

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Patrícia Schunck Alferes Marques**

**AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE E MICRODUREZA DE  
SUPERFÍCIE DE COMPÓSITOS RESTAURADORES  
SUBMETIDOS A DOIS TIPOS DE POLIMENTOS**

**Taubaté – SP**  
**2009**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Patrícia Schunck Alferes Marques**

**AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE E MICRODUREZA DE  
SUPERFÍCIE DE COMPÓSITOS RESTAURADORES  
SUBMETIDOS A DOIS TIPOS DE POLIMENTOS**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Odontologia do Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté.

Área de concentração: Prótese Dentária

Orientador: Prof. Dr. Sigmar de Melo Rode

**Taubaté – SP**  
**2009**

**PATRÍCIA SCHUNCK ALFERES MARQUES**

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof.Dr. \_\_\_\_\_, Universidade de Taubaté

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof.Dr. \_\_\_\_\_, Universidade de Taubaté

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof.Dr. \_\_\_\_\_, Universidade \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

**Dedico este trabalho à minha família:**

Meus pais – por me munirem de princípios, por moldarem meu caráter e me darem suporte em todos os momentos;

Minha irmã – por todo companheirismo desde nossa infância, por ser um exemplo para mim e por consentir a presença em minha vida de minhas sobrinhas que tanto amo;

Meu marido – Por todo amor, toda dedicação, toda paciência e todo incentivo que recebo de você, fundamentais nessa etapa da minha vida. Por fazer esses nossos anos de convivência muito agradáveis. Por me fazer feliz! Essa conquista também é sua.

**Amo muito vocês!**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por me permitir percorrer os caminhos do conhecimento, mostrando-me a importância de continuar seguindo-os, consciente de que nada sabemos.

A meus pais, Raul e Irene, e ao Denis, meu marido, por me apoiarem de todas as formas e em todos os momentos, me dando suporte emocional e incentivo para cumprir esta jornada. Agradeço pelo amor de vocês, que me faz sentir forte e confiante para superar desafios.

Ao professor Dr. Sigmar de Mello Rode, por aceitar ser meu orientador, compartilhar seu conhecimento e se mostrar sempre disponível às minhas indagações.

Ao professor Dr. Izo Milton Zani, professor das disciplinas de Prótese Dentária da Universidade Federal de Santa Catarina, por todo incentivo, ensinamentos e amizade desde meus tempos da graduação, sempre muito atencioso diante das minhas dificuldades e imprecisões.

Aos professores do Programa de Mestrado em Odontologia da Universidade de Taubaté (UNITAU), pelos ensinamentos durante o curso tão importantes para o desenvolvimento dessa pesquisa. Destes, alguns agradecimentos especiais:

À professora Dra. Ana Christina Claro Neves, coordenadora do mestrado, pelo esforço em criar um agradável ambiente de trabalho, integrando alunos e professores;

À professora Dra. Laís Regiane da Silva Concílio, pela amizade demonstrada e por toda orientação durante o desenvolvimento da dissertação.

Ao professor Dr. Maximiliano Nesser, por sua competência, objetividade e bom humor;

À professora Dra. Denise Pontes Raldi, por todo conhecimento compartilhado e alegria.

À professora Dra. Marinella Holzhalsen, pelo exemplo de profissional, por seus ensinamentos, simpatia e amizade demonstrada mesmo com tão pouco tempo de convivência;

Ao professor Dr. Gilson César Nobre Franco, por inspirar e contagiar a todos com sua competência, sua vontade e entusiasmo em ensinar;

À professora Dra. Vanessa Cavalli Gobbo, por suas considerações sempre pertinentes, por seu carisma e seu bom senso, sempre demonstrado com humildade;

Aos professores Dr. Davi Romeiro Aquino e Dr. Celso Silva Queiroz, pela competência de ambos para ministrar seus ensinamentos e pelo crescimento científico proporcionado;

Um agradecimento especial ao **professor Dr. Leonardo Gonçalves Cunha**. Obrigada pela pronta ajuda e capacidade de remover, com poucas palavras,

as nuvens que turvam os pensamentos. Obrigada por ajudar resolver as minhas dúvidas de forma tão objetiva, como se todo conhecimento e toda aprendizagem fossem tão simples. Por demonstrar muita paciência e compreensão com minhas limitações. Também por demonstrar muita competência, sempre com postura humilde, sempre me incentivando de maneira velada. Obrigada pelo acompanhamento de todo trabalho e pela orientação na análise estatística. Todo agradecimento aqui manifestado será pouco diante de tanta ajuda na elaboração deste trabalho.

Aos funcionários da Universidade de Taubaté, especialmente à Adriana, da secretaria de pós-graduação em Odontologia e à bibliotecária Regina Cuba, por toda orientação prestada.

À Faculdade de Engenharia (FEG) da Universidade do Estado de São Paulo (UNESP), campus de Guaratinguetá, e aos seus técnicos de laboratórios Neto e Wilson, pela ajuda, confiança e troca de informações que ajudaram muito na execução dos testes mecânicos realizados.

À equipe do Laboratório Nacional De Luz Síncroton (LNLS), em especial ao engenheiro Vinícius pela ajuda na aquisição das imagens em microscopia de força atômica.

Aos amigos do Curso de Mestrado: Altino Teixeira Neto, Marília Moraes Pinelli, Adriana Pacheco de Oliveira, Paulo Roberto B. Reis, Zilla Miranda Moraes, Alexandre Lustosa Pereira, Lilibeth Ferraz de Brito Penna Forte, Cláudio Claro Martins, Esdras Guimarães Freire, Juliana Socas Vanoni Diez, Mariana Fernandes de Moraes, Manuel Carlos Araújo de Miranda Pinto, Caroline Perozini e Rodrigo Dalla Pria Balejo. Por toda ajuda e convivência harmoniosa, repleta de amizade e

alegria, que favoreceram as trocas de experiências profissionais e de vida, essenciais para realização dos trabalhos e também para tornar nossa jornada prazerosa. Em especial à Juliana por todo companheirismo.

Aos meus colegas da Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC), por entenderem minhas ausências.

Aos meus alunos e pacientes, por toda confiança em mim depositada e por me servirem sempre de incentivo, me impulsionando em busca de crescimento profissional.

Por fim, o meu muito obrigada a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para realização deste trabalho.



"É melhor tentar e falhar,  
que preocupar-se e ver a vida passar;  
é melhor tentar, ainda que em vão,  
que sentar-se fazendo nada até o final.

Eu prefiro na chuva caminhar,  
que em dias tristes em casa me esconder.

Prefiro ser feliz, embora louco,  
que em conformidade viver ..."

*(Martin Luther King)*

## RESUMO

**Objetivo:** Comparar compósitos diretos e indiretos em relação à rugosidade de superfície e microdureza Knoop e a efetividade de sistemas de polimento multi-passo e passo único sobre a superfície destes materiais. **Método:** Foram confeccionados 34 corpos-de-prova para cada material, sendo dois compósitos restauradores para uso direto e dois para uso indireto. A análise inicial da rugosidade de superfície foi realizada em vinte corpos-de-prova de cada material restaurador, com o rugosímetro SurfTest SV-3000, filtro de 0,25mm (cut-off) e comprimento de leitura de 1,25mm. A microdureza inicial foi mensurada em dez corpos-de-prova de cada grupo, com uso de um microdurômetro MVD 401, sob carga de cinquenta gramas por 12 segundos. Quatro corpos-de-prova de cada compósito foram submetidos à análise topográfica por microscopia de força atômica. Ao final das análises iniciais de rugosidade de superfície e microdureza Knoop, os corpos-de-prova foram igualmente divididos em dois subgrupos conforme o sistema de polimento a ser empregado: sistema de passo único (Pontas Pogo<sup>®</sup>) e sistema multi-passo (Discos Sof-Lex<sup>®</sup>). Após o polimento, foi realizada nova análise da rugosidade de superfície, da microdureza Knoop e microscopia de força atômica. As médias obtidas nos ensaios foram submetidas à Análise de Variância (ANOVA) e ao teste t de student, nível de significância de 5%. **Resultados:** Os valores médios da rugosidade (Ra -  $\mu\text{m}$ ) após polimento com Sof-Lex<sup>®</sup> variaram de 0,13 $\mu\text{m}$  (Sinfony<sup>®</sup>) a 0,29 $\mu\text{m}$  (Charisma<sup>®</sup>). Após polimento com Pogo<sup>®</sup>, variaram de 0,13 $\mu\text{m}$  (Charisma<sup>®</sup>) a 0,20 $\mu\text{m}$  (Sinfony<sup>®</sup>), sem diferença estatística entre os compósitos testados. Para o teste de microdureza Knoop, os valores médios ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ ) após polimento com Sof-Lex<sup>®</sup> variaram entre 18,86 (Sinfony<sup>®</sup>) e 68,67 (Filtek Z350<sup>®</sup>), sendo que o compósito Filtek Z350<sup>®</sup> foi associado a valores estatisticamente superiores quando comparado aos demais compósitos. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os compósitos Charisma<sup>®</sup> e Signum<sup>®</sup>, e o compósito Sinfony<sup>®</sup> apresentou médias de dureza estatisticamente inferiores. Após o polimento com Pogo<sup>®</sup>, as médias variaram de 18,95 (Sinfony<sup>®</sup>) a 64,34 (Filtek Z350<sup>®</sup>), sendo que diferenças estatísticas foram observadas entre todos os compósitos avaliados, na seguinte ordem decrescente: Filtek Z350<sup>®</sup>, Charisma<sup>®</sup>, Signum<sup>®</sup> e Sinfony<sup>®</sup>. **Conclusões:** O polimento com Sof-Lex<sup>®</sup> foi mais efetivo na redução da rugosidade para os compósitos indiretos, sendo que não foram observadas diferenças entre os compósitos após polimento com Pogo<sup>®</sup>. A efetividade do sistema de polimento na redução da rugosidade de superfície está mais relacionada com características individuais dos compósitos que com a classificação. O polimento realizado tanto com Sof-Lex<sup>®</sup> como com Pogo<sup>®</sup> causou em todos os compósitos (com exceção do Signum<sup>®</sup>) uma redução significativa na microdureza de superfície.

**Palavras-chave:** Compósitos restauradores; Rugosidade de superfície; Microdureza; Polimento.

Marques PSA. Evaluation of the surface roughness and microhardness of composites submitted to two polishing techniques. [Dissertação de mestrado]. Taubaté: Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, 2009. 94p.

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of the present study was to compare direct and indirect composites in relation to the superficial topography and Knoop microhardness and to evaluate the effectiveness of polishing techniques (multi-step and single-step) on the surface of these materials. **Method:** Four commercially available resin composites were tested, two direct and two indirect composites. For each material, 34 samples were confectioned. The initial analysis of roughness was performed in twenty samples of each restorative material, using a SurfTest SV-3000 profilometer, with parameters of 0.25 $\mu$ m (cut-off) and 1.25mm (length of reading). The initial microhardness was measured in ten samples of each group, using a microhardness unit MVD 401, under load of fifty grams per 12 seconds. Four samples of each resin composite were confectioned to Atomic Force microscopy (AFM). After initial analysis, samples were randomly divided in two sub-groups in agreement to the polishing technique used: single-step polishing (Pogo<sup>®</sup> - Dentsply) or multi-step polishing (Sof-Lex<sup>®</sup> - 3M ESPE). After polishing, final measurements of roughness, microhardness and AFM were performed. Results were analyzed by ANOVA and student's t test ( $\alpha = 0.05$ ). **Results:** The mean values of roughness (Ra -  $\mu$ m) after polishing with Sof-Lex<sup>®</sup> ranged from 0.13 $\mu$ m (Sinfony<sup>®</sup>) to 0.29 $\mu$ m (Charisma<sup>®</sup>), and indirect composites presented statistically lower mean values when compared to direct composites. No statistical difference was observed among composites after polishing using Pogo<sup>®</sup>. The mean values of microhardness after polishing using Sof-Lex<sup>®</sup> varied between 18,86 (Sinfony<sup>®</sup>) and 68,67 (Filtek Z350<sup>®</sup>). Filtek Z350<sup>®</sup> was associated with higher mean values when compared to the other composites. No difference between Charisma<sup>®</sup> and Signum<sup>®</sup> was observed, and the composite Sinfony<sup>®</sup> presented the lowest mean value of hardness. After polishing using Pogo<sup>®</sup>, statistically different microhardness values were observed among all evaluated composites, in the following decreasing order: Filtek Z350<sup>®</sup>, Charisma<sup>®</sup>, Signum<sup>®</sup> and Sinfony<sup>®</sup>. **Conclusions:** Polishing with Sof-Lex<sup>®</sup> was more effective in the reduction of roughness for the indirect composites. However, composites presented similar performance after polishing with Pogo<sup>®</sup>. The effectiveness of the polishing system in the reduction on superficial roughness is more related to individual characteristics of the composite than with its classification. Polishing using Sof-Lex<sup>®</sup> and Pogo<sup>®</sup> caused to all composites (exception to Signum<sup>®</sup>) a significant reduction of the mean microhardness.

**Keywords:** Restorative composite; Roughness; Knoop microhardness; Polishing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Quadro representativo do delineamento da pesquisa	39
Figura 2 -	Apresentação comercial dos compósitos diretos	40
Figura 3 -	Apresentação comercial dos compósitos indiretos	41
Figura 4 -	Nome comercial, tipo, composição, tamanho das partículas, nível da carga inorgânica e fabricante dos compósitos	41
Figura 5 -	Nome comercial, tipo, fabricante e composição dos sistemas de polimento	42
Figura 6 -	Apresentação comercial e sequência de granulação do sistema Sof-Lex®	42
Figura 7 -	Apresentação comercial e aproximada do sistema Pogo®	43
Figura 8 -	Matriz metálica rosqueável	44
Figura 9 -	Posicionamento da tira de poliéster na base	44
Figura 10 -	Inserção de compósito na matriz	45
Figura 11 -	Posicionamento da tira de poliéster na superfície	45
Figura 12 -	Método de polimerização de cada compósito	46
Figura 13 -	Fotoativação	46
Figura 14 -	Remoção do corpo-de-prova da matriz metálica	47
Figura 15 -	Padronização da superfície do corpo-de-prova	48

Figura 16 - Posicionamento do corpo-de-prova e mensuração da rugosidade de superfície	49
Figura 17 - Esquema exemplificando a direção das leituras no rugosímetro	49
Figura 18 - Esquema representativo dos locais onde serão realizadas as edentações do teste de microdureza Knoop	50
Figura 19 - Microdurômetro MVD 401	51
Figura 20 - Microscópio Nanoscope IIIa	53
Figura 21 - Imagem do feixe de laser incidindo sobre o corpo-de-prova (A), e corpo-de-prova sobre o disco suporte (B)	54
Figura 22 - Monitor apresentando a proximidade da ponta do microscópio (A) ao corpo-de-prova (B)	54
Figura 23 - Exemplo de imagem de um compósito obtida através de MFA antes do tratamento	55
Figura 24 - Exemplo de imagem obtida em MFA após o tratamento	56
Figura 25 - Organograma representativo da distribuição dos corpos-de-prova de cada compósito	57
Figura 26 - Gráfico representativo da rugosidade de superfície média (Ra) dos compósitos antes e após o polimento	61
Figura 27 - Gráfico representativo da microdureza Knoop dos compósitos antes e após polimento	63

Figura 28 - Imagem MFA do compósito Charisma® antes do polimento	65
Figura 29 - Imagem MFA do compósito Charisma® após o polimento com Sof-Lex®	66
Figura 30 - Imagem MFA do compósito Charisma® após polimento com Pogo®	66
Figura 31 - Imagem MFA do compósito Filtek Z350® antes do polimento	67
Figura 32 - Imagem MFA do compósito Filtek Z350® após o polimento com Sof-Lex®	67
Figura 33 - Imagem MFA do compósito Filtek Z350® após polimento com Pogo®	68
Figura 34 - Imagem MFA do compósito Signum® antes do polimento	68
Figura 35 - Imagem MFA do compósito Signum® após o polimento com Sof-Lex®	69
Figura 36 - Imagem MFA do compósito Signum® e após polimento com Pogo®	69
Figura 37 - Imagem MFA do compósito Sinfony® antes do polimento	70
Figura 38 - Imagem MFA do compósito Sinfony® após o polimento com Sof-Lex®	70
Figura 39 - Imagem MFA do compósito Sinfony® e após polimento com Pogo®	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valores médios de rugosidade de superfície ( $\mu\text{m}$ ) dos compósitos antes e após o procedimento de polimento	60
Tabela 2 -	Valores médios de microdureza Knoop ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ ) dos compósitos antes e após o procedimento de polimento	62
Tabela 3 -	Redução em porcentagem das médias de rugosidade e de dureza após o procedimento de polimento	64

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	19
<b>3</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b>	38
<b>4</b>	<b>MÉTODOS</b>	39
4.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA	39
4.2	CÁLCULO AMOSTRAL	39
4.3	RESINAS E SISTEMAS DE POLIMENTO	40
4.4	CONFEÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA	43
4.5	ANÁLISE INICIAL	48
4.5.1	<b>Rugosidade de superfície inicial</b>	48
4.5.2	<b>Microdureza Knoop inicial</b>	50
4.5.3	<b>Microscopia de força atômica inicial</b>	51
4.6	POLIMENTO	56
4.7	ANÁLISE FINAL	58
4.7.1	<b>Rugosidade de superfície final</b>	58
4.7.2	<b>Microdureza Knoop final</b>	58
4.7.3	<b>Microscopia de força atômica final</b>	58
4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	59
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	60
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	72
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	82
	<b>REFERÊNCIAS</b>	83
	<b>APÊNDICES</b>	87



## 1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento dos materiais odontológicos, a partir da década de 80, foi iniciada a produção de um tipo de resina composta indireta, processada em laboratório, para suprir algumas necessidades, principalmente as limitações relacionadas às resinas diretas (Dolavale, 2007). Na década de 90, foi então disponibilizada comercialmente uma segunda geração de resina composta também processada em laboratório (Kakaboura et al., 2003), denominada cerômeros (Cesar et al., 2001), polímeros de cerâmica ou polímeros de vidro.

As resinas indiretas apresentariam teoricamente alta concentração de filamentos inorgânicos de cerâmica, em comparação com as resinas diretas (Douglas, 2000; Yilmaz & Gemalmaz, 2003), promovendo um refinamento estético e melhora nas propriedades físicas (Mandikos et al., 2001; D`Arcângelo & Vanini, 2007). São indicadas para próteses fixas adesivas, *onlays*, *inlays*, *venners* e próteses parciais fixas anteriores e posteriores, como revestimento para as infra-estruturas metálicas (Behr et al., 1999; Garcia et al., 2006), além de serem utilizadas como revestimento para estruturas confeccionadas em fibra de vidro e de polietileno (Spyredes & Bastian, 2004).

Os sistemas de resinas indiretas foram desenvolvidos para serem mais uma alternativa de material para a confecção de trabalhos reabilitadores, podendo em alguns casos suprir determinadas limitações das próteses metalocerâmicas (opacidade, falta de translucidez, técnica apurada, abrasividade da cerâmica de revestimento) e das cerâmicas puras, principalmente sua restrição mecânica, reumindo-se às áreas de baixa tensão (Douglas, 2000; Kakaboura et al., 2003).

Entretanto, o advento desses novos materiais não elimina o uso de outros materiais já consagrados.

As restaurações com compósitos diretos apresentam algumas desvantagens quando comparadas aos compósitos indiretos como por exemplo: a contração de polimerização com compósitos diretos ocorre diretamente na boca, no momento da fotopolimerização do material, sendo que as restaurações com compósitos indiretos não possuem este agravante (Yilmaz & Gemalmaz, 2003; Carreiro et al., 2004; D`Arcangelo & Vanini, 2007); não são indicadas para restaurações em dentes posteriores amplamente destruídos (Bartlett & Sundaram, 2006). As restaurações indiretas apresentam características mecânicas superiores como relatado por Cesar et al. (2001); e têm apresentado boas taxas de sobrevida após dez anos de acompanhamento clínico (Thordrup et al., 2006).

Após a cimentação e ajuste oclusal das restaurações indiretas é necessário realizar procedimentos de acabamento e polimento tendo como objetivo reduzir a rugosidade de superfície (Jung, 2002) propiciando a redução do acúmulo de biofilme (Berh et al., 1999; Douglas, 2000; Mendonça, 2002; Jung, 2002); prevenindo a descoloração do material e melhorando o brilho e a aparência natural da restauração (Jung, 2002).

A dureza de um material é a medida relativa da sua resistência à edentação quando uma carga específica e constante é aplicada. Os valores de dureza têm sido usados para medir a capacidade relativa do material de resistir a riscos ou a abrasão e a facilidade de acabamento e polimento (Mandikos et al., 2001).

Pela ampla aplicação clínica dos compósitos, justifica-se a importância de avaliar os sistemas de polimentos, principalmente a efetividade destes na redução da rugosidade de superfície para esta classe de materiais restauradores. Da mesma

forma, torna-se relevante também avaliar a microdureza de superfície dos compósitos, pois esta está diretamente relacionada com a capacidade de polimento e sua manutenção. Por fim, verifica-se a necessidade de averiguar as diferenças entre os compósitos de uso direto e indireto.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Berh et al. (1999) estudaram o acabamento e polimento da resina indireta Targis<sup>®</sup>, comparando os métodos de polimento realizados em consultório com os métodos de polimento realizados em laboratório. Os autores salientaram que o polimento dos materiais dentários é muito importante para prevenir o acúmulo de biofilme dental, e que com o advento desta classe de materiais é necessário definir que tipo de polimento deve ser dado. Para isto, confeccionaram 72 corpos-de-prova, que foram submetidos a oito tipos de polimentos, sendo quatro realizados em consultório (pontas Shofu<sup>®</sup>, discos Sof-lex<sup>®</sup>, Sistema de polimento Vivadent<sup>®</sup>, disco de polimento e pasta Nupro<sup>®</sup>) e quatro realizado em laboratório (Kit de polimento ArtGlass<sup>®</sup>, pontas de polimento com pedra pomes, pontas de polimento com escova Robson, pontas de silicone). Após os polimentos foi mensurada a rugosidade de superfície dos corpos-de-prova em rugosímetro. De todos os métodos avaliados, os que obtiveram as menores médias de rugosidade foram os dois métodos de polimento de laboratório seguidos pelos métodos com pontas de borracha Shofu<sup>®</sup>. Os resultados demonstraram que os discos de óxido Sof-Lex<sup>®</sup> ficaram em sexto lugar quando comparado aos demais métodos de polimento.

