



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



Paulo Henrique dos Santos

CIRURGIÃO-DENTISTA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE RESINAS
FLUÍDAS COM E SEM CARGA NA RUGOSIDADE
DE SUPERFÍCIE E INFILTRAÇÃO MARGINAL DE
RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA**

*Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba, da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do TÍTULO DE
DOUTOR EM MATERIAIS DENTÁRIOS*

PIRACICABA

2003



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



Paulo Henrique dos Santos

CIRURGIÃO-DENTISTA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE RESINAS
FLUÍDAS COM E SEM CARGA NA RUGOSIDADE
DE SUPERFÍCIE E INFILTRAÇÃO MARGINAL DE
RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA**

*Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba, da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do TÍTULO DE
DOUTOR EM MATERIAIS DENTÁRIOS*

Orientador: **Prof. Dr. Simonides Consani**

PIRACICABA

2003

Ficha Catalográfica

Sa59a Santos, Paulo Henrique dos.
Influência da aplicação de resinas fluídas com e sem carga na rugosidade de superfície e infiltração marginal de restaurações de resina composta. / Paulo Henrique dos Santos. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2003.
xvii, 127p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Simonides Consani.
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas compostas. 2. Microscopia de força atômica. 3. Materiais dentários. I. Consani, Simonides. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

Dedicatória

A **DEUS**, por ter me guiado durante a vida, iluminando e agraciando meu caminho com muita saúde e perseverança.

*“Como o barro na mão do oleiro, assim estais vós em minhas mãos”
Jr 18,6*

Aos meus pais **RUTH** e **ISRAEL** e minha irmã **GILMARA**. O apoio incondicional que sempre me deram foram fundamentais para superar todos os obstáculos

“Viver sem vocês não é viver, é apenas existir”

À **SABRINA** por todo amor, companheirismo e paciência demonstrado todo este tempo. Te amo muito!

*“A tua, saudade corta como aço de navalha
O coração, fica aflito bate umas outras falha
E os olhos se enchem d’água, que até as vistas se atrapalha”
Pena Branca & Xavantinho*

Agradecimento especial

Ao **Prof. Dr. Simonides Consani**, Titular da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela amizade, orientação, e dedicação, sem a qual seria impossível atingir todos os meus objetivos.

“Se deres um peixe a um homem faminto, vais alimentá-lo por um dia. Se o ensinais a pescar, vais alimentá-lo por toda vida”

Minha sincera gratidão e reconhecimento

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do seu Diretor **Prof. Dr. Thalles Rocha de Mattos Filho** e seu Diretor Associado **Prof. Dr. Mario Fernando de Goes**.

Ao **Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho**, Titular da Área de Materiais Dentários e coordenador geral da Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela amizade, companheirismo, apoio, solicitude e atenção durante este período.

Ao **Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti**, Associado da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pelo companheirismo, amizade e orientação na análise estatística.

Ao **Prof. Dr. Mario Fernando de Goes**, Titular da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela amizade e orientação durante todo o curso.

Aos demais professores da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, em especial aos demais integrantes do curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários, **Prof. Dr. Guilherme Elias Pessanha Henriques e Profa. Dra. Regina Maria Puppim Rontani.**

Aos **Prof. Dr. Gelson Luis Adabo e Prof. Dr. Carlos Alberto dos Santos Cruz**, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, pelo incentivo, apoio, amizade, orientação e confiança demonstrada durante todos estes anos. Serei eternamente grato a vocês.

Ao meu amigo, Engenheiro **Marcos Blanco Cangiani**, da Área de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela amizade, convivência, exemplo de humanismo e indispensável auxílio na execução deste trabalho.

À Sra. **Selma Aparecida Segalla**, técnica da Área de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela amizade e ajuda oferecida durante o curso.

Ao meu amigo **Prof. Dr. Paulo Humaitá de Abreu**, pela amizade, companheirismo e incondicional ajuda na minha carreira docente.

Ao Coordenador do Curso de Odontologia do Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, **Prof. Dr. Mauro Teixeira Villanova**, pela oportunidade concedida.

Ao chefe do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, **Prof. Dr. Eduardo Piza Pellizer**, e demais docentes e funcionários deste Departamento pela calorosa acolhida em meu novo lar.

Aos meu amigos **Prof. Dr. João Neudenir Arioli Filho e Prof. Dr. Sérgio Sualdini Nogueira** pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos clínicos.

Aos amigos do curso de Pós-Graduação **Alysson, Ana Maria, Andresa, Danilo, Denise, Gilberto, Janáina, Johnson, Márcia, Marcos Japiassú, Rafael, Rogerinho e Rosângela**, pela experiência trocada e pelos momentos agradáveis vividos juntos.

Aos companheiros de República, **Alex, Cesar e Joane** pelos bons momentos compartilhados.

Ao Engenheiro técnico **Marcelo Assunção**, do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo, pelo auxílio e utilização do Microscópio de Força Atômica.

À **CAPES**, pelo auxílio financeiro concedido.

“No calendário da vida, há datas que não são lembradas, mas há momentos inesquecíveis”

Vinícius de Moraes

SUMÁRIO

RESUMO	001
ABSTRACT	003
1 – INTRODUÇÃO	005
2 – REVISÃO DA LITERATURA	009
3 – PROPOSIÇÃO	045
4 – MATERIAIS E MÉTODO	047
4.1 – Materiais	047
4.2 – Método	048
4.2.1 – Confeção dos corpos-de-prova	048
4.2.2 – Análise da rugosidade de superfície	053
4.2.3 – Análise da infiltração marginal	057
4.2.4 – Análise da superfície em microscopia de força atômica	061
4.2.5 – Análise estatística	061
5 – RESULTADOS	063
5.1 – Rugosidade de superfície	063
5.2 – Microscopia de força atômica	072
5.3 – Infiltração marginal	072
6 – DISCUSSÃO	091
7 – CONCLUSÃO	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
APÊNDICE	115

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a influência de selantes de superfície e adesivos dentinários com e sem carga na rugosidade superficial de restaurações de resina composta antes e após serem submetidas ao ensaio mecânico de escovação, bem como avaliar seus efeitos na infiltração marginal. Além disso, avaliar a topografia superficial das restaurações por meio da microscopia de força atômica. Cavidades classe V medindo 3 mm de extensão méso-distal, 2 mm ocluso-cervical e 1,5 mm de profundidade foram confeccionadas na face vestibular de 100 terceiros molares humanos hígidos e, em seguida, restauradas com resina composta Z250 (3M). Após 24 horas, foi realizado acabamento e polimento das restaurações utilizando o sistema Sof-Lex (3M). Os dentes foram separados em cinco grupos (n=20) de acordo com o agente selador utilizado: Grupo 1 – adesivo dentinário sem carga (Single Bond, 3M-Espe); Grupo 2 – adesivo dentinário com carga (Opti Bond Solo Plus, Kerr); Grupo 3 – selante de superfície sem carga (Fortify, Bisco); Grupo 4 – selante de superfície com carga (Fortify Plus, Bisco); e Grupo 5 – controle (sem nenhum material de selamento). Dez corpos-de-prova de cada grupo foram levados individualmente ao rugosímetro (Surfcorder SE 1700) para verificação da rugosidade média inicial das superfícies (Ra). A seguir, foi realizada a escovação mecânica totalizando 30.000 ciclos em máquina de escovação MSet, utilizando escova dental Oral-B 35 (Gillette do Brasil) e dentifrício Colgate MFP (Colgate-Palmolive). Após a escovação, foi realizada a segunda leitura da rugosidade em todas as restaurações. Para análise da infiltração marginal mediata, as mesmas restaurações foram submetidas a 500 ciclos térmicos (5°C – 37°C – 55°C) em máquina de ciclagem térmica MSCT – 3 Plus. A análise de infiltração

imediate foi feita nas outras dez restaurações de cada grupo, logo após o selamento das superfícies. Todos os dentes foram isolados com esmalte para unhas Revlon (Ceil) à exceção de 1mm ao redor das restaurações e imersos em solução de azul de metileno 2% tamponado, pH 7,0 (Proderma), durante quatro horas. Após este tempo, os dentes foram lavados e seccionados no sentido vestibulo-lingual em cortadeira de precisão Isomet 1000 (Buehler). As fatias foram analisadas em lupa estereoscópica Leica (Carl Zeiss) e as imagens digitalizadas com câmera digital JVC. A porcentagem de infiltração marginal foi calculada utilizando o programa analisador de imagens Leica Qwin. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. A topografia superficial dos cinco grupos foi analisada em microscopia de força atômica. Os resultados mostraram que os menores valores de rugosidade de superfície foram obtidos nos grupos controle e selados com adesivo dentinário e selante de superfície sem carga. Houve aumento nos valores de rugosidade de superfície para estes grupos após a escovação. Para o grupo selado com adesivo dentinário com carga houve diminuição nos valores de rugosidade, enquanto para o selante de superfície com carga estes valores permaneceram inalterados. Todos os grupos testados apresentaram menor infiltração marginal comparado às restaurações sem selamento, sendo que o grupo selado com selante de superfície sem carga foi aquele que apresentou as menores médias de infiltração marginal mediata. Os selantes de superfície com e sem carga foram os únicos agentes seladores que, aparentemente, suportaram a ação abrasiva e permaneceram sobre as restaurações após a escovação mecânica.

Palavras chave: resina composta; selante de superfície; rugosidade de superfície; escovação; infiltração marginal; microscopia de força atômica.

ABSTRACT

The aim of the present study was to verify the influence of surface sealants and dentin adhesive systems on the surface roughness of composite resin before and after the mechanical tooth brushing process, and to evaluate their effects on the microleakage of composite resin restorations, as well as the superficial topography of these restorations using an atomic force microscope. Class V cavities measuring 3 mm mesio-distal, 2 mm occluso-gingival and 1,5 mm depth were made on the buccal faces of 100 human third molars. The cavities were restored with Z250 (3M) composite resin and after 24 hours, they were submitted to the polishing and finishing process using a Sof-Lex system (3M). The teeth were divided into five groups (n=20) according to the sealant agent: Group 1 – Single Bond (3M); Group 2 – Opti Bond Solo Plus (Kerr); Group 3 – Fortify (Bisco); Group 4 – Fortify Plus (Bisco); Group 5 – control, without use of sealant material. Ten specimens of each group were individually positioned in a rugosimeter (Surfcorder SE 1700) to verify the initial surface roughness (Ra). These specimens were then submitted to the toothbrushing process, totaling 30,000 cycles in the MSet machine, using Oral-B 35 toothbrush (Gillete do Brasil) and Colgate MFP dentifrice (Colgate-Palmolive). After the brushing, the second measurement of surface roughness was done in all the restorations. To analyze the mediate marginal leakage, the same restorations were submitted to 500 thermal cycles (5°C – 37°C – 55°C) in a MSCT – 3 Plus thermal cycling machine. The analysis of immediate microleakage was done in other ten restorations of each group, soon after the surface sealing. All the teeth were isolated with Revlon red nail varnish (Ceil), except 1 mm around the restoration, and immersed in 2% methylene blue buffered solution

Abstract

(Proderma) for two hours. After this time, the teeth were washed in tap water and sectioned longitudinally in bucco-lingual direction with a diamond saw in the sectioning machine Isomet 1000 (Buehler). The slices were analyzed with the Leica stereoscope loupe (Carl Zeiss) and the images digitized with a JVC digital camera. The percentage of marginal leakage was calculated using a Leica Qwin image analysis program. The results were submitted to ANOVA and Tukey's test (5%). The superficial topographies of all the groups were analyzed in atomic force microscopy. The lower values of surface roughness were observed in control and sealed with Single Bond and Fortify groups. There was an increase in the surface roughness values for these groups after the toothbrushing process. There was a decrease in the surface roughness values for the Opti Bond Solo Plus group, while for the Fortify Plus group, these values remained unaltered. All the sealed groups showed lower microleakage values when compared to the control, while the Fortify group showed the lowest mean value concerning mediate marginal microleakage. The Fortify and Fortify Plus surface sealants were the only sealant agents that, apparently, resisted the abrasive action and remained attached to the restorations after the toothbrushing.

Key words: composite resin; surface penetrating sealant; surface roughness; tooth brushing; marginal leakage; atomic force microscopy.

1. INTRODUÇÃO

As resinas compostas são os materiais restauradores que apresentaram grande evolução nos últimos anos e tem sido o material de escolha para restaurações estéticas diretas em dentes anteriores e posteriores.

O compósito restaurador vem se popularizando no meio odontológico há mais de 40 anos, desde que BOWEN (1963) realizou a incorporação de partículas inorgânicas em uma matriz resinosa. Porém, as primeiras formulações continham partículas de carga grandes (50 a 100 μm) e algumas propriedades físicas e mecânicas insatisfatórias, como insuficiente resistência ao desgaste e conseqüentemente estabilidade de forma, falta de adaptação marginal e radiopacidade. Naquela época, PHILIPS *et al.* (1972) mostraram que a resina composta apresentava desgaste consideravelmente superior ao amálgama de prata, assim como maior recidiva de cárie, manchamento e perda de forma anatômica. Dessa forma, os materiais com essa composição rapidamente desapareceram do mercado odontológico (CHRISTENSEN, 1998).

Desde esse período, o material tem sofrido modificações por parte dos fabricantes, melhorando as características físicas e mecânicas, pela alteração do tipo e diminuição da média do tamanho das partículas e aumento no conteúdo de carga, tornando-o mais resistente ao desgaste (LEINFELDER, 1991).

A resistência à degradação no meio bucal é um dos principais fatores que determinam a longevidade clínica do material restaurador, incluindo a resina composta (HEATH & WILSON, 1976). Segundo MAIR *et al.* (1996), a degradação pode ser definida

como sendo a última consequência indesejável, manifestada pela perda gradual do material, incluindo vários mecanismos como corrosão química, abrasão, fadiga e efeitos adesivos, atuando em diversas combinações. GOLDSTEIN & LERNER (1991) comprovaram que a topografia superficial das resinas compostas híbridas era alterada pela escovação rotineira, sendo que o maior problema era a rugosidade de superfície advinda deste processo. Em termos clínicos, a superfície rugosa interfere no brilho e na estética da restauração, facilitando o acúmulo de placa bacteriana (TANOUE *et al.*, 2000). Segundo BOLLEN *et al.* (1997) haveria um limite de rugosidade de superfície para adesão bacteriana ($R_a = 0,2 \mu\text{m}$), acima do qual resultaria no acúmulo de placa bacteriana, aumentando, consequentemente, o risco de cárie e inflamação periodontal.

Independente da composição, os compósitos odontológicos sofrem tipos similares de alterações microestruturais, ocorridas principalmente na superfície. Quando avaliadas em microscópio eletrônico de varredura, essas alterações, tidas como microdefeitos ou microfendas superficiais, são encontradas geralmente nas áreas de contato oclusal e irradiam-se por toda a superfície oclusal das restaurações. Como resultado da fadiga mecânica e/ou química, os defeitos microestruturais potencializam a taxa de desgaste do compósito (DICKINSON *et al.*, 1990) e influenciam negativamente a estética da restauração.

Os procedimentos de acabamento e polimento, necessários para prover uma restauração com baixo índice de rugosidade de superfície e garantir as melhores qualidades estéticas do material restaurador, podem, no entanto, criar pequenos defeitos ou microtrincas na superfície da restauração, que variam de 15 a $50\mu\text{m}$ (KAWAI &

LEINFELDER, 1993). Desse modo, a distribuição de tensões pela matriz orgânica não seria uniforme, enfraquecendo o material e diminuindo sua resistência à abrasão (RATANAPRIDAKUL *et al.*, 1989; LEINFELDER, 1991). Segundo REID *et al.* (1990), estas trincas poderiam ser originárias tanto dos processos de polimerização e polimento, quanto poderiam ser geradas durante a ação de cargas cíclicas como a mastigação. Independente da origem, mesmo com esforços pequenos, o processo de abertura destas trincas seria lento, porém, tornar-se-ia rápido com tensões próximas ao limite de fadiga do material (REID *et al.*, 1990).

Na tentativa de minimizar este problema foram desenvolvidos glazes para resina composta, baseados no Bis-GMA e metilmetacrilato, cuja efetividade dependia da habilidade em penetrar nas irregularidades superficiais. GARMAN *et al.* (1977) relataram que as resinas cobertas com glazes apresentavam maior lisura superficial e que não necessitavam de reglazeamento após um ano da confecção das restaurações. Contrário a este entendimento, ITOH *et al.* (1981) e LAMBRECHTS & VANHERLE (1982) demonstraram que a camada de glaze não melhorava o desempenho clínico do compósito, devido à falha na retenção química ou mecânica causada pela grande contração de polimerização do material glazeador. Embora a eficácia do glaze devesse ser considerada como temporária, CONSANI *et al.* (1983) verificaram que o glaze usado sobre restaurações de resina composta eliminava a microinfiltração marginal, mesmo nos dentes submetidos a 100 ciclos térmicos (4°C – 37°C – 60°C).

Com a evolução das resinas compostas que proporcionam maior lisura superficial, o glaze deixou de ser utilizado como recobridor de restaurações. Mais recentemente, RATANAPRIDAKUL *et al.* (1989) sugeriram o desenvolvimento de um

selante de superfície, capaz de preencher as microrrachaduras e reforçar a matriz orgânica, para aumentar a resistência ao desgaste das restaurações de resina composta. Para LEINFELDER (1991) a utilização de tais selantes poderia diminuir a taxa de desgaste em torno de 50%. No entanto, KAWAI & LEINFELDER (1993) e BAYNE *et al.* (1994) sugeriram que tais selantes seriam eficazes apenas para compósitos com grandes partículas.

Outra função do selante de superfície seria evitar ou diminuir o processo de microinfiltração marginal que ocorreria na interface dente/resina composta. Segundo RAMOS *et al.* (2000), a microinfiltração ocorreria devido à formação de microfendas ao longo da interface, a qual poderia ser causada por diversos fatores como contração de polimerização do compósito, diferença no coeficiente de expansão térmica entre o compósito e a estrutura dental, inserção não incremental da resina composta à cavidade e devido as tensões geradas na interface causado por instrumentos rotatórios durante os procedimentos de acabamento e polimento da restauração.

Existe no mercado um selante de superfície com carga, cuja função seria selar restaurações diretas e indiretas de resina composta, restaurações provisórias e amálgama de prata. No entanto, a real eficiência deste material ainda não está comprovada em testes laboratoriais e clínicos.

Neste sentido, as medidas de rugosidade de superfície e de microinfiltração marginal, podem, se cuidadosamente interpretadas, facilitar o entendimento de como os selantes de superfície, com ou sem carga, atuam sobre restaurações de resina composta.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A incorporação de partículas irregulares de sílica tratada com vinilsilano em um polímero orgânico foi estudada por **BOWEN**, em 1963. O polímero foi produzido pela reação entre o bis (4-hidroxifenil) dimetilmetano e o glicidil metacrilato, resultando em um polímero denominado BIS-GMA. Quando 70% de sílica coberta com vinilsilano foi combinada com a solução monomérica, a contração de polimerização, o coeficiente de expansão térmica, a solubilidade e desintegração em água foram diminuídas, enquanto que a resistência à compressão, à tração, o módulo de elasticidade e a resistência a indentação aumentaram em comparação com as resinas restauradoras diretas da época. A mesma resina preenchida com sílica não tratada com vinilsiloxano apresentava propriedades inferiores com relação à sílica tratada.

