos grupos controle, ficaram entre 0,04 e 0,05  $\mu\text{m}$ . O uso da tira de poliéster mostrou os menores valores de rugosidade do que os sistemas de polimento e não houve diferença estatística entre as resinas.<sup>8,22</sup> Os grupos polidos com Sof-Lex tiveram rugosidade superficial com média de valores de 0,07  $\mu\text{m}$  e também não produziu diferença estatística entre as resinas, porém a o Ra foi maior que o grupo controle. Estes dados estão de acordo com as hipóteses nulas. Os grupos polidos por Optrapol tiveram rugosidade entre 0,18 e 0,22  $\mu\text{m}$ , promovendo a maior rugosidade entre os grupos. Houve diferença estatística quando usado o Optrapol em relação ao grupo controle, não confirmando as três hipóteses nulas, pois há diferença significativa entre a resina nanohíbrida e nanoparticulada quanto à

rugosidade, os sistemas próprios de polimento de cada resina diferem entre si nos testes de rugosidade e o tratamento de polimento indicados pelo fabricante do Optrapol, diferem do grupo controle quanto à rugosidade. Apesar desta diferença significativa, a rugosidade promovida pelo Optrapol está abaixo do limiar clinicamente aceitável de  $0,2 \mu\text{m}^{16}$  e imperceptível pela ponta da língua do paciente.<sup>15</sup>

Os instrumentos rotatórios utilizados neste estudo, para polimento das resinas, foram de uma e multi etapas. Apesar das vantagens do uso do sistema de polimento de uma etapa, pois estes polidores geralmente resultam em melhor lisura de superfície nas resinas nanoparticuladas,<sup>1</sup> diminuem o tempo de uso porque não há necessidade das trocas dos discos, não é necessário lavar e secar as amostras várias vezes,<sup>24</sup> a rugosidade superficial ocasionada pelo uso do Optrapol, nesta pesquisa, foi maior que o sistema Sof-Lex. Os resultados neste estudo mostraram que o sistema de polimento de passo único promoveu a maior rugosidade superficial, diferentemente de outras pesquisas, onde polidores de uma etapa resultaram em melhor lisura de superfície das resinas nanoparticuladas do que os de várias etapas.<sup>1,6</sup> Mesmo os polidores de três etapas foram mais eficientes que Sof-Lex em resinas nanoparticuladas.<sup>3</sup> A resina nanoparticulada apresentou os melhores resultados associada ao sistema Sof-Lex, segundo Janus, 2010.

Na análise qualitativa das superfícies das resinas estudadas, pela MEV, foi observada lisura superficial das amostras do grupo controle e presença de bolhas, pela incorporação de ar no uso de tiras de poliéster.

Independente do tipo e tamanho das partículas inorgânicas contidas nas duas resinas compostas estudadas, as imagens da MEV e AFM mostraram que o uso do Optrapol criou sulcos longitudinais, paralelamente distribuídos nas superfícies das amostras e com profundidades semelhantes.<sup>6</sup> Os sulcos originados, nas amostras de ambas as resinas, sugerem que as partículas abrasivas do Optrapol são muito maiores que os abrasivos utilizados nos discos do sistema Sof-Lex.

Quando os discos Sof-Lex foram utilizados em ambas as resinas, apareceram alguns sulcos pouco profundos e não uniformes. As superfícies das amostras apresentavam pouca rugosidade depois do uso dos discos de lixa, então as irregularidades podem ter sido ocasionados pelas partículas das resinas que se soltaram e provocaram as ranhuras com o uso do instrumento rotatório,<sup>17</sup> pela abrasão de três corpos.<sup>4</sup> Na pesquisa de Jung (2007)b, as resinas estudadas apresentaram várias pequenas irregularidades superficiais após o uso de Sof-Lex.

Ao mesmo tempo em que Optrapol promoveu a maior rugosidade, também arrancou agregados e agregados/aglomerados da superfície da resina nanoparticulada, deixando lacunas de diferentes tamanhos e tornando a resina Z 350 XT mais rugosa que a TNC. Nas pesquisas de Alawjali (2013) e Ergüçü e Turkun (2007), encontraram Optrapol como polidor que criou superfícies ásperas, pelo deslocamento de partículas inorgânicas na superfície da resina composta, como encontrado nesta pesquisa. Segundo Jung (2007)a na resina Filtek Supreme os *nanoclusters* eram menos propensos ao corte durante o polimento, isto justifica o deslocamento dos agregados/aglomerados da superfície da Filtek Z 350 XT.