Douglas (2000) avaliou e caracterizou a estabilidade da cor de várias resinas indiretas da nova geração (polímeros-cerâmicos) quando submetidas a um agente acelerador (borosilicato). Para realização deste trabalho, o autor selecionou uma cerâmica (Omega 900<sup>®</sup>), quatro resinas indiretas (Artglass<sup>®</sup>, Zeta<sup>®</sup>, Targis<sup>®</sup>, Belleglass<sup>®</sup>) e uma resina microhíbrida (Herculite XRV<sup>®</sup>) para confecção dos corpos-de-prova. Foram confeccionados cinco discos de cada material com 3mm de

espessura por 10mm de diâmetro na cor A3. Estes foram submetidos ao agente acelerador. O sistema de ordem de cor CIELAB foi usado por um único examinador para quantificar a cor dos corpos-de-prova, e a leitura foi realizada após 150 e trezentas horas do agente acelerador, sendo que a variação destas medidas foi usada para determinar a estabilidade da cor. Os valores foram submetidos à análise estatística ANOVA ( $p < 0,05$ ). Os resultados da variação de cor foram de 0.64, 1.89, 0.88, 1.46, 2.57, 1.83 para Omega 900®, Artglass®, Zeta®, Herculite XRV®, Targis®, Belleglass®. Os autores puderam concluir que após trezentas horas todos os polímeros-cerâmicos testados demonstraram mudança de cor dentro de um nível que pode ser considerado aceitável e que a estabilidade da cor dos produtos testados foi diferente. Dois produtos (Artglass® e Zeta®) demonstraram que sua estabilidade de cor não foi significativamente diferente da cerâmica do grupo controle.

Cesar et al. (2001) avaliaram a influência da cor e o efeito da estocagem em água por trinta dias na resistência flexural, módulo de elasticidade e dureza de quatro sistemas de resinas compostas indiretas (ArtGlass®, BeleGlass®, Sculpture® e Targis®) e uma resina utilizada pela técnica direta como controle (Z100®). Os corpos-de-prova foram confeccionados utilizando uma matriz de aço, com as dimensões 10mmX2mmX1mm, e a resina manipulada conforme especificações dos fabricantes. Foram confeccionados vinte corpos-de-prova de cada cor (dentina e incisal) para cada material, obtendo um total de duzentas amostras. As amostras foram estocadas em água destilada em recipientes a prova de luz, metade por 24 horas e metade por trinta dias. Uma curva de flexão de três pontos foi utilizada em máquina de teste universal, com a velocidade de  $0,5\text{mmXmin}^{-1}$ . Imediatamente após o teste flexural, três fragmentos de cada grupo experimental foram fixados em

cilindro de PVC com resina acrílica, receberam polimento e a dureza Knoop foi mensurada através de dez edentações feitas em cada um dos três fragmentos. Os dados de resistência flexural foram analisados estatisticamente com a distribuição de Weibull, enquanto os dados de módulo de elasticidade e dureza com análise de variância ANOVA. Os autores puderam concluir que os compósitos indiretos não mostraram melhores propriedades que o compósito direto testado, exceto a resina BelleGlass<sup>®</sup>, que apresentou maior resistência flexural após trinta dias armazenada em água. Para o módulo de flexão, a resina Z100<sup>®</sup> apresentou os melhores valores, BelleGlass<sup>®</sup> e Sculpture<sup>®</sup> apresentaram valores similares, maiores que Artglass<sup>®</sup>, e o menor resultado foi para a resina Targis<sup>®</sup>. A resina Sculpture<sup>®</sup> foi o único material que a resistência flexural foi influenciada pela cor (dentina mais alta que incisal). O efeito da cor no módulo de flexão foi percebido apenas pela BelleGlass<sup>®</sup> 24 horas de estocagem e Sculpture<sup>®</sup> trinta dias (dentina maior que incisal). Em relação à dureza, as diferenças entre cores foi percebida para Artglass<sup>®</sup> 24 horas (incisal maior que dentina), Sculpture<sup>®</sup> 24 horas e trinta dias (dentina maior que incisal), e Z100<sup>®</sup> 24 horas (incisal maior que dentina). A prolongação do período de imersão reduziu a resistência à flexão somente do Artglass<sup>®</sup> dentina e Z100<sup>®</sup> incisal e dentina. Permanecer em água não afetou o módulo de elasticidade de nenhum dos compósitos testados, entretanto reduziu a dureza dos seguintes grupos: Artglass<sup>®</sup> incisal, BelleGlass<sup>®</sup> (incisal e dentina), Sculpture<sup>®</sup> incisal, Targis<sup>®</sup> incisal e Z100<sup>®</sup> incisal.

O objetivo do trabalho de Mandikos et al. (2001) foi comparar a resistência e dureza de quatro compósitos indiretos de segunda geração (Artglass<sup>®</sup>, BeleGlass<sup>®</sup>, Sculpture<sup>®</sup> e Targis<sup>®</sup>) com dois materiais controles bastante documentados na literatura (Heliomolar<sup>®</sup> e Sculpture<sup>®</sup>) e esmalte humano. Para isso, foram

confeccionados 12 corpos-de-prova na cor dentina A3 para cada material conforme instruções do fabricante, com 2,3mm de profundidade para 11,1mm de diâmetro. Todos os corpos-de-prova foram estocados em água destilada por pelo menos duas semanas. Os autores se basearam em outros trabalhos para confeccionar a máquina para simulação da escovação (simulação de um ano – 16.000 ciclos) com o uso de dentifício. Após a escovação, cada corpo-de-prova foi enxaguado em água destilada e feita a limpeza em ultrassom por cinco minutos. A dureza foi medida pelo teste de dureza Vickers. Também foi utilizado o MEV para avaliar antes e após a superfície dos compósitos. Os dados coletados foram analisados pelo teste ANOVA, Kruskal-Wallis e Mann-Whitney,  $\alpha=0.05$ . Os resultados para a escovação simulada demonstraram que o compósito Concept<sup>®</sup> foi significativamente mais resistente que os materiais testados. Os demais compósitos, listados da menor para a maior resistência, foram Sculpture<sup>®</sup>, BeleGlass<sup>®</sup>, Artglass<sup>®</sup>, Heliomolar<sup>®</sup> e Targis<sup>®</sup>. O esmalte humano testado também foi considerado último em resistência. Já para os resultados de dureza Vickers, a ordem decrescente de dureza foi esmalte humano, Sculpture<sup>®</sup>, BeleGlass<sup>®</sup>, Concept<sup>®</sup>, Artglass<sup>®</sup>, Targis<sup>®</sup> e Heliomolar<sup>®</sup>. Pode-se concluir com este estudo que os compósitos indiretos utilizados são muito similares em termos de composição química, tamanho de partícula e degradação. Entretanto, há significativas diferenças ao uso e dureza destes materiais. Segundo os autores, estas diferenças podem ser resultado dos componentes de sua matriz de polímero ou do método de polimerização.

Jung (2002) estudou a rugosidade de superfície de uma resina composta (Tetric<sup>®</sup> – Vivadent) e de uma cerâmica (IPS Empress<sup>®</sup> – Ivoclar), após serem submetidos a procedimentos de acabamento e polimento, através dos parâmetros Ra e LR de leitura. Noventa corpos-de-prova em resina composta foram

confeccionados, divididos em três grupos experimentais e submetidos a desgastes superficiais: grupo (1), ponta diamantada 30 $\mu$ m; grupo (2), ponta diamantada 30 $\mu$ m seguida de ponta diamantada 20 $\mu$ m; e grupo(3), ponta diamantada 30 $\mu$ m seguida de broca *carbide* 16 lâminas. Os trinta corpos-de-prova de cada grupo experimental foram, então, subdivididos em seis grupos de acordo com os tipos de polimentos descritos a seguir: discos Sof-lex<sup>®</sup>; Kit cerâmico; pasta diamantada; Diafix oral<sup>®</sup>; gel MPS<sup>®</sup> e sistema Politip<sup>®</sup>, cada método correspondendo a um subgrupo. Foram confeccionadas 75 amostras de cerâmica, divididas em três grupos experimentais e submetidas a desgastes superficiais: grupo(1), ponta diamantada 24-40 $\mu$ m; grupo (2), ponta diamantada 15-30 $\mu$ m; e grupo(3), broca *carbide* 16 lâminas. As 25 amostras de cada grupo foram subdivididas, para que recebessem os mesmos tratamentos superficiais realizados nas amostras em resina, exceto o sistema Politip<sup>®</sup>. Os resultados foram analisados e não apresentaram diferença estatística significativa entre os cinco métodos de polimento estudados (Ra). As cerâmicas obtiveram os menores valores de rugosidade. O autor concluiu que tanto a resina composta quanto a cerâmica apresentaram polimento efetivo quando realizados acabamentos com duas pontas diamantadas, de granulações diferentes, polidas com pasta diamantada, ou utilizando a ponta diamantada e a broca *carbide* multilaminada, também seguida de polimento com pasta diamantada. Observou-se que os corpos-de-prova em resina composta apresentaram sinais de desprendimento seletivo de partículas inorgânicas, após serem submetidos aos tratamentos superficiais com sistema cerâmico e Politip<sup>®</sup>.

Em 2003, o Conselho Científico do Journal of American Dental Association (JADA) publicou uma ampla revisão de literatura e classificação de diversos materiais restauradores diretos (amálgama, compósito e ionômero modificado por resina) e indiretos (cerâmica pura, metalo-cerâmica, ligas nobres e ligas não



nobres). Após a revisão de cada um destes materiais, os autores concluíram que os avanços nos materiais dentários modernos possibilitam aos profissionais e pacientes uma escolha sobre qual material é mais indicado e permite uma reconstrução mais natural. Baseado nos conhecimentos clínicos e laboratoriais, as opções de materiais restauradores discutidas neste artigo fornecem informações para um correto e seguro tratamento para dentes ausentes, danificados e enfraquecidos.

Yilmaz & Gemalmaz (2003) avaliaram o desempenho clínico de uma nova geração de materiais restauradores, Targis® (Vivadent), em restaurações classe II. Foram então selecionados 26 pacientes, sendo 15 mulheres e 11 homens, ao todo estes pacientes somaram quarenta cavidades classe II, sendo 18 pré-molares e 22 molares. Todas as restaurações encontravam-se em oclusão. As restaurações foram avaliadas no início, após seis meses e após um ano, de acordo com o serviço público de saúde dos EUA. Os critérios foram avaliados por dois examinadores, a avaliação consistia em análise da forma anatômica, adaptação marginal, descoloração marginal, cor, superfície final, índice gengival e cárie secundária. A sensibilidade pós-operatória foi determinada pelo questionamento direto. Com isso, clinicamente as quarenta restaurações exibiram resultados aceitáveis de acordo com os critérios avaliados pelo período de seis meses e um ano, os quais variavam numa escala de muito bom, bom, satisfatório e não satisfatório. A adaptação marginal foi aceitável. Na sensibilidade pós operatória, a avaliação foi realizada em intervalos de uma a quatro semanas, sendo que em uma semana 7,5% dos dentes restaurados apresentavam sensibilidade pós-operatória e em todos casos a sensibilidade desapareceu depois de quatro a oito semanas. Todas as restaurações apresentaram cor aceitável e boa rugosidade de superfície durante toda avaliação. Mudanças significativas foram observadas entre o momento inicial e os índices gengivais em um ano ( $p > 0,05$ ).

Sangramento à sondagem que no início foi de 3,9% foi alterado para 9,8% após um ano. No período da avaliação todos os pacientes classificaram a mastigação como muito boa. Em um ano a textura de superfície foi considerada muito boa em 90%. As quarenta restaurações foram avaliadas como esteticamente muito boa (47,5%). Com isso os autores concluíram que estes primeiros resultados, após um ano de avaliação demonstraram que a resina indireta restauradora, Targis® (Vivadent), revelou-se um material restaurador adequado.

Kakaboura et al. (2003) compararam grau de conversão, microdureza, rugosidade, resistência à flexão biaxial e grau de tensão de contração de polimerização de duas resinas compostas laboratoriais da nova geração (BelleGlass® e Sinfony®). Para avaliar o grau de conversão (DC) foram confeccionados três corpos-de-prova de cada material, que foi avaliado através de um espectroscópio depois da primeira e depois da segunda polimerização. Para a mensuração da microdureza de superfície foram confeccionados dez corpos-de-prova de cada material, que após o segundo ciclo de polimerização foram estocados em água por 24 horas antes de realizar a mensuração da microdureza Vickers. Para a medição da rugosidade de superfície foram confeccionados dez corpos-de-prova de cada material e sua rugosidade de superfície foi medida em Ra com o uso de um rugosímetro, que realizou seis leituras por cada corpo-de-prova. Oito corpos-de-prova de cada material foram confeccionados para o teste de resistência à flexão biaxial, e este teste foi realizado com o uso de uma máquina universal de teste. A tensão de contração de polimerização durante o primeiro ciclo de cura foi medida com o método "bonded-disk". A análise estatística foi realizada pelo teste de Student e test t ( $p=0,05$ ). Os resultados mostraram que o segundo ciclo de polimerização aumenta significativamente o grau de conversão de ambos os materiais. BelleGlass®

HP exibiu quando comparada com Sinfony® valores significativamente maiores de grau de conversão, microdureza de superfície, rugosidade de superfície, resistência à flexão biaxial, rigidez. Pode-se concluir, então, que houve diferenças significativas entre os dois materiais nas propriedades estudadas.

Carreiro et al. (2004) estudaram os efeitos da imersão em água destilada na dureza e força de compressão de resinas indiretas (Artglass®, Solidex®, e Targis®), comparando com a resina microhíbrida Z100® e de uma cerâmica feldspática Noritak®. Para o teste de dureza Vickers, foram preparados cinco discos (2mmX4mm) de cada resina. Os corpos-de-prova foram estocados secos por sete dias para então realizar o teste de microdureza Vickers. Após, todos os corpos-de-prova foram imersos em água destilada por trinta, sessenta, noventa e 180 dias (intervalos das novas mensurações). A medida da força compressiva foi registrada em corpos-de-prova cilíndricos com 6mm de diâmetro e comprimento de 12mm. Este teste foi realizado com o uso de uma máquina de teste mecânico com velocidade de 0,5mm min<sup>-1</sup>. Para cada material foram confeccionados vinte corpos-de-prova, sendo dez testados após sete dias de estocagem a seco e dez após estocagem em água por 180 dias. A cerâmica Noritak® mostrou valores superiores de dureza quando comparadas as resinas. A resina Z100® apresentou os maiores valores de dureza Vickers através dos períodos. Os resultados mostraram que as resinas Z100® e Solidex® apresentaram os maiores valores de força compressiva. A permanência em água reduziu a dureza de todas as resinas, mas não apresentou efeito em longo prazo na força compressiva.

Compósitos reforçados com fibras têm sido usados para substituição de metal em próteses parciais fixas. O estudo de Spyrides & Bastian (2004) avaliou e comparou a influência de dois tipos de reforços de fibra: polietileno (Connect®) e

vidro (GlasSpan<sup>®</sup>), nas propriedades mecânicas (flexão, compressão e resistência à fratura) de um compósito particulado (Artglass<sup>®</sup>). Os testes de flexão foram feitos com curva de três pontos, usando seis corpos-de-prova de cada material com a fibra fixada à base. Para os testes de compressão foi usada uma máquina universal de testes mecânicos com quatro corpos-de-prova de cada material com a fibra fixada à base. O teste de resistência à fratura foi realizado com curva de três pontos, usando seis corpos-de-prova de cada material com uma camada de fibra a 4mm da base e um simples corte transversal às fibras, sem encostar nelas. Após a análise estatística, pode-se concluir que a resistência à flexão é igual para as barras reforçadas com fibras de polietileno e fibras de vidro. O módulo de elasticidade e deflexão foi igual em ambos os materiais, embora a resistência à fratura fosse maior em compósitos reforçados com fibras de polietileno.

Muzzili (2005) avaliou a influência do tratamento de superfície na rugosidade de superfície e na dureza Vickers de oito materiais cerâmicos utilizados para cobertura incisal, após serem submetidos a desgaste abrasivo e a quatro tratamentos de superfície envolvendo polimento mecânico e/ou glaze. Após a confecção dos corpos-de-prova, estes foram subdivididos em quatro grupos com dez discos cada: Grupo P – Polimento com abrasivos do sistema Shofu; Grupo PP – Polimento + Pasta Diamantada; Grupo PG – Polimento + Glaze e Grupo G – Glaze (Controle). Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey (5%) e mostraram que de maneira geral a rugosidade de superfície sofreu influência do tratamento de superfície em todas as cerâmicas utilizadas. O polimento com o sistema Shofu e polimento com pasta diamantada não mostraram diferença estatística entre todas as cerâmicas. O polimento com o sistema Shofu resultou nos menores valores de dureza para a cerâmica Vintage Halo<sup>®</sup>. Na superfície tratada

com glaze, os maiores valores foram obtidos com as cerâmicas Dsign<sup>®</sup>, Finesse<sup>®</sup>, Vision<sup>®</sup> e Vision Esthetic<sup>®</sup> e a menor com a cerâmica Cercon<sup>®</sup>. No polimento + glaze, os maiores valores de dureza foram obtidos com as cerâmicas Finesse<sup>®</sup>, Will Ceram<sup>®</sup>, Vision Esthetic<sup>®</sup> e Ceramco<sup>®</sup> e os menores com o Cercon<sup>®</sup>. Para o polimento + pasta diamantada, os maiores valores de dureza foram obtidos com as cerâmicas Finesse<sup>®</sup>, Vision<sup>®</sup>, Will Ceram<sup>®</sup>, Dsign<sup>®</sup>, Vision Esthetic<sup>®</sup> e Ceramco<sup>®</sup> e os menores com a cerâmica Cercon<sup>®</sup>.

Watanabe et al. (2005) avaliaram a influência da duração do polimento na rugosidade de superfície de compósitos fotopolimerizáveis. Foram utilizados neste estudo quatro sistemas de polimento: Compomaster<sup>®</sup> (Shofu), Pontas de silicone tipo C (Shofu), Super Snap<sup>®</sup> (Shofu) e Sistema de acabamento e polimento Enhance<sup>®</sup> (Dentsply/Caulk). Após a confecção dos corpos-de-prova, as superfícies dos compósitos foram lixadas com uma lixa 600. Cada sistema foi utilizado por 30s, sendo que sua rugosidade de superfície foi mensurada a cada 10s. A média da rugosidade de superfície em Ra foi mensurada por um perfilômetro. Após a análise estatística dos dados, os autores concluíram que uma superfície mais polida se consegue com maior o tempo de polimento para os sistemas de passo único.

Casselli et al. (2006) avaliaram a resistência à tração diametral de compósitos submetidos a diferentes técnicas de polimerização. Foram testados quatro compósitos neste estudo: Targis<sup>®</sup> (Ivoclar), Solidex<sup>®</sup> (Shofu), Charisma<sup>®</sup> (Heraeus-Kulzer) e Filtek Z250<sup>®</sup> (3M Espe). Os materiais foram manipulados conforme instruções do fabricante e os corpos-de-prova fabricados com 6mm de diâmetro por 3mm de espessura. Foram confeccionados 64 corpos-de-prova, que divididos em oito grupos conforme a técnica de polimerização. Os compósitos indiretos foram polimerizados com seus respectivos sistemas de ativação e os

compósitos indiretos foram fotoativados com polimerização convencional (luz halógena) e, adicionalmente com sistemas de polimerização adicional. Os corpos-de-prova foram armazenados em saliva artificial por uma semana em recipiente à prova de luz. O ensaio de resistência à tração diametral foi realizado em máquina universal de ensaios, e os dados foram analisados estatisticamente. Os autores concluíram que as resinas compostas diretas possuem altos valores de resistência à tração diametral, assim como as resinas indiretas. Os resultados sugerem que Charisma® e Filtek Z250® podem ser usadas em técnicas indiretas com polimerização adicional. As resinas restauradoras apresentam diferentes valores de resistência à tração diametral, o que mostra que o conteúdo da restauração e composição do monômero afetam as propriedades das mesmas.

Garcia et al. (2006) revisaram a literatura relacionada com as resinas indiretas. Após a revisão da literatura, os autores concluíram que os sistemas restauradores de resina indireta são uma opção estética conservadora a ser considerada durante o planejamento protético de elementos unitários e pequenos espaços desdentados. Concluíram ainda que as vantagens desses materiais relacionam-se com melhor propriedade de união às estruturas dentais, associadas com a cimentação adesiva e à possibilidade de executar eventuais reparos após a cimentação. Também permitem ajustes e polimentos intra-bucais e promovem menor abrasão à dentição antagonista, quando comparados com as cerâmicas; e que tais materiais têm indicação para *inlays*, *onlays*, *overlays*, assim como coroas totais e facetas laminadas.

Bartlett & Sundaram (2006) verificaram o sucesso do tratamento restaurador direto e indireto em dentes posteriores severamente desgastados. Durante um período de três anos foram realizadas 32 pares de restaurações de resina composta

microparticulada (diretas e indiretas) em pré-molares e molares de 16 pacientes. Como grupo controle foram confeccionadas 26 pares de restaurações em 13 pacientes sem desgaste dental. Todas as restaurações foram feitas por um único operador e assistida por um observador independente. O momento inicial de avaliação foi realizado no momento que o paciente retornava para finalização da restauração indireta. Um operador diferente do que realizou as restaurações foi calibrado para avaliar a forma anatômica, adaptação marginal, coloração, manchamento marginal, cárie secundária, fratura de restauração e de dente. A vitalidade dos dentes foi verificada através de testes térmicos. As revisões eram feitas com três, seis, 12 e 24 meses. Os resultados mostraram que dentro do mesmo grupo não houve diferença estatística, entretanto a taxa de sucesso no grupo controle foi significativamente melhor ( $p=0,027$ ). Após realizada a análise estatística dos dados coletados, os autores puderam concluir que houve uma alta taxa de fratura para as restaurações de resina composta diretas e indiretas usadas para restaurar dentes posteriores severamente destruídos.