PHILIPS *et al.*, em 1972, compararam restaurações classe II confeccionadas em resina composta com restaurações classe II de amálgama de prata com relação à forma anatômica, adaptação marginal e cáries secundárias. Os resultados mostraram que após dois anos, as restaurações de amálgama apresentaram pouca ou nenhuma alteração em sua forma anatômica, enquanto nas restaurações de resina composta esta alteração atingiu aproximadamente 50% das restaurações. Os autores relataram ainda que resina composta apresentava desgaste consideravelmente superior ao amálgama de prata, assim como maior recidiva de cárie, manchamento e perda de forma anatômica. Dessa maneira, o uso de

resinas compostas em restaurações classe II deveria estar limitadas àquelas situações onde a estética é fundamental e os preparos cavitários conservadores.

Em 1976, **HEATH & WILSON** afirmaram que o desempenho clínico satisfatório de um material restaurador era dependente de sua resistência à degradação no meio bucal. Um fator que poderia contribuir para a degradação do material seria a abrasão provocada pelos processos de mastigação, atrição, corrosão, erosão e os efeitos dos procedimentos de higiene oral. Os autores realizaram um ensaio mecânico de escovação “in vitro” utilizando diversos materiais: ouro, amálgama, cimento de silicato, resina composta e resina acrílica. O dentifrício Sturcal H foi escolhido por possuir na sua composição o carbonato de cálcio, que era o abrasivo mais comum e por ser um material de corrente uso na época. Os corpos-de-prova foram escovados a 37°C, sob uma carga de 5N, a uma frequência de 4,5 ciclos por segundo, totalizando 20.000 ciclos. As superfícies abrasionadas foram avaliadas em um perfilômetro (Talysurf 4) para calcular a quantidade de material removido. Os resultados mostraram que todos os materiais, exceto o ouro, apresentaram desgaste maior que o esmalte dental. O desgaste do amálgama foi 50% maior que o do esmalte, enquanto o cimento de silicato e os compósitos desgastaram-se duas a quatro vezes mais rapidamente que o esmalte.

GARMAN *et al.*, em 1977, compararam clinicamente a durabilidade de dois materiais de cobertura usados em duas resinas compostas: Adaptic (Johnson & Johnson) e Nuva-Fil (L. D. Caulk). Os materiais de cobertura foram respectivamente Adaptic Glaze (Johnson & Johnson) e Nuva-Seal (L. D. Caulk). Os resultados mostraram que as resinas

cobertas apresentavam superfície mais lisa imediatamente e um ano após a confecção das restaurações. Os compósitos não cobertos apresentaram superfície mais rugosa após um ano quando comparada com a realizada imediatamente. Os autores concluíram que mais de 75% das restaurações cobertas ou glazeadas não necessitavam de reglazeamento após o período de um ano.

ITOH *et al.*, em 1981, avaliaram a efetividade do glazeamento de resinas compostas e suas alterações após aplicação em estudos laboratoriais e clínicos. Sessenta incisivos centrais superiores foram embutidos em resina acrílica. Cavidades classe V foram preparadas na superfície vestibular e os dentes foram restaurados com resina composta Adaptic (Johnson & Johnson), sendo que metade deles recebeu aplicação do agente glazeador. As restaurações não glazeadas foram polidas após uma semana, enquanto a glazeada não recebeu nenhum tratamento adicional. As restaurações foram sujeitas à termociclagem e escovação mecânica, utilizando escova dental de nylon sob carga de 400gf, a frequência de 1.000 ciclos por dia, durante 30 dias. Os resultados mostraram que após 30.000 ciclos, o glaze se separou da resina composta, deixando a superfície rugosa, semelhante às superfícies não glazeadas. Dessa forma, a melhora na textura superficial causada pelo glazeamento deveria ser considerada temporária.

LEITÃO & HEGDAHL, em 1981, descreveram a rugosidade como fator importante no fenômeno de superfície, aumentando a área superficial, afetando a fricção e possibilitando a retenção mecânica de materiais estranhos, como a placa dental. Em um estudo sobre rugosidade superficial, uma distinção deveria ser feita entre rugosidade e

curvatura. Em alguns rugosímetros, isto poderia ser facilmente realizado desde que o equipamento ofereça a possibilidade de filtrar as ondulações da superfície. Durante a medição, enquanto uma agulha se movimentasse ao longo da superfície, recordando todos os picos e vales que a caracterizam, o valor de *cut-off* (filtro) deveria ser selecionado com a intenção de discriminar entre rugosidade e ondulação superficial. Desta forma, quando presentes os valores de rugosidade superficial, sempre os valores de *cut-off* deveriam estar indicados. Alguns parâmetros de medição, como o Ra (rugosidade média), não levam em conta a geometria e o padrão de superfície, de modo que uma correta filtragem possibilitaria uma leitura superficial mais confiável.

AKER, em 1982, comparou a resistência à abrasão por escovação de resinas compostas híbridas com resinas convencionais e sem partículas. As resinas utilizadas foram: Miradapt, Prisma-Fil e Visar-Fil (híbridas); Silar e Finesse (microparticuladas), Concise (convencional) e Sevitron (resina acrílica sem partículas). Corpos-de-prova de 6mm de diâmetro de cada resina foram confeccionados em moldes metálicos e levados ao ensaio de escovação mecânica utilizando 45g de pasta abrasiva Colgate MFP e 45ml de água destilada. Foram realizados 16.000 ciclos para cada corpo-de-prova durante uma hora, o que corresponderia a 22 impactos da escova sobre o dente, duas vezes por dia durante um ano. A resistência à abrasão foi medida determinando o volume de material perdido durante a escovação. Os resultados mostraram que a característica superficial após escovação estava diretamente relacionada com o tamanho das partículas inorgânicas do material. A combinação de partículas grandes e nanométricas resultava em um material inicialmente

liso, mas que adquiria aspecto rugoso semelhante aos compósitos convencionais, após um processo de abrasão provocado por escovação mecânica.

LAMBRECHTS & VANHERLE, em 1982, investigaram a retenção do glaze sobre a superfície de compósitos polidos, considerando que embora os compósitos e os instrumentos para polimento tenham melhorado consideravelmente, uma superfície completamente lisa é raramente alcançada. As resinas compostas utilizadas neste estudo foram Adaptic (Johnson & Johnson), Estilux (Kulzer) e Silar (3M), os glazes Adaptic glaze (Johnson & Johnson), Nuva-Seal (L. D. Caulk) e o sistema de união Silar (3M). Os glazes foram aplicados sobre a superfície polida do compósito, polida e limpa com ultra-som ou polida, limpa com ultra-som e condicionada com ácido fosfórico ou clorofórmio. Os resultados mostraram que houve união somente quando foi feito condicionamento da superfície, sendo mais efetivo com o clorofórmio. A falha na retenção química ou mecânica foi causada pela contração de polimerização, sendo a do glaze 4,8 vezes maior que a do compósito. Com aplicação de ácido fosfórico, foi possível condicionar o esmalte, criando melhor união mecânica. Utilizando clorofórmio, a matriz orgânica foi parcialmente dissolvida, liberando partículas inorgânicas e aumentando a possibilidade de retenções. Os autores concluíram que a camada de glaze não promovia bom desempenho clínico do compósito, embora união química estivesse presente, uma vez que a adesão foi conseguida pela retenção mecânica do glaze ao compósito.

Em 1983, **CONSANI *et al.*** investigaram “in vitro” a influência do agente glaseador no selamento marginal de restaurações de resina composta. Cavidades classe V

foram preparadas em oitenta dentes humanos recém-extraídos e restaurados com duas resinas compostas: Adaptic (Johnson & Johnson) e Powderlite (S. S. White) com e sem o agente glaseador. Metade das restaurações foi armazenada à 37°C durante duas semanas, enquanto a outra metade foi submetida à 100 ciclos térmicos, com banhos entre 4°C e 60°C durante 60 segundos, com interposição durante 30 segundos em água a 37°C. A imersão das restaurações em banho de água à temperatura intermediária (37°C) foi realizada com a finalidade de estabelecer um mesmo nível de temperatura antes de cada imersão. Os dentes foram imersos em solução de ácido fosfórico trissódico durante 30 dias e seccionados longitudinalmente através da restauração. A superfície plana da área de corte foi colocada diretamente sobre um filme periapical, permanecendo uma semana em câmara escura, a fim de que a imagem auto-radiográfica fosse produzida. Os resultados mostraram que o glaze usado sobre restaurações de resina composta eliminava a microinfiltração marginal, mesmo nos dentes submetidos a 100 ciclos térmicos (4°C – 37°C – 60°C). Nos dentes armazenados em água à 37°C durante duas semanas, não houve diferença entre as restaurações glaseadas ou não.

A microestrutura de resinas compostas após abrasão por escovação foi estudada por **EHRNFORD** em 1983. Segundo o autor, uma superfície rugosa pode levar ao aumento na retenção de placa bacteriana e pigmentação superficial, além da textura superficial ser um fator importante nas propriedades estéticas do material restaurador. Duas resinas compostas foram estudadas, sendo uma experimental e outra microparticulada. Os corpos-de-prova das resinas compostas foram submetidos ao ensaio de escovação utilizando dentifrício Sensodyne diluído em água na proporção 1:3 em massa. A escovação foi

realizada sob carga de 8,7N durante uma hora (200 ciclos por minuto), sendo a superfície das resinas compostas estudada em microscopia ótica e eletrônica de varredura. O autor discute que a taxa de abrasão do compósito depende de diversos fatores como tipo e diluição do dentífrico, tipo de escova, velocidade e pressão exercida durante a escovação.

Em 1985, **TORSTENSON** *et al.* relataram que as restaurações de resina composta estão frequentemente localizadas em áreas onde a parede cervical é constituída por cimento, com pouco ou nenhum esmalte a ser condicionado por ácido, resultando em pobre adaptação da restauração nesta área. Os autores avaliaram, *in vivo* e *in vitro*, a possibilidade de aplicar a técnica de impregnação de resina fluída na fenda marginal onde o esmalte estivesse ausente ou não fosse submetido ao condicionamento ácido. Os resultados mostraram que a resina de baixa viscosidade foi capaz de escoar por entre a fenda cervical resultante da contração de polimerização da resina composta, melhorando o selamento marginal da restauração. Na maioria dos dentes, a resina penetrou 0,5 a 2 mm a partir da margem cervical.

LEINFELDER, em 1987, relatou que o padrão de desgaste das resinas compostas posteriores dependia das partículas de carga na matriz resinosa. Durante o processo de mastigação, a energia gerada era transmitida diretamente do bolo alimentar para a superfície do compósito. Em áreas onde as partículas estivessem aproximadas ou projetadas da superfície, a energia seria transmitida pelas partículas até a matriz circundante. Onde as partículas estivessem anguladas, ocorreria concentração de tensões, causando formação de microrrachaduras na matriz, enfraquecendo-a e possibilitando o

deslocamento definitivo das partículas de carga, aumentando o desgaste da restauração. Além da diminuição do tamanho das partículas, a taxa de desgaste do compósito poderia ser diminuída reduzindo-se a dureza das partículas. Nestes casos, as tensões mastigatórias seriam parcialmente absorvidas, não sendo transmitidas diretamente para a matriz, resultando em material mais resistente ao desgaste.

Em 1987, **TRIADAN** relatou que os fatores que podem afetar a união entre resina e esmalte eram: forças mecânicas, especialmente as forças de cisalhamento; flutuações de temperatura (termociclagem) e decomposição biológica da margem do compósito através da ação da saliva e/ou constituintes da placa bacteriana. Segundo o autor, existem quatro situações em que a microinfiltração constitui um problema clínico sério: (1) – estética, principalmente com relação à descoloração marginal; (2) – sensibilidade, principalmente em restaurações classe V, onde o reparo da margem por selamento geralmente não apresenta sucesso em longo prazo; (3) – percolação, ou seja, a penetração de saliva e bactérias através das fendas na periferia da restauração, causada principalmente pelas alterações dimensionais devido a mudanças térmicas; (4) – cáries marginais secundárias, como resultado final de toda a infiltração periférica. O autor concluiu que a formação de microfissuras nas margens da restauração não leva necessariamente a um problema clínico sério, sendo que, em alguns casos, estas microfissuras podem ser eliminadas através de métodos de polimento e selamento.

KEMP-SCHOLTE & DAVIDSON, em 1988, avaliaram a capacidade seladora de uma resina de baixa viscosidade não particulada (sistema de união Silux, 3M)

sobre restaurações classe V de resina composta Silux e P-30 (3M). Os resultados mostraram que a resina de baixa viscosidade selou quase todas as restaurações de Silux, enquanto que as restaurações de P-30 ainda apresentavam fendas marginais, mesmo após a aplicação da resina de baixa viscosidade. O sucesso desta técnica depende, portanto, das características intrínsecas do compósito restaurador, sendo eficaz para os materiais com relativo baixo módulo de elasticidade. Os autores relatam ainda que o sucesso da técnica depende do desenvolvimento de selantes com baixa viscosidade e maior capacidade de penetração. No entanto, uma alta contração de polimerização (até 5,7%) é de se esperar para as resinas de baixa viscosidade, a qual pode comprometer a preservação da união.

RATANAPRIDAKUL *et al.*, em 1989, relataram que algumas resinas compostas exibiam uma média anual de desgaste de 25µm ou menos, sendo que os compósitos microparticulados eram mais resistentes do que os compósitos contendo partículas maiores que 1µm. O objetivo do estudo foi verificar se os processos de acabamento poderiam influenciar a taxa de desgaste da restauração. Quarenta e cinco restaurações classe I e II foram confeccionadas em molares decíduos com a resina composta Ful-Fil e divididas em dois grupos: o grupo 1 recebeu acabamento com brocas 12 lâminas e o grupo 2 não recebeu acabamento. As restaurações foram moldadas com polivinilsiloxano imediatamente após a confecção, mensalmente até os seis primeiros meses e após um ano. Os modelos obtidos foram comparados com modelos padrões calibrados para quantificar o desgaste das restaurações. Os resultados mostraram que as restaurações acabadas apresentaram desgaste superior às não acabadas por apresentarem defeitos e microrrachaduras, criados pelo procedimento de acabamento, que se estendiam

até 50µm da superfície. Desse modo, a distribuição de tensões pela matriz orgânica não foi uniforme, enfraquecendo o material e diminuindo sua resistência à abrasão. O desenvolvimento de um selante de superfície, capaz de preencher as microrrachaduras e reforçar a matriz orgânica seria uma alternativa para se aumentar a resistência ao desgaste das restaurações de resina composta.

TJAN & CHAN, em 1989, relataram que o aumento na retenção de placa, irritação gengival e manchamento eram resultados do polimento incorreto da restauração, sendo que a resina composta rugosa e não polida aumentaria o coeficiente de fricção, aumentando a taxa de desgaste da restauração. Sete marcas comerciais de resina composta foram utilizadas: Silux (3M), Heliomolar (Vivadent), Herculite (Sybron/Kerr), Ful-Fil (3M), P-30 (3M), P-10 (3M) e Curay II (Sci-Pharm) e medidas quanto a dureza e rugosidade superficial. Dez corpos-de-prova de cada material medindo 2,5mm de espessura por 6mm de diâmetro foram confeccionados em moldes de aço inoxidável para a medição da rugosidade superficial após o polimento com discos Sof-Lex cobertos com óxido de alumínio (3M) ou pontas de borracha impregnadas por dióxido de silício (Vivadent). Os discos Sof-Lex foram usados na sequência de granulações grosso a superfino (granulações 150, 360, 600 e 1200) durante 40 segundos por disco, sendo que a cada 10 segundos, o corpo-de-prova foi girado em 90° para assegurar um polimento uniforme. As pontas impregnadas por dióxido de silício cinza e verde foram utilizadas por 15 segundos cada. Os valores da rugosidade superficial média (Ra) foram medidos em rugosímetro Surftester III (Mitutoyo, Japão), sendo feitas três leituras em cada corpo-de-prova após os processos de polimento. As superfícies foram visualizadas em microscopia eletrônica de varredura. Os

resultados mostraram que os discos Sof-Lex produziram superfícies mais lisas para todos os compósitos, exceto para o Herculite. Os discos foram efetivos em polir as grandes partículas de carga e a matriz resinosa, gerando uma superfície mais lisa, enquanto as pontas de dióxido de silício removeram preferencialmente a matriz resinosa, deixando as partículas de carga expostas e não polidas. Isto ocorreu pelo fato das partículas de óxido de alumínio serem mais duras que as partículas de dióxido de silício. Os autores concluíram que as partículas de abrasivo dos sistemas de polimento deveriam ser relativamente mais duras que as partículas de carga do material. Caso contrário, o agente polidor iria remover somente a matriz mais macia, deixando as partículas de carga protruídas na superfície.

DICKINSON *et al.*, em 1990, avaliaram o desempenho clínico de uma resina composta tratada com selante de superfície experimental, consistindo de Bis-GMA, TEGDMA e THFMA. O selante de superfície foi especialmente desenvolvido para penetrar nas microfendas e nas irregularidades superficiais das resinas anteriores e posteriores, aumentando a resistência ao desgaste desses materiais. A resina composta utilizada foi a Bis-Fil I (Bisco) contendo 86% em massa de partículas de estrôncio difásica, caracterizada por conter superfície porosa, permitindo que a matriz resinosa penetrasse na superfície. Sessenta e duas restaurações classe I e II foram confeccionadas, quando após o polimento, metade foi condicionada com ácido fosfórico 37% por 30 segundos, lavadas, secas com ar, aplicado o selante de superfície e polimerizada durante 60 segundos. A outra metade não recebeu nenhum tratamento após o polimento. Os resultados em microscopia eletrônica de varredura mostraram que as restaurações sujeitas ao selante de superfície apresentaram-se mais lisas e mais contínuas que as superfícies não tratadas, as quais apresentavam

numerosas bolhas, fendas e partículas protruídas sobre a superfície. Resultante de tensões químicas e mecânicas, incluindo os processos de acabamento e polimento, esses defeitos microestruturais influenciaram nas características de desgaste das resinas compostas posteriores e enfraqueceram a integridade marginal. Com relação à textura superficial, não houve diferença entre o grupo tratado e não tratado, o que sugere que o selante não foi suficientemente espesso para obliterar as partículas de carga protruídas, como seria o caso de um agente glazeador. Os autores concluíram que a aplicação de selante de baixa viscosidade aumentava a resistência ao desgaste de resinas compostas para restauração em dentes posteriores.

REID *et al.*, em 1990, relataram que a fadiga e o desgaste são dois processos físicos básicos que contribuem para a degradação dos materiais restauradores. Os autores destacaram que a diminuição progressiva da resistência mecânica de determinado material, submetido à ciclagem mecânica, estaria relacionada à propagação de trincas e rachaduras. A resistência aumentaria à medida que houvesse redução da área sem trincas num corpo-de-prova. Inicialmente ocorreria a nucleação ou formação das trincas, seguida de crescimento lento e crescimento instável. Nos compósitos, a nucleação poderia já estar presente, em função dos processos de polimerização e polimento. Caso contrário, as trincas seriam criadas durante a ação de cargas cíclicas como a mastigação. Com esforços menores, o processo de abertura das trincas seria lento, porém, tornar-se-ia rápido com tensões próximas ao limite de fadiga. Segundo os autores, o mecanismo de desgaste dos materiais odontológicos na cavidade bucal seria um fenômeno complexo devido às variações de cargas e movimentos que poderiam ocorrer, e devido à agressividade química

e biológica do meio ambiente bucal. Existiriam quatro mecanismos de desgaste: adesivo, abrasivo, desgaste por fadiga e corrosivo, sendo que o volume de desgaste poderia ser determinado por perda de massa do material, alterações dimensionais, perfilometria superficial e coleção dos debrís de desgaste. Em testes de longa duração, a taxa de desgaste aumentaria devido à fadiga na superfície do material a qual está frequentemente associado com as trincas superficiais. Do ponto de vista microscópico, todas as superfícies de todos os biomateriais seriam rugosas, sendo que aquelas com alta qualidade superficial seriam irregularidades de aproximadamente $0,05\mu\text{m}$. Os autores concluíram que devido a complexidade dos mecanismos de desgaste torna-se difícil desenvolver um teste laboratorial que determine com precisão a taxa de desgaste clínica de um material.