Durante o polimento a matriz orgânica sofre desgaste, mas como as partículas inorgânicas são de diferentes composições, formas e durezas, têm comportamentos distintos. Sabendo que numa escala de dureza Mohs, de 0 a 10, o óxido de alumínio tem 9 e as resinas compostas tem entre 5-7,<sup>17</sup> então durante os procedimentos de polimento as partículas abrasivas desgastam mais facilmente a matriz orgânica, deixando as partículas inorgânicas salientes em relação ao plano superficial. Nas imagens da MEV, aparecem saliências na superfície da Tetric N Ceram, que sugerem serem partículas inorgânicas, tanto quando é usado Optrapol como o sistema Sof-Lex. Na pesquisa de Turssi (2005) mostra, depois do polimento, exposição de partículas inorgânicas bem evidenciadas sobre a superfície das resinas, como nesta pesquisa.

As imagens obtidas pela AFM foram mais adequadas para mostrar topografia das resinas, sendo capazes de obter melhores definições<sup>2</sup> e mais detalhes da textura superficial do que a MEV.<sup>27</sup> A AFM se tornou um dos equipamentos mais completos para estudos em nanotecnologia.<sup>28,29</sup> As imagens fornecidas pelas microscopias são diferentes, pois enquanto uma fornece a definição em nanômetros, caracterizando a topografia da superfície em 3D a outra fornece imagens que caracterizam as superfícies pela sua composição, em 2D, com limites de resolução.<sup>30</sup> As diferentes técnicas se complementam e devem ser usadas quando a composição do material estudado possuir nanopartículas. O rugosímetro não detecta todas as pequenas irregularidades da superfície quando a escala for manométrica, sendo necessário o uso de AFM para caracterizar os aspectos da superfície.

Polimento é um processo realizado depois do acabamento com a finalidade de eliminar arranhões da superfície e obter um mínimo de riscos

microscópios e defeitos, evitando aderência de biofilme, proporcionando saúde dos tecidos moles, melhorando a estética e o principal objetivo da tecnologia do acabamento e polimento é realizar restaurações esteticamente naturais, tanto na aparência como na semelhança com a estrutura dental.<sup>17</sup> Portanto é importante que todas as restaurações sejam polidas, após sete dias da sua confecção, para que a textura superficial da resina tenha as mesmas características de rugosidade do esmalte.

Os resultados desta pesquisa concordam com as afirmações de Berger (2010) que as resinas requerem sistemas de polimento indicadas pelos fabricantes, desde que os sistemas de acabamento das restaurações proporcionem lisura compatível com a textura superficial do esmalte. Os fabricantes devem lembrar que dependendo da dureza, tamanho e conteúdos das partículas inorgânicas, as resinas requerem sistemas de acabamento e polimento específicos.<sup>12</sup> Isto quer dizer que não existe um sistema de polimento universal, que possa ser usado em qualquer tipo de resina composta, e que produza uma topografia superficial com pouca rugosidade. Esta pesquisa mostrou que o tipo, tamanho e dureza das partículas abrasivas, dos sistemas de polimento, podem causar maior ou menor rugosidade superficial, independente do tipo de resina composta.



## *19. Conclusões*

## *Conclusões*

Baseado nos resultados desta pesquisa pode-se concluir que:

1. O polimento com Optrapol promove maior rugosidade nas resinas testadas, sendo que ZXT apresentou maior rugosidade estatisticamente.
2. O polimento com Soft-Lex não mostrou diferença estatisticamente significantes entre as resinas testadas.
3. A rugosidade das resinas testadas foi estatisticamente menor com TNC, quando Optrapol foi utilizado.
4. A menor rugosidade obtida foi pelo grupo controle, sem diferença entre as resinas testadas e estatisticamente diferente dos métodos de polimento com Optrapol e ZXT.

## *19. Referências Bibliográficas*

## *Referências Bibliográficas*

1. Ereifej NS, Oweis YG, & Eliades G (2013) The effect of polishing technique on 3D surface roughness and gloss of dental restorative resin composites *Operative Dentistry* 36(1) 1-12.
2. Marghalani HY (2010) Effect of filler particles on surface roughness of experimental composite series *Journal of Applied Oral Science* 18(1) 59-67.
3. Jung M, Sehr K, & Klimek J (2007) Surface texture of four nanofilled one hybrid composite after finishing *Operative Dentistry* 32(1) 45-52.
4. Turssi CP, Ferracane JL, & Serra MC (2005) Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures *Dental Materials* 21(7) 641-648.
5. Senawongse P, & Pongprueksa P (2007) Surface roughness of nanofil and nanohybrid resin composites after polishing and brushing *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 19(5) 265-275.
6. Ergücü Z & Türkün LS (2007) Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems *Operative Dentistry* 32(2) 185-192.
7. Mitra SB, Wu D & Holmes BN (2003) An application of nanotechnology in advanced dental materials *The Journal of the American Dental Association* 134(10) 1382-1390.
8. Janus J, Fauxpoint G, Arntz Y, Pelletier H, & Etienne O (2010) Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different

polishing treatments by a multitechnique approach *Dental Materials* 26(5) 416-425.