Thordrup et al. (2006) avaliaram a performance clínica de quatro tipos de *inlays*. Para isto foram selecionados 37 pacientes com 58 restaurações posteriores. Os materiais utilizados foram cerâmica direta (Cerec<sup>®</sup>, Siemens), cerâmica indireta (Vita Dur N<sup>®</sup>, Vita), resina composta direta (Brilliant DI<sup>®</sup>, Coltène) e resina indireta (Estilux<sup>®</sup>, Kulzer). A cimentação foi similar para todos os grupos. Foi avaliado (no momento inicial e no controle de seis meses, um, três, quatro, cinco e dez anos) a adaptação marginal, a morfologia, a coloração, a textura de superfície, a sensibilidade e desconforto e o ponto de contato proximal. Com os resultados obtidos os autores concluíram que não houve diferenças estatísticas relevantes entre a sobrevivência dos diferentes tipos de *inlay*. A maior causa de falha durante o

período de observação foi fratura ou cárie secundária. A aparência estética reduziu para todos os tipos de *inlay*. Vita Dur N<sup>®</sup> e Brilliant DI<sup>®</sup> apresentaram rugosidade significativa durante o período de observação. Entretanto, os quatro tipos de *inlay* foram considerados clinicamente aceitáveis e demonstraram taxa de sobrevida similar às taxas reportadas para as restaurações de resina composta direta.

Chinelatti et al. (2006) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a dureza superficial de seis resinas compostas - Revolution<sup>®</sup>, Natural Flow<sup>®</sup>, Fill Magic<sup>®</sup> Flow, Flow-it!<sup>®</sup> (*flowables*), Silux Plus<sup>®</sup> (micropartículas) e Z100<sup>®</sup> (híbrida) – antes e após o polimento realizado em diferentes tempos. Foram confeccionados 240 corpos-de-prova circulares (5mm de diâmetro por 1,4mm de altura) e a dureza Vickers foi obtida antes e após o polimento realizado em diferentes tempos: imediatamente, 24 horas, sete dias e 21 dias após a confecção do corpo-de-prova. Os dados foram analisados estatisticamente por meio da ANOVA e do Teste de Tukey. Os resultados obtidos demonstraram que não houve diferença entre as resinas compostas *flowable*, as quais apresentaram os menores valores de dureza. A resina composta híbrida demonstrou os melhores resultados. Todos os materiais exibiram aumento de dureza após a realização do polimento, que foi mais evidente após sete dias. Pode-se concluir que, independente do tipo de resina composta, a dureza superficial foi consideravelmente maior quando o polimento foi realizado uma semana após a confecção dos corpos-de-prova.

D’Arcangelo & Vanini (2007) avaliaram o efeito de diferentes tratamentos superficiais de blocos de resinas compostas nas propriedades adesivas de restaurações indiretas de resina. Para isto, a coroa de oitenta molares extraídos foram transversalmente seccionadas. Foram preparados 88 corpos-de-prova cilíndricos medindo 3,5mm de diâmetro e 10mm de altura com a resina microhíbrida



Enamel-plus® HFO UD3 e randomicamente divididos em quatro grupos, que receberam tratamentos superficiais diferentes (Grupo controle, grupo silanizado, grupo com jato de óxido de alumínio e grupo com jato de óxido e silano), totalizando vinte amostras para cada grupo. Dois corpos-de-prova de cada grupo foram analisados com microscópio, e os vinte corpos-de-prova restantes foram cimentados na dentina usando um sistema adesivo de dois passos e uma fina camada de resina. Após a estocagem por 24 horas e cinco mil termociclagens, todos os corpos-de-prova foram levados a uma máquina universal de testes com carga até a fratura. Os resultados foram analisados com o teste estatístico de Kruskal-Wallis. O padrão de fratura dos corpos-de-prova também foi analisado no microscópio. Com os resultados obtidos, os autores puderam concluir que o tratamento com jato de óxido de alumínio foi o principal fator responsável em aumentar a retenção mecânica das restaurações indiretas de resina composta. Ainda, as falhas adesivas ao longo da superfície da dentina foram reveladas somente em algumas áreas de todos os grupos testados. Isto mostra que a força adesiva entre sistema adesivo e dentina é sempre uma realidade, a qual não variou neste estudo.

Dolavale (2007) em uma revisão de literatura relatou a classificação dos compósitos odontológicos, assim como as vantagens do uso das resinas indiretas. Esses materiais têm como vantagem, por exemplo, não desgastar a dentição natural como as cerâmicas puras e não necessitar de metal como nas metalocerâmicas, e quando comparadas com as resinas diretas, as vantagens apresentadas são: a maior conversão dos monômeros, a contração de polimerização não ocorre no dente e são passíveis de serem reparadas na boca. Em seu estudo, a autora realizou uma avaliação *in vitro* das propriedades mecânicas e tribológicas de um compósito odontológico microhíbrido de uso indireto (Resilab®/Wilcos). O compósito foi

submetido à análise microestrutural e a ensaios de Desgaste Esfera sobre a Placa (DESP) e de Desgaste Linear Alternado (TDLA), além de microdureza Vickers e de nanodureza. Concluiu-se que no teste de DESP ocorrem os mecanismos de desgaste adesivo e abrasivo. Os resultados obtidos no ensaio de dureza Vickers mostram que a ciclagem térmica diminui significativamente a dureza na superfície do material devido à absorção de água associada à variação de temperatura. Os resultados da nanoindentação mostram que existe diferença estatisticamente significativa nas propriedades (nanodureza e módulo elástico) entre os compósitos de cores diferentes, a cor mais escura resultando em menores valores, e que é possível estimar o valor de dureza e módulo elástico das diferentes fases do material.

Ergücü & Türkün (2007) analisaram a rugosidade de superfície (Ra) de cinco compósitos contendo nanopartículas (CeramX<sup>®</sup>, Filtek Supreme XT<sup>®</sup>, Grandio<sup>®</sup>, Premise<sup>®</sup> e Tetric EvoCeram<sup>®</sup>) após serem submetidos a três tipos de polimento de passo único PoGo<sup>®</sup>, OptraPol<sup>®</sup> and One Gloss<sup>®</sup> discs, e também avaliar a efetividade desses sistemas de polimento e seu possível dano através de análise com microscópio eletrônico de varredura (MEV). Para todos os compósitos testados, houve diferença significativa entre os sistemas de polimento. Para Filtek Supreme XT<sup>®</sup>, matriz e PoGo<sup>®</sup> criaram superfícies semelhantes, enquanto uma rugosidade significativa foi obtida após aplicação de OptraPol<sup>®</sup> e One Gloss<sup>®</sup>. Para Grandio<sup>®</sup>, matriz e PoGo<sup>®</sup> criaram superfícies equivalentes, enquanto OptraPol<sup>®</sup> e One Gloss<sup>®</sup> criaram superfícies semelhantes. Tetric EvoCeram<sup>®</sup> exibiu a maior rugosidade com Optra Pol<sup>®</sup>, enquanto não houve diferença significativa entre Premise<sup>®</sup> e CeramX<sup>®</sup>. De acordo com as imagens do MEV, OptraPol<sup>®</sup> e One Gloss<sup>®</sup> removeram partículas, enquanto PoGo<sup>®</sup> criou um polimento mais uniforme, que pelos valores de rugosidade

não são os mesmos para cada compósito. Os autores puderam concluir que a efetividade do sistema de polimento é dependente do material.

A finalidade do estudo *in vitro* realizado por Costa et al. (2007) foi de avaliar o acabamento e brilho de superfície de cinco resinas compostas polidas com seis sistemas de polimento. Para isso, foram confeccionados 150 corpos-de-prova (N = trinta por material). Um lado de cada espécime foi acabado com uma broca carbide de acabamento para então ser polida. Cinco espécimes de cada resina foram atribuídos aleatoriamente a um dos seis sistemas de polimento. A rugosidade e o brilho de superfície foram medidos com um perfilômetro de superfície e um “glossmeter”. Os resultados foram analisados pela análise de variação em dois sentidos e teste t-teste e teste de Tukey ( $p = 0.05$ ). Não havia nenhuma interação significativa entre o compósito e os sistemas de polimento para a rugosidade de superfície ( $p = 0.059$ ). A ordem da rugosidade de superfície expressa de acordo com o compósito foi: Durafill<sup>®</sup> < Esthet-X<sup>®</sup> < Supremo<sup>®</sup> < Z250<sup>®</sup> < Z100<sup>®</sup>; e o ranking para o sistema de polimento foi: Pogo<sup>®</sup> < Sof-Lex<sup>®</sup> < Diacomp/Enamelize<sup>®</sup> < Diacomp<sup>®</sup> < Escova de ComposiPro<sup>®</sup> < Jiffy<sup>®</sup>. Havia uma interação de valores do brilho entre os compostos e os sistemas de polimento ( $p < 0.001$ ). O valor o mais elevado do brilho foi registrado para Supremo<sup>®</sup> + Pogo<sup>®</sup>; o mais baixo foi para Z100<sup>®</sup> + Jiffy<sup>®</sup>. Pogo<sup>®</sup> mostrou os valores os mais elevados do brilho para todos os compostos.

Tanoue et al. (2007) realizaram um estudo para determinar a dureza e profundidade de cura de um composto indireto polimerizado com três unidades fotopolimerizadoras de laboratório com a finalidade de comparar o desempenho de cura das três unidades. Um material composto fotoativado de uso indireto (Vita Zeta) foi polimerizado com as três unidades fotopolimerizadoras equipadas com as

seguintes fontes de luz: 1) uma lâmpada do halogênio e duas lâmpadas fluorescentes ( $\alpha$ -Luz II); 2) três lâmpadas do halogênio (cintilação HLG); e 3) uma lâmpada halide do metal (LI da cintilação). A dureza de Knoop e a profundidade cura foram determinadas para grupos de cinco espécimes que usam métodos testando estandardizados. Os resultados foram comparados usando a análise de variância (ANOVA) e de intervalos de S de Scheffé ( $\alpha = 0.05$ ). O número da dureza de Knoop (KHN) gerado com a unidade halogênio-fluorescente (12.5KHN) era significativamente ( $P < 0.05$ ) abaixo do que aqueles produzidos pela unidade do halogênio (13.9KHN) e pela unidade halide do metal (14.2KHN). Das três unidades, a unidade halogênio-fluorescente exibiu a profundidade a mais baixa da cura. A dureza e a profundidade de cura do composto foram influenciadas pelas unidades polimerizadoras de laboratório empregadas.

Üçtasli et al. (2007) avaliaram o efeito de três diferentes sistemas de acabamento (Mylar Strip<sup>®</sup>, Pogo<sup>®</sup> e Sof-Lex<sup>®</sup>) sobre a rugosidade de superfície de diferentes tipos de compósitos restauradores. Após a confecção dos corpos-de-prova, estes foram submetidos aos polimentos e analisados em um perfilômetro, sendo mensuradas cinco posições diferentes para cada amostra. Foi então realizada análise estatística dos dados. Quando foram comparados os sistemas de acabamento, os discos Sof-Lex<sup>®</sup> produziram uma superfície mais lisa do que Pogo<sup>®</sup> em todos os materiais testados.

O efeito do uso de diferentes materiais de polimento na textura de superfície e da mudança da cor das resinas compostas indiretas expostas a um agente pigmentante foi estudado por Miyasaka et al. (2008). Seis diferentes resinas compostas foram polidas usando os mesmos procedimentos de polimento e mensurado o brilho. Após exposto a uma solução do café, as mudanças foram

medidas nas propriedades de cor. Os seis tipos diferentes de resinas compostas de uso indireto foram divididos em quatro grupos de oito espécimes cada um para o procedimento diferente de polimento. O brilho foi medido por um “medidor do lustro” (TC-108D Tokyo- Densyoku, Tokyo, Japão) com um ângulo de 45° e expressado nas unidades do brilho (GU). Antes e após a exposição ao agente de manchamento, a medida da cor de todos os espécimes foi gravada com um “colorímetro” (TC-1800MKII, Tokyo-Densyoku, Tokyo, Japão). Todos os espécimes foram armazenados na solução do café por cinco semanas em 37°C. A maioria das resinas compostas de uso indireto mostrou o brilho mais elevado e maior resistência ao manchamento quando foi usado para polimento pontas finas de silicone com diamante. Os resultados deste estudo sugeriram que há diferença no brilho e na mudança de cor dependendo do tipo e da composição dos materiais de polimento.

Em seu estudo Koh et al. (2008) avaliaram a rugosidade superficial de dois tipos de compósitos utilizando três diferentes sistemas de polimento. Dois compósitos (cor A3) foram utilizados neste estudo: Gradia® Direct (GC América, Alsip, IL, E.U.A.) e Filtek® Supreme (3M ESPE, St. Paul, MN, E.U.A.). Após a confecção dos corpos-de-prova, os espécimes foram divididos aleatoriamente em um dos quatro sistemas de polimento: Pogo® / Enhance® (Dentsply / Calafetar, Milford, DE, E.U.A.), Optidisc® (KerrHawe, Bioggio, Suíça), Astropol® (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY, E.U.A.), e Sof-Lex® (3M ESPE, St. Paul, MN, E.U.A.). Com este estudo, os autores puderam concluir que os corpos-de-prova da resina Filtek® Supreme se apresentaram mais lisos no momento inicial que os da resina Gradia® Direct. Sobre os sistemas de polimento, o sistema Sof-Lex® produziu menor rugosidade de superfície para ambos compósitos, e o polimento com Astropol® resultou em uma superfície muito rugosa para o compósito Gradia® Direct.

Borba et al. (2008) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a resistência à flexão ( $\sigma_f$ ) e a dureza (H) de sistemas de resina composta (RC) diretos e indiretos, testando as hipóteses de que os sistemas diretos de RC produzem valores maiores de  $\sigma_f$  e H do que os sistemas indiretos e que essas propriedades têm correlação positiva. Dez espécimes em forma de barra (25mmx2mmx2mm) foram fabricados para cada sistema direto (D250- Filtek<sup>®</sup> Z250, 3M-Espe e D350-Filtek<sup>®</sup> Z350, 3M-Espe) e indireto (ISin-Sinfony<sup>®</sup>, 3M-Espe e IVM- VitaVM LC<sup>®</sup>, Vita Zahnfabrik). Os espécimes foram submetidos ao ensaio de flexão em três pontos ( $\sigma_f$ ) usando uma máquina de ensaios universal com velocidade de 0,5mm/min. A dureza Knoop foi medida nos fragmentos dos dois espécimes resultantes do teste de resistência à flexão. Os resultados foram analisados estatisticamente por Anova e Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Os valores médios e desvio padrão (MPa) para  $\sigma_f$  e ranqueamento estatístico foram: D250-135,4 $\pm$ 17,6a; D350-123,7 $\pm$ 11,1b; ISin-98,4 $\pm$ 6,4c; IVM-73,1 $\pm$ 4,9d e para dureza Knoop (Kg/mm) foram: D250-98,12 $\pm$ 1,8a; D350-86,5 $\pm$ 1,9b; ISin-28,3 $\pm$ 0,9c; IVM-30,8 $\pm$ 1,0c. Os sistemas diretos de resina composta examinados produziram maiores valores de resistência à flexão e a dureza que os sistemas indiretos, e os valores médios dessas propriedades mostraram correlação positiva ( $r=0.91$ ) confirmando as hipóteses desse estudo.

### **3 PROPOSIÇÃO**

Este estudo tem por objetivo:

1. Realizar uma análise comparativa entre compósitos diretos e indiretos em relação a microdureza Knoop e rugosidade de superfície destes materiais.
2. Avaliar a efetividade de sistemas de polimento multi-passo e passo único sobre a topografia de superfície de compósitos diretos e indiretos.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

FATORES EM ESTUDO	TRATAMENTO	MATERIAL (4 níveis) Filtek Z350 <sup>®</sup> Charisma <sup>®</sup> Sinfony <sup>®</sup> Signum <sup>®</sup>	SISTEMA DE POLIMENTO (2 níveis) Sol-Lex <sup>®</sup> Pogo <sup>®</sup>
	TEMPO (2 níveis)	Antes polimento Após polimento	
Unidades experimentais	Amostras de resina composta direta e indireta		
Variáveis de resposta	a) Microdureza Knoop b) Rugosidade de superfície		

Figura 1 – Quadro representativo do delineamento da pesquisa

### 4.2 CÁLCULO AMOSTRAL

As médias obtidas por trabalhos previamente realizados (Behr et al., 1999; Cesar et al., 2001; Watanabe et al., 2005; Borba et al., 2008) foram analisadas pelo software Bio Estat 2.0, utilizando o teste t Student para amostras independentes, nível de significância de 5% e Power de 90%, sendo sugerido um número mínimo de amostras entre oito e nove para o teste de rugosidade e entre três e quatro para o



teste de microdureza. Adotando margem de segurança de 10%, ficou estipulado um n de dez amostras para o teste de rugosidade de superfície e de cinco amostras para o teste de microdureza.

#### 4.3 RESINAS E SISTEMAS DE POLIMENTO

Para a realização do presente estudo foram utilizados dois compósitos restauradores comerciais para uso direto (Figura 2) e dois compósitos restauradores comerciais para uso indireto (Figura 3), todos na cor A3, descritos na figura4.



Figura 2 – Apresentação comercial dos compósitos diretos



Figura 3 – Apresentação comercial dos compósitos indiretos

Material	Tipo	Composição	Tamanho da partícula (µm)	Percentual de carga inorgânica	Fabricante
Filtek Z350®	Direto	Sistema Monomérico: BIS-GMA, BIS-EMA, UDMA e TEGDMA. Carga: nanopartículas de sílica não-aglomerada / não-agregada (20nm) e nanoaglomerados de zircônia/sílica	0,6 e 1,4	78.5 p%	3M ESPE St. Paul, MN, USA
Charisma®	Direto	Sistema Monomérico: BIS-GMA e TEGDMA Carga: vidro de bário-alumínio-fluorido	0,7	64 p%	Heraeus Kulzer, South Bend, Ind
Sinfony®	Indireto	Monômeros alifático e cicloalifático. Carga: partículas de vidro alumínio e borosilicato e óxido de sílica	0,6	50 p%	3M ESPE St. Paul, MN, USA
Signum®	Indireto	Sistema Monomérico: Bis-GMA e TEGDMA Carga: dióxido de silício, bário alumina, sílica	1,0	70 p%	Heraeus Kulzer, South Bend, Ind

Figura 4 – Nome comercial, tipo, composição, tamanho da partícula, percentual de carga inorgânica e fabricante dos compósitos

Para a realização do presente estudo foram selecionados dois sistemas de polimento descritos na figura 5, sendo um sistema multi-passo (Figura 6) e outro sistema passo único (Figura 7).

Nome comercial	Tipo de sistema de polimento	Composição	Fabricante
Sof-Lex®	Discos de uso multi-passo	Abrasivo à base de óxido de alumínio e costado de poliéster ou poliuretano	3M-ESPE, St. Paul, MN, USA
Pontas Pogo®	Pontas de uso passo único	Resina de dimetacrilato de uretano polimerizada Pó fino de diamante Óxido de silício Mandril plástico de encaixe	Dentsply Caulk, Milford, DE, USA

Figura 5 – Nome comercial, tipo, fabricante e composição dos sistemas de polimento

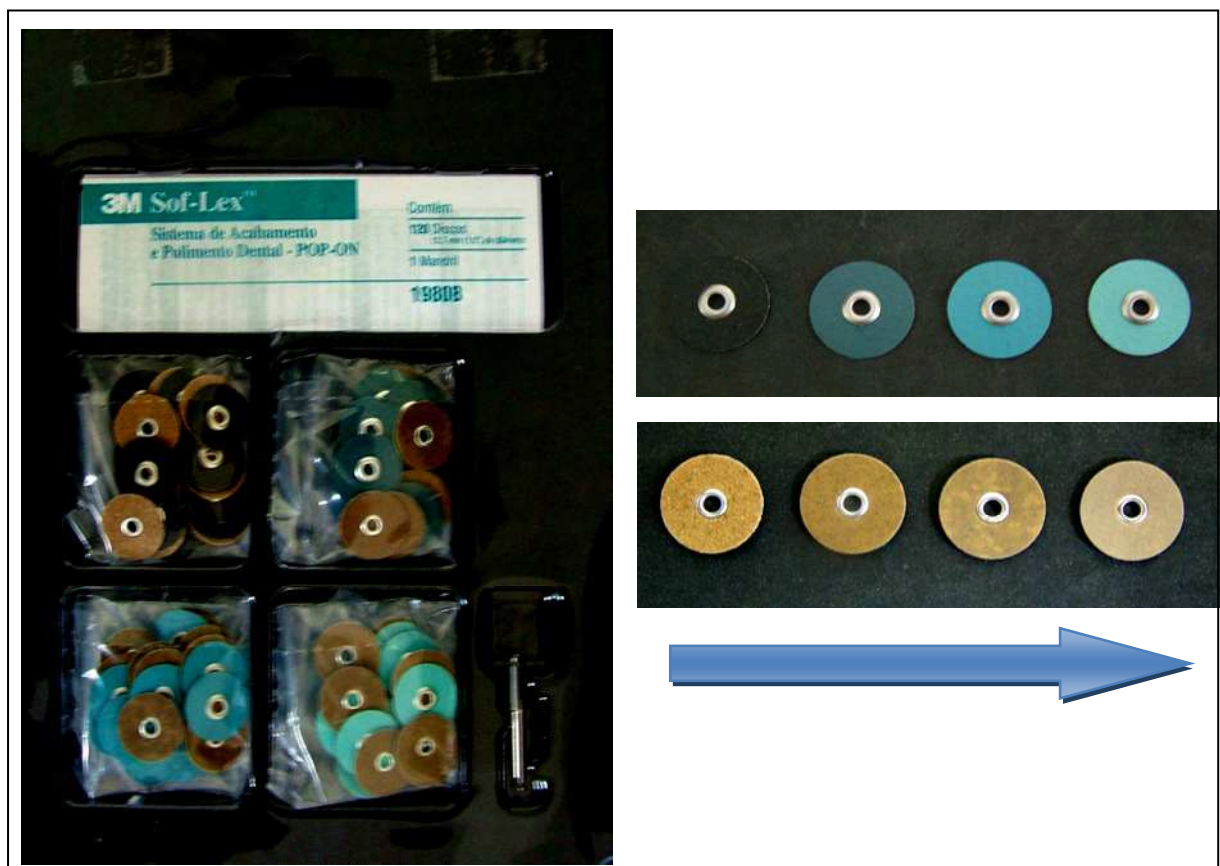


Figura 6 – Apresentação comercial e sequência de granulação do sistema Sof-Lex®



Figura 7 – Apresentação comercial e aproximada do sistema Pogo®

#### 4.4 CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Foram confeccionados 34 corpos-de-prova de cada compósito restaurador, totalizando 136 amostras.