GOLDSTEIN & LERNER, em 1991, relataram que a escovação dental poderia comprometer o acabamento e polimento das restaurações de resina composta, provocando desgaste superficial. Embora a perda de material pela escovação fosse de significância clínica duvidosa, o maior problema era a rugosidade de superfície estabelecida no processo. Neste estudo, os autores observaram o efeito de várias pastas dentais sobre 24 corpos-de-prova de resina composta Herculite (Kerr), com 10mm de diâmetro, confeccionados em moldes acrílicos e armazenados em água destilada a 37°C durante uma semana. Os corpos-de-prova foram levados à máquina de ensaio de desgaste por escovação e submetidos a 10.000 ciclos de escovação com água deionizada para determinar se o tipo de escova afetaria a topografia superficial da resina composta. Logo após, 48 corpos-de-prova do mesmo material foram sujeitos a 20.000 ciclos de escovação com diferentes marcas comerciais de pastas dentais (100mg de pasta dental em 100mg de água). Embora o

número de ciclos necessários a simular um ano de escovação seja controverso e arbitrário, 20.000 ciclos simulam aproximadamente dois anos de escovação. Após os ciclos de escovação, os corpos-de-prova foram lavados em água corrente, secos com jato de ar e levados ao perfilômetro Mitotoyo Surf-test-4 para análise da rugosidade superficial, em um trecho de leitura de 1,5mm. Os resultados mostraram não haver diferença na rugosidade superficial da resina composta quando da escovação somente de água deionizada independentemente da escova dental e que a escovação com dentífrício provocou uma alteração na rugosidade superficial em todas as amostras. Como conclusão, os autores relataram que a topografia superficial de resinas compostas híbridas era alterada pela escovação de rotina.

LEINFELDER, em 1991, relatou que desde sua introdução nos anos 60, as características físicas e mecânicas das resinas compostas têm melhorado consideravelmente, principalmente pela diminuição da média do tamanho das partículas e aumento no conteúdo de carga, mantendo-as mais resistente ao desgaste. Como resultado, as formulações atuais são 10 a 15 vezes mais resistentes às tensões oclusais do que as formulações originais. A localização da área de oclusão cêntrica era um fator primordial na resistência ao desgaste das resinas compostas para dentes posteriores, sendo que contatos oclusais fortes poderiam não somente acelerar o processo de desgaste, como também levar à fratura da restauração. De acordo com o autor, o clínico poderia escolher dentre várias marcas comerciais de resina composta para uso em dentes posteriores e que as características de manipulação, textura superficial e principalmente a resistência ao desgaste, diferiam largamente entre os materiais. Em geral, quanto mais distalmente se

localizar a restauração, maior será a taxa de desgaste da mesma. O autor ainda considerou que os processos de acabamento e polimento traumatizam a superfície das resinas compostas, criando defeitos microestruturais que diminuía a resistência à abrasão. A energia dos instrumentos de polimento criava numerosas microfendas que se estendiam ao longo e abaixo da superfície, chegando, em alguns casos, a 20 micrometros ou mais. Perante este problema, a utilização de selantes de penetração superficial podia diminuir a taxa de desgaste da resina composta em torno de 50%. Este selante escoava pela superfície e penetrava nos defeitos microestruturais, não somente diminuindo a taxa de desgaste da restauração mas também eliminando defeitos marginais, concentrante de tensões.

REID *et al.*, em 1991, avaliaram a microinfiltração em restaurações classe V de resina composta após o selamento das margens com selante de fissuras (Delton) ou com o componente resinoso de um agente de união à dentina (Scotchbond 2), comparando-os com a microinfiltração de grupos não selados. Segundo os autores, as restaurações classe V são menos susceptíveis as forças mastigatórias embora a abrasão causada pela escovação possa ser um fator importante. Cavidades classe V retangulares (4 x 2 x 1,5 mm) foram confeccionadas em trinta pré-molares e restauradas com a resina composta para dentes posteriores Fulfil (Dentsply). Após a restauração, os dentes foram divididos em três grupos: (A) controle, (B) no qual uma camada do adesivo Scotchbond 2 foi aplicado sobre a restauração sem qualquer tratamento na superfície e (C) no qual foi aplicado o selante Delton sobre a restauração de resina composta. Os dentes foram termociclados durante seis horas, sendo que cada ciclo consistia de 20 minutos à banho de 37°C, 20 minutos a 5°C, 20 minutos novamente a 37°C e 20 minutos a 55°C. Após a termociclagem, os dentes foram

imersos em solução de fucsina básica 0,5% durante 24 horas. Posteriormente, os dentes foram seccionados e o grau de infiltração avaliado por escores em microscópio binocular, com aumento de 20x. Os resultados mostraram que não houve infiltração nas margens em esmalte. Nas margens em dentina, os grupos experimentais foram eficazes em diminuir a microinfiltração marginal. Os autores relataram que o grau de penetração dos materiais de selamento dependia da viscosidade e da habilidade de umedecer a superfície do dente e do material restaurador.

STODDARD & JOHNSON, em 1991, avaliaram a efetividade de vários instrumentos de polimento em oito diferentes resinas compostas, sendo quatro anteriores e quatro posteriores. As superfícies das resinas compostas foram comparadas utilizando tira matriz Mylar (controle), resina sem carga como agente glazeador, polimento com três borrachas abrasivas e séries de discos de polimento de três fabricantes distintos. Trezentos e vinte corpos-de-prova das diferentes resinas compostas, medindo 1,5 a 2mm de espessura por 10mm de diâmetro foram confeccionados em blocos de resina acrílica. A seguir, foram polidos e deixados em ambiente seco por 24 horas antes da leitura da rugosidade superficial média (Ra), feita no aparelho Surfanalyzer 4000 (Federal Products, Providence). Três leituras foram feitas em cada corpo-de-prova e a média determinada. A topografia superficial também foi analisada em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que a tira Mylar obteve a menor rugosidade superficial nos compósitos anteriores, enquanto o agente glazeador foi mais efetivo nos compósitos posteriores. Os autores concluíram que devido as diferenças no tamanho, forma, número de partículas e

tipo de matriz resinosa, nenhum sistema foi capaz de criar superfície lisa em todas resinas compostas.

TJAN & TAN, em 1991, avaliaram a capacidade de resinas de baixa viscosidade em diminuir a microinfiltração em restaurações de resina composta classe V. Os autores relataram que o sucesso desta técnica estaria na habilidade do agente de selamento em penetrar adequadamente na interface através da ação de capilaridade. A utilização de qualquer sistema de baixa viscosidade pode não ser eficaz devido a formulação da resina, dos agentes diluentes e das partículas utilizadas como modificadores de viscosidade ou componentes opacificadores. Neste estudo, cavidades classe V foram confeccionadas nas faces vestibular e lingual de 35 terceiros molares humanos íntegros e restaurados com resina composta híbrida Herculite XR (Kerr). As restaurações foram divididas em sete grupos: grupo 1 – não foi selado com nenhum material; grupo 2 – selado com adesivo para esmalte fotopolimerizável VisioBond; grupo 3 – selado com adesivo de união ao esmalte quimicamente ativado Concise; grupo 4 – selado com adesivo dentinário Scotchbond Dual Cure; grupo 5 – selado com adesivo dentinário Scotchbond 2; grupo 6 – selado com selante para fissuras fotoativado Concise; grupo 7 – selado com selante de fissuras quimicamente ativado Concise. As restaurações foram termocicladas entre 5 e 55°C em banho contendo solução de fucsina básica. Posteriormente, os dentes foram seccionados e o grau de microinfiltração avaliado por escores. Os resultados mostraram que o uso de selantes de fissuras não foi efetivo em prevenir a microinfiltração na margem gengival, provavelmente devido à presença do opacificador dióxido de titânio na composição do material, deixando-o com menor fluidez e capacidade de umedecimento. Para obter um

resultado satisfatório, a viscosidade do material selador deveria ser adequadamente baixa por um determinado tempo, para permitir o escoamento da resina líquida o mais profundo possível, antes do início de sua polimerização. Além disso, os autores relataram que o excesso de material selador deixado sobre a superfície, embora efetivo nos estágios iniciais, apresentam uma performance clínica questionável a longo prazo devido à sua baixa resistência à abrasão por escovação.

DICKINSON & LEINFELDER, em 1993, relatam que um selante de penetração superficial poderia diminuir o desgaste da superfície oclusal de resinas compostas posteriores. Neste estudo foram avaliadas restaurações classe I e II de resina composta confeccionadas com ou sem a aplicação do selante de superfície. Os resultados mostraram que o selante foi efetivo em penetrar e preencher os defeitos microestruturais tanto na superfície oclusal quanto na interface preparo/restauração, reduzindo a taxa de desgaste da resina composta e melhorando a integridade marginal. O tempo requerido para polimerizar o selante poderia completar a polimerização da resina subjacente, resultando em uma superfície mais dura e mais resistente ao desgaste. Os autores concluíram que a aplicação de um selante de baixa viscosidade foi uma medida viável para restaurações de resinas compostas posteriores, sendo a técnica simples e rápida. Além disso, sua efetividade poderia ser melhorada caso o material fosse aplicado bianualmente devido ao desgaste neste período.

KAWAI & LEINFELDER, em 1993, relataram que o desgaste dos compósitos em dentes posteriores estava relacionado com a presença de micro-rachaduras

ou defeitos superficiais, que variavam de 15 μ m ou mais de profundidade. Embora estas imperfeições fossem parte do processo de degradação, eram comumente geradas durante os processos de acabamento e polimento das restaurações. Neste estudo foi avaliada a influência do selante de penetração superficial Fortify (Bisco) sobre a resistência ao desgaste de compósitos posteriores com diferentes tamanhos de partículas: Herculite (Kerr) e Prisma APH (Caulk) com tamanho médio de partículas de 1 μ m ou menos e Bisfil P (Bisco) e Occlusin (ICI) com partículas maiores que 1 μ m. Cinco corpos-de-prova de cada material foram confeccionados em cavidades medindo 4mm de diâmetro por 4mm de profundidade em molares humanos extraídos. Após o polimento, metade das restaurações foi condicionada durante 10 segundos, sendo o selante polimerizado por 40 segundos. Os corpos-de-prova foram submetidos à ciclagem mecânica totalizando 400.000 ciclos. Réplicas foram obtidas em resina epóxica após moldagem com polivinilsiloxano e analisadas em microscopia eletrônica de varredura e perfilômetro Surfscorder 4000. Os resultados mostraram que o selante era capaz de preencher as microfendas na superfície da restauração e devido à sua baixa viscosidade e alto umedecimento, penetrando nestes defeitos à profundidade de 1 a 2 μ m. No entanto, a habilidade do selante em diminuir a resistência ao desgaste estava relacionada com o tamanho das partículas de carga da resina composta. As partículas maiores tendiam a criar mais defeitos microestruturais durante a mastigação do que as partículas submicrométricas. Isto porque a tensão mastigatória era transmitida da partícula para a matriz circunjacente e nas áreas onde as partículas eram muito anguladas, a concentração de tensão se tornava maior, podendo levar a formação de microfendas na matriz resinosa. Os compósitos com partículas menores são caracterizados

pela menor formação de fendas. Dessa forma, o selante pode não ser efetivo em compósitos com partículas menores que 1 μ m, porém a interface marginal foi mais contínua nas superfícies seladas. A espessura do selante não teve efeito sobre os valores de desgaste devido sua superfície ser constituída exclusivamente de resina parcialmente polimerizada, sendo pouco resistente ao desgaste. Somente o selante que penetrou na superfície seria realmente polimerizado e aumentaria a resistência ao desgaste dos compósitos. Os autores concluíram que o uso do selante de penetração superficial aumentava a longevidade clínica de resinas posteriores, porém, a redução do desgaste oclusal parecia ser dependente do tamanho das partículas de carga do material.

BAYNE *et al.*, em 1994, relataram que resinas compostas com alto conteúdo de partículas possuíam as melhores propriedades físicas, mecânicas e químicas porém as que continham menor quantidade de partículas eram mais fáceis de serem polidas. Os autores relataram que os primeiros selantes de superfície eram chamados de glazes para resina composta e eram utilizados para eliminar defeitos marginais criados durante o acabamento e polimento da restauração, prevenindo seu manchamento. Porém, estes sistemas não se aderiam adequadamente à resina e seu efeito em diminuir a taxa de desgaste era pequeno e de curta duração. Os selantes de superfícies, como o Fortify (Bisco), poderiam aumentar a resistência ao desgaste inicial de compósitos com grandes partículas, mas a influência sobre os sistemas resistentes ao desgaste podia ser pequena.

MAIR *et al.*, em 1996, em um relato sobre mecanismos, manifestações e medidas de desgaste, afirmou que o desgaste ou degradação podia ser definido como sendo

a última consequência indesejável da interação entre as superfícies, manifestadas pela perda gradual do material, incluindo corrosão química, abrasão, fadiga e efeitos adesivos, atuando em diversas combinações. O desgaste por abrasão era provavelmente o mais comum e ocorria quando partículas duras contactavam superfícies mais moles. Estas partículas podiam ser parte integral da superfície, como por exemplo, as partículas de cargas protruídas de um compósito odontológico, ou podiam ser partículas separadas ou soltas que se dispersavam entre as superfícies. O primeiro tipo de abrasão era chamado abrasão de dois corpos, enquanto o último era chamado abrasão de três corpos. No caso das resinas compostas, no fenômeno de abrasão de três corpos, os dentifrícios tenderiam a abrasionar preferencialmente a fase orgânica mais macia, deixando as partículas de carga protruídas na superfície. Neste caso, as partículas de carga permaneciam intactas e transmitiam a força de contato à matriz circundante, resultando em microrrachaduras. Eventualmente, a matriz rachada não era mais capaz de reter as partículas que eram, então, deslocadas. A distribuição das partículas de carga era a variável de maior influência no desgaste das resinas compostas. A resistência ao desgaste destes materiais poderia ser aumentada pela diminuição do tamanho das partículas de carga e do espaço entre elas. Partículas menores resultavam em menor protrusão superficial, diminuindo a fricção pelo contato entre as superfícies. Nos compósitos microparticulados, o pequeno tamanho das superfícies permitia a manutenção de uma superfície lisa, porém, o espaço entre as partículas era muito grande, podendo ocorrer falhas neste material. Já nos compósitos híbridos, o espaço entre as partículas era muito pequeno e a superfície apresentava quase que a mesma lisura, sendo mais resistente ao desgaste. Estas considerações tinham sido muito importante no desenvolvimento das recentes gerações de resinas compostas

posteriores, as quais apresentavam partículas com 1µm em média de tamanho comparado com 3-10µm das primeiras gerações. Embora a resistência ao desgaste das resinas compostas tivesse melhorado, ainda não era a ideal.

MAY JR *et al.*, em 1996, avaliaram o efeito de um selante de superfície de baixa viscosidade (Fortify) na microinfiltração marginal de restaurações classe V. Cinquenta cavidades classe V foram confeccionadas nas faces vestibular e lingual de dentes humanos recém extraídos e divididos em cinco grupos de 10 de acordo com o sistema adesivo e material restaurador utilizado: Grupo 1 – condicionador de dentina e Fuji II LC; Grupo 2 – primer ProBond e VariGlass; Grupo 3 – OptiBond e Herculite XRV; Grupo 4 – Scotchbond Multi-Purpose e Silux Plus; Grupo 5 – Scotchbond Multi-Purpose e Z100. Após os procedimentos de acabamento e polimento, metade das restaurações foi coberta pelo selante de superfície Fortify. Os dentes foram submetidos a 500 ciclos térmicos entre 5°C e 55°C e imersos em solução de nitrato de prata 50% durante duas horas. Após a exposição à luz por seis horas para precipitar os íons de prata na área da infiltração, os dentes foram seccionados com disco de diamante e avaliados por escores quanto ao grau de microinfiltração: grau 0 – ausência de infiltração marginal; grau 1 – penetração do nitrato de prata até um terço da cavidade; grau 2 – penetração de um a dois terços da cavidade; grau 3 – mais que dois terços da cavidade sem envolver a parede axial; grau 4 – comprometimento da parede axial. Os resultados mostraram que pouca infiltração ocorreu nas paredes de esmalte e dentina independentemente se o selante foi ou não aplicado. Somente o sistema VariGlass apresentou alto grau de infiltração nas margens de

cimento/dentina sendo que quando o selante Fortify foi aplicado neste material o desempenho do VariGlass melhorou significativamente, sendo similar aos demais materiais. Os autores concluíram que este estudo não pôde predizer a efetividade clínica do selante de superfície em reduzir a microinfiltração marginal.

MUNRO *et al.*, em 1996, avaliaram o efeito do selamento, com ou sem condicionamento ácido das margens da restauração, na microinfiltração de restaurações de classe V de resina composta. Preparos cavitários classe V foram confeccionados nas faces mesial e distal de 42 molares humanos, sendo posteriormente restaurados com resina composta híbrida Prisma TPH (Dentsply). Após o acabamento e polimento das restaurações, os dentes foram divididos em sete grupos: grupo 1 – não foi aplicado nenhum selante sobre a restauração; grupo 2 – as margens foram seladas com primer Universal Bond; grupo 3 – margens foram condicionadas com ácido fosfórico 37% e seladas com primer Universal Bond; grupo 4 – margens foram seladas com adesivo Universal Bond; grupo 5 – margens foram condicionadas com ácido fosfórico 37% e seladas com adesivo Universal Bond; grupo 6 – margens foram seladas com Fortify; grupo 7 – margens foram condicionadas com ácido fosfórico 37% e seladas com Fortify. Os dentes foram termociclados (5°C e 55°C, 800 ciclos), sendo posteriormente cobertos com duas camadas de esmalte para unhas e imersos em solução de azul de metileno por 4 horas. O grau de microinfiltração foi analisado através de escores, com auxílio de lupa estereoscópica com aumento de 25 vezes. Os resultados mostraram que não houve diferença na microinfiltração nas margens de esmalte entre todos os grupos. Nas margens em dentina, somente o grupo 4 (adesivo Universal Bond, sem condicionamento ácido) apresentou menor infiltração do que

o grupo controle. O condicionamento destas margens com ácido fosfórico 37% não foi efetivo em aumentar a capacidade de selamento da restauração. Nos grupos onde o ácido foi previamente aplicado, foi possível observar a penetração do corante por entre os túbulos na dentina exposta na região cervical não coberta pelo esmalte para unha ou pelo agente selador. Segundo os autores, o condicionamento pode ter aberto maior número de túbulos dentinários superando a capacidade seladora do agente de união.

TATE & POWERS, em 1996, relataram que uma resina composta altamente polida era necessária para promover um meio que dificultasse a retenção da placa bacteriana e subsequente recorrência de cárie. Foi estudada a rugosidade superficial média (Ra) de duas resinas compostas híbridas e três ionômeros de vidro híbridos antes e após o tratamento com broca de acabamento de 12 lâminas, dois sistemas de acabamento e polimento e um glaze resinoso para os ionômeros híbridos. Três discos de cada material foram fabricados em moldes de plexiglass (6mm de diâmetro por 3mm de profundidade) e polimerizados contra uma placa de vidro. A rugosidade foi medida após a fabricação de cada disco e após cada tratamento através de um perfilômetro Talysurf 10, utilizando um comprimento de leitura de 2mm e um *cut-off* de 0,25mm para maximizar a filtragem da ondulação superficial. Foram realizadas cinco leituras em cada disco, em diferentes localizações. Os autores concluíram que os discos Sof-Lex produziram as superfícies mais lisas para os materiais testados do que as taças Enhance ou pastas polidoras, devido ao fato dos discos de óxido de alumínio polirem a superfície sem deslocar as partículas de vidro.