9. Terry DA (2004) Direct applications of a nanocomposite resin system: Part 1 – The evolution contemporary composite materials *Practical procedures Aesthetic Dentistry* 16(6) 417-422.

10. Jung M, Eichelberger K, & Klimek J (2007) Surface geometry of four nanofiller and one hybrid composite after one-step and multiple-step polishing *Operative Dentistry* 32(4) 347-355.

11. Ferracane JL (2011) Resin composite – state of the art *Dental Materials* 27(1) 29-38.

12. Berger SB, Palialol ARM, Cavalli V, & Giannini M (2011) Surface roughness and staining susceptibility of composite resins after finishing and polishing *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 23(1) 34-43.

13. Pereira CA, Eskelson E, Cavalli V, Liporoni PCS, Jorge AOC, & Rego MA (2011) Streptococcus mutans biofilm adhesion on composite resin surfaces after different finishing and polishing techniques *Operative Dentistry* 36(3) 311-317.

14. Botta AC, Duarte Jr S, Paulin Filho PI, & Gheno SM (2008) Effect of dental finishing instruments on the surface roughness of composite resins as elucidated by atomic force microscopy *Microscopy and Microanalysis* 14(5) 380-386.

15. Jones CS, Billington RW & Pearson GJ (2004) The in vivo perception of roughness of restorations *British Dental Journal* 196(1) 42-45.

16. Endo T, Finger WJ, Kanehira M, Utterodt A & Komatsu M (2010) Surface texture and roughness of polished nanofill and nanohybrid resin composites *Dental Materials Journal* 29(2) 213-223.
17. Jefferies SR (2007) Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review *The Dental Clinics of North America* 51(2) 379-397.
18. Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, & Hardigan PC (2011) Comparison of different finishing / polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites *Journal of Dentistry* 39(supplement 1) 9-17.
19. Watanabe T, Miyazaki M, & Moore BK (2006) Influence of polishing instruments on the surface texture of resin composites. *Quintessence International* 37(1) 61-67.
20. Ergücü Z, Türkün LS, & Aladag A (2008) Color stability of nanocomposites polished with one-step systems *Operative Dentistry* 33(4) 413-420.
21. Costa JB, Gonçalves F, & Ferracane JL (2011) Comparison of two-step versus four-step composite finishing / polishing disc systems: evaluation of a new two-step composite polishing disc system *Operative Dentistry* 36(2) 205-212.
22. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, & Aksoy G (2008) The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites *Operative Dentistry* 33(1) 44-50.
23. Alawjali SS & Lui JL Effect of one-step polishing system on the color stability of nanocomposites (2013) *Journal of Dentistry* 41(supplement 3) 53-61.

24. Gonulol N & Yilmaz F (2012) The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites *Journal of Dentistry* 40(2) 64-70.
25. Erdemir U, Sancakli HS & Yildiz E (2012) The effect of one-step and multi-step systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites *European Journal of Dentistry* 6(2) 198-205.
26. Perez CR, Hirata Jr R, Silva AHMFT, Sampaio EM, & Miranda MS (2009) Effect of a glaze / composite sealant on the 3-D surface roughness of esthetic restorative materials *Operative Dentistry* 34(6) 674-680.
27. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, & Silikas N (2007) Evaluation of surface characteristics of dental composites using porfilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter *Journal of Materials: materials in Medicine* 18(1) 155-163.
28. Bernades Filho R & Mattoso LHC (2003) Estudo de polímeros por microscopia de força atômica *Comunicado técnico* 531-4.
29. Hermann PS, Silva MAP, Bernardes Filho R, Job AE, Colnado LA, Frommer JE, & Mattoso LHC (1997) Scanning force microscopy: a powerful tool on the study of polymers *Polímeros: Ciência e Tecnologia* 7(4) 51-61.
30. Joniot S, Salomon JP, Dejou J, & Grégoire G (2006) Use of two surface roughness analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing *Operative Dentistry* 31(1) 39-46.

## *21. Anexos*



*Comissão Científica e de Ética*  
*Faculdade da Odontologia da PUCRS*

---

**Porto Alegre 26 de Janeiro de 2011**

**O Projeto de: Tese**

Protocolado sob nº: 0007/11

Intitulado: Avaliação quantitativa e qualitativa da rugosidade superficial,  
de resinas compostas nanoparticuladas submetidas a diferentes métodos de polimento

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota

Pesquisadores Associados Catharina Simoni da Costa

Nível: Tese / Doutorado

Foi *aprovado* pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 26 de Janeiro de 2011.

Profa. Dra. Ana Maria Spohr  
Presidente da Comissão Científica e de Ética da ;  
Faculdade de Odontologia da PUCRS