Os corpos-de-prova foram confeccionados com o auxílio de uma matriz metálica rosqueável (Figura 8) com dimensões de 6mm de diâmetro por 3mm de altura, na qual foi alocada no fundo da matriz uma tira de poliéster. O compósito foi inserido em incremento único, e na parte superior foi acondicionada outra tira de poliéster, sob pressão digital, objetivando promover uma padronização de superfície das amostras (Figura 9 à Figura 11).





Figura 8 – Matriz metálica rosqueável



Figura 9 – Posicionamento da tira de poliéster na base

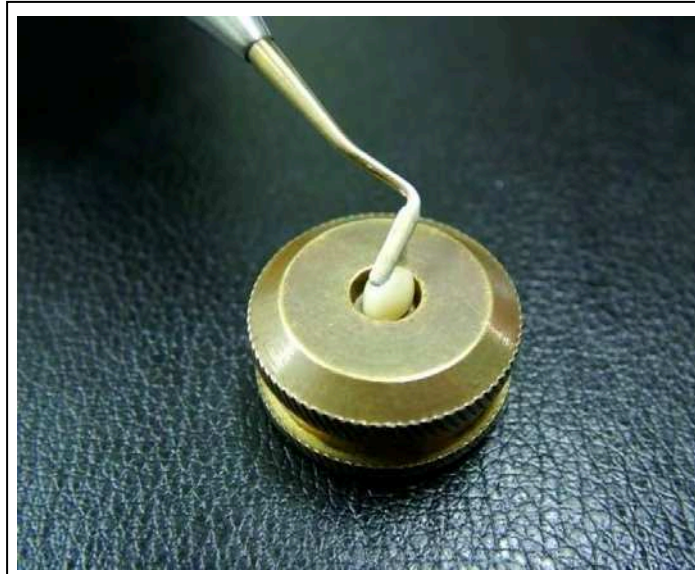


Figura 10 – Inserção do compósito na matriz



Figura 11 – Posicionamento da tira de poliéster na superfície

A fotoativação foi realizada de acordo com as instruções do fabricante, conforme descrito na figura 12 e representado na figura 13, com o aparelho Demetron LC Curing unit® ( Keer).

Para os compósitos Charisma e Filtek Z350, foi utilizado a unidade fotopolimerizadora de fonte de halógena.

<b>Material</b>	<b>Método de polimerização</b>
Charisma <sup>®</sup>	40 segundos a 600 mW/cm <sup>2</sup> (energia total – 24 J/cm <sup>2</sup> )
Filtek Z350 <sup>®</sup>	40 segundos a 600 mW/cm <sup>2</sup> (energia total – 24 J/cm <sup>2</sup> )
Sinfony <sup>®</sup>	Primeiro ciclo: fotopolimerização (Visio Alpha), 400mW/cm <sup>2</sup> , 15 segundos; Segundo ciclo: fotopolimerização (Visio Beta) a 40°C, vácuo, 15 minutos
Signum <sup>®</sup>	180 segundos a 1100 W utilizando luz de xenônio estroboscópica

Figura 12 – Método de fotoativação de cada compósito

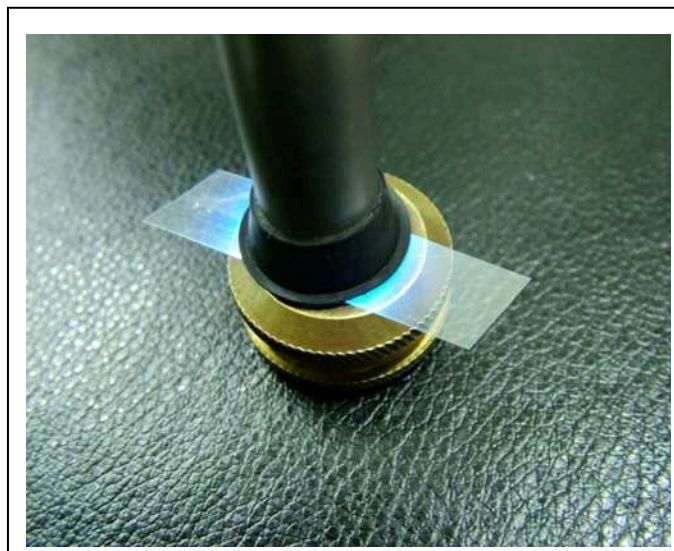


Figura 13 – Fotoativação





Figura 14 – Remoção do corpo-de-prova da matriz metálica

Após a remoção dos corpos-de-prova da matriz (Figura 14), foi realizada uma padronização da topografia de superfície dos mesmos, com o uso de lixas de óxido de alumínio número 600 (Figura 15), simulando o ajuste realizado clinicamente com pontas diamantadas série F. Este procedimento foi realizado com movimentos elípticos durante 15s por corpos-de-prova. Os corpos-de-prova foram então armazenados em ambiente seco.





Figura 15 – Padronização da superfície do corpo-de-prova

## 4.5 ANÁLISE INICIAL

### 4.5.1 Rugosidade de superfície inicial

Foram utilizados para a mensuração dos valores de rugosidade vinte corpos-de-prova de cada material restaurador, que foram levados individualmente ao rugosímetro SurfTest SV-3000 (Mitutoyo, Suzano, Brasil) com a face submetida à padronização da topografia de superfície voltada para cima. Para a fixação dos corpos-de-prova, foi utilizada massa de modelar (Estrela, São Paulo, Brasil) e cera

utilidade. O aparelho foi calibrado com filtro de medição de 0,25mm (cut-off), velocidade de leitura de 0,1mm/seg e comprimento de avaliação de 1,25mm (Figura 16). Foram realizadas três leituras paralelas, sendo posteriormente obtida a média aritmética de cada corpo-de-prova (Figura 17).



Figura 16 – Posicionamento do corpo-de-prova e mensuração da rugosidade de superfície

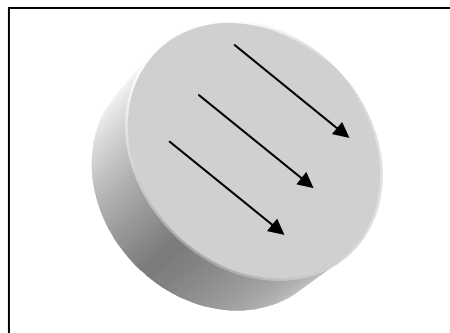


Figura 17 – Esquema exemplificando a direção das leituras no rugosímetro

### 4.5.2 Microdureza Knoop inicial

Dez corpos-de-prova de cada material restaurador foram, um a cada vez, posicionados em um paralelômetro, objetivando eliminar qualquer variação de angulação. Posteriormente a esta etapa, foi realizada a mensuração da microdureza Knoop. Sete mensurações de dureza foram efetuadas em cada amostra, em locais pré-determinados, como representado na figura 18. As mensurações de dureza foram efetuadas com utilização do microdurômetro MVD 401 (Wilson Instruments, China) (Figura 19) sob carga de cinquenta gramas, por 12 segundos.

As medidas obtidas (em micrometros) foram convertidas em número de dureza Knoop, por meio do software do próprio microdurômetro.

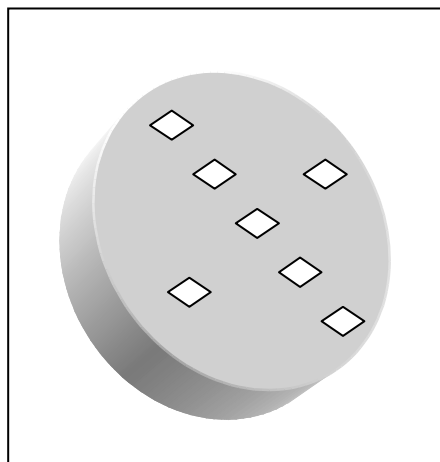


Figura 18 – Esquema representativo dos locais onde foram realizadas as edentações do teste de microdureza Knoop



Figura 19 – Microdurômetro MVD 401

### 4.5.3 Microscopia de força atômica inicial

Dois corpos-de-prova representativos de cada compósito estudado foram submetidos à observação em microscopia de força atômica (MFA). As imagens foram obtidas com o equipamento Nanoscope IIIa (Digital Instruments) (Figura 20).

Após o posicionamento do conjunto suporte+corpo-de-prova (Figura 21) no microscópio foi realizada uma aproximação da ponta ao corpo-de-prova, sempre monitorado por uma imagem obtida através de uma lupa apresentada em um monitor, como mostra a figura 22.

O sistema de detecção da intensidade da força de interação é composto por um laser, um espelho e um fotodetector. A imagem da superfície da amostra é formada de acordo com as deformações do scanner, em que é associado um tom de cinza. Por convenção, regiões mais altas na superfície são representadas em tons claros e vales por tons mais escuros.

As diferentes técnicas fornecem diversas possibilidades para fazer imagens de diferentes tipos de amostras e para gerar uma ampla gama de informações. Os modos de fazer as imagens, também chamados modos de varredura ou de operação, referem-se fundamentalmente à distância mantida entre a sonda e a amostra, no momento da varredura, e às formas de movimentar a ponteira sobre a superfície a ser estudada. A detecção da superfície realiza-se visando à criação de sua imagem. Neste trabalho, foi utilizado o “modo contato intermitente”, no qual a haste oscila próximo a sua frequência de ressonância, o sinal obtido dos fotodetectores mede a amplitude de oscilação, que deve ser mantida constante. Neste caso, a ponta toca suavemente a superfície da amostra, e elimina a força de atrito presente no “modo contato”.

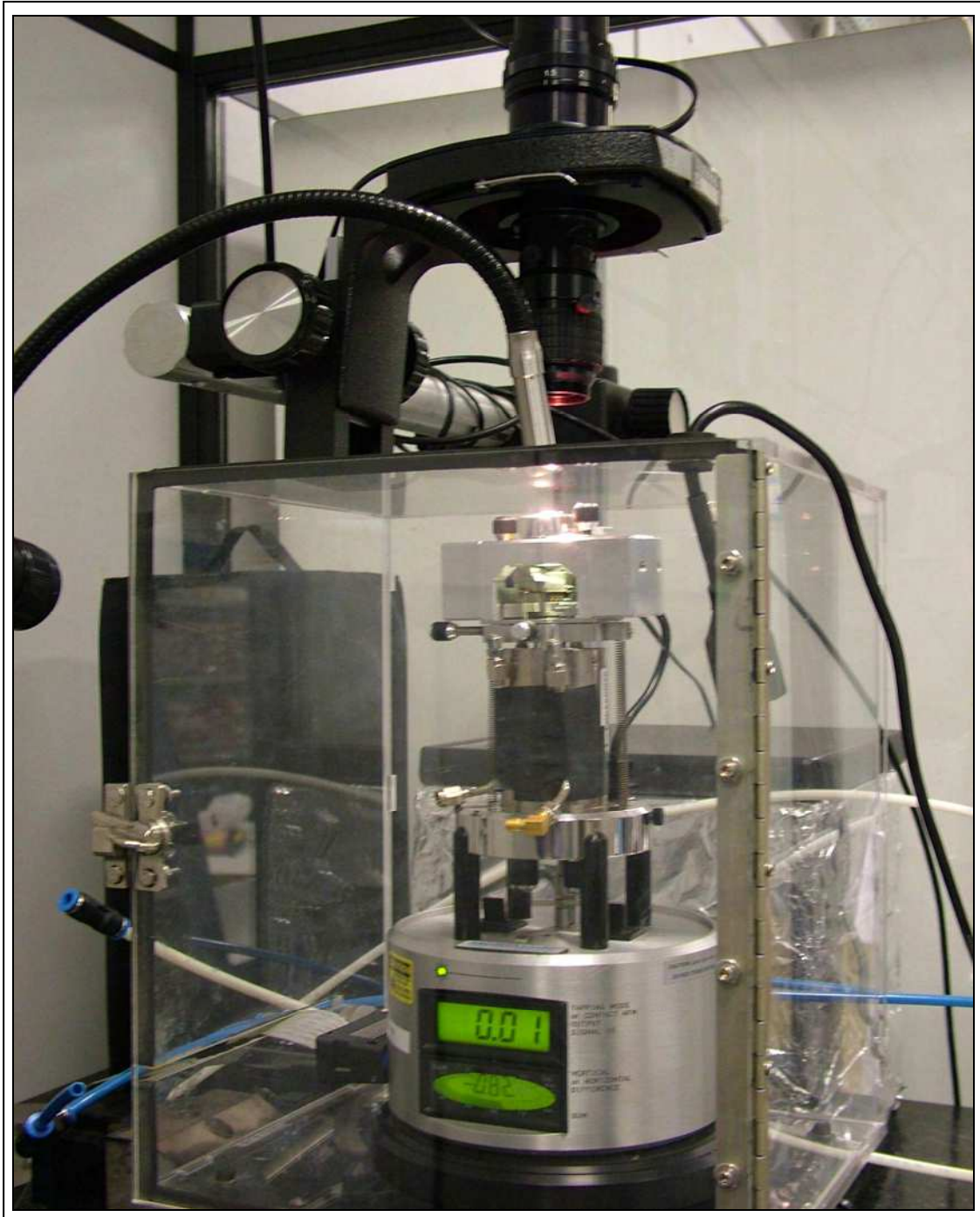


Figura 20 – Microscópio Nanoscope IIIa



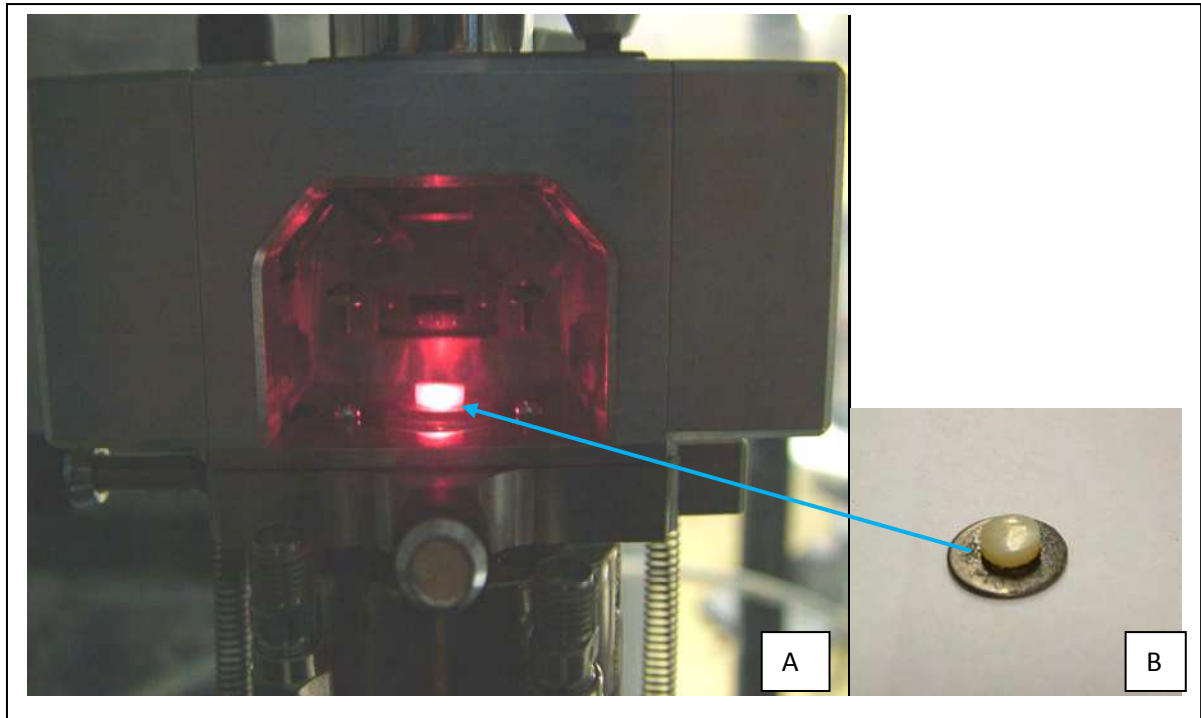


Figura 21 – Imagem do feixe de laser incidindo sobre o corpo-de-prova (A); corpo-de-prova posicionado sobre o disco suporte (B)

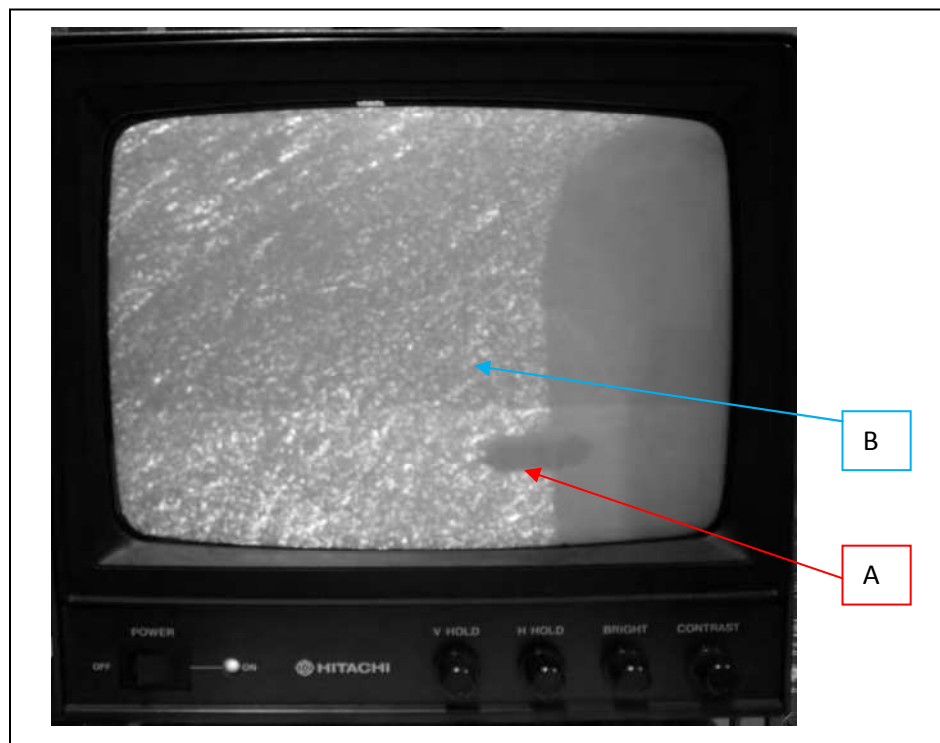


Figura 22 – Monitor apresentado a proximidade da ponta do microscópio (A) ao corpo-de-prova (B)

A microscopia de força atômica foi realizada em uma área de  $5\mu\text{m}^2$ , o número de linhas foi de 512, com uma escala de dados de 300nm. A velocidade de leitura variou de 0,39Hz a 1,0Hz, conforme as características de cada corpo-de-prova. Estes dados eram calibrados no computador ligado ao microscópio.

As imagens obtidas inicialmente (Figura 23) foram submetidas a um tratamento de imagens, para a obtenção de imagens 3D (Figura 24). Para isto foi utilizado o software Nanoscope 5.12r5, com o cuidado de manter a mesma incidência do ângulo da luz e do ângulo de rotação.