Em 1997, **ALANI & TOH** realizaram uma revisão sobre estudos de microinfiltração marginal. Segundos os autores, a microinfiltração na interface dente-restauração seria um dos maiores fatores que influenciam a longevidade das restaurações. Os autores descreveram os diferentes agentes utilizados para detecção da microinfiltração como corantes, traçadores foto-químicos, traçadores radioativos, bactérias, pressão de ar, microscopia eletrônica de varredura, entre outros. O uso de corantes seria um dos métodos mais comuns e antigos de se detectar a microinfiltração. Este método envolve a colocação de uma restauração em um dente extraído, imergindo-o em uma solução corante evidenciadora. Após um determinado tempo, os espécimes são removidos da solução, lavados e seccionados antes do exame visual para estabelecer a extensão da penetração do corante ao redor da restauração. Este método apresenta como vantagens o baixo custo e não toxicidade das soluções utilizadas. Como limitações, há a subjetividade dos resultados e a necessidade de destruição do corpo-de-prova. Segundo os autores, um dos mecanismos para causar envelhecimento à restauração seria a termociclagem, a qual é definida como um procedimento “in vitro” que consiste em sujeitar a restauração e o dente a temperaturas extremas, semelhantes àsquelas encontradas na cavidade bucal. Os autores concluem que nenhum dos métodos usados para detecção de microinfiltração seria ideal, mas que provavelmente o método mais prático e que produz um aceitável grau de confiabilidade seria o teste de penetração utilizando agentes traçadores.

Ainda em 1997, **BOLLEN *et al.*** realizaram uma revisão da literatura comparando a rugosidade de superfície de vários materiais quando utilizados intrabucalmente bem como as alterações na rugosidade em consequência de diferentes

modalidades de tratamento. Os autores relatam que alguns estudos *in vivo* sugerem um limite de rugosidade de superfície para adesão de placa bacteriana ($Ra = 0,2 \mu m$), abaixo do qual nenhuma redução no acúmulo de bactérias poderia ser esperado. No entanto, um aumento na rugosidade de superfície acima deste limite resultaria no acúmulo de placa bacteriana, aumentando, conseqüentemente, o risco de cárie e inflamação periodontal. A retenção preferencial em superfícies rugosas ocorreria porque, nestas situações, as bactérias estariam mais protegidas contra as forças de cisalhamento. Com isso, haveria maior tempo para as bactérias atingirem a distância limite de 50nm, na qual as forças atrativas de van der Waal's possibilitariam a adesão e retenção físico-química das bactérias à superfície. Além disso, alguns autores sugerem que a rugosidade apresenta maior influência na retenção de placa bacteriana do que a energia de superfície.

CHRISTENSEN, em 1998, descreveu que desde 1968 as resinas compostas eram disponibilizadas para restauração classe II. As primeiras formulações continham partículas grandes e outras propriedades físicas problemáticas e, então, desapareceram rapidamente. Da metade até o final dos anos 70, começaram a aparecer resinas compostas com partículas pequenas, bem como os primeiros agentes adesivos. Devido às limitações destas resinas e à falta de uma técnica simples para restauração classe II, estas restaurações eram consideradas inaceitáveis. Pela metade dos anos 80, com o surgimento de resinas compostas com partículas pequenas (aproximadamente 1 micrometro), tornou-se possível a confecção de restaurações adequadas de resina composta classe II. Com relação às propriedades mecânicas, as resinas compostas apresentavam valores ligeiramente menores que o amálgama de prata porém similares aos da estrutura dental. No entanto, o desgaste

era significativamente maior em comparação à estrutura dental (cerca de 30µm por ano a mais que o esmalte dental em áreas de contato oclusal) e levemente maior que do amálgama de prata. O autor concluiu que o desgaste, mesmo sendo indesejável, era totalmente tolerável clinicamente e que as resinas compostas disponíveis para restauração em dentes posteriores possuíam características físicas que justificavam o seu uso.

SMALL, em 1998, relatou que o prognóstico de uma restauração poderia ser afetado pelos procedimentos de acabamento e polimento. Após a checagem da oclusão e realização dos ajustes necessários, a restauração deveria ser tratada com um selante de superfície, o qual seria capaz de diminuir a taxa de desgaste inicial de uma resina composta posterior em 50%. Toda a superfície da restauração deveria ser coberta com este material para preencher qualquer defeito superficial criado pelos processos de acabamento e polimento. Estes materiais deveriam ser reaplicados em visitas subsequentes. Exemplos destes produtos eram: Fortify (Bisco), Protect-It (Jeneric Pentron) e Optiguard (Kerr).

GALE & DARVELL, em 1999, relataram que a relativa impermeabilidade do esmalte dental permitiria testar o selamento da interface dente-restauração através da penetração de agentes traçadores. Porém, isto não seria possível quando as margens da restauração estivessem localizadas em tecido dentinário, graças à porosidade deste substrato. Segundo os autores, mesmo a dentina intacta seria permeável, possibilitando a entrada do traçador no interior do dente, sem penetrar necessariamente pela interface dente-restauração. Isto explicaria, em parte, a razão pelo qual estudos com penetração de agente

traçador demonstram falhas marginais ao redor da maioria das restaurações, porém, não há problema clínico evidente. Mesmo com o selamento ao redor das restaurações, milhares de túbulos adjacentes às margens da restauração permaneceriam abertos. A capacidade de diferenciar a penetração que ocorreu pela interface ou pelos túbulos dentinários dependeria da orientação dos túbulos ao redor das restaurações.

FERREIRA, ainda em 1999, avaliou a efetividade da ação de um selante de penetração superficial (Fortify - Bisco) e de um agente de união (fornecido pelo fabricante do compósito) sobre a superfície polida dos compósitos odontológicos Tetric Ceram (Vivadent) e Z100 (3M), após desgaste por meio do ensaio de escovação mecânica. Foram confeccionados 144 corpos-de-prova (8mm de diâmetro por 2mm de espessura), divididos em três grupos de 48 corpos-de-prova, de acordo com o intervalo de escovação, ou seja, seis meses ou um ano, além de um grupo sem escovação. Cada grupo foi dividido em seis subgrupos de acordo com o tratamento superficial recebido, ou seja, sem tratamento, aplicação do agente de união do fabricante, e aplicação do Fortify. Após cada tratamento, foi feita a leitura da rugosidade superficial com um rugosímetro (Prazis Rug-03). Em seguida, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de escovação numa máquina (Equilabor) com frequência de 250 ciclos por minuto, utilizando as escovas dentais Kolynos Doctor (Kolynos do Brasil) e o dentifrício Sorriso (Kolynos do Brasil). A rugosidade superficial foi então novamente medida. As superfícies de duas amostras representativas de cada grupo foram observadas em microscopia eletrônica de varredura, com aumento de 1000 vezes. Os resultados mostraram que os menores valores de rugosidade foram obtidos nas amostras tratadas antes do ensaio de escovação, independente

da aplicação do selante superficial. Após o período de simulação de escovação de seis meses e um ano, os valores de rugosidade aumentaram significativamente. As fotomicrografias mostraram que, em geral, após o ensaio de escovação pelo período de seis meses, o material de cobertura foi parcialmente removido, provocando aumento dos valores médios de rugosidade, que permaneceram ou diminuíram após um ano de escovação.

Em 2000, **BERTRAND *et al.*** avaliaram a textura superficial, espessura e dureza de amostras de resina composta cobertas com selante de superfície Fortify. O objetivo da aplicação do selante seria preencher os defeitos presentes na superfície do compósito após o polimento, melhorando a integridade marginal e aumentando a resistência à abrasão do material. A textura superficial foi verificada em microscópio óptico após a aplicação do selante sobre amostras de resina composta Pekafill, enquanto que a espessura da camada de selante foi medida em microscópio eletrônico de varredura, sendo realizada quarenta leituras para cada amostra. Os valores de dureza Vickers da resina Pekafill, do selante de superfície Fortify e da resina coberta com o selante foram obtidos em durômetro HMV 2000 (Shimadzu) sob ação de carga de 100gf durante 15 segundos. Os resultados mostraram uma melhora na textura superficial da resina composta quando da aplicação do selante de superfície. No entanto, a espessura na camada de selante apresentou variação muito grande (0 – 70 μm), sendo praticamente impossível a obtenção de uma camada uniforme com este material. A aplicação do selante diminuiu a dureza da resina composta, sendo que quanto maior a espessura da camada de selante, menores os valores de dureza obtidos.

RAMOS *et al.*, em 2000, avaliaram a efetividade de três selantes de superfície (Fortify, Protect-it! e Optiguard) no selamento marginal de restaurações classe V de resina composta. Segundo os autores, a microinfiltração ocorre devido à formação de microfendas ao longo da interface, a qual pode ser causada por diversos fatores como contração de polimerização do compósito, diferença no coeficiente de expansão térmica entre o compósito e a estrutura dental, inserção não incremental da resina composta à cavidade e devido as tensões geradas na interface causado por instrumentos rotatórios durante os procedimentos de acabamento e polimento da restauração. Quarenta cavidades classe V (4x3x2mm) foram confeccionadas nas faces vestibular e lingual de 20 dentes humanos recém extraídos. Após aplicação do sistema adesivo Optibond FL (Kerr Corporation), os dentes foram restaurados com a resina composta Prodigy (Kerr Corporation) através da técnica incremental. Após uma semana, as amostras foram submetidas aos procedimentos de acabamento e polimento (Sof Lex, 3M) e divididas em quatro grupos de 10, de acordo com o selante de superfície utilizado, à exceção do grupo controle, no qual as amostras não foram seladas. Os espécimes foram submetidos a 600 ciclos térmicos (4°C e 55°C), isolados com duas camadas de esmalte para unha e imersos em solução de nitrato de prata 50%. Após a lavagem do corante, os dentes foram seccionados em fatias de 1 mm de espessura e expostos à luz durante uma hora para revelar o nitrato de prata. O grau de microinfiltração foi verificado por escores sendo o grau 0 a ausência da penetração do corante na interface, grau 1 a penetração até a metade da parede cavitária, grau 2 mais da metade da extensão da parede sem atingir o ângulo axial e grau 3 a penetração por toda a extensão da parede e em direção à polpa. Os resultados mostraram que houve melhor selamento na margem oclusal, sem diferença entre os grupos, enquanto na margem cervical

Fortify e Protect-it! mostraram menores valores de microinfiltração comparado com o grupo controle e o Optiguard. Os autores concluíram que a técnica de selamento de superfície é bastante simples, aumenta a integridade marginal significativamente, aumentando a vida útil da restauração e que o material a ser utilizado deveria apresentar características de umedecimento e viscosidade que possibilitasse a penetração nas microtrincas ao longo da interface dente-restauração.

Em 2000, **ROEDER *et al.*** examinaram a efetividade de vários procedimentos de acabamento e polimento sobre a rugosidade de superfície de três resinas compostas compactáveis e uma híbrida convencional, além de se verificar o efeito da aplicação do selante de superfície Protect-it sobre os compósitos. Antes e após os procedimentos de acabamento e polimento, a rugosidade de superfície foi verificada em perfilômetro (Talysurf 10) sendo utilizado comprimento de leitura de 2 mm e *cut-off* de 0,25 mm para maximizar a filtragem da ondulação presente nas superfícies. O padrão verificado foi o Ra (μm). Os resultados mostraram que, de uma maneira geral, os discos de óxido de alumínio (Sof-Lex) produziram maior lisura superficial, devido sua habilidade de desgastar as partículas de carga e a matriz resinosa igualmente. O selante de superfície Protect-it teve pouco efeito nos valores de Ra, à exceção da resina composta Alert, sendo que tal material de selamento não foi capaz de compensar as irregularidades superficiais causada pelos instrumentos de acabamento e polimento.

Em 2000, **TANOUE *et al.*** relataram que a abrasão provocada por escovação e dentifrício era um fenômeno indesejável, causando desvantagens biológicas e estéticas

durante a vida útil da restauração. As desvantagens estéticas seriam diminuição do brilho e descoloração ou pigmentação da superfície do compósito, enquanto a biológica seria o acúmulo de placa bacteriana. Os autores avaliaram a influência de três fontes de polimerização na resistência ao desgaste por abrasão da resina composta indireta Artglass (Heraeus Kulzer). As unidades polimerizadoras utilizadas foram: UniXs, Hyper LII e Labolight LV-II. Os corpos-de-prova foram confeccionados em molde de aço inoxidável medindo 25 por 18 por 2mm, polidos com discos de carbeto de silício e armazenados em água a 37°C durante 14 dias até o ensaio de escovação, realizado em máquina de teste de abrasão K236 (Tokyo-Giken Co.). A escova dental utilizada foi a Oral-B 40 (Oral-B) e o dentífrício contendo hidróxido de alumínio (Colgate Fluoriguard) foi diluído em água na proporção 1:1. A escovação mecânica foi realizada a frequência de 140 ciclos por minuto, sob carga de 350gf, até que se completasse 20.000 ciclos, reproduzindo o desgaste ocorrido na boca por aproximadamente dois anos. Após o teste, os corpos-de-prova foram lavados em água corrente, limpos com ultra-som durante cinco minutos e secos. A quantidade de material removido e a rugosidade superficial foram determinadas por um perfilômetro (Surfcorder SEF-30D). Os resultados mostraram que a polimerização na unidade Hyper LII resultou em compósito com maior resistência ao desgaste, sendo que a matriz resinosa e o tipo e conteúdo de partículas interferiram diretamente na resistência ao desgaste e rugosidade do compósito.

ERHARDT *et al.*, em 2002, avaliaram o efeito da técnica de selamento marginal na microinfiltração de cavidades classe V confeccionadas em dentina e restauradas com resina composta e resina composta modificada por poliácidos. Duzentas e

quarenta cavidades classe V foram confeccionadas em incisivos bovinos recém-extraídos a aproximadamente 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte. Os dentes foram divididos em quatro grupos de 60 de acordo com o sistema adesivo e o material restaurador utilizado: Grupo I – Scotchbond Multi-Purpose Plus e resina composta Z100 (3M Divisão Dental); Grupo II – Solid Bond e resina composta condensável Solitaire (Heraeus Kulzer); Grupo III – Stae e resina composta modificada por poliácido Freedom (SDI) e Grupo IV – Single Bond e resina composta modificada por poliácido F2000 (3M Divisão Dental). Após o acabamento e polimento das restaurações, metade das amostras de cada grupo foi selada com o selante de superfície Fortify (Bisco). Os dentes foram submetidos a 5000 ciclos térmicos (5°C e 55°C) e escovados manualmente durante dez dias, três vezes ao dia durante 1 minuto cada. Para avaliação da microinfiltração, os dentes foram selados com esmalte para unhas e imersos em solução de azul de metileno 2% por quatro horas, sendo o critério de escores utilizado. Os resultados mostraram que o selamento das margens dentinárias com adesivo sem carga não reduziu significativamente a microinfiltração para os sistemas utilizados e que este material pode facilmente se desgastar quando exposto às condições bucais térmicas e abrasivas rotineiras, perdendo assim sua efetividade.

RAMOS *et al.*, em 2002, compararam a eficácia da utilização de três sistemas resinosos de baixa viscosidade (Unibond, Single Bond e Fluorseal), usados como agentes de selamento, e um selante de superfície específico para este fim (Fortify), em prevenir a microinfiltração marginal de restaurações de resina composta classe V. Os autores relataram que o grau de penetração do selante de superfície e conseqüentemente, sua efetividade em melhorar a integridade marginal, são dependentes de sua viscosidade e

habilidade em penetrar na interface condicionada. Neste estudo, 25 pré-molares humanos foram utilizados, sendo confeccionadas 50 cavidades classe V (4 x 3 x 2 mm) nas faces vestibular e lingual. Após o condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo (Optibond FL), as cavidades foram restauradas com resina composta Prodigy (Kerr). Após sete dias, as restaurações foram polidas com discos Super Snap (Shofu) e divididas em cinco grupos de dez, de acordo com o selante utilizado (Unibond, Single Bond, Fluorseal e Fortify), sendo que um grupo não recebeu aplicação de nenhum material e atuou como controle. As restaurações foram submetidas a termociclagem (600 ciclos entre 4° e 55° C), isoladas com esmalte para unhas e imersas em solução de nitrato de prata 50%. Os dentes foram seccionados e o grau de microinfiltração analisado sob microscopia óptica (25x) sendo adotado dois métodos para avaliação: o método por escores (0-3) e análise da extensão da penetração do corante em analisador de imagens KS300, sendo calculada a porcentagem de infiltração do corante na interface. Os resultados mostraram que o Fortify e o Unibond apresentaram os menores valores de infiltração marginal, especialmente em margens cervicais, comparados com o Single Bond e o Fluorseal, sendo este o que apresentou os piores resultados. Para os autores, a habilidade da acetona presente no Unibond em deslocar a água poderia explicar o porquê deste sistema se comportar melhor que o adesivo à base de etanol-água (Single Bond). Já o selante Fluorseal, por apresentar partículas de carga em sua composição, pode ter sua capacidade de umedecimento comprometida devido sua maior viscosidade. Os autores concluem que a alta taxa de escoamento parece ser um fator determinante para a otimização dos resultados. Além disso, um agente de união com baixa viscosidade, embora não fosse especificamente

desenvolvido para este fim, poderia ser utilizado com sucesso como agente selador de restaurações.

DOS SANTOS *et al.*, em 2003, verificaram a rugosidade de superfície de resinas compostas para restauração em dentes posteriores submetidas a ensaio mecânico de escovação, bem como a eficácia de um selante de superfície. Os materiais utilizados foram as resinas compostas: Prodigy Condensável (Kerr/Sybron), Alert (Jeneric/Pentron), Z100 (3M) e Definite (Degussa) e o selante de superfície Protect-It (Jeneric/Pentron). Para avaliação da rugosidade de superfície, 10 corpos-de-prova de cada material foram confeccionados, utilizando matriz metálica com 2mm de espessura por 4mm de diâmetro. Após 24 horas, foi realizado o polimento dos materiais utilizando o sistema de acabamento e polimento Sof-Lex (3M) e uma das superfícies dos corpos-de-prova foi coberta com o selante de superfície e a outra não. Todos os corpos-de-prova foram levados individualmente ao rugosímetro (Surfcorder SE 1700) para verificação da rugosidade inicial das superfícies, antes de serem submetidos ao ensaio de escovação, totalizando 30.000 ciclos. Após este período, foi realizada a segunda leitura da rugosidade em todas as superfícies. Os resultados mostraram que, independentemente da aplicação do selante, houve aumento da rugosidade após a escovação para todos os compósitos, à exceção do Prodigy Condensável; o selante de superfície diminuiu a rugosidade de superfície para o Alert e Definite, mas teve pouco efeito sobre o Z100 e Prodigy Condensável.

3. PROPOSIÇÃO

O propósito deste estudo foi verificar a influência de selantes de superfície e adesivos dentinários, com e sem carga na:

- 1) Rugosidade de superfície da resina composta antes e após a escovação;
- 2) Infiltração marginal de restaurações de resina composta;
- 3) Topografia superficial através de microscopia de força atômica.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. – Materiais

Para a realização deste estudo foram utilizados os seguintes materiais, expostos na Tabela 1.