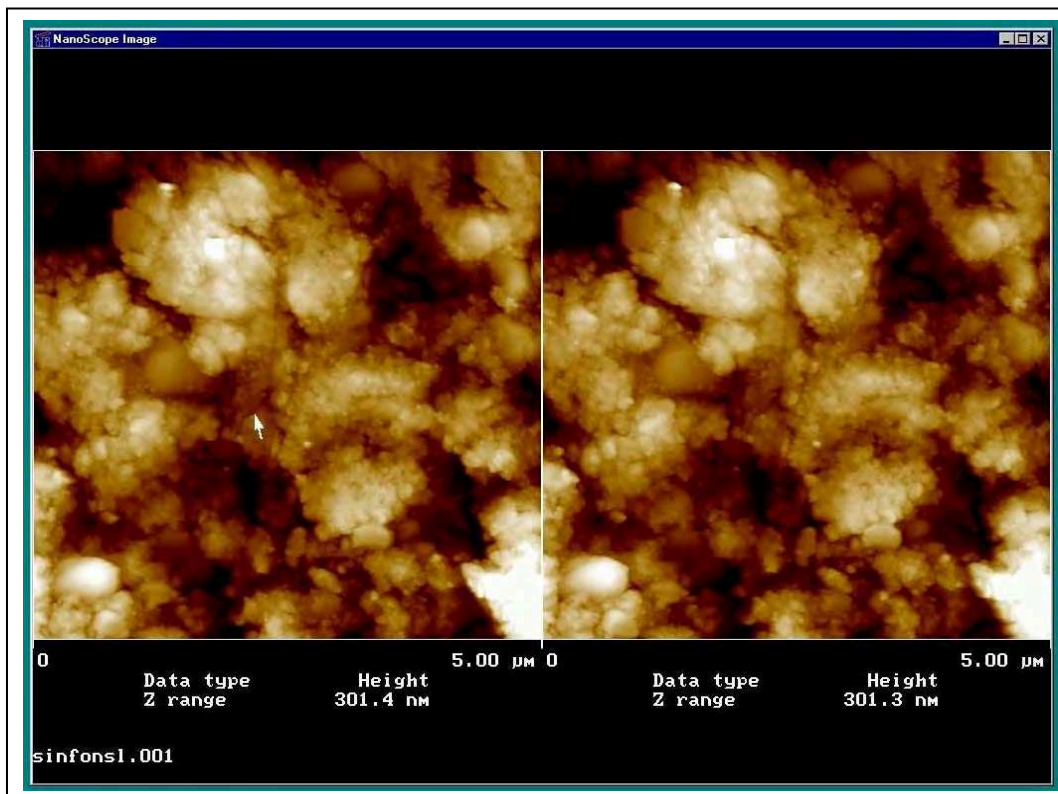


Figura 23 – Exemplo de imagem de um composto obtida através de MFA antes do tratamento



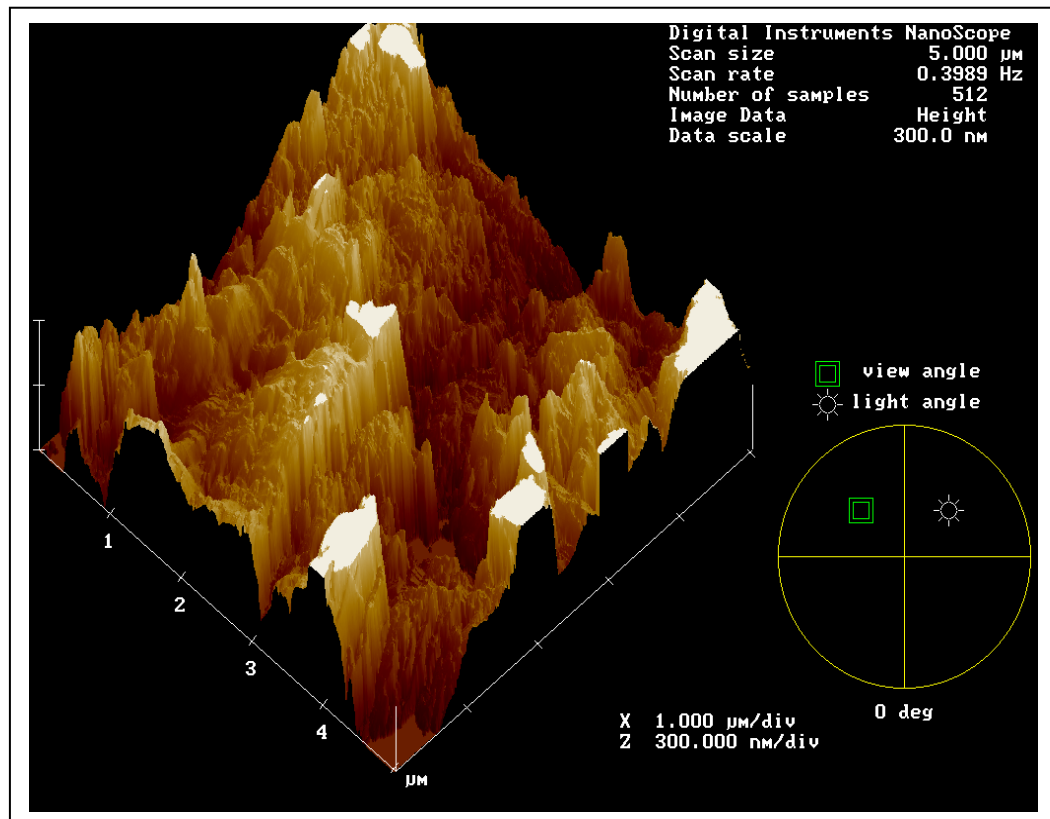


Figura 24 – Exemplo de imagem obtida em MFA após o tratamento

## 4.6 POLIMENTO

Ao final das análises iniciais de rugosidade de superfície e microdureza Knoop, os corpos-de-prova foram divididos em dois subgrupos conforme o sistema de polimento a ser empregado: metade das amostras confeccionadas com cada compósito restaurador foi submetida a polimento com sistema de passo único (Pontas Pogo<sup>®</sup>) e a outra metade foi submetida a polimento com sistema multi-passo (Discos Sof-lex<sup>®</sup>). Foi utilizado um total de dez amostras para cada combinação compósito-sistema de polimento para o teste de rugosidade de superfície e cinco

para o teste de microdureza Knoop. A figura 25 apresenta um organograma explicativo da divisão dos corpos-de-prova para cada compósito.

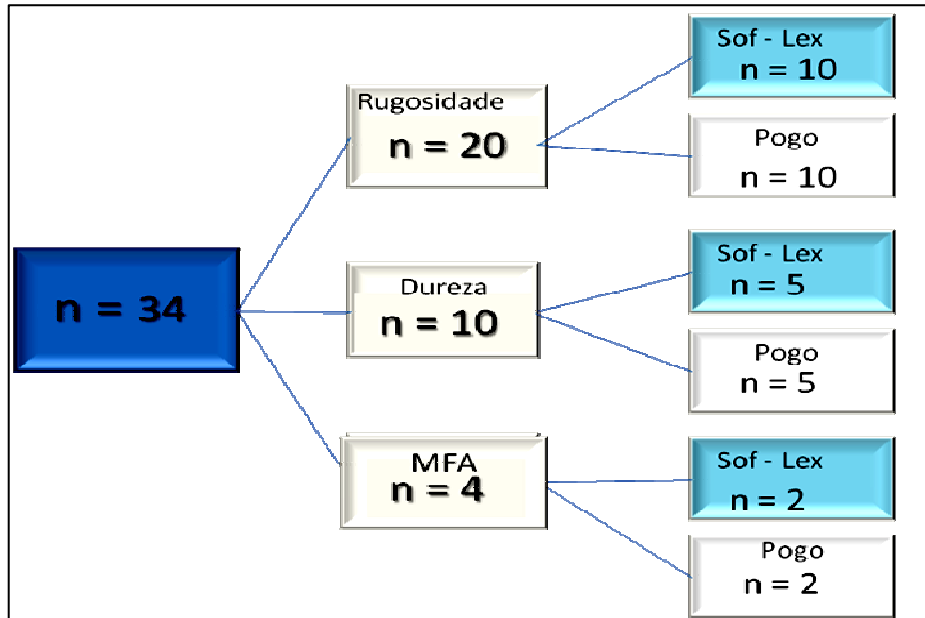


Figura 25 – Organograma representativo da divisão de corpos-de-prova de cada compósito

Todos os polimentos foram realizados por um único operador, com o intuito de diminuir as variáveis de pressão e velocidade.

Para o sistema Sof-Lex<sup>®</sup>, foi empregada a metodologia descrita por Behr et al. (1999), ou seja, foi aplicado o disco de granulação grossa, seguidos dos discos de granulação média, fina e superfina, cada um por vinte segundos, a uma velocidade de 15.000rpm seguindo as orientações do fabricante, com o uso de uma peça de mão montada em baixa rotação (L-Motor 181 DBN Intramatic I, KaVo do Brasil Ind e Com Ltda, Joinville, Brasil).

Seguindo a metodologia empregada por Ergüçü & Türkün (2007) e respeitando as orientações do fabricante, o polimento com as pontas Pogo<sup>®</sup> foi realizado por trinta segundos, a 15.000rpm, com o uso de uma peça de mão montada em baixa rotação (L-Motor 181 DBN Intramatic I, KaVo do Brasil Ind e Com Ltda, Joinville, Brasil).

## 4.7 ANÁLISE FINAL

### 4.7.1 Rugosidade de superfície final

Após o polimento, os corpos-de-prova de cada subgrupo (conforme o tipo de polimento executado) foram submetidos individualmente ao teste de rugosidade de superfície, seguindo os parâmetros descritos no item 4.5.1.

### 4.7.2 Microdureza Knoop final

Após o polimento, os mesmos corpos-de-prova inicialmente submetidos ao teste de microdureza Knoop foram novamente analisados, seguindo os mesmos parâmetros descritos no item 4.5.2.

### 4.7.3 Microscopia de força atômica final

Dois corpos-de-prova representativos de cada subgrupo após o polimento foram

submetidos à análise de superfície em MFA, seguindo os mesmos parâmetros descritos no item 4.5.3.

## 4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As médias obtidas nos ensaios de microdureza Knoop e de rugosidade de superfície foram submetidas ao teste de normalidade (Kolmogorov-Sminov, Aderência: Lilliefors), sendo considerados normais.

Dessa forma aplicou-se Análise de Variância (ANOVA) e ao teste t de Student, em nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS

As médias de rugosidade de superfície ( $R_a$ - $\mu\text{m}$ ) dos quatro tipos de compósito (Charisma<sup>®</sup>, Filtek Z350<sup>®</sup>, Signum<sup>®</sup> e Sinfony<sup>®</sup>) nos momentos inicial e após a realização de polimento (Sof-Lex<sup>®</sup> e Pogo<sup>®</sup>) estão apresentados na tabela 1 e na figura 26.

Tabela 1 – Valores médios de rugosidade de superfície ( $\mu\text{m}$ ) dos compósitos antes e após o procedimento de polimento

	Sof-Lex <sup>®</sup>		Pogo <sup>®</sup>	
	Antes	Após	Antes	Após
Charisma <sup>®</sup>	0,44 (0,07) a, A	0,29 (0,14) b, A	0,45 (0,08) a, A	0,13 (0,06) b, A
Filtek Z350 <sup>®</sup>	0,33 (0,03) a, B	0,25 (0,07) b, A	0,30 (0,06) a, B	0,16 (0,07) b, A
Signum <sup>®</sup>	0,49 (0,20) a, A	0,15 (0,05) b, B	0,41 (0,11) a, A	0,15 (0,08) b, A
Sinfony <sup>®</sup>	0,46 (0,11) a, A	0,13 (0,07) b, B	0,47 (0,13) a, A	0,20 (0,07) b, A

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste t de Student. Desvio padrão entre parênteses

Antes de ser realizado o procedimento de polimento com Sof-Lex<sup>®</sup> e com Pogo<sup>®</sup>, os valores das médias de rugosidade variaram de 0,30 $\mu\text{m}$  (Filtek Z350<sup>®</sup>) a 0,49 $\mu\text{m}$  (Signum<sup>®</sup>). O compósito Filtek Z350<sup>®</sup> apresentou diferença estatisticamente inferior aos demais compósitos previamente ao polimento, que não apresentaram diferença estatística entre si.

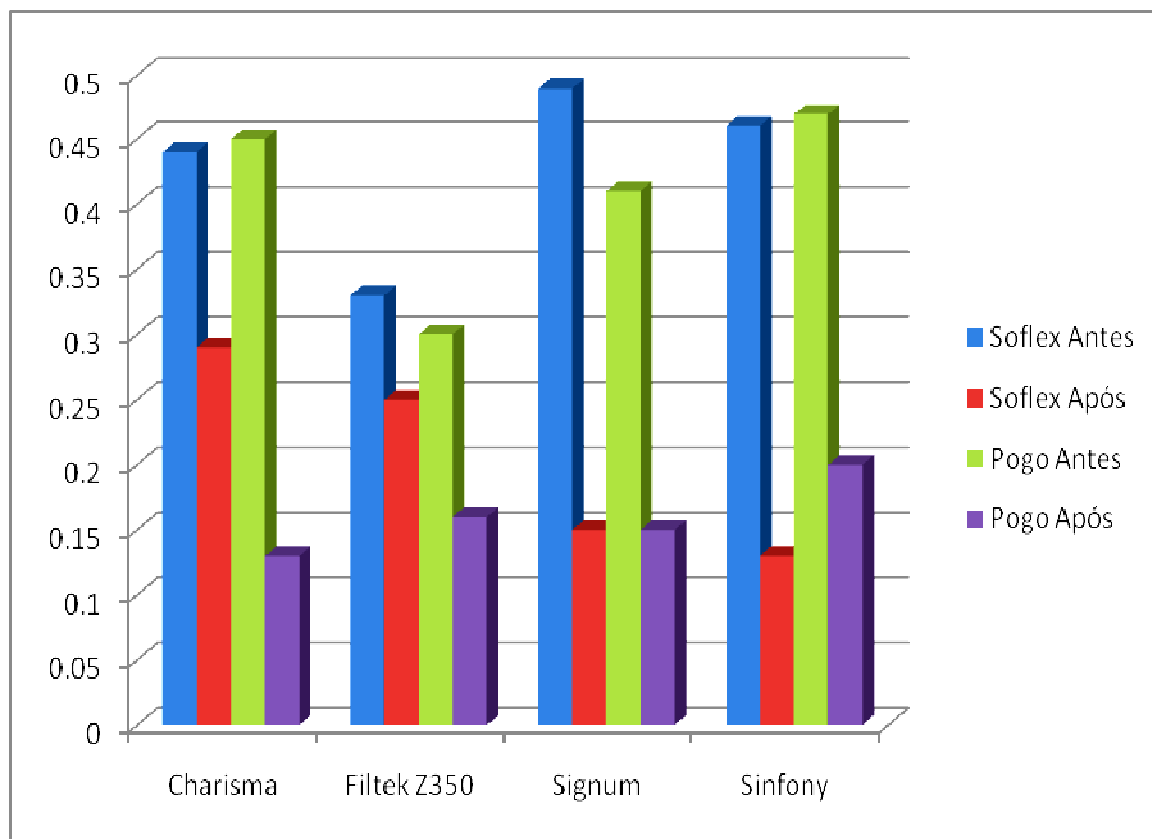


Figura 26 – Gráfico representativo da rugosidade de superfície média (Ra) dos compósitos antes e após o polimento

Após o procedimento de polimento com discos Sof-Lex<sup>®</sup>, foi encontrada diferença entre os resultados dos compósitos diretos (Charisma<sup>®</sup> e Filtek Z350<sup>®</sup>) comparados com os compósitos indiretos (Signum<sup>®</sup> e Sinfony<sup>®</sup>), sendo que os compósitos indiretos obtiveram menor rugosidade com estatisticamente inferior. Os valores de rugosidade dos compósitos Sinfony<sup>®</sup> e Signum<sup>®</sup> ( $0,13 \pm 0,07$  e  $0,15 \pm 0,05$ ) se mostraram estatisticamente menores que os de Filtek Z350<sup>®</sup> e Charisma<sup>®</sup> ( $0,25 \pm 0,07$  e  $0,29 \pm 0,14$ ). Entretanto, não foram encontradas diferenças estatísticas entre as médias obtidas para todos os compósitos depois de realizado o polimento com Pogo<sup>®</sup>.

As médias de microdureza Knoop dos compósitos avaliados nos momentos inicial e após submetidos aos dois grupos de polimento (Sof-Lex<sup>®</sup> e Pogo<sup>®</sup>) estão apresentadas na tabela 2 e na figura 27.

Tabela 2 – Valores médios de microdureza Knoop (Kg/mm<sup>2</sup>) dos compósitos antes e após os procedimentos de polimento

	Sof-Lex <sup>®</sup>		Pogo <sup>®</sup>	
	Antes	Após	Antes	Após
<b>Charisma<sup>®</sup></b>	43,10 (5,6) a, B	40,87 (5,6) b, B	41,53 (3,8) a, B	39,65 (1,4) b, B
<b>Filtek Z350<sup>®</sup></b>	75,59 (3,9) a, A	68,67 (6,8) b, A	71,56 (4,4) a, A	64,34 (4,8) b, A
<b>Signum<sup>®</sup></b>	38,24 (5,5) a, B	36,41 (7,9) a, B	37,75 (4,1) a, B	34,41 (1,7) a, C
<b>Sinfony<sup>®</sup></b>	27,42 (3,7) a, C	18,86 (2,4) b, C	24,10 (2,3) a, C	18,95 (1,2) b, D

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste t de Student. - Desvio padrão entre parênteses

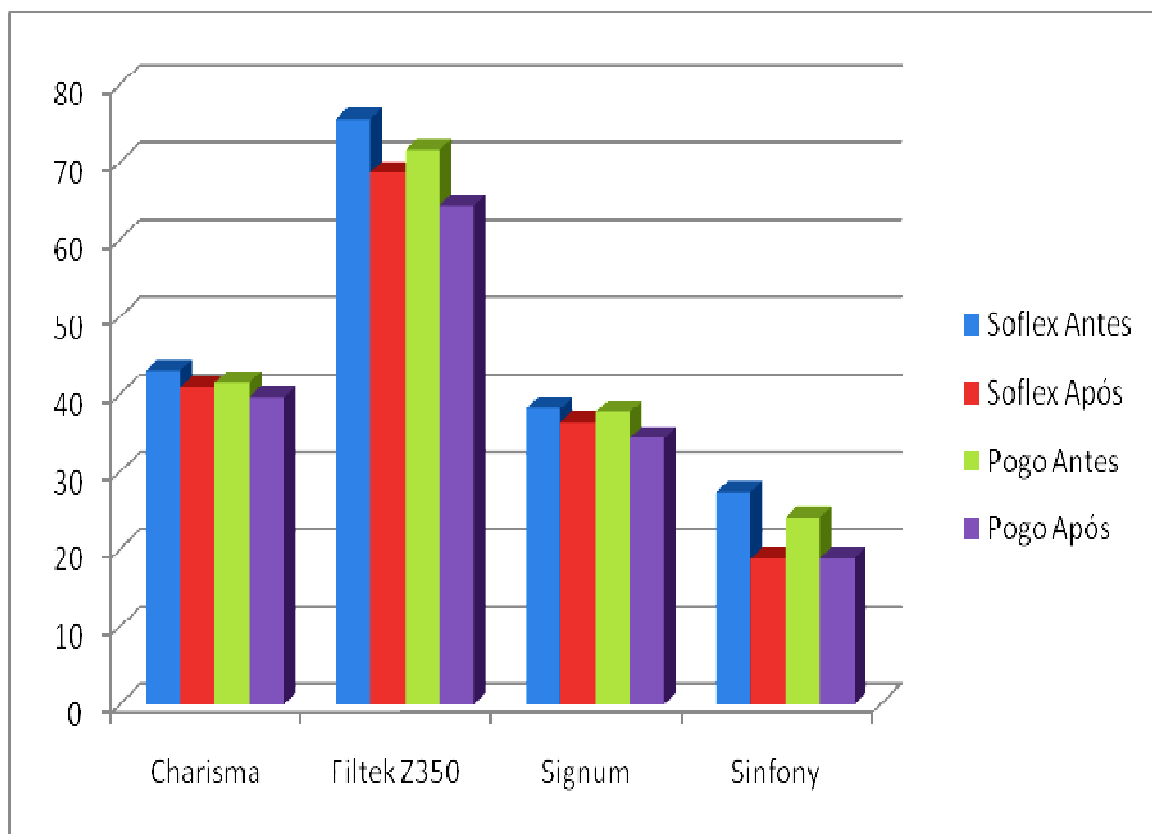


Figura 27 – Gráfico representativo da microdureza Knoop dos compósitos antes e após o polimento

Antes do polimento com ambos os sistemas (Sof-lex<sup>®</sup> e Pogo<sup>®</sup>), o compósito Filtek Z350<sup>®</sup> foi associado a valores estatisticamente superiores (75,59 para Sof-lex<sup>®</sup> e 71,56 para Pogo<sup>®</sup>) quando comparado aos demais compósitos em estudo. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os compósitos Charisma<sup>®</sup> (43,10 para Sof-Lex<sup>®</sup> e 41,53 para Pogo<sup>®</sup>) e Signum (38,24 para Sof-Lex<sup>®</sup> e 37,75 para Pogo<sup>®</sup>), que apresentaram resultados intermediários. O compósito Sinfony<sup>®</sup> apresentou médias de dureza estatisticamente inferiores (27,42 para Sof-Lex<sup>®</sup> e 24,10 para Pogo<sup>®</sup>) aos demais compósitos avaliados.

Após o polimento com Sof-Lex<sup>®</sup>, esta mesma relação estatística entre a microdureza dos compósitos foi observada: Filtek Z350<sup>®</sup> (68,67±6,8), Charisma<sup>®</sup>



(40,87±5,6), Signum® (36,41±7,9) e Sinfony® (18,86±2,4). Após o polimento com Pogo®, diferenças estatísticas foram observadas entre todos os compósitos avaliados, sendo observada a seguinte ordem decrescente: Filtek Z350® (64,34±4,8), Charisma® (39,65±1,4), Signum® (34,41±1,7) e Sinfony® (18,95±1,2).

Quando comparamos a microdureza antes e após o polimento de cada compósito, foi observado para os compósitos Charisma®, Filtek Z350® e Sinfony® diminuição estatisticamente significativa na dureza após os procedimentos de polimento. O procedimento de polimento não apresentou influência significativa sobre os valores de dureza do compósito Signum®.

A tabela 3 apresenta em porcentagem o quanto o procedimento de polimento com cada sistema reduziu para cada compósito a rugosidade de superfície e a microdureza Knoop.

Tabela 3 – Redução em porcentagem das médias de rugosidade e de dureza após o procedimento de polimento

	Rugosidade		Dureza	
	Sof-Lex®	Pogo®	Sof-Lex®	Pogo®
<b>Charisma®</b>	34,09%	71,11%	5,17%	4,52%
<b>Filtek Z350®</b>	24,24%	46,66%	9,15%	10,08%
<b>Signum®</b>	69,38%	63,41%	4,78%	8,84%
<b>Sinfony®</b>	71,73%	57,44%	31,21%	21,36%

As figuras 28 à 39 representam as imagens obtidas com a microscopia de força atômica para cada compósito, nos momentos antes polimento, após polimento com Sof-Lex® e após polimento com Pogo®.

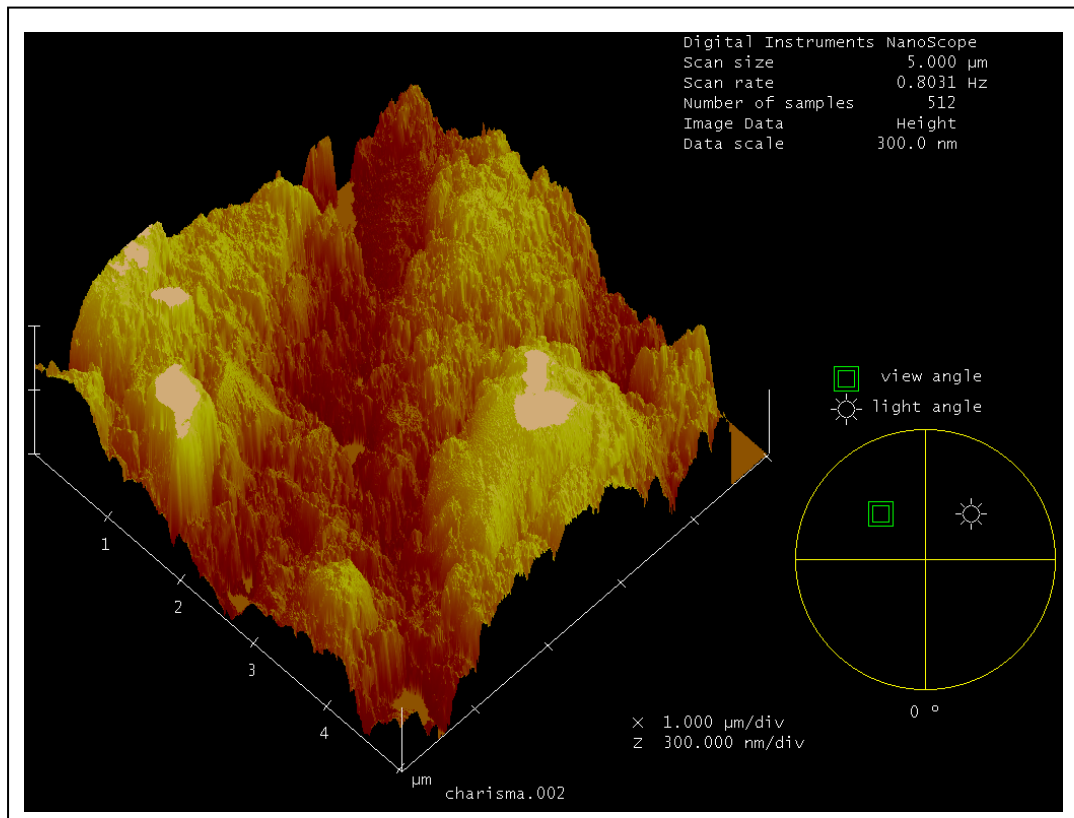
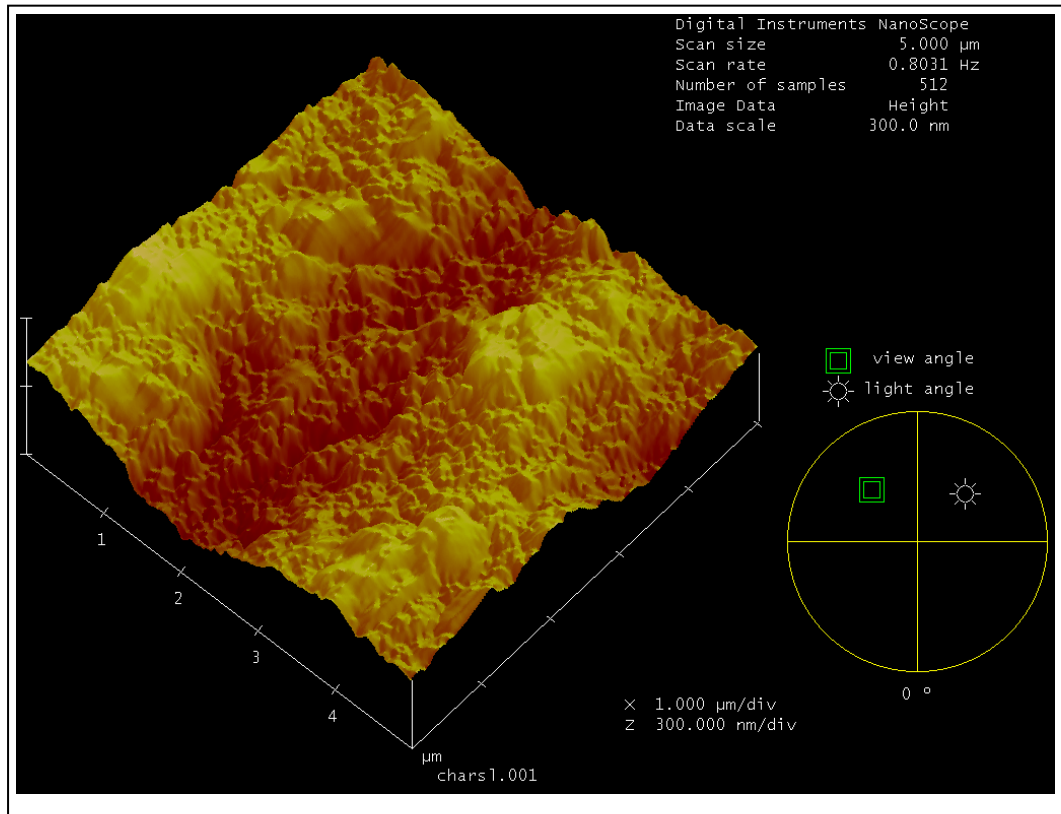
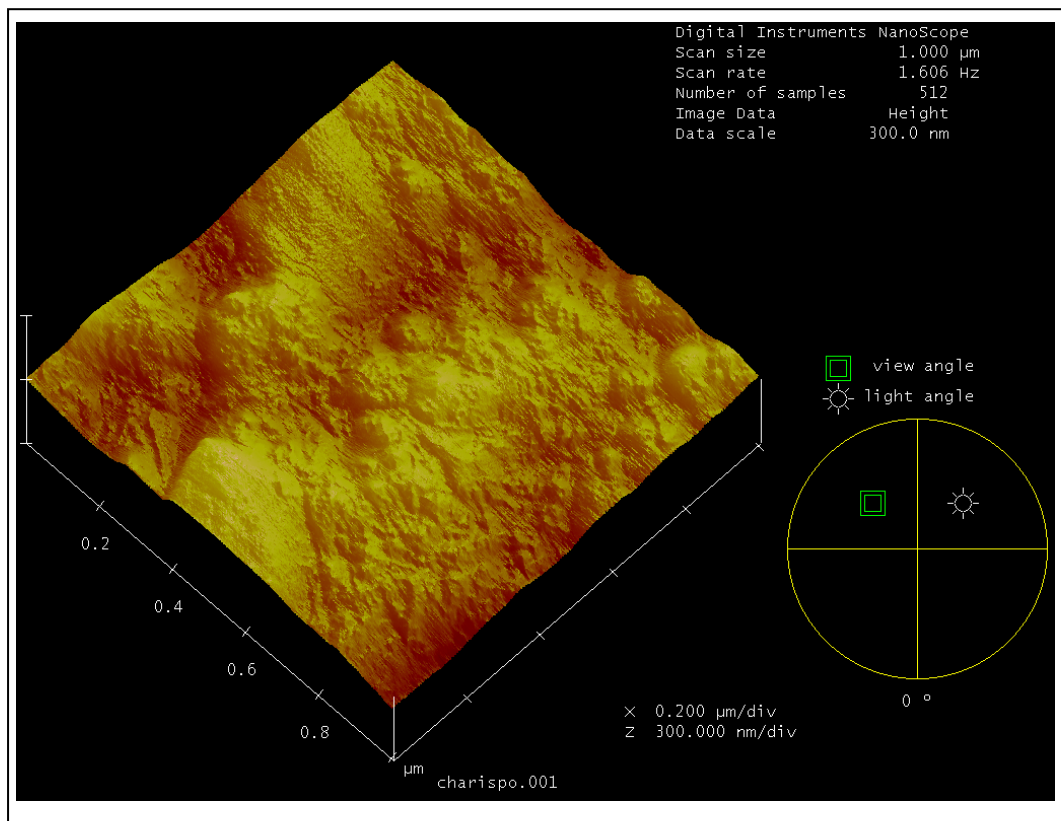
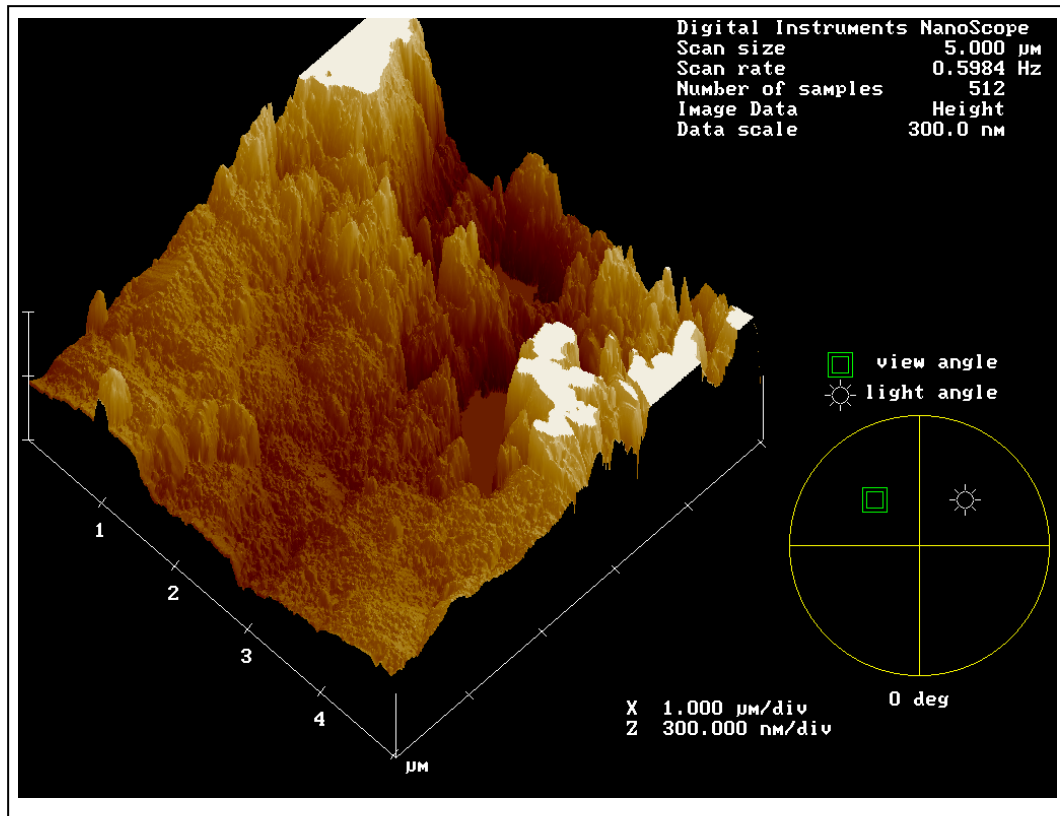
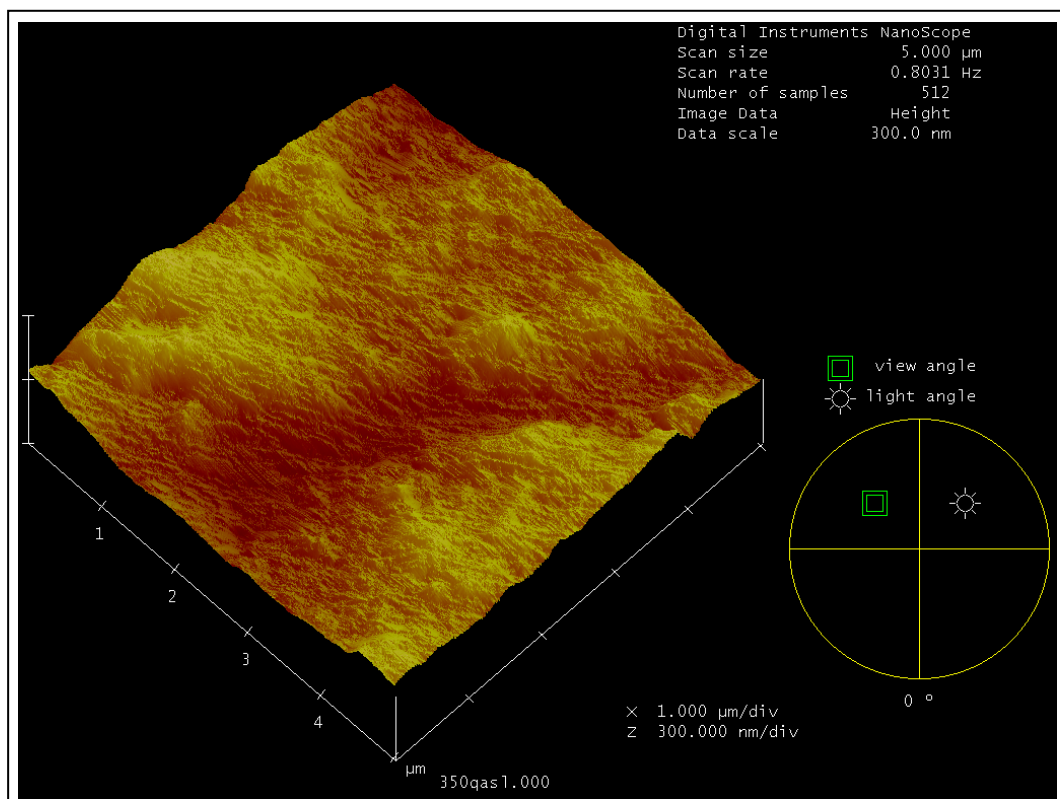
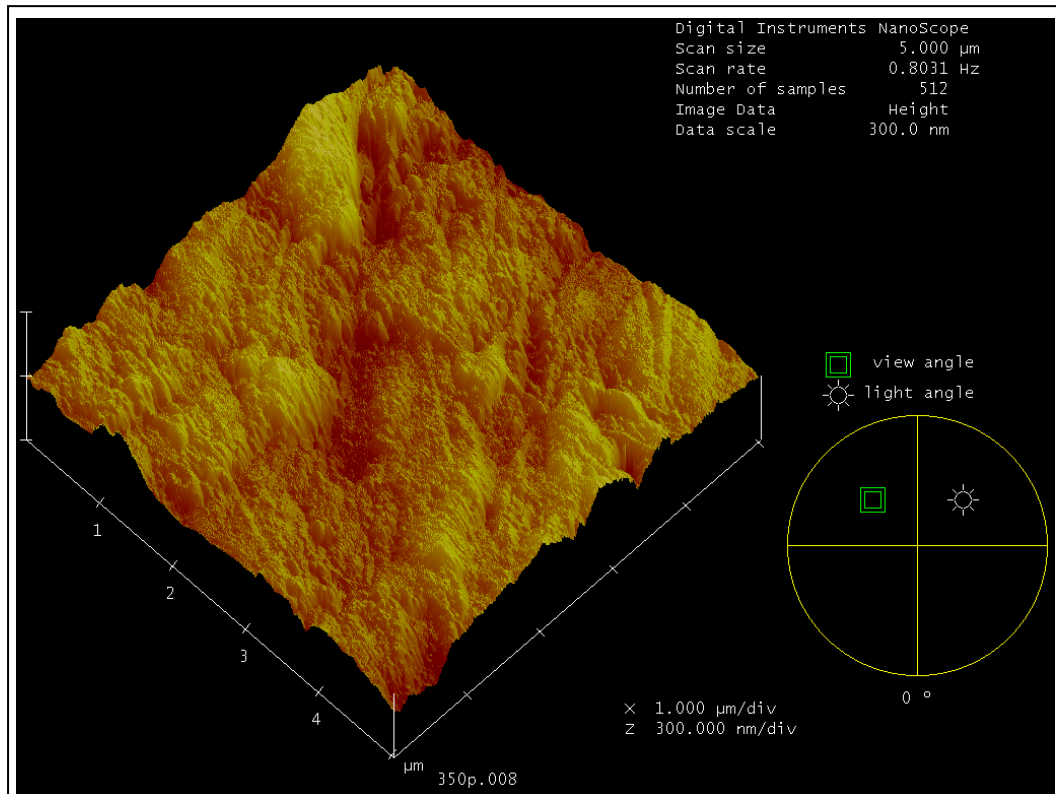
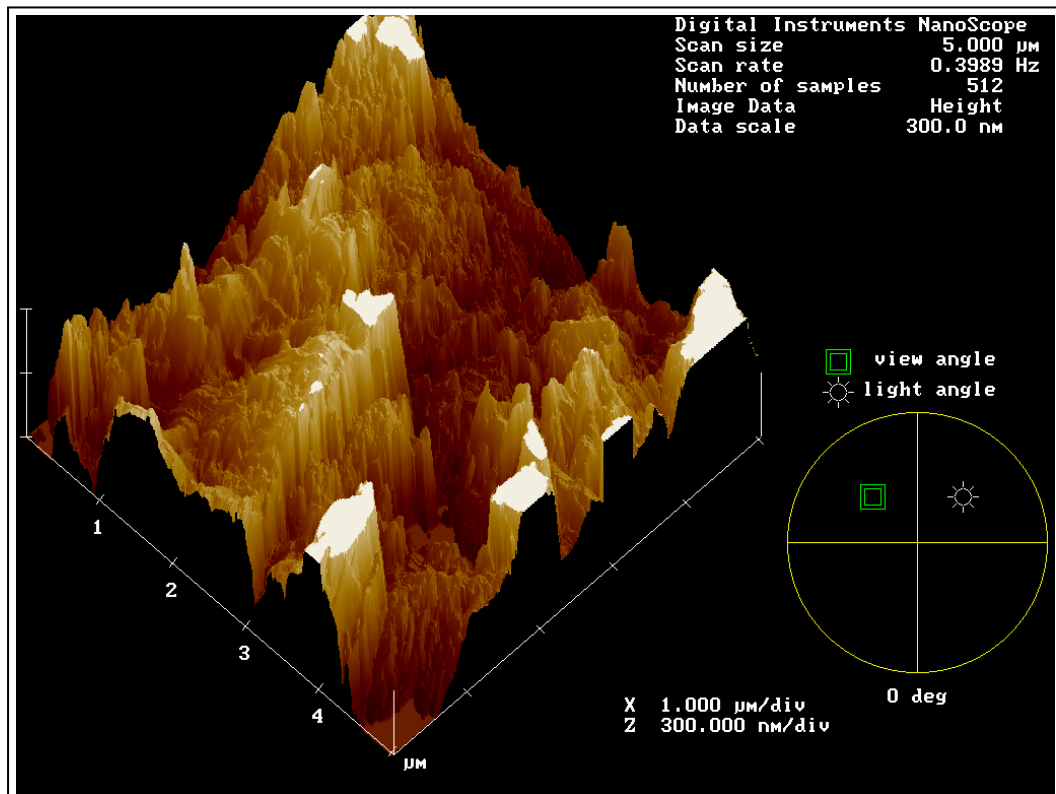


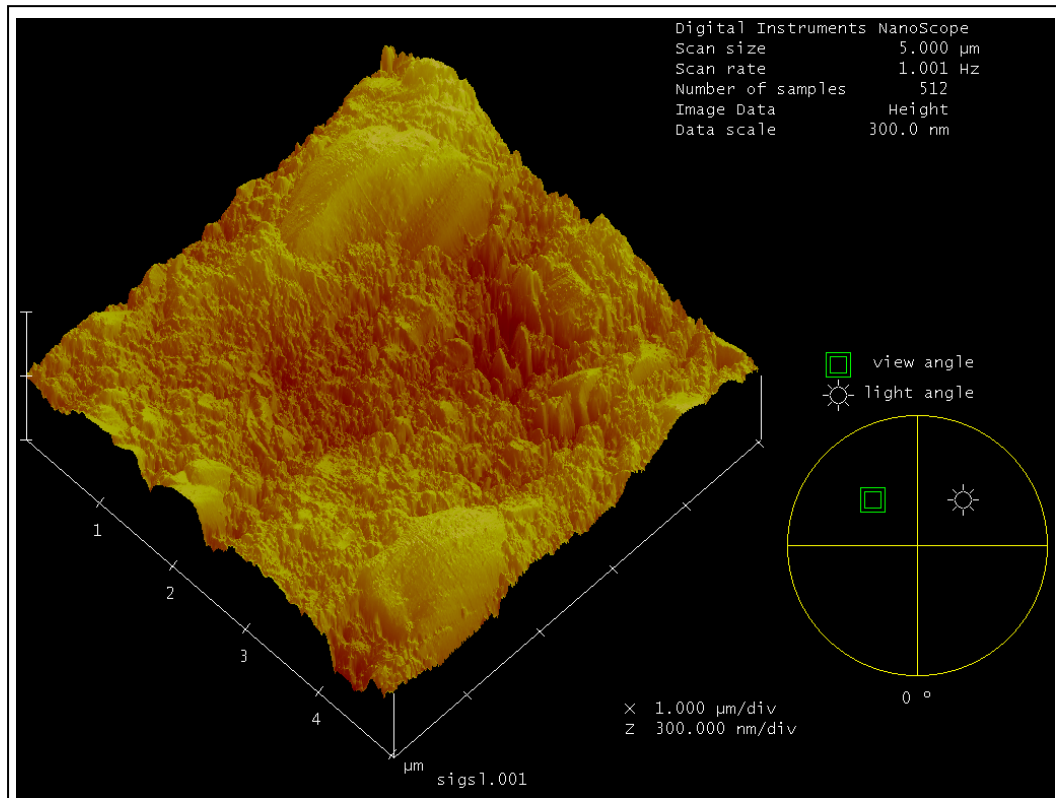
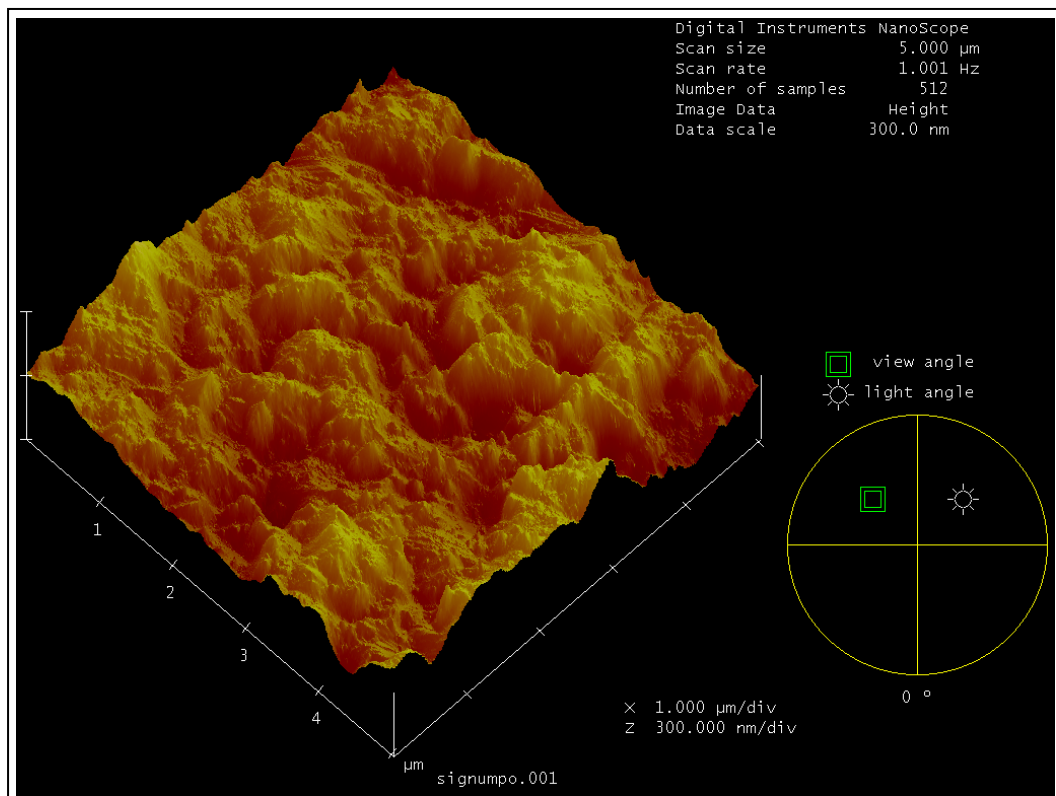
Figura 28 – Imagem de MFA do compósito Charisma® antes do polimento