TABELA 1. Material, nome comercial, fabricante, número de lote e composição dos materiais

MATERIAL	NOME COMERCIAL	FABRICANTE	LOTE	COMPOSIÇÃO
Resina composta	Z250	3M Espe (St. Paul, MN, USA)	1KE	BIS-GMA, UDMA, BISEMA, partículas de zircônia-sílica (0,19 a 3,3µm)
Adesivo dentinário sem carga	Single Bond	3M Espe (St. Paul, MN, USA)	1GA	BIS-GMA, HEMA, diuretano dimetacrilato, copolímeros dos ácidos poliacrílico e poliitacônico, água, etanol, glicerol, dimetacrilato
Adesivo dentinário com carga	Opti Bond Solo Plus	Kerr Corporation (Orange, CA, USA)	107294	BISGMA, HEMA, glicerol dimetacrilato, glicerol fosfato dimetacrilato, etanol, vidro de bário 0,4µm (15%)
Selante de superfície sem carga	Fortify	Bisco (Schaumburg, IL, USA)	0000003216	Uretano dimetacrilato, Bisfenol A dimetacrilato etoxilado
Selante de superfície com carga	Fortify Plus	Bisco (Schaumburg, IL, USA)	0200000444	Uretano dimetacrilato, Bisfenol A dimetacrilato etoxilado, sílica amorfa (30%)

4.2. – Método

4.2.1. – Confeção dos corpos-de-prova

4.2.1.1 - Seleção e preparo dos dentes

Para a realização deste estudo foram utilizados 100 terceiros molares humanos hígidos e recém-extraídos, obtidos em clínica particular, cuja utilização foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (Apêndice). Os dentes foram limpos por meio de raspagem com curetas periodontais (Duflex, S. S. White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para remoção de debris orgânicos, seguida de profilaxia com pasta de pedra pomes e água com taças de borracha em motor de baixa rotação (Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Os dentes foram armazenados em solução de cloramina 0,5% durante uma semana e em seguida em água destilada resfriada a 4°C até o início do experimento (ISO TR 11405). Após esse tempo, os mesmos foram fixados em cera utilidade e embutidos em resina de polietileno Resapol (Reichhold do Brasil, Mogi das Cruzes, SP, Brasil), deixando exposta apenas a face vestibular (Figura 1).



Figura 1: Dente parcialmente embutido em resina de poliestireno, com a face vestibular exposta.

4.2.1.2 - Preparo das cavidades

Cavidades classe V foram confeccionadas na face vestibular de todas as coroas, com auxílio de uma máquina para preparos cavitários (Figura 2). Os preparos foram confeccionados com pontas diamantadas n. 3145 (KG Sorensen Ind. Com. Ltda, Barueri, SP, Brasil) acopladas em caneta de alta rotação (Dabi-Atlante, Riberião Preto, SP, Brasil), sob refrigeração ar/água. As dimensões dos preparos cavitários foram: 1,5mm de profundidade, 3mm de extensão méso-distal e 2mm de extensão ocluso-cervical, de modo que a parede cervical ficasse localizada em tecido dentinário e margem em cimento (Figura 3). A ponta diamantada era substituída a cada cinco preparos.

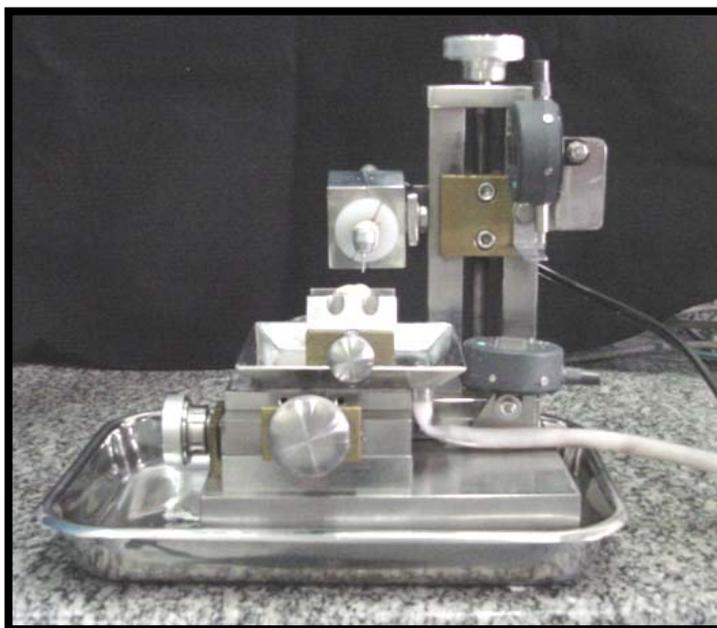


Figura 2: Máquina para preparos cavitários.



Figura 3: Preparo cavitário confeccionado com a margem cervical em cimento.

4.2.1.3 - Confecção das restaurações

Todos os preparos cavitários foram lavados com água e condicionados com ácido fosfórico Scotchbond Etching Gel 35% (3M, St. Paul, MN, Estados Unidos) durante 15 segundos. Após este tempo, os dentes foram lavados por 30 segundos e o excesso de umidade removido com papel absorvente, objetivando não ressecar a dentina. As cavidades receberam aplicação de duas camadas do sistema adesivo Single Bond (3M, St. Paul, MN, Estados Unidos), sendo a última fotoativada com o aparelho Curing Light 2500 (3M, St. Paul, MN, Estados Unidos), durante 10 segundos. O compósito Z250 na cor C4 (3M, St. Paul, MN, Estados Unidos) foi inserido em único bloco na cavidade (Figura 4) com auxílio de uma espátula Thompson e fotoativado durante 30 segundos. A intensidade de luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador era aproximadamente de $500\text{mW}/\text{cm}^2$, segundo registros realizados com radiômetro (Demetron Research Corporation, Danbury, CT, Estados Unidos).



Figura 4: Dente restaurado com resina composta.

A seguir, os dentes restaurados foram armazenados em água destilada e mantidos em estufa a 37°C por 24 horas.

4.2.1.4 - Polimento e aplicação das resinas fluídas

Decorrido o prazo de 24 horas, foi realizado o acabamento e polimento dos corpos-de-prova, utilizando baixa rotação (Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil), com o sistema de acabamento e polimento Sof-Lex (3M, St. Paul, MN, Estados Unidos), aplicando-se os discos de granulação média, fina e superfina, durante 30 segundos cada, sendo que a cada 10 segundos, o dente era girado em 90° para assegurar um polimento uniforme (TJAN & CHAN, 1989).

Após o polimento, os corpos-de-prova foram divididos em cinco grupos (n=20), de acordo com o tratamento de superfície recebido:

Grupo 1: as restaurações, incluindo aproximadamente 1mm ao seu redor, foram condicionadas com ácido fosfórico Scotchbond Etching Gel 35% (3M, St. Paul, MN, Estados Unidos), durante 15 segundos, lavadas, secas e cobertas com o adesivo dentinário sem carga Single Bond (3M, St. Paul, MN, Estados Unidos), sobre o qual foi aplicado leve jato de ar durante 3 segundos e fotoativado por 10 segundos;

Grupo 2: mesmo condicionamento do Grupo 1, recebendo aplicação do adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus (Kerr Corporation, Orange, CA, Estados Unidos), sobre o qual foi aplicado leve jato de ar durante 3 segundos e fotoativado por 20 segundos;

Grupo 3: mesmo condicionamento do Grupo 1, porém recebeu aplicação do selante de superfície sem carga Fortify (Bisco, Schaumburg, IL, Estados Unidos); sobre o qual foi aplicado leve jato de ar durante 3 segundos e fotoativado por 20 segundos;

Grupo 4: mesmo condicionamento do Grupo 1, porém recebeu aplicação do selante de superfície com carga Fortify Plus (Bisco, Schaumburg, IL, Estados Unidos), sobre o qual foi aplicado um leve jato de ar durante 3 segundos e fotoativado por 10 segundos;

Grupo 5: A restauração não recebeu aplicação de nenhum material de selamento, servindo como grupo controle.

Os corpos-de-prova foram, então, armazenados nas mesmas condições descritas antes do procedimento de acabamento e polimento das restaurações.

4.2.2 - Análise da rugosidade de superfície

Para avaliação da rugosidade de superfície, 10 corpos-de-prova de cada um dos cinco grupos foram aleatoriamente selecionados.

4.2.2.1 - Avaliação inicial da rugosidade de superfície

Cada corpo-de-prova foi levado individualmente ao rugosímetro SurfCorder SE 1700 (KosakaLab, Tóquio, Japão), para verificação da rugosidade superficial (Figura 5).



Figura 5: Rugosímetro SurfCorder SE 1700

Em cada operação de leitura, a rugosidade média (Ra) representou a média aritmética entre os picos e vales registrados, após a respectiva agulha do rugosímetro percorrer, sobre a superfície em análise, um trecho de 1,5mm de extensão, com filtro (*cut-off*) de 0,25mm, para maximizar a filtragem da ondulação superficial (LEITÃO & HEGDAHL, 1981; TATE & POWERS, 1996). Em cada superfície, foram efetuadas três leituras em posições diferentes, sempre no sentido mesio-distal, paralelas entre si e perpendiculares ao sentido da escovação (Figura 6). Assim, a média das três leituras foi considerada a rugosidade de cada superfície.

A seguir, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio mecânico de escovação.

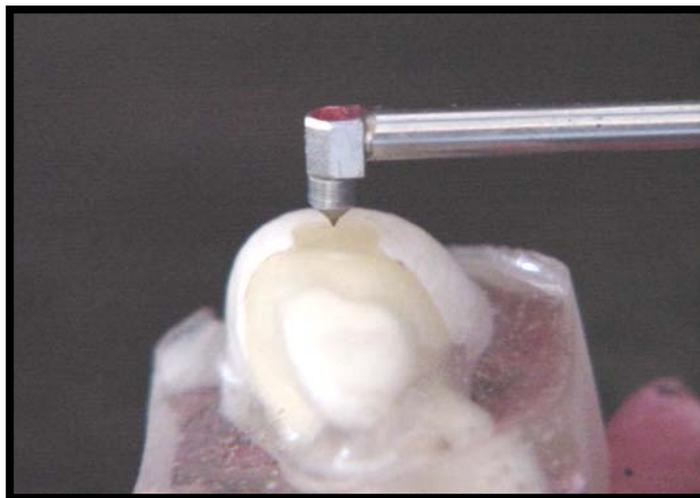


Figura 6: Agulha do rugosímetro percorrendo a restauração no sentido mesio-distal.

4.2.2.2 - Ensaio de escovação

Para a realização deste ensaio foram utilizadas escovas dentais Oral-B 35 (Gillete do Brasil, Manaus, AM, Brasil), de cerdas macias com secção hexagonal. A ponta

ativa da escova foi seccionada do cabo com disco de carboneto de silício (KG Sorensen Ind. Com. Ltda, Barueri, SP, Brasil) e fixada no dispositivo porta-escova da máquina de escovação MSet (Marcelo Nucci ME, São Carlos, SP, Brasil), a qual permitia a escovação simultânea de dez corpos-de-prova (Figura 7).



Figura 7: Máquina de escovação MSet.

Para escovação de cada corpo-de-prova, uma massa de 8g de dentifrício Colgate MFP (Colgate-Palmolive, Osasco, SP, Brasil) foi misturado a 24ml de água destilada, medidos em pipeta de precisão. Foi utilizada a proporção 1:3 (em massa) para a diluição do dentifrício, pois é a mais próxima daquela utilizada normalmente “*in vivo*” (EHRNFORD, 1983). Os corpos-de-prova foram fixados na base da máquina de escovação utilizando cola térmica (Brascola, São Bernardo do Campo, SP, Brasil), de modo que a

cabeça da escova dental estivesse paralela e em contato com a superfície do mesmo (Figura 8).



Figura 8: Corpo-de-prova e escova dental posicionados na máquina de escovação.

Cada corpo-de-prova foi submetido a movimentos lineares de escovação, totalizando 60.000 movimentos (30.000 ciclos), com frequência de 7 movimentos por segundo, sob carga de 300gf, para simular a força empregada durante os procedimentos de higiene oral. A temperatura estava controlada a $37^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. A pasta formada pela diluição do dentífrico em água destilada era injetada mecanicamente de modo independente para cada corpo-de-prova no volume de, aproximadamente, 0,3ml a cada intervalo de 2 minutos. As escovas e os dentífricos foram substituídos a cada troca de corpo-de-prova.

Depois de completado o ciclo de escovação, os espécimes foram removidos da máquina, lavados em água corrente e avaliados novamente quanto à rugosidade superficial após escovação.

4.2.2.3 - Avaliação da rugosidade de superfície após ensaio de escovação

As restaurações foram submetidas à nova leitura de rugosidade de superfície, de maneira semelhante ao teste de rugosidade inicial, para verificar o efeito da escovação mecânica sobre a rugosidade de superfície das restaurações de resina composta cobertas ou não com agentes seladores.

4.2.3 – Análise da infiltração marginal

4.2.3.1 – Análise da infiltração marginal mediata

Todos os corpos-de-prova (dez amostras de cada um dos cinco grupos) utilizados na análise de rugosidade de superfície, foram posteriormente utilizados na avaliação da infiltração marginal mediata, a fim de verificar o efeito dos agentes seladores em prevenir a infiltração marginal ao redor das restaurações de resina composta.

Para esta análise, os corpos-de-prova foram devidamente identificados e submetidos a 500 ciclos térmicos em banho de 30 segundos com água a 5°C e 55°C. Intercalando cada imersão (fria ou quente), as amostras permaneceram em água a 37°C, durante 30 segundos. Para isso, foi utilizada uma máquina de ciclagem térmica MSCT – 3 Plus (Marcelo Nucci, São Carlos, SP, Brasil), ilustrada na Figura 9. Este procedimento foi utilizado com a finalidade de estabelecer um mesmo nível de temperatura antes de cada imersão, de acordo com CONSANI *et al.* (1983).



Figura 9: Máquina de ciclagem térmica MSCT – 3 Plus.

Após a ciclagem térmica, os espécimes receberam duas camadas de esmalte para unha Revlon (CEIL, São Paulo, SP, Brasil) a fim de promover o selamento do dente, com exceção da restauração e uma faixa de 1mm ao redor desta. Os dentes de cada grupo foram armazenados em recipientes próprios, contendo solução corante de azul de metileno 2% tamponado, pH 7,0 (Proderma, Piracicaba, SP, Brasil), por 4 horas. Após este tempo, os corpos-de-prova foram retirados dos recipientes e lavados em água corrente por 2 minutos para a remoção do excesso de corante.

Os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual com uma cortadeira de precisão Isomet 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, USA), sendo realizados dois cortes em cada dente obtendo uma fatia de aproximadamente 1mm (Figura 10).



Figura 10: Cortadeira de precisão Isomet 1000.

As fatias foram posicionadas em lupa estereoscópica Leica (Carl Zeiss, Alemanha), sendo as imagens obtidas com câmera digital JVC (modelo TK – C1380, Japão), e a infiltração marginal avaliada em programa analisador de imagens Leica Qwin (Figura 11, A e B). Para quantificação da infiltração marginal, inicialmente toda a interface dente-restauração foi medida com auxílio do cursor do “mouse” do computador, obtendo-se o comprimento total desta interface em micrometros. A seguir, apenas a interface penetrada com corante foi medida, obtendo-se o comprimento da interface corada, também em micrometros. Tais leituras eram realizadas três vezes em cada superfície analisada. Desta forma, foi possível obter a porcentagem de infiltração que ocorreu em cada interface, utilizando a fórmula aritmética:

$$\text{Porcentagem de infiltração} = \frac{\text{interface corada} \times 100}{\text{interface total}}$$

Tal cálculo foi realizado nas duas faces de todas as fatias, sendo que apenas aquela a qual apresentou a maior porcentagem de infiltração foi considerada nos resultados.

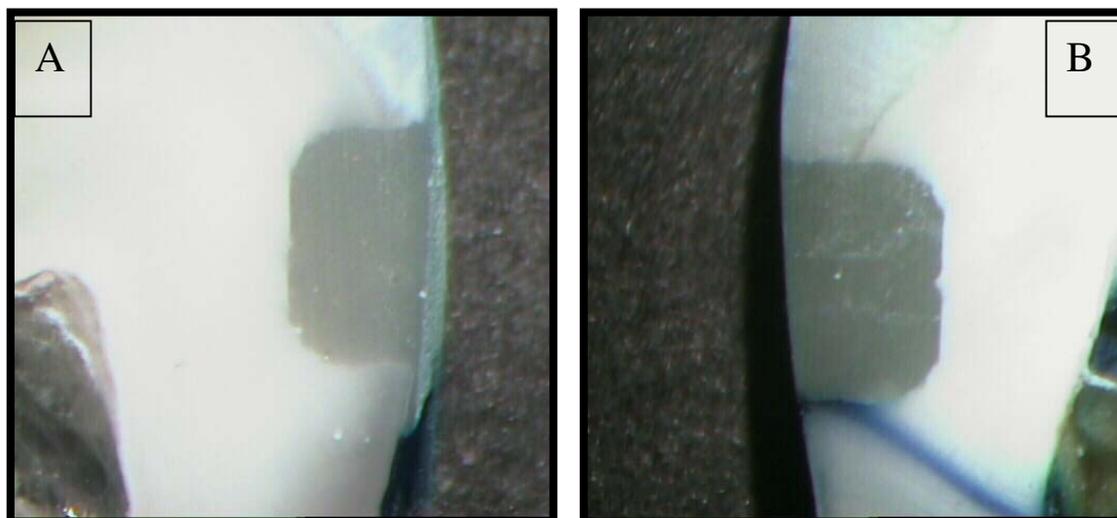


Figura 11: Imagens obtidas em lupa estereoscópica e analisadas no programa Leica Qwin.

A) ausência de corante. B) penetração do corante.

4.2.3.2 – Análise da infiltração marginal imediata

Outros dez corpos-de-prova de cada grupo foram analisados quanto à infiltração marginal imediata, ou seja, logo após suas confecções. Nesta análise, os corpos-de-prova dos cinco grupos não foram submetidos à termociclagem, sendo imediatamente isolados com esmalte para unhas, submetidos ao corante e posteriormente seccionados da mesma forma como descrito anteriormente.

A análise da porcentagem de infiltração em cada interface também foi realizada como descrita anteriormente.

4.2.4 – Análise da superfície em microscopia de força atômica

Para esta análise, foram confeccionados 20 corpos-de-prova da resina Z250 (3M, St. Paul, MN, Estados Unidos), utilizando matriz de silicone medindo 4mm de diâmetro e 1mm de profundidade. As amostras foram fotoativadas com o aparelho XL 1500 (3M, St. Paul, MN, Estados Unidos) durante 30 segundos. Após 24 horas, as mesmas foram submetidas aos procedimentos de acabamento e polimento, da mesma forma como descrito anteriormente, e divididas nos cinco grupos experimentais (n=4). Metade dos corpos-de-prova de cada grupo foi submetida a escovação mecânica. As imagens da superfície de todos os corpos-de-prova foram obtidas em microscópio de força atômica Nanoscope IIIa Multimode (Digital Instruments, Santa Barbara, CA, EUA), utilizando o modo contato (“contact mode”).

4.2.5 – Análise estatística

Os dados de rugosidade de superfície foram submetidos à análise de variância três fatores, com parcela sub-dividida, sendo o fator (a) – material, fator (b) – período de mensuração, antes ou depois da escovação e fator (c) – repetição. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, com objetivo de verificar as interações significativas.

Os dados de infiltração marginal também foram submetidos à análise de variância dois fatores, sendo o fator (a) – material e fator (b) – período de mensuração, imediata ou mediata. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, com objetivo de verificar as interações significativas.

5. RESULTADOS

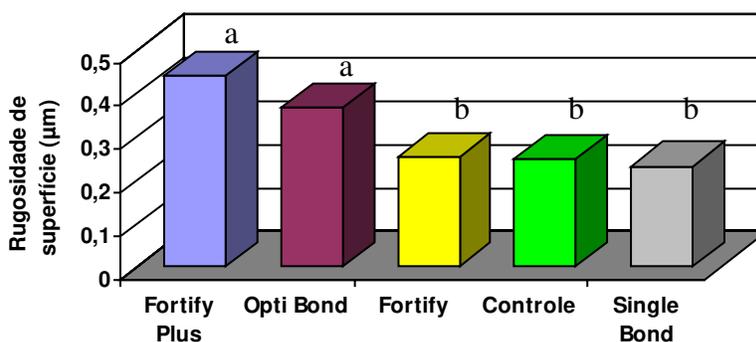
5.1 – Rugosidade de superfície

A média dos valores originais (Apêndice) de rugosidade de superfície para todos os materiais seladores, independentemente do fator escovação, estão ilustrados na Tabela 2 e Figura 12. Podemos observar que o Fortify Plus e o Opti Bond Solo Plus promoveram maiores rugosidades de superfície com diferença estatística ($p < 0,05$) quando comparado com os demais agentes seladores, que não apresentaram diferença entre si ($p > 0,05$) e apresentaram as menores médias de rugosidade de superfície.

TABELA 2 - Resultados médios da rugosidade de superfície (μm) dos agentes seladores, independentemente da escovação.

AGENTE SELADOR	MÉDIAS (μm)	
Fortify Plus	0,4419 (0,2212)	a
Opti Bond Solo Plus	0,3687 (0,1867)	a
Fortify	0,2564 (0,0844)	b
Controle	0,2508 (0,1053)	b
Single Bond	0,2340 (0,0923)	b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey
() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 12 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade de superfície (μm) para todos os agentes seladores, independentemente da escovação.

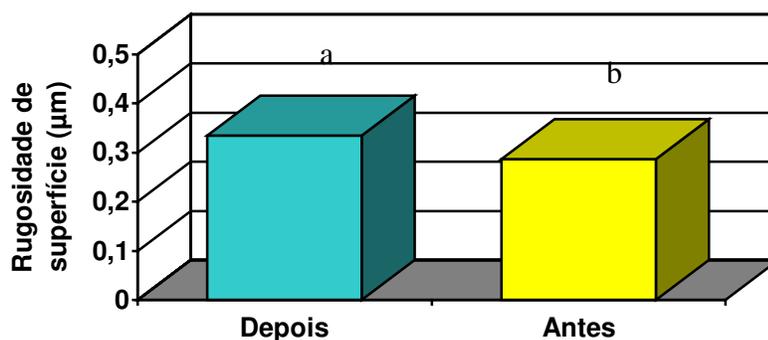
A Tabela 3 e Figura 13 trazem os valores de rugosidade de superfície antes e depois da escovação, independentemente do agente selador. Podemos observar maior rugosidade de superfície após o ensaio de escovação, com diferença significativa para os valores de rugosidade antes da escovação ($p < 0,05$).

TABELA 3 - Resultados médios da rugosidade de superfície (μm) antes e após a escovação, independente do agente selador.

FATOR ESCOVAÇÃO	MÉDIAS (μm)	
Depois	0,3342 (0,2024)	a
Antes	0,2865 (0,1976)	b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 13 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade de superfície (μm) antes e após a escovação, independente do agente selador.

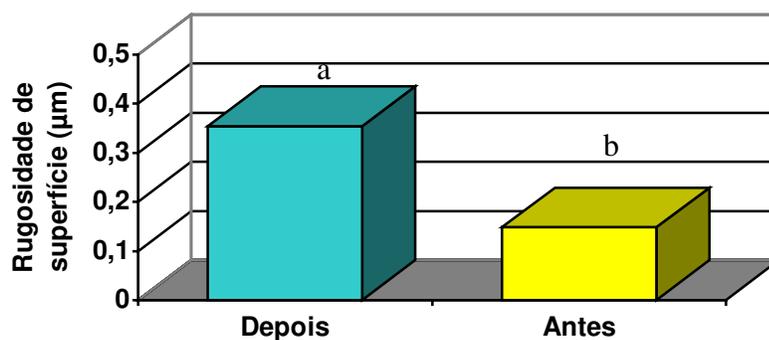
Quando a análise foi realizada para o grupo controle, podemos observar que o valor de rugosidade média antes da escovação foi menor que a rugosidade média após a escovação, com diferença estatística significativa entre si ($p < 0,05$), conforme ilustrado na Tabela 4 e Figura 14.

TABELA 4 - Resultados médios da rugosidade de superfície (μm) do grupo controle, antes e após a escovação.

FATOR ESCOVAÇÃO	MÉDIAS (μm)
Depois	0,3536 (0,0332) a
Antes	0,1480 (0,0298) b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 14 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade de superfície (μm) antes e após a escovação, para o grupo controle.

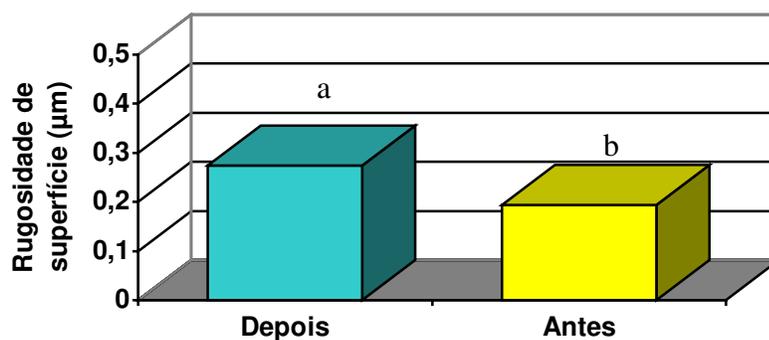
Para o grupo com o adesivo dentinário sem carga Single Bond, o valor de rugosidade média mensurada antes da escovação foi menor do que o valor após a escovação, com diferença estatística entre si ($p < 0,05$), os quais estão ilustrados na Tabela 5 e Figura 15.

TABELA 5 - Resultados médios da rugosidade de superfície (μm) do grupo com adesivo dentinário Single Bond, antes e após a escovação.

FATOR ESCOVAÇÃO	MÉDIAS (μm)
Depois	0,2744 (0,0703) a
Antes	0,1936 (0,0471) b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 15 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade de superfície (μm) antes e após a escovação, para o grupo com adesivo dentinário Single Bond.

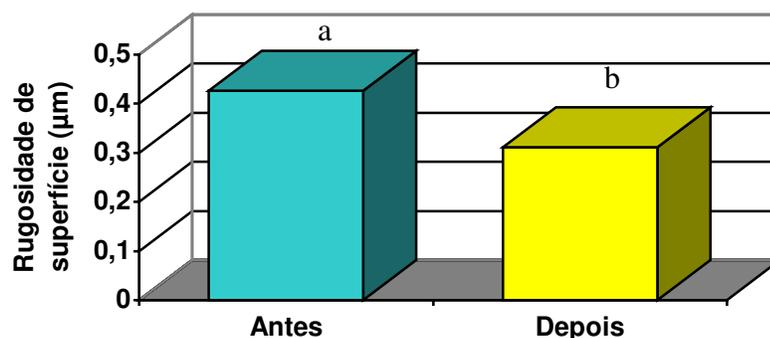
A Tabela 6 e Figura 16 ilustram os valores de rugosidade média antes e após a escovação para o grupo com o adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus. Houve diferença estatisticamente significativa entre os valores, sendo que os menores valores foram encontrados após o procedimento de escovação ($p < 0,05$).

TABELA 6 - Resultados médios da rugosidade de superfície (μm) do grupo selado com adesivo Opti Bond Solo Plus, antes e após a escovação.

FATOR ESCOVAÇÃO	MÉDIAS (μm)
Antes	0,4261 (0,1094) a
Depois	0,3113 (0,0872) b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 16 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade de superfície (μm) antes e após a escovação, para o grupo selado com adesivo dentinário Opti Bond Solo Plus.

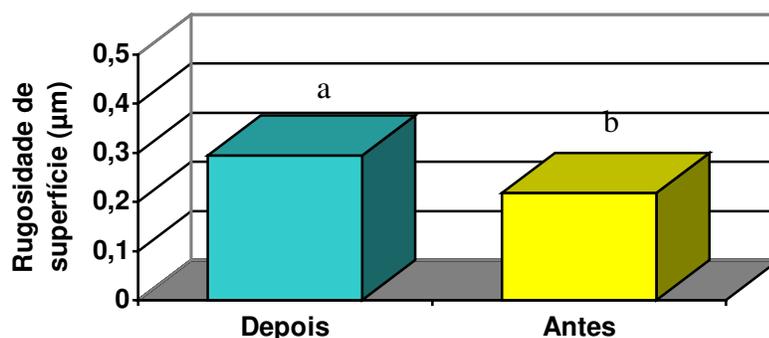
Para o grupo onde foi utilizado o selante de superfície Fortify, o valor médio de rugosidade de superfície apresentado depois da escovação foi estatisticamente superior ao valor encontrado antes da escovação, com diferença significativa entre eles ($p < 0,05$). Estes valores estão ilustrados na Tabela 7 e Figura 17.

TABELA 7 - Resultados médios da rugosidade de superfície (μm) do grupo selado com selante de superfície Fortify, antes e após a escovação.

FATOR ESCOVAÇÃO	MÉDIAS (μm)
Depois	0,2941 (0,0657) a
Antes	0,2187 (0,0611) b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 17 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade de superfície (μm) antes e após a escovação, para o grupo selado com selante de superfície Fortify.

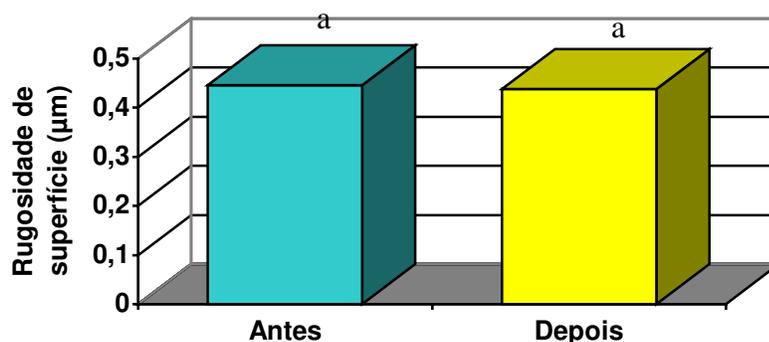
As médias de rugosidade de superfície apresentadas para o grupo com o selante de superfície com carga Fortify Plus não apresentaram diferença significativa quando a comparação foi feita antes e após a escovação ($p > 0,05$). Os valores estão ilustrados na Tabela 8 e Figura 18.

TABELA 8 - Resultados médios da rugosidade de superfície (μm) do grupo selado com selante de superfície Fortify Plus, antes e após a escovação.

FATOR ESCOVAÇÃO	MÉDIAS (μm)
Antes	0,4461 (0,1282) a
Depois	0,4377 (0,1231) a

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

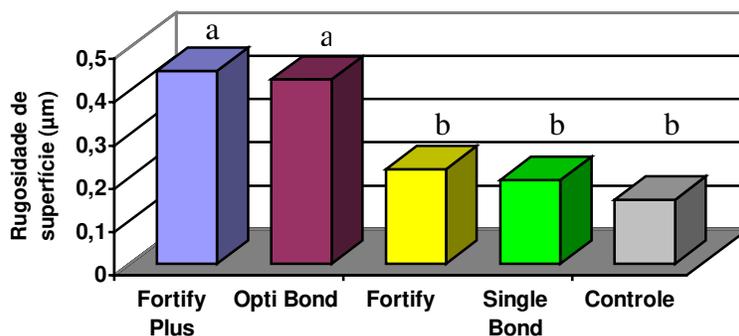
FIGURA 18 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade de superfície (μm) antes e após a escovação, para o grupo selado com selante de superfície Fortify Plus.

Quando a comparação das médias foi realizada entre os tratamentos de superfície antes da escovação, pôde-se observar que as maiores médias de rugosidade de superfície foram obtidas para os grupos com Opti Bond Solo Plus e Fortify Plus, sem diferença significativa entre si ($p>0,05$), porém ambos com diferença estatística significativa com os demais grupos ($p<0,05$). Os grupos com Fortify, Single Bond e o grupo controle não apresentaram diferença estatística ($p>0,05$). Estes dados estão apresentados na Tabela 9 e Figura 19.

TABELA 9 - Resultados médios da rugosidade de superfície (μm) dos agentes seladores, antes da escovação.

AGENTE SELADOR	MÉDIAS (μm)	
Fortify Plus	0,4461 (0,1282)	a
Opti Bond Solo Plus	0,4261 (0,1094)	a
Fortify	0,2187 (0,0611)	b
Single Bond	0,1936 (0,0471)	b
Controle	0,1480 (0,0298)	b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey
() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

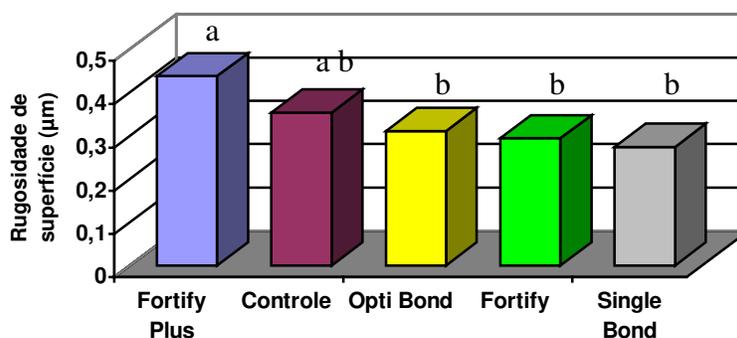
FIGURA 19 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade de superfície (μm) para todos os agentes seladores, antes da escovação.

A Tabela 10 e Figura 20 mostram que após a escovação, os maiores valores de rugosidade de superfície foram obtidos com o grupo Fortify Plus, sem diferença significativa com o grupo controle ($p>0,05$), porém com diferença com os demais grupos ($p<0,05$). Os grupos com Single Bond, Fortify e Opti Bond Solo Plus apresentaram as menores médias de rugosidade de superfície, todos sem diferença entre si ($p>0,05$). O grupo controle não apresentou diferença significativa com os demais ($p>0,05$).

TABELA 10 - Resultados médios da rugosidade de superfície (μm) dos agentes seladores, após a escovação.

AGENTE SELADOR	MÉDIAS (μm)
Fortify Plus	0,4377 (0,1231) a
Controle	0,3536 (0,0332) a b
Opti Bond Solo Plus	0,3113 (0,0872) b
Fortify	0,2941 (0,0471) b
Single Bond	0,2744 (0,0703) b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey
() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 20 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade de superfície (μm) para todos os agentes seladores, após a escovação.

5.2 – Microscopia de força atômica

A Figura 21 ilustra a situação de cobertura com adesivo dentinário sem carga Single Bond sobre as restaurações de resina composta antes da escovação. Em (A) nota-se que o adesivo cobriu parcialmente o material restaurador. O relevo desta superfície está ilustrado na Figura 21 (B).

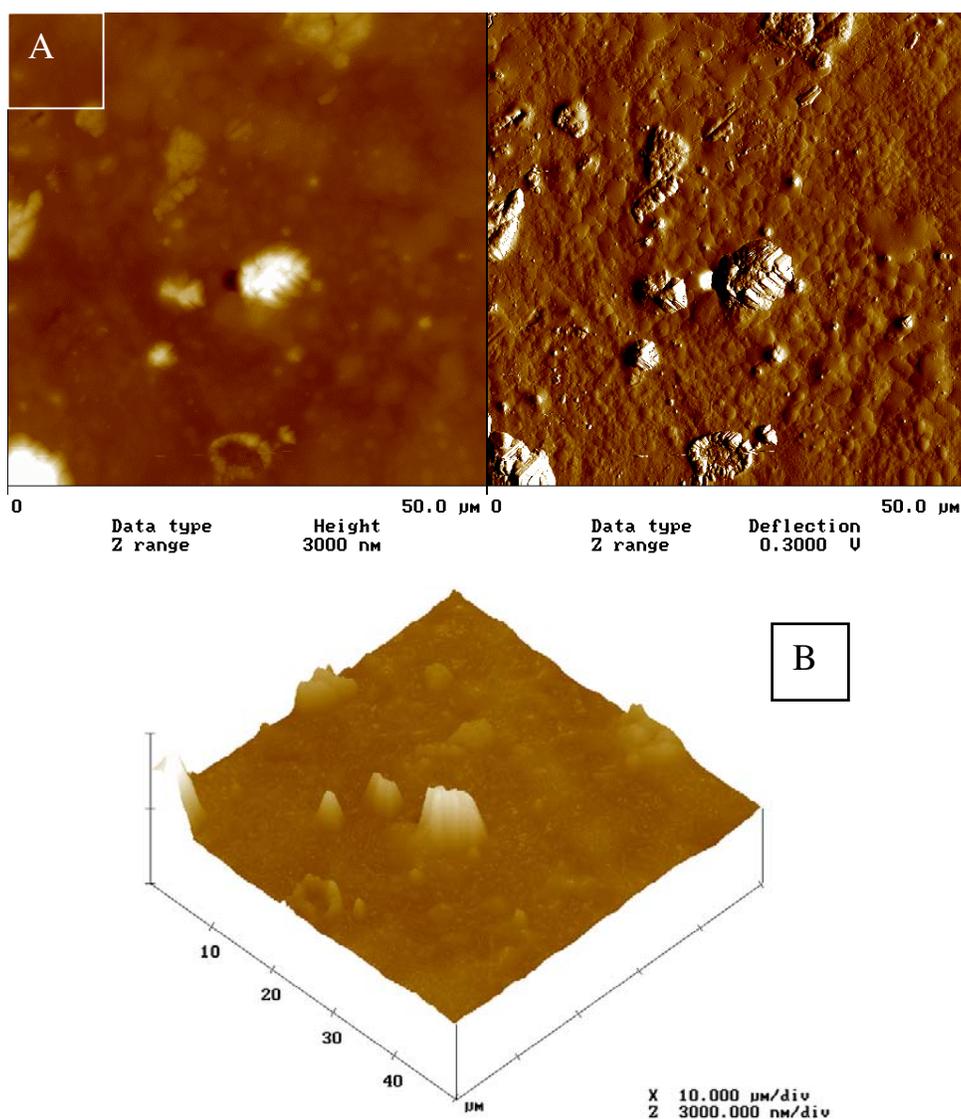


Figura 21 (A e B): Adesivo dentinário sem carga Single Bond antes da escovação.

A Figura 22 ilustra o mesmo grupo com cobertura de adesivo após o procedimento de escovação. Pode-se notar que parte do material de cobertura foi perdido na abrasão, expondo as partículas da resina composta subjacente (A). O relevo demonstrado em (B) permite a mensuração da espessura do material de cobertura, o qual, nesta região, apresentou espessura aproximada de 1,2 μ m.