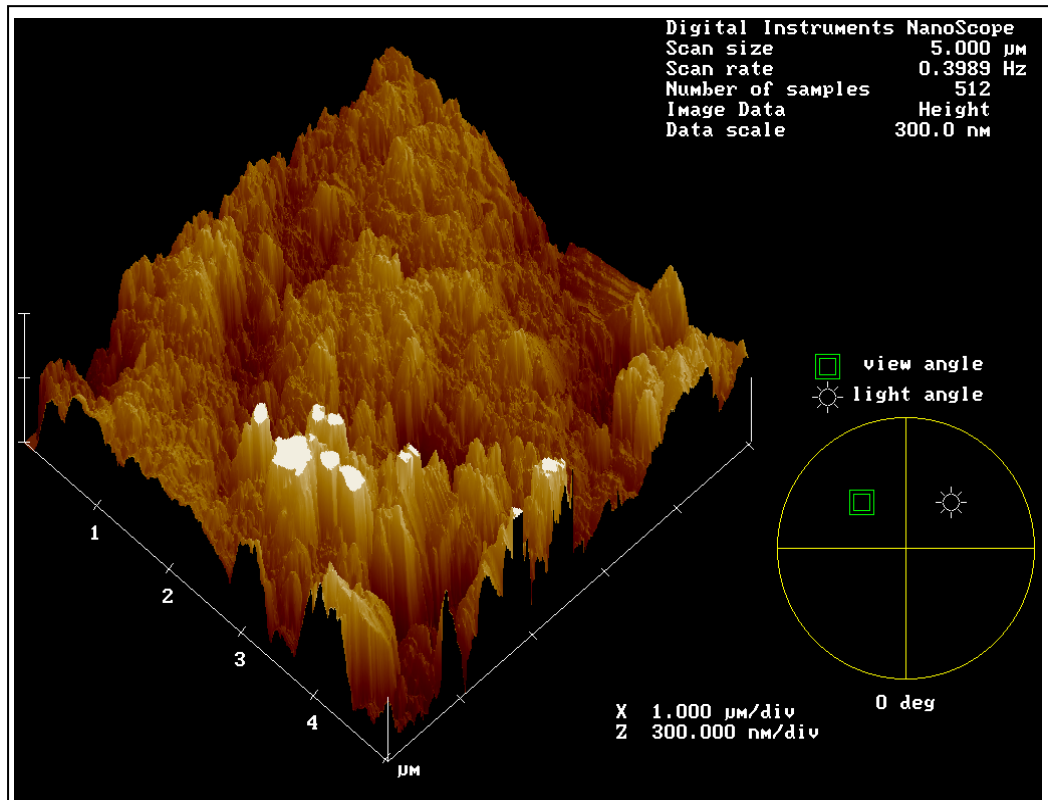
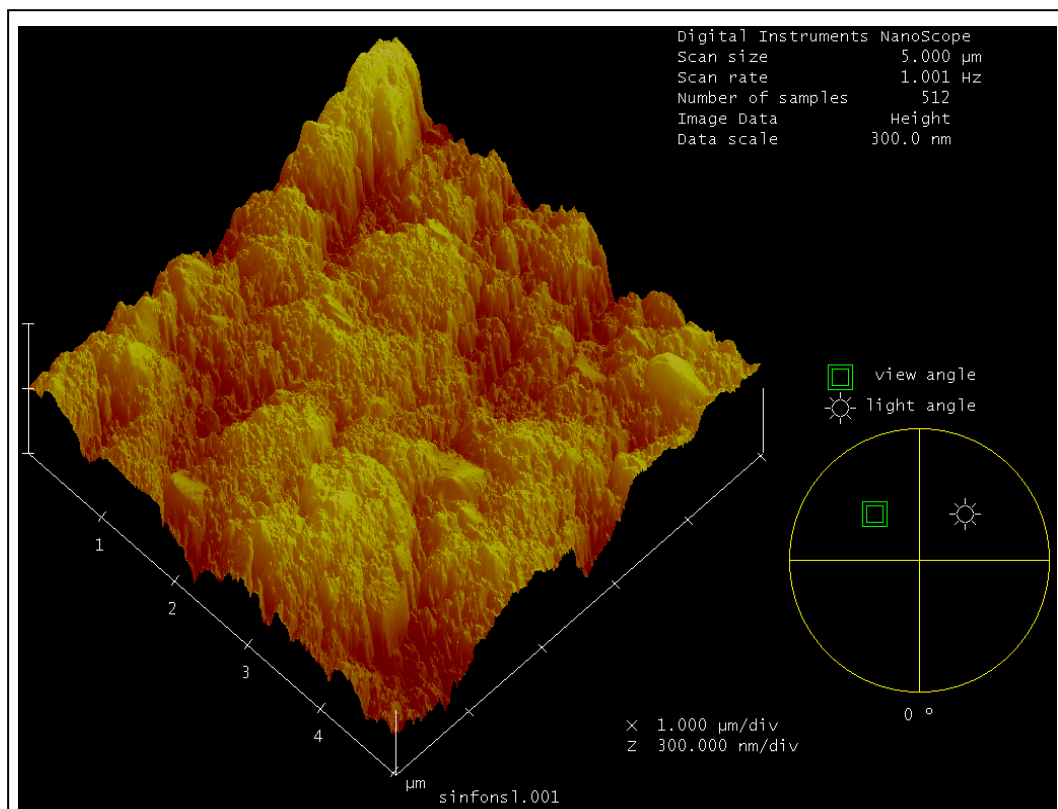
Figura 29 – Imagem de MFA do compósito Charisma<sup>®</sup> após o polimento com Sof-Lex<sup>®</sup>Figura 30 – Imagem de MFA do compósito Charisma<sup>®</sup> após polimento com Pogo<sup>®</sup>

Figura 31 – Imagem de MFA do compósito Z350<sup>®</sup> antes do polimentoFigura 32 – Imagem de MFA do compósito Z350<sup>®</sup> após o polimento com Sof-Lex<sup>®</sup>

Figura 33 – Imagem de MFA do compósito Z350<sup>®</sup> após o polimento com Pogo<sup>®</sup>Figura 34 – Imagem de MFA do compósito Signum<sup>®</sup> antes do polimento



Figura 35 – Imagem de MFA do compósito Signum<sup>®</sup> após o polimento com Sof-Lex<sup>®</sup>Figura 36 – Imagem de MFA do compósito Signum<sup>®</sup> após polimento com Pogo<sup>®</sup>

Figura 37 – Imagem de MFA do compósito Sinfony<sup>®</sup> antes do polimentoFigura 38 – Imagem de MFA do compósito Sinfony<sup>®</sup> após o polimento com Sof-Lex<sup>®</sup>

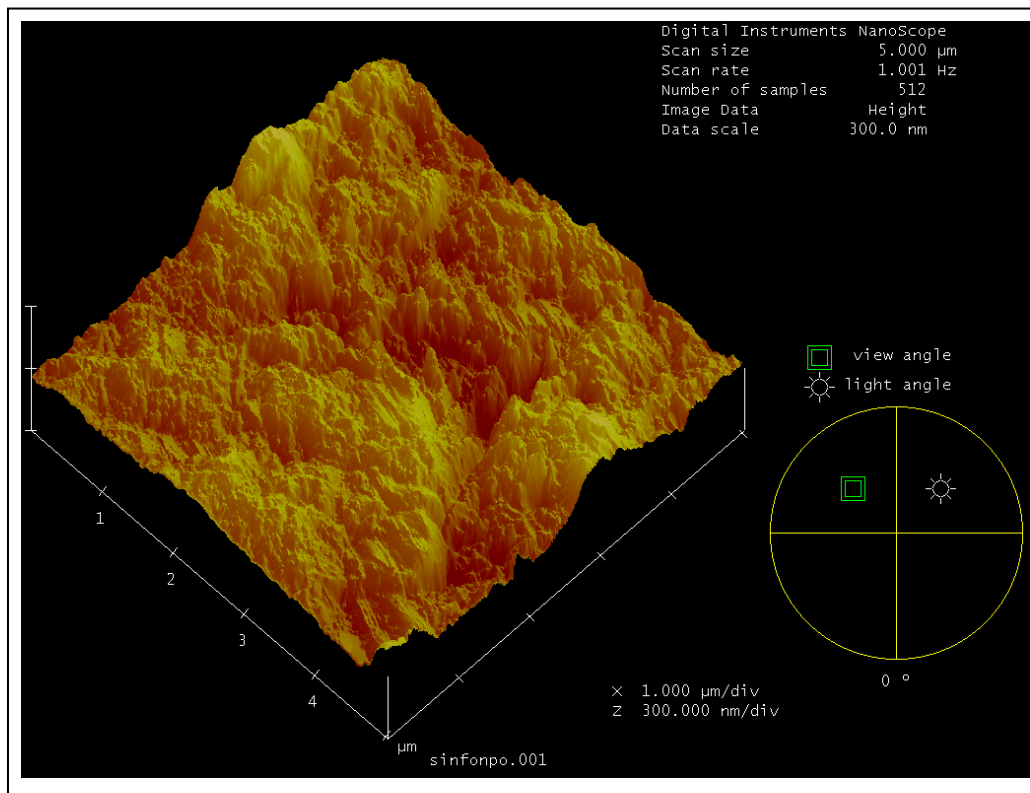


Figura 39 – Imagem de MFA do compósito Sinfony<sup>®</sup> após polimento com Pogo<sup>®</sup>



## 6 DISCUSSÃO

Os compósitos resinosos de uso indireto surgiram com a proposta de promover um aumento nas propriedades mecânicas quando comparados aos de uso direto (Cho et al., 2002). São indicados para próteses fixas adesivas, *onlays*, *inlays*, *venners* e próteses parciais fixas anteriores e posteriores, como recobrimento para as infra-estruturas metálicas (Behr et al., 1999; Garcia et al., 2006), além de serem utilizadas como revestimento para estruturas confeccionadas em fibra de vidro e de polietileno (Spyredes & Bastian, 2004).

Os compósitos (diretos e indiretos) utilizados em situações clínicas devem apresentar uma superfície com baixa rugosidade, pois a associação entre rugosidade de superfície e biofilme dental é frequentemente citada na literatura. O acúmulo de biofilme dental sobre os materiais restauradores influencia na manutenção da saúde bucal, favorecendo o surgimento de lesões de cárie e doença periodontal (Mendonça, 2002).

Para a mensuração da rugosidade de superfície dos materiais restauradores neste estudo, foi utilizado o padrão Ra. Muitos estudos sobre polimento de compósitos resinosos (Watanabe et al., 2005; Ergücü & Türkün, 2007; Costa et al., 2007) utilizam o parâmetro Ra para descrever a rugosidade de superfície, que é a média aritmética partindo verticalmente da linha média.

Além da rugosidade de superfície há outras propriedades físicas relevantes de um material restaurador como, por exemplo, a dureza. A dureza de um material é a medida relativa da sua resistência à edentação quando uma carga

específica e constante é aplicada. Os valores de dureza têm sido usados para medir a capacidade relativa do material de resistir a riscos ou a abrasão e a facilidade de acabamento e polimento (Mandikos et al., 2001). A dureza determina o grau de deformação de um material, e é geralmente aceita como uma propriedade importante e um valioso parâmetro de comparação com a estrutura dental (Chinelatti et al., 2006)

Neste estudo, os valores de dureza Knoop ( $\text{Kg/mm}^2$ ) para o compósito Filtek Z350<sup>®</sup> após o polimento foi de 64,34 (polimento com Pogo<sup>®</sup>) e 68,67 (polimento com Sof-Lex<sup>®</sup>). Para o compósito Sinfony<sup>®</sup> os valores encontrados foram próximos a 18,9 (tanto para a situação após polimento com Sof-Lex<sup>®</sup> quanto com Pogo<sup>®</sup>). Borba et al. (2008) apresentaram resultados de dureza Knoop ( $\text{Kg/mm}^2$ ) para o compósito Z350<sup>®</sup> e para o compósito Sinfony<sup>®</sup> ( $86,5 \pm 1,9$  e  $28,3 \pm 0,9$ , respectivamente). Estes valores apresentam-se bastante aproximados dos resultados encontrados neste trabalho, reforçando que o compósito indireto Sinfony<sup>®</sup> apresenta dureza de superfície inferior ao compósito direto Z350<sup>®</sup>.

Os valores de dureza Knoop verificados neste estudo para o compósito Filtek Z350<sup>®</sup> (de uso direto) foram superiores aos encontrados para os demais compósitos. Ainda, assim como nas situações prévias ao polimento como após o polimento, o compósito indireto Sinfony<sup>®</sup> apresentou menor dureza que os demais. Soares et al. (2005) avaliaram a dureza e a resistência à tensão de dois compósitos diretos (TPH Spectrum<sup>®</sup> e Filtek P60<sup>®</sup>) e um sistema indireto (Solidex<sup>®</sup>). Os autores também relataram que os compósitos diretos apresentaram melhores propriedades mecânicas que o indireto.

Pode-se observar ainda que ambos os sistemas de polimento reduziram a dureza de superfície dos compósitos, exceto para o compósito Signum<sup>®</sup>. Para os

compósitos Charisma<sup>®</sup>, Filtek Z350<sup>®</sup> e Signum<sup>®</sup>, tanto os polimento com Sof-Lex<sup>®</sup> quanto o polimento com Pogo<sup>®</sup> promoveram redução semelhante na dureza, variando de 4,52% (Charisma<sup>®</sup>+Pogo<sup>®</sup>) a 10,08% (Filtek Z350<sup>®</sup>+Sof-Lex<sup>®</sup>). O compósito Sinfony<sup>®</sup> também apresentou diminuição na dureza após os polimentos, entretanto esta diminuição foi maior que nos demais compósitos, apresentando-se similar para os dois tipos de polimento, no qual a redução foi de 31,21% (Sof-Lex<sup>®</sup>) e 21,36% (Pogo<sup>®</sup>)

Esta informação vai contra os resultados encontrados no estudo de Chinelatti et al. (2006), no qual o fator polimento influenciou a dureza de todos os materiais empregados, em geral, causando aumento da microdureza. Isso, provavelmente, porque em seu trabalho os corpos-de-prova não receberam nenhum tipo de tratamento para remover o excesso de matriz orgânica de sua superfície. Dessa forma, espera-se que a dureza inicial dos compósitos se apresente menor antes do polimento. Já neste estudo, as superfícies iniciais dos corpos-de-prova receberam um tratamento com lixas de granulação 600 antes do polimento. Tratamentos de superfícies similares também foram realizados por outros autores, como Tanoue et al. (2007) no qual as superfícies dos corpos-de-prova foram lixadas com papel (SiC) para produzir superfícies uniformes para avaliar dureza Knoop. Costa et al. (2007) utilizaram brocas de acabamento e Muzzili (2005) utilizou pontas diamantadas cilíndricas 3098F E 3098FF (30µm). A vantagem de utilizar a padronização da superfície como as realizadas neste estudo é que reduz as possíveis irregularidades na topografia da superfície que o uso de pontas diamantadas poderiam causar com a variação de pressão.

Sobre a realização destes procedimentos de padronização inicial da superfície das restaurações, alguns autores (Ergücü & Türkün, 2007; Üçtasli et al.,

2007) tem apresentado em estudos anteriores que o uso de matriz transparente torna a superfície da restauração mais lisa. Entretanto, ajustes clínicos funcionais são necessários na maioria das restaurações. Após a cimentação e ajuste oclusal das restaurações indiretas é necessário realizar procedimentos de acabamento e polimento tendo como objetivo reduzir a rugosidade de superfície (Jung, 2002) propiciando a redução do acúmulo de biofilme (Berh et al., 1999; Douglas, 2000; Mendonça, 2002; Jung, 2002); prevenindo a descoloração do material e melhorando o brilho e a aparência natural da restauração (Jung, 2002).

Ainda se os ajustes clínicos funcionais não fossem necessários, o uso de matriz transparente na superfície dos compósitos promove a formação de uma superfície rica em matriz orgânica, que tem consistência mais pegajosa, macia, que é facilmente abrasada no meio bucal expondo os filamentos inorgânicos (Chinelatti et al., 2006; Üçtasli et al., 2007; Costa et al., 2007; Ergücü & Türkün, 2007).

Os procedimentos de acabamento e polimento apropriados são etapas importantes que realçam a estética e longevidade de restaurações de compósitos. A rugosidade e a integridade da superfície das restaurações podem influenciar no acúmulo de biofilme dental, na doença periodontal e no manchamento. A rugosidade de superfície dos compósitos é ditada principalmente pelo tamanho, pela dureza e pela quantidade de carga, que influencia as propriedades mecânicas destes. A rugosidade de superfície também depende da dureza e tamanho do grão do abrasivo do material de polimento (Miyasaka et al., 2008)

Sobre a carga inorgânica destes materiais restauradores, os compósitos estão disponíveis em uma variedade de tipos de carga que afetam sua manipulação

e propriedades físicas (Chinelatti et al., 2006; Üçtasli et al., 2007; Ergücü & Türkün, 2007; Costa et al., 2007). As propriedades de um compósito também podem ser alteradas, entre outros fatores, por variações de composição e quantidade de matriz orgânica, bem como o tamanho e a distribuição das partículas de carga, assim como tempo e forma de polimerização. Tanoue et al. (2007) avaliaram a dureza Knoop de um compósito submetido a três unidades laboratoriais de polimerização e concluíram que a polimerização com uma unidade de alta intensidade aumenta as propriedades do compósito. Neste estudo, essas informações tornam-se importantes tanto para a análise das médias de dureza como para a análise dos resultados de rugosidade.

Para a realização deste estudo, foram utilizados compósitos com diferentes concentrações de cargas em peso (Charisma<sup>®</sup>: 64%, Filtek Z350<sup>®</sup>: 78,5%, Signum<sup>®</sup>: 70% e Sinfony<sup>®</sup>: 50%). A carga parece desempenhar um papel intrínseco no polimento de um compósito, pois nos compósitos com as partículas de carga são significativamente mais duras que a matriz, a fase resinosa pode possuir uma perda durante os procedimentos de acabamento e polimento. Acredita-se que a habilidade de polir os diversos compósitos depende do tamanho de suas partículas (Üçtasli et al., 2007).

Ainda sobre a concentração de carga dos materiais restauradores, o compósito que apresentou menor dureza de superfície antes do polimento foi o compósito indireto Sinfony<sup>®</sup>, que contém 50% peso de carga em sua composição e o que apresenta maior carga, utilizado neste estudo, foi o compósito Filtek Z350<sup>®</sup> (78,5% peso de carga), apresentando os maiores valores de dureza. Estes resultados confirmam alguns estudos (Reinhardt et al., 1994; Manhart et al., 2000; Carreiro et al., 2004) que estudaram a relação entre as propriedades mecânicas dos

compósitos e suas diferenças em volume de carga. Assim, o sistema de compósito indireto Sinfony<sup>®</sup> pode ser classificado como compósito laboratorial intermediário, devido a seu baixo conteúdo de carga inorgânica e baixos valores nas propriedades mecânicas, diferente do esperado para os sistemas de segunda geração (Touati, 1996).

Considera-se então que a superfície micromorfológica dos compósitos resinosos após o acabamento e polimento tem demonstrado ser influenciada pelo tamanho, dureza, tipo e quantidade de partículas de carga. Partículas de carga mais duras são projetadas da superfície durante o polimento, assim como a matriz resinosa mais macia é removida em compósitos híbridos. As partículas de carga devem estar situadas o mais próximas possível para proteger a matriz resinosa dos abrasivos. A aplicação da nanotecnologia nas pesquisas de compósitos trouxe grandes benefícios devido à dimensão reduzida das partículas e da maior distribuição, um aumento na concentração de partículas pode ser conseguido, que resulta em reduzir a contração da polimerização e em aumentar propriedades mecânicas (Ergücü & Türkün, 2007).

Pode-se também especular outros fatores que possuem influência sobre os resultados encontrados, tais como a quantidade de pressão utilizada, a orientação da superfície abrasiva e o tempo utilizado com cada sistema de polimento. Contudo, a pressão utilizada neste estudo foi controlada por um esforço consciente com intuito de padronizar os procedimentos, assim como a orientação e o tempo. Portanto, a diferença na rugosidade de superfície encontrada entre os corpos-de-prova nas diferentes combinações compósitos+sistema de polimento foi provavelmente devido às diferenças intrínsecas entre os compósitos e os sistemas

de polimento. Koh et al. (2008) relacionam a diferença das médias de rugosidade de superfície encontrada com o tamanho das partículas dos compósitos.