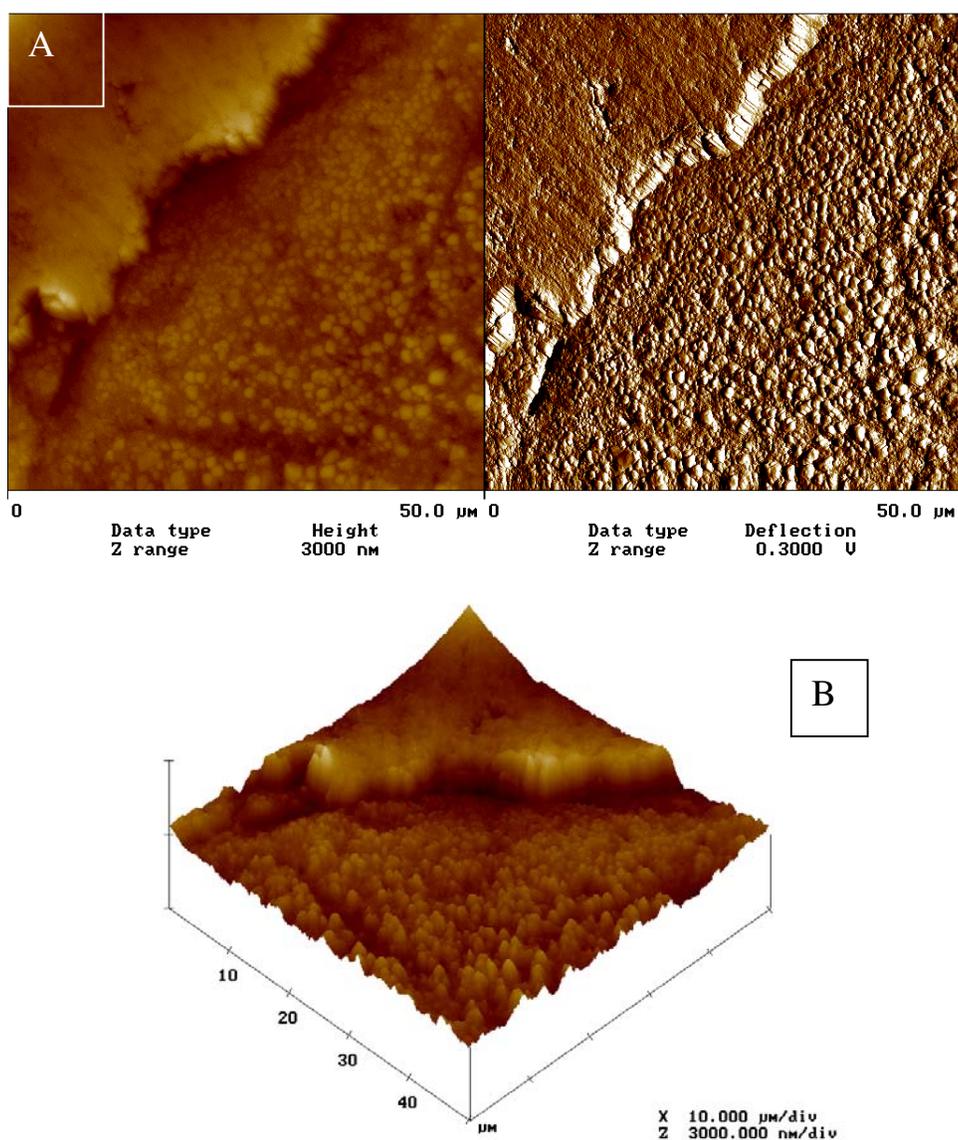


Figura 22 (A e B): Adesivo dentinário sem carga Single Bond após a escovação.

A Figura 23 ilustra a cobertura com adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus sobre a restauração de resina composta antes da escovação. Pode-se observar a presença de partículas de carga na superfície (A), sendo que a maioria pertence, provavelmente, ao próprio adesivo, já que em (B), o relevo mostra, aparentemente, a presença do material de cobertura sobre o compósito.

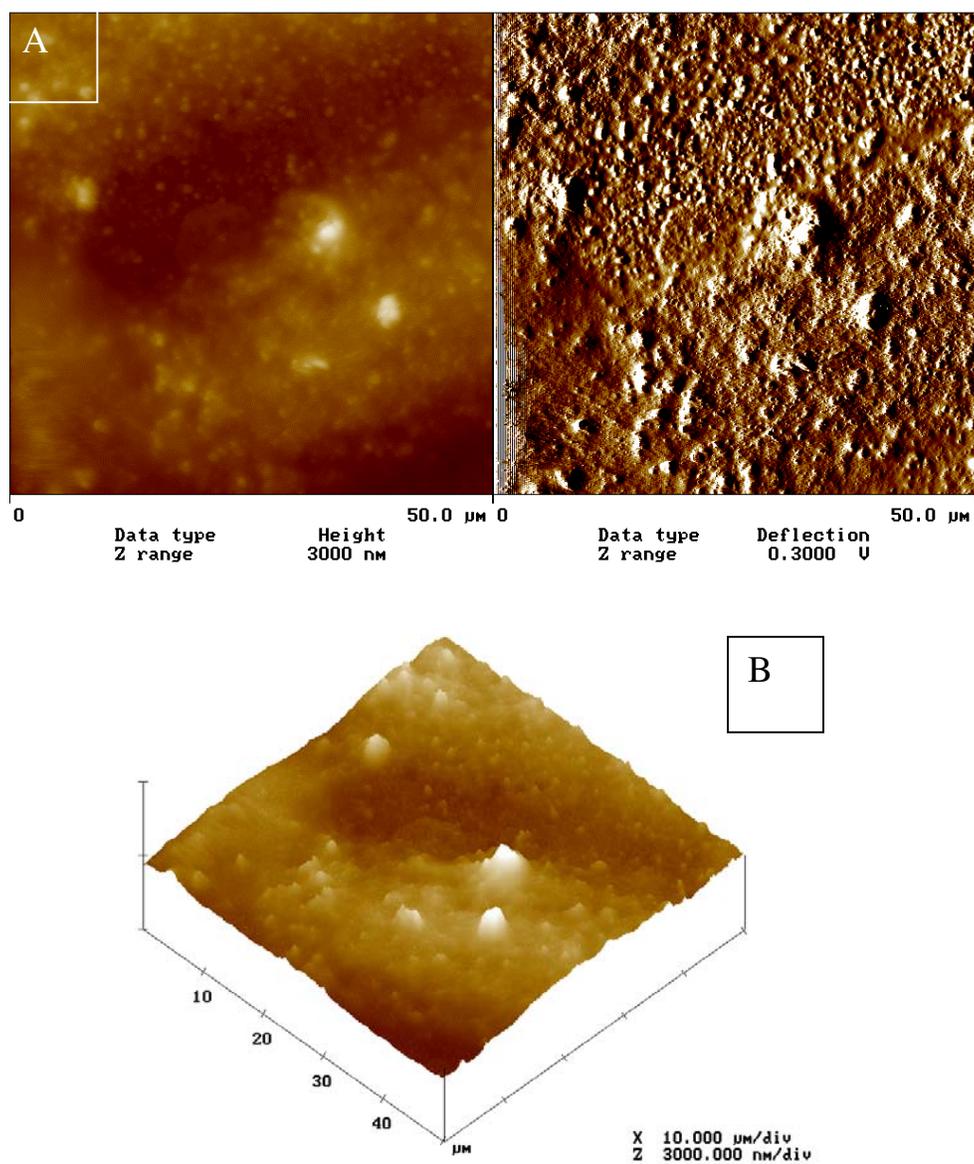


Figura 23 (A e B): Adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus antes da escovação.

A Figura 24 ilustra a mesma cobertura com adesivo com carga Opti Bond Solo Plus após o procedimento de escovação. Em (A) pode-se verificar a presença de grande número de partículas de carga na superfície, provavelmente do próprio material restaurador. Pela análise em (B) pode-se supor que todo o material de cobertura foi perdido pela ação abrasiva.

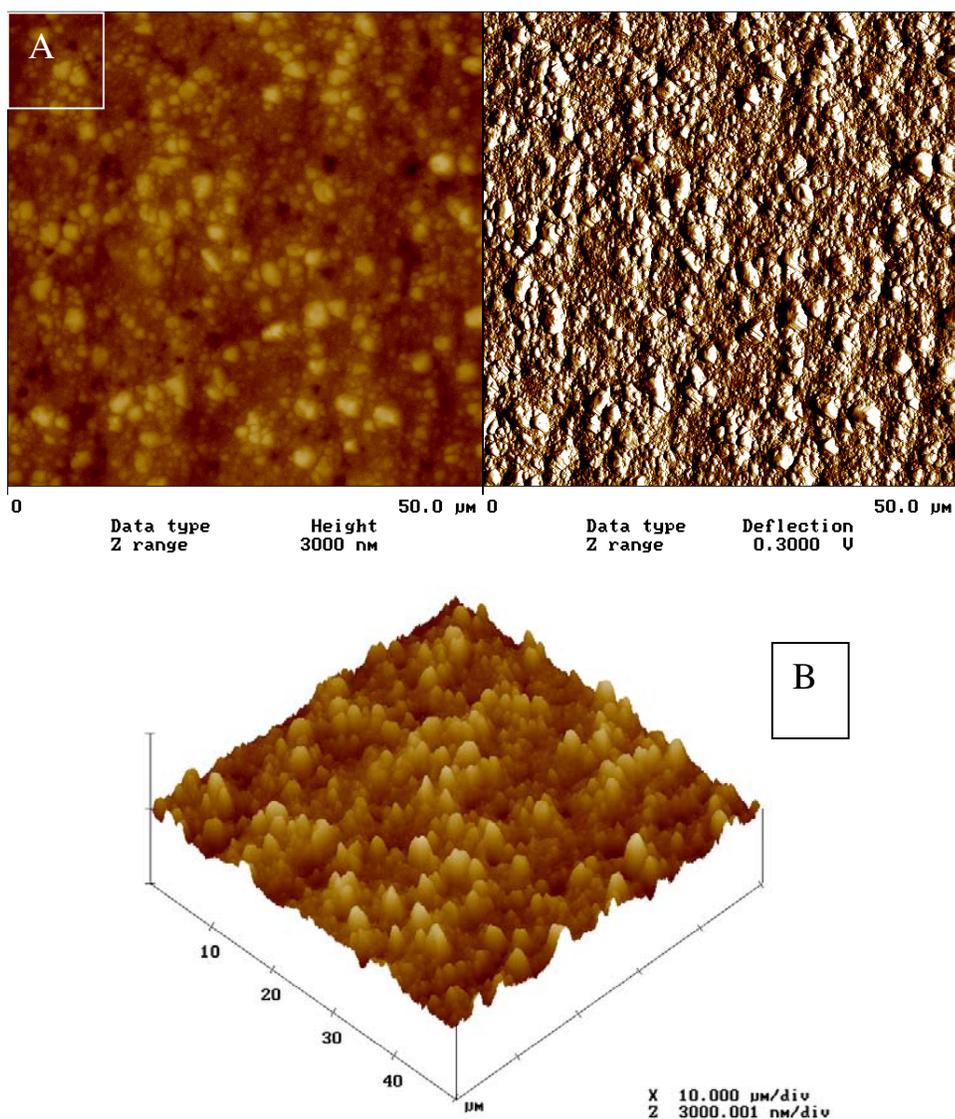


Figura 24 (A e B): Adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus após a escovação.

A Figura 25 ilustra o material restaurador com o selante de superfície sem carga Fortify. Pôde-se observar em (A) pouca protrução das partículas de carga do compósito na superfície. Os riscos presentes são originários, provavelmente, do procedimento de acabamento e polimento. Em (B) observa-se maior uniformidade na superfície.

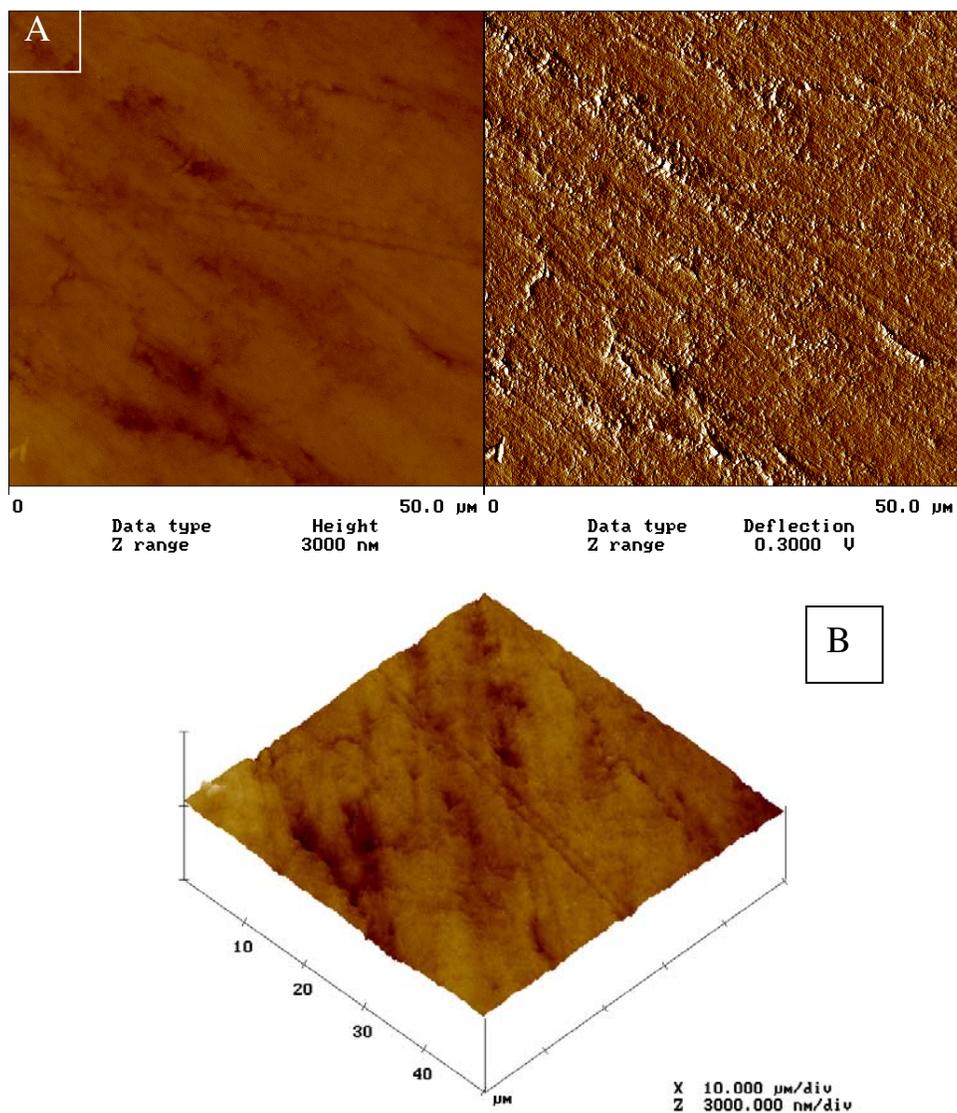


Figura 25 (A e B): Selante de superfície sem carga Fortify antes da escovação.

A Figura 26 ilustra as restaurações cobertas com Fortify após a escovação mecânica. Aparentemente, o selante ainda permaneceu na superfície após o procedimento abrasivo. Embora pequenas falhas superficiais possam ser observadas em (A), parece não haver exposição das partículas do material restaurador subjacente. Tais falhas podem ser visualizadas no relevo da superfície demonstrado em (B).

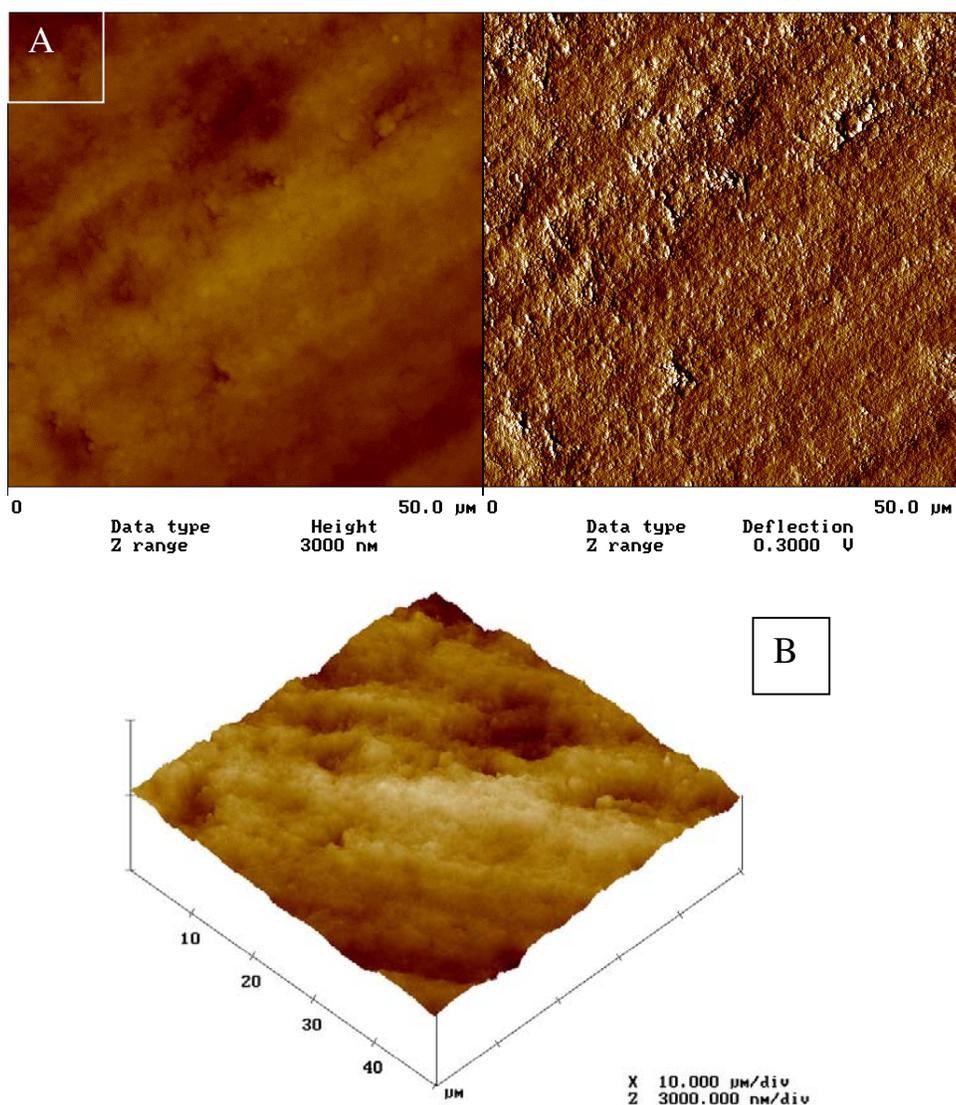


Figura 26 (A e B): Selante de superfície sem carga Fortify após a escovação.

A Figura 27 ilustra as restaurações cobertas com o selante de superfície com carga Fortify Plus antes da escovação. Em (A) pôde-se observar ainda a presença de riscos superficiais, provavelmente gerados pelo acabamento e polimento, sendo que o selante foi capaz de cobrir parcialmente estas fendas, como ilustrado em (B). O tamanho aproximado destas fendas era em torno de 0,5 μ m. Observa-se a não uniformidade do selante (A e B).