Dessa forma, um efetivo sistema de polimento de compósitos deve remover a matriz resinosa assim como cortar as partícula de carga relativamente duras (Watanabe et al., 2005). Assim, o efeito do polimento na rugosidade de superfície depende de ambos: sistema de polimento e material empregado. Numerosos sistemas de carga, sistemas de monômeros e agentes de união tem sido desenvolvidos para aumentar as propriedades mecânicas e aparência de superfície dos compósitos resinosos. Isto tem sugerido que o tamanho e a concentração dos filamentos inorgânicos tem influenciado as características dos compósitos resinosos. Para os compósitos resinosos com maiores partículas espera-se que eles possuam maiores valores de Ra após o polimento.

Ambos os sistemas de polimento utilizados neste estudo se mostraram eficientes para todos os compósitos, diminuindo de forma significativa os valores médios de rugosidade. Quando comparamos os polimentos para cada compósito individualmente, observa-se que o compósito Charisma<sup>®</sup> apresenta uma tendência de um polimento mais efetivo com pontas Pogo<sup>®</sup>, que reduziu em média de 71,11% a rugosidade de superfície, enquanto Sof-Lex<sup>®</sup> reduziu 34,09%. Para o compósito Filtek Z350<sup>®</sup> também se observou um polimento mais efetivo com pontas Pogo<sup>®</sup> que Sof-Lex<sup>®</sup>, sendo que o uso das pontas Pogo<sup>®</sup> reduziu 46,66% a rugosidade de superfície, e os sistemas Sof-Lex<sup>®</sup> 24,24%. Já para o compósito Sinfony<sup>®</sup>, as médias apresentaram uma tendência de um polimento superior com discos Sof-Lex<sup>®</sup> (reduziu 69,38% a rugosidade de superfície, contra 63,41% do polimento com Pogo<sup>®</sup>). E para o compósito Signum<sup>®</sup>, as redução das médias obtidas dos polimentos com Sof-Lex<sup>®</sup> e Pogo<sup>®</sup> foram muito similares (em torno de 64%), não apontando para

nenhuma tendência de que algum dos sistemas de polimento utilizado seja mais efetivo.

Apesar da redução da rugosidade ter sido significativa em todos os compósitos para ambos os polimentos utilizados, os compósitos reagiram de maneira diferente quando receberam o mesmo polimento, sendo, por exemplo, a rugosidade ao receber polimento com Pogo<sup>®</sup> para Sinfony<sup>®</sup> reduziu 71% e para Filtek Z350<sup>®</sup> reduziu 46%. Quando usamos o mesmo sistema de polimento para diferentes compósitos, as diferenças entre a composição do material devem ser responsáveis por diferentes valores de Ra (Watanabe et al., 2005).

Sobre a efetividade dos sistemas de polimento também é necessário considerar o formato da carga dos materiais de polimento. Segundo Miyasaka et al. (2008) as partículas de alumina e de diamante contidas nos materiais de polimento são mais duras que a carga dos compósitos resinosos. Entretanto, as partículas de diamante são mais duras que as partículas de alumina. Isto pode ser uma justificativa da tendência apresentada neste trabalho de um polimento mais efetivo com Pogo<sup>®</sup>, diferente de outros trabalhos (Üçtasli et al., 2007; Koh et al., 2008) nos quais foi encontrada diferença estatisticamente superior para o polimento realizado com Sof-Lex<sup>®</sup>, quando comparado com Pogo<sup>®</sup> e outros sistemas. Esta discrepância entre resultados deve-se provavelmente a pequenas variações na metodologia dos trabalhos como, por exemplo, no trabalho de Koh et al. (2008) a padronização inicial foi realizada com discos Moore's e foi utilizado água para o procedimento de polimento com Pogo<sup>®</sup>. Ou ainda esta discrepância entre resultados pode estar relacionada com as diferentes características dos compósitos utilizados em cada estudo. Üçtasli et al. (2007) justificam seus resultados superiores para os discos Sof-Lex<sup>®</sup> devido à aptidão dos discos de óxido de alumínio para produzir superfícies lisas



estar relacionada a sua capacidade de reduzir a partícula de carga e matriz igualmente. Segundo Watanabe et al. (2005), embora o tempo necessário para polir seja maior nos sistemas multi-passo, o polimento da superfície obtido é superior que com sistema passo único.

Entretanto, outros autores também encontraram em seus trabalhos resultados de polimento mais eficientes para o sistema Pogo<sup>®</sup> (Ergücü & Türkün, 2007; Costa et al.; 2007), nos quais os sistemas de polimento passo único se mostraram mais efetivos que os sistemas de passo múltiplo. Isto deve-se, provavelmente, pela composição destes materiais, no qual o sistema de polimento Pogo<sup>®</sup> é composto por partículas diamantadas, que possuem uma dureza superior aos outros materiais, promovendo desta forma um desgaste mais eficiente das partículas inorgânicas dos compósitos. A vantagem de utilizar sistema passo único é a conveniência e eficiência de se produzir uma superfície lisa sem ter que interromper para trocar por um item mais fino ou ter que lavar e secar entre cada passo para remover abrasivos de passos anteriores (Costa et al., 2007).

A variação de rugosidade de superfície encontrada neste trabalho após o polimento é de 0,29 $\mu$ m (Charisma<sup>®</sup>+Sof-Lex<sup>®</sup>) a 0,13 $\mu$ m (Charisma<sup>®</sup>+Pogo<sup>®</sup>). Üçtasli et al. (2007) relataram nenhuma diferença perceptível no acúmulo de biofilme entre superfícies polidas com valores de Ra entre um intervalo de 0,7 a 1,4 $\mu$ m. Portanto, neste estudo, todos os valores obtidos de Ra com os sistemas de polimento e todos os compósitos estão aquém destes valores. Ergücü & Türkün (2007) afirmam que áreas de esmalte com contato oclusal possuem 0,64 $\mu$ m. Neste contexto, tanto os valores médios de rugosidade encontrados neste trabalho para polimento com Sof-Lex<sup>®</sup> quanto com Pogo<sup>®</sup> são aceitáveis clinicamente. Todavia, uma mudança na

rugosidade de  $0,3\mu\text{m}$  na superfície de um material restaurador pode ser perceptível pela língua (Ergücü & Türkün, 2007).

As diferenças na rugosidade das superfícies estão ilustradas nas imagens obtidas com o microscópio de força atômica. Este foi utilizado nesta pesquisa por ser um dos mais modernos aparelhos para analisar os vários padrões de rugosidade. Ele apresenta a vantagem de não ser necessária nenhuma preparação adicional (diferente da microscopia eletrônica de varredura, por exemplo) permitindo que a amostra sirva de “controle” em vários testes. Pela mesma razão, o microscópio de força atômica também foi utilizado no trabalho de Penteado et al. (2006). Todavia, as imagens obtidas através de MFA forneceram informações limitadas, em razão de ser uma técnica muito recente, principalmente para polímeros com partículas nanométricas (Mayworm, 2005).

Com o desenvolvimento deste trabalho, percebe-se que os compósitos possuem diferentes rugosidade e microdureza de superfície e que estas diferenças estão mais relacionadas com sua composição do que com sua indicação de uso (diretos ou indiretos). Percebe-se ainda que ambos os sistemas de polimento utilizados reduziram a rugosidade de superfície de todos os compósitos e que os procedimentos de polimento promoveram um aumento na microdureza, o que tornará a restauração mais durável. Entretanto, frente às diversas variáveis surgidas durante o estudo, pesquisas futuras devem ser desenvolvidas para avaliar outros materiais de polimento, outros materiais restauradores, bem como se os procedimentos de polimento interferem nas demais propriedades físicas destes materiais.

## 7 CONCLUSÕES

Após a condução deste trabalho, pode-se concluir que:

1. Todos os compósitos deste estudo apresentaram sua rugosidade de superfície diminuída de maneira significativa com os sistemas de polimento utilizados, sendo que o polimento com Sof-Lex<sup>®</sup> foi mais efetivo na redução da rugosidade para os compósitos indiretos e não foram evidenciadas diferenças entre os compósitos avaliados após polimento com Pogo<sup>®</sup>.
2. A efetividade do sistema de polimento na redução da rugosidade de superfície está mais relacionada com características individuais dos compósitos utilizados neste estudo que com a classificação de uso em direto ou indireto.
3. O compósito de uso direto Filtek Z350<sup>®</sup> apresentou a maior microdureza Knoop, seguido dos compósitos Signum<sup>®</sup> e Charisma<sup>®</sup>. O compósito indireto Sinfony<sup>®</sup> apresentou a menor microdureza. Dessa forma, pode ser concluído que esta propriedade mecânica não está relacionada com a classificação do compósito em direto ou indireto para os compósitos utilizados neste estudo.
4. O polimento realizado tanto com Sof-Lex<sup>®</sup> como com Pogo<sup>®</sup> causou em todos os compósitos (com exceção do Signum<sup>®</sup>) redução significativa da microdureza de superfície.

## REFERÊNCIAS

1. Dolavale LC. Caracterização mecânica e tribológica de um compósito odontológico de uso indireto [Dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Engenharia Metalúrgica e de Materiais, 2007. 77p.
2. Kakaboura A, Rahiotis C, Zinelis S, Al-Dhamadi YA, Silikas N, Watts DC. In vitro characterization of two laboratory-processed resins composites. *Dent Mater* 2003 Jul;19(5):393-398.
3. Cesar PF, Miranda Júnior WG, Braga RR. Influence of shade and storage time on flexural strength, flexural modulus, and hardness of composites used for indirect restorations. *J Prosthet Dent* 2001; 89:289-296.
4. Douglas DR. Color stability of new- generation indirect resins for prosthodontic application. *J. Prosthet Dent* 2000; 83:166-170.
5. Yilmaz D, Gemalmaz D. Clinical evaluation of class II Targis inlays: a preliminary results after 1 year. *J. Oral Rehabil* 2003; 30:855-860.
6. Mandikos MN, McGivney GP, Davis E, Bush PJ, Carter JM. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. *J Prosthet Dent* 2001; 85:386-395.
7. D'Arcangelo C, Vanini L. Effect of three surface treatments on the adhesive properties of indirect composite restorations. *J Adhes Dent* 2007 Jun; 9(3):319-326.
8. Behr M, Rosentritt M, Leibrock A, Schneider-Feyrer S, Handel G. Finishing and polishing of the ceromer material Targis. Lab - side and chair – side methods. *J. Oral Rehabil* 1999 Jan; 26(1):1-6.

9. Garcia LFR, Consani S, Churata RLM, Pires-de-Souza FCP. Resinas indiretas – evolução histórica. Clin Pesq Odontol 2006 jul/dez; 2 (5/6):407-411.
10. Spyrides SMM, Bastian FL. In vitro comparative study of the mechanical behavior of a composite matrix reinforced by two types of fibers (polyethylene and glass). Materials Science and Engineering 2004 Nov; 24(5):671-677.
11. Carreiro AFP, Cruz CAS, Vergani CE. Hardness and compressive strength of indirect composite resins: effects of immersion in distilled water. J Oral Rehabil 2004; 31(11):1085-1089.
12. Bartlett D, Sundaram G. An up to 3-year randomized clinical study comparing indirect and direct resin composites used to restore worn posterior teeth. Int J Prosthodont 2006 Nov/Dec; 19(6):613-617.
13. Thordrup M, Isidor F, Hörsted-Bindslev P. A prospective clinical study of indirect and direct composite and ceramic inlays: ten-year results. Quintessence Int 2006 Feb; 37(2):139-144.
14. Jung M. Finishing e polishing of a hybrid composite and heat-pressed glass ceramic. Oper Dent 2002; 27:175-183.
15. Mendonça CCL. Avaliação da formação de placa bacteriana in situ sobre a superfície de dois materiais estéticos indiretos [Tese de doutorado]. Piracicaba (SP): Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, 2002. 114p.
16. Direct and indirect restorative materials. J Am Dent Assoc 2003 Apr;134:463-472.
17. Muzilli M. Influência do tratamento de superfície na rugosidade Ra e dureza Vickers de porcelanas para cobertura incisal [Dissertação de mestrado]. Piracicaba (SP): Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, 2005, 115p.

18. Watanabe T, Miyazaki M, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Ando S. Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. *Journal of Oral Science* 2005; 47(1):21-25.
19. Casselli DS, Worschech CC, Paulillo LA, Dias CT. Diametral tensile strength of composite resins submitted to different activation techniques. *Braz Oral Res* 2006 Jul/Sep; 20(3):214-218.
20. Chinelatti MA, Chimelo DT, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Evaluation of the surface hardness of composite resins before and after polishing at different times. *J Appl Oral Sci* 2006; 14(3):188-192.
21. Ergücü Z, Türkün LS. Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Oper Dent* 2007 Mar/Apr; 32(2):185-192.
22. Costa JD, Ferracane J, Paravina RD, Mazur RF, Roeder L. The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *J Esthet Restor Dent* 2007; 19:214-226.
23. Tanoue N, Murakami M, Koizumi H, Atsuta M, Matsumura H. Depth of cure and hardness of an indirect composite polymerized with three laboratory curing units. *Journal of Oral Science* 2007; 49(1):25-29.
24. Üçtaslı MB, Arisu HD, Ömürlü H, Eligüzeloğlu E, Özcan S, Ergun G. The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. *J Contemp Dent Pract* 2007Feb; (8)2:89-96.
25. Miyasaka M, Miura H, Nagatomi H, Yoshimine M. The effects of various finishing materials on the gloss and the color change of indirect prosthetic resin composites. *J Med Dent Sci* 2008; 55:1-6.
26. Koh R, Neiva G, Dennilson J, Yaman P. Finishing systems on the final surface roughness of composites. *J Contemp Dent Pract* 2008 Feb; (9)2:138-145.

27. Borba M, Dellabona A, Cecchetti D. Flexural strength and hardness of direct and indirect composites. *Braz Oral Res* 2008. Aceito para publicação.
28. Cho LR, Yi YJ, Heo SJ. Effect of tooth brushing and thermal cycling on a surface change of ceromers finished with different methods. *J. Oral Rehabil* 2002; 29(9):816–822.
29. Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Mechanical properties of light-cured composites polymerized with several additional post-curing methods. *Oper Dent* 2005; 30(3):389-394.
30. Reinhardt JW, Boyer DB, Stephens NH. Effects of secondary curing on indirect posterior composite resins. *Oper Dent* 1994; 19(6):217-220.
31. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties of new composite restorative materials. *J Biomed Mater Res* 2000; 53(4):353-361.
32. Touati B. The evolution of aesthetic restorative materials for inlays and onlays: a review. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1996; 8(7):657-666.
33. Penteado RAPM, Cesar ICR, Luca G, Liporoni PCS. Avaliação da rugosidade superficial e alteração de massa de duas resinas compostas por meio de microscopia de força atômica. In: 10º. Encontro Latino Americano de Iniciação científica e 6º. Encontro Latino americano de Pós Graduação da Universidade do Vale do Paraíba [on line].; 2006. Anais eletrônicos. [Citado em 2009 Abr 27]. Disponível em: URL: <http://www.inicepg.univap.br/INIC>.
34. Mayworm CD. Comparação in vitro das propriedades mecânicas de dois compósitos odontológicos com partículas nanométricas [Tese de doutorado]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Engenharia Metalúrgica e de Materiais, 2005. 134 p.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Valores médios ( $\mu\text{m}$ ) das leituras de rugosidade (Ra) realizadas em cada corpo-de-prova do compósito Charisma<sup>®</sup> antes e após polimento

CHARISMA <sup>®</sup>				
Nº. de cdp	Antes polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Após polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Antes polimento com Pogo <sup>®</sup>	Após polimento com Pogo <sup>®</sup>
1	0,44	0,23	0,42	0,07
2	0,51	0,36	0,60	0,10
3	0,53	0,52	0,52	0,10
4	0,36	0,12	0,52	0,14
5	0,40	0,46	0,39	0,26
6	0,51	0,27	0,36	0,11
7	0,44	0,17	0,37	0,16
8	0,31	0,40	0,41	0,18
9	0,47	0,09	0,44	0,14
10	0,48	0,27	0,47	0,08
<b>Média</b>	0,44	0,29	0,45	0,13
<b>Desvio Padrão</b>	0,07	0,14	0,08	0,06



APÊNDICE B – Valores médios ( $\mu\text{m}$ ) das leituras de rugosidade (Ra) realizadas em cada corpo-de-prova do compósito Filtek Z350<sup>®</sup> antes e após polimento

Filtek Z350 <sup>®</sup>				
Nº. de cdp	Antes polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Após polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Antes polimento com Pogo <sup>®</sup>	Após polimento com Pogo <sup>®</sup>
1	0,33	0,30	0,24	0,09
2	0,3	0,33	0,28	0,15
3	0,35	0,22	0,38	0,09
4	0,31	0,34	0,37	0,20
5	0,32	0,20	0,27	0,13
6	0,31	0,25	0,3	0,17
7	0,36	0,13	0,39	0,07
8	0,38	0,16	0,27	0,19
9	0,28	0,29	0,29	0,33
10	0,34	0,23	0,22	0,14
<b>Média</b>	0,328	0,25	0,301	0,16
<b>Desvio Padrão</b>	0,03	0,07	0,06	0,07

APÊNDICE C – Valores médios ( $\mu\text{m}$ ) das leituras de rugosidade (Ra) realizadas em cada corpo-de-prova do compósito Signum<sup>®</sup> antes e após polimento

Signum <sup>®</sup>				
Nº. de cdp	Antes polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Após polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Antes polimento com Pogo <sup>®</sup>	Após polimento com Pogo <sup>®</sup>
1	0,26	0,10	0,31	0,08
2	0,48	0,12	0,36	0,10
3	0,24	0,14	0,49	0,15
4	0,53	0,27	0,38	0,22
5	0,43	0,14	0,64	0,14
6	0,50	0,15	0,49	0,08
7	0,90	0,17	0,29	0,34
8	0,34	0,15	0,39	0,13
9	0,61	0,14	0,32	0,18
10	0,65	0,07	0,45	0,08
<b>Média</b>	0,49	0,15	0,41	0,15
<b>Desvio Padrão</b>	0,20	0,05	0,11	0,08

APÊNDICE D – Valores médios ( $\mu\text{m}$ ) das leituras de rugosidade (Ra) realizadas em cada corpo-de-prova do compósito Sinfony® antes e após polimento

Sinfony®				
Nº. de cdp	Antes polimento com Sof-Lex®	Após polimento com Sof-Lex®	Antes polimento com Pogo®	Após polimento com Pogo®
1	0,38	0,07	0,35	0,23
2	0,46	0,09	0,43	0,24
3	0,39	0,10	0,48	0,20
4	0,42	0,07	0,56	0,33
5	0,58	0,15	0,25	0,24
6	0,42	0,11	0,59	0,23
7	0,35	0,10	0,46	0,17
8	0,62	0,13	0,68	0,11
9	0,68	0,32	0,37	0,17
10	0,44	0,13	0,49	0,08
<b>Média</b>	0,47	0,13	0,47	0,20
<b>Desvio Padrão</b>	0,11	0,07	0,13	0,07

APÊNDICE E – Valores médios (Kg/mm<sup>2</sup>) das leituras de microdureza Knoop realizadas em cada corpo-de-prova do compósito Charisma<sup>®</sup> antes e após polimento

Charisma <sup>®</sup>				
Nº. de cdp	Antes polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Após polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Antes polimento com Pogo <sup>®</sup>	Após polimento com Pogo <sup>®</sup>
1	50,27	48,25	38,37	39,71
2	47,92	45,06	40,97	39,94
3	38,25	35,31	44,23	40,67
4	38,2	35,99	46,6	40,76
5	40,87	39,74	37,49	37,19
<b>Média</b>	43,10	40,87	41,53	39,65
<b>Desvio Padrão</b>	5,64	5,66	3,86	1,45

APÊNDICE F – Valores médios (Kg/mm<sup>2</sup>) das leituras de microdureza Knoop realizadas em cada corpo-de-prova do compósito Filtek Z350<sup>®</sup> antes e após polimento

Filtek Z350 <sup>®</sup>				
Nº. de cdp	Antes polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Após polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Antes polimento com Pogo <sup>®</sup>	Após polimento com Pogo <sup>®</sup>
1	81,17	80,2	65,53	60,1
2	71	61,89	70,87	60,43
3	75,6	66,97	71,6	66,43
4	77,07	68,29	78,03	71,73
5	73,12	66,00	71,77	63,00
<b>Média</b>	75,59	68,67	71,56	64,34
<b>Desvio Padrão</b>	3,89	6,88	4,44	4,85

APÊNDICE G – Valores médios (Kg/mm<sup>2</sup>) das leituras de microdureza Knoop realizadas em cada corpo-de-prova do compósito Signum<sup>®</sup> antes e após polimento

Signum <sup>®</sup>				
Nº. de cdp	Antes polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Após polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Antes polimento com Pogo <sup>®</sup>	Após polimento com Pogo <sup>®</sup>
1	35,06	33,11	32,37	35,36
2	39,9	30,50	40,67	32,01
3	36,93	34,13	41,80	36,39
4	41	50,40	34,50	34,93
5	39,6	33,93	39,43	33,37
<b>Média</b>	38,50	36,41	37,75	34,41
<b>Desvio Padrão</b>	2,44	7,95	4,10	1,73

APÊNDICE H – Valores médios (Kg/mm<sup>2</sup>) das leituras de microdureza Knoop realizadas em cada corpo-de-prova do compósito Sinfony<sup>®</sup> antes e após polimento

Sinfony <sup>®</sup>				
Nº. de cdp	Antes polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Após polimento com Sof-Lex <sup>®</sup>	Antes polimento com Pogo <sup>®</sup>	Após polimento com Pogo <sup>®</sup>
1	28,51	17,11	20,03	18,36
2	31,43	17,29	25,97	18,99
3	27,83	20,24	25,20	17,27
4	28,00	22,5	24,57	19,56
5	21,30	17,17	24,73	20,57
<b>Média</b>	27,42	18,86	24,10	18,95
<b>Desvio Padrão</b>	3,72	2,43	2,34	1,24

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial desta obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Patrícia Schunck Alferes Marques

Taubaté, maio de 2009.