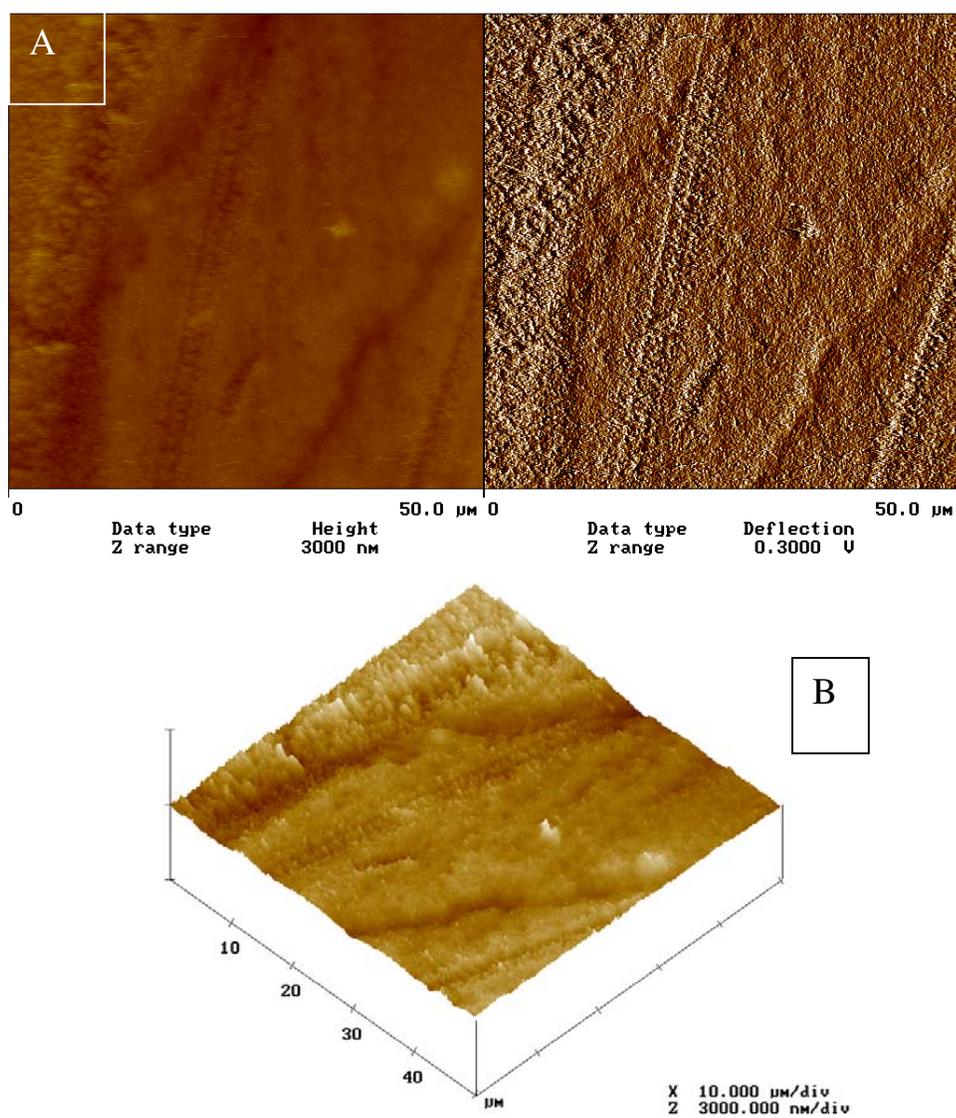


Figura 27 (A e B): Selante de superfície com carga Fortify Plus antes da escovação.

A Figura 28 ilustra a mesma cobertura após a escovação. Observa-se a presença de algumas partículas de carga protruídas na superfície (A e B), as quais podem ser originárias do próprio agente selador. Aparentemente, há ainda a presença do agente selador na superfície do compósito.

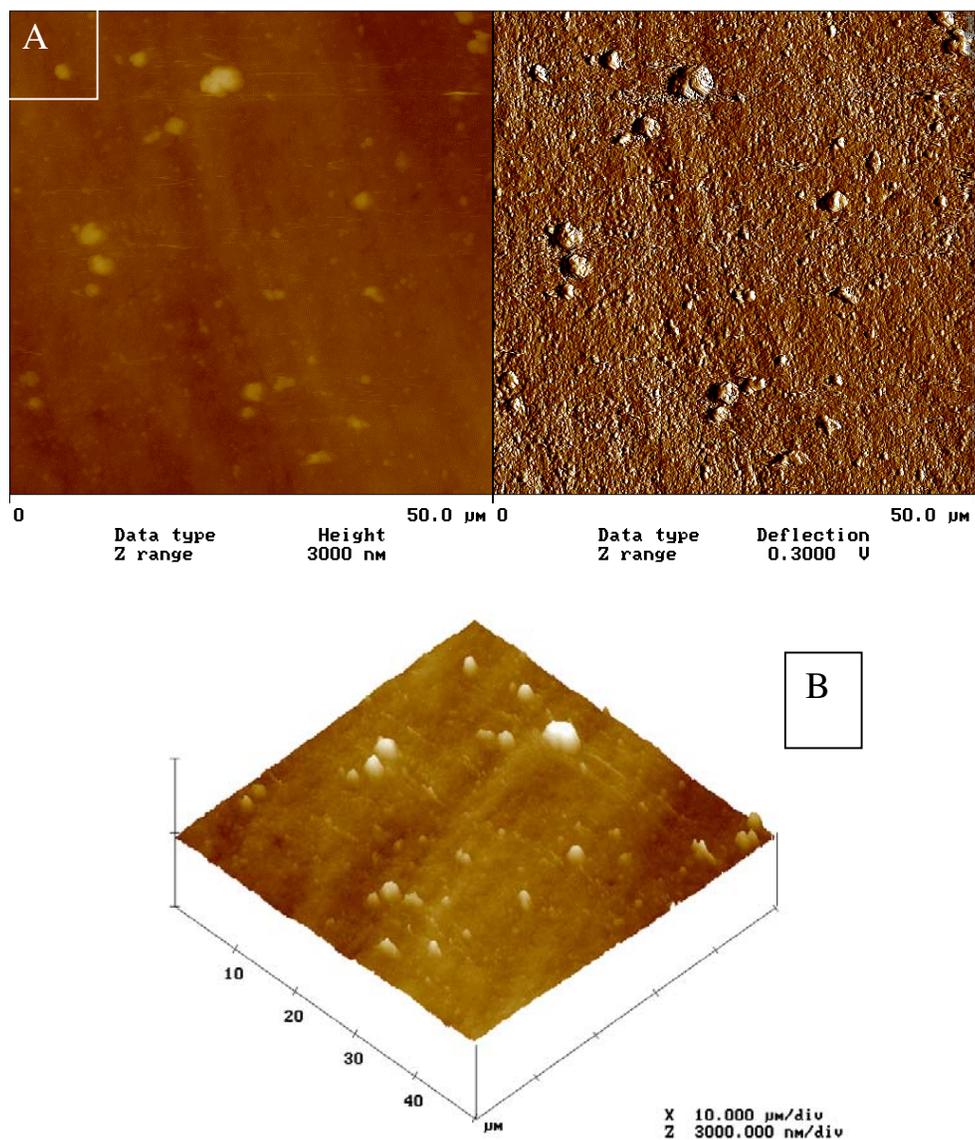


Figura 28 (A e B): Selante de superfície com carga Fortify Plus após a escovação.

A Figura 29 ilustra os corpos-de-prova do grupo controle antes da escovação. Neste caso, nenhuma material de selamento estava presente na superfície. Pôde-se observar o grande número de riscos e falhas na superfície (A). Em (B) observa-se tridimensionalmente as trincas oriundas dos procedimentos de acabamento e polimento do compósito, sendo que a mais evidente atinge aproximadamente 5,5 μ m.

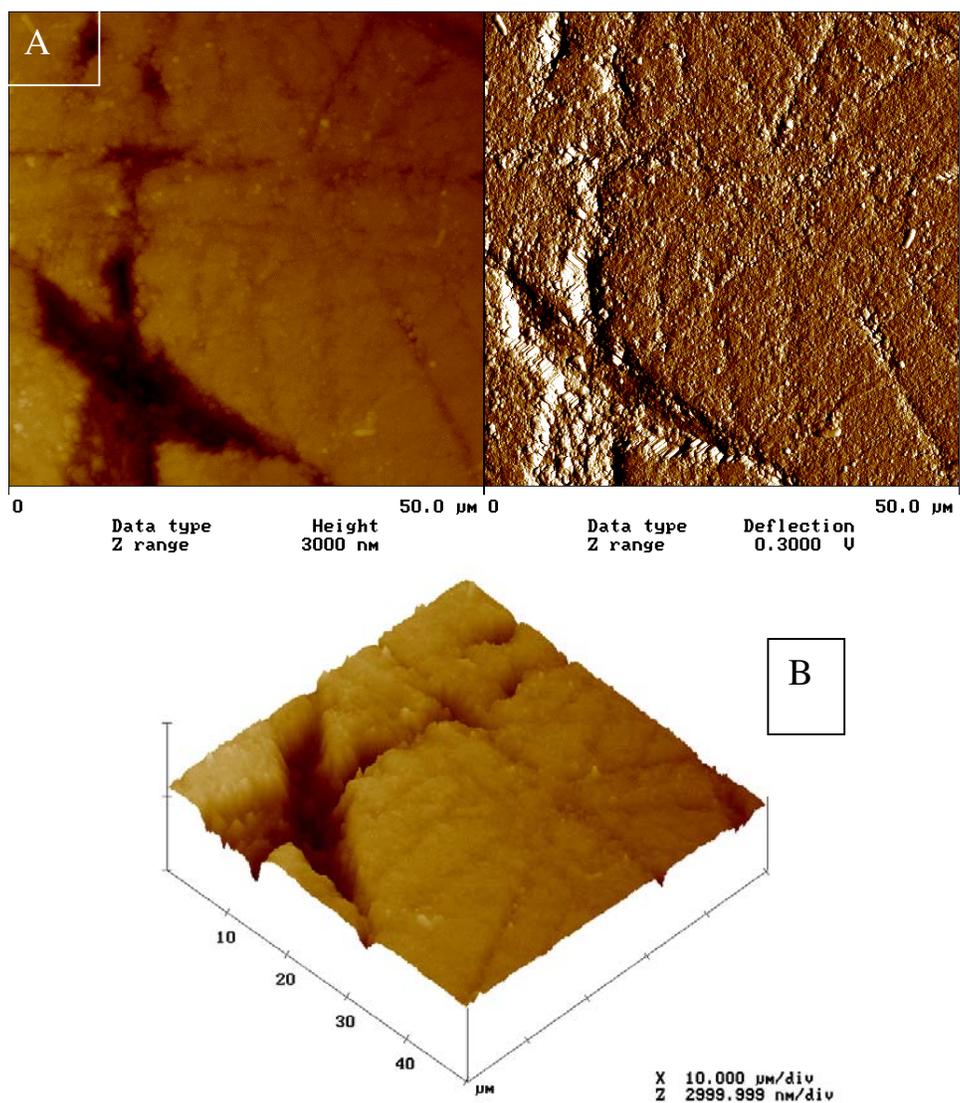


Figura 29 (A e B): Grupo controle antes da escovação.

A Figura 30 ilustra o grupo controle após o procedimento de escovação. Observa-se em (A) a presença das partículas de carga protruídas na superfície do compósito e a presença de alguns riscos provavelmente oriundos do processo de escovação. Estes riscos são mais evidentes em (B).

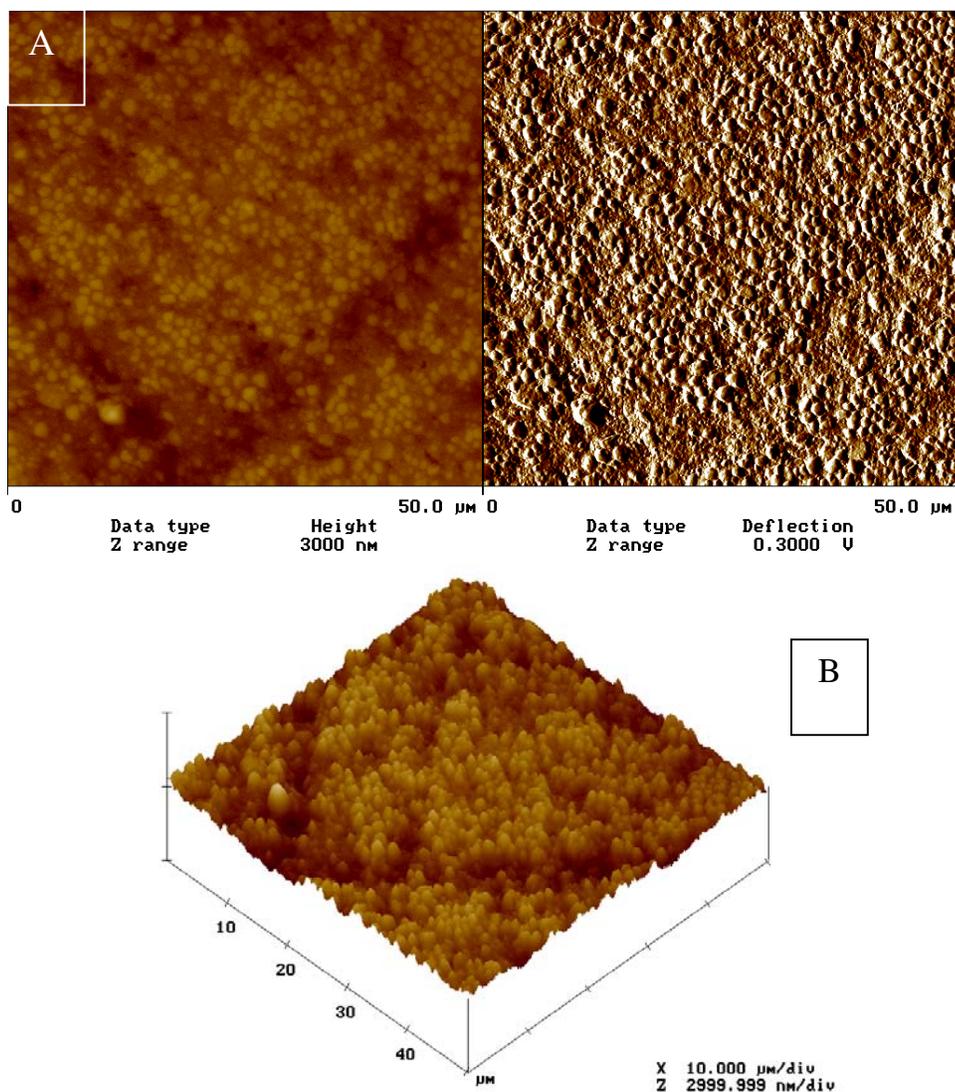


Figura 30 (A e B): Grupo controle após a escovação.

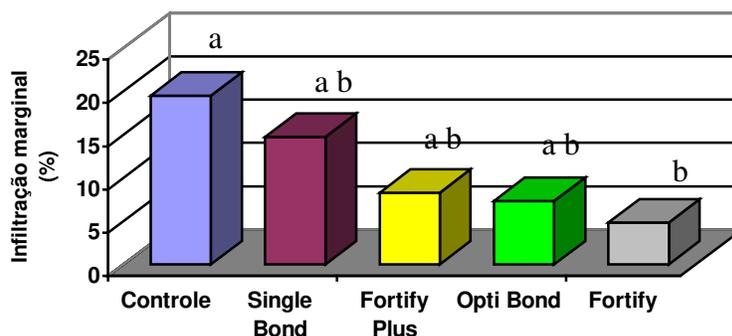
5.3 – Infiltração marginal

A média dos valores originais (Apêndice) de infiltração marginal para todos os materiais seladores, estão ilustrados na Tabela 11 e Figura 31. Podemos observar que o Fortify foi o agente selador que promoveu menor infiltração marginal, com diferença estatística quando comparado com o grupo controle ($p < 0,05$), porém sem diferença estatística com os demais grupos ($p > 0,05$).

TABELA 11 - Resultados médios de infiltração marginal (%) dos agentes seladores, independentemente do tempo.

AGENTE SELADOR	MÉDIAS (%)	
Controle	19,52 (14,62)	a
Single Bond	14,73 (9,40)	a b
Fortify Plus	8,29 (7,90)	a b
Opti Bond Solo Plus	7,34 (4,61)	a b
Fortify	4,84 (2,56)	b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey
() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

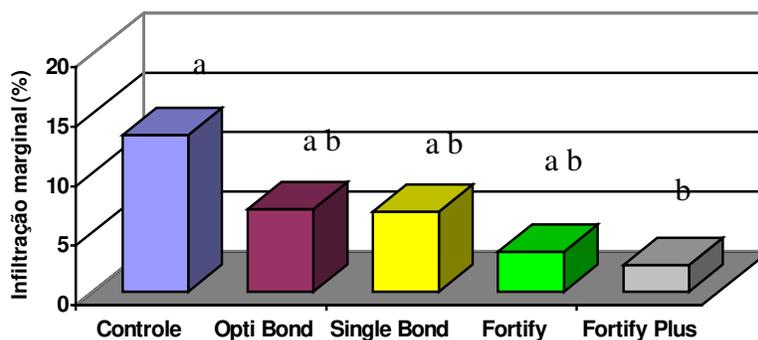
FIGURA 31 – Ilustração gráfica dos valores médios de infiltração marginal (%) para todos os agentes seladores, independentemente do tempo.

A Tabela 12 e Figura 32 mostram os valores de infiltração marginal imediata para os diversos agentes seladores. Podemos observar que o Fortify Plus foi o agente selador que promoveu menor infiltração marginal, com diferença estatística quando comparado com o grupo controle ($p < 0,05$), porém sem diferença estatística com os demais grupos ($p > 0,05$).

TABELA 12 - Resultados médios de infiltração marginal imediata (%) dos agentes seladores.

AGENTE SELADOR	MÉDIAS (%)	
Controle	13,17 (9,38)	a
Opti Bond Solo Plus	6,94 (4,59)	a b
Single Bond	6,72 (4,95)	a b
Fortify	3,35 (3,16)	a b
Fortify Plus	2,23 (2,92)	b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey
() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

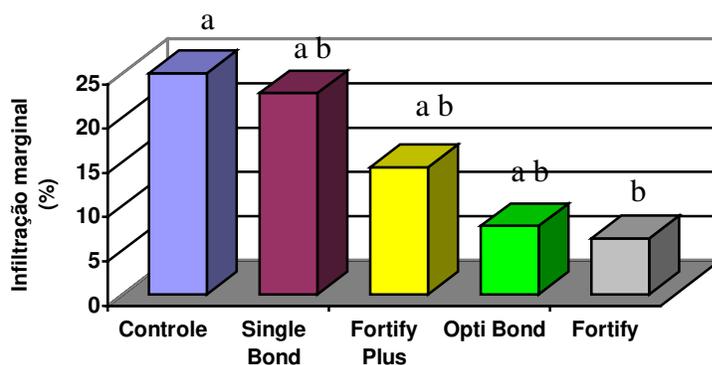
FIGURA 32 – Ilustração gráfica dos valores médios de infiltração marginal imediata (%) para todos os agentes seladores.

Os valores de infiltração marginal mediata para os diversos agentes seladores estão ilustrados na Tabela 13 e Figura 33. Podemos observar que o Fortify foi o agente selador que promoveu menor infiltração marginal, com diferença estatística quando comparado com o grupo controle ($p < 0,05$), porém sem diferença estatística com os demais grupos ($p > 0,05$).

TABELA 13 - Resultados médios de infiltração marginal mediata (%) dos agentes seladores.

AGENTE SELADOR	MÉDIAS (%)	
Controle	25,87 (19,86)	a
Single Bond	22,75 (13,86)	a b
Fortify Plus	14,36 (12,89)	a b
Opti Bond Solo Plus	7,73 (4,64)	a b
Fortify	6,32 (1,96)	b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey
() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 33 – Ilustração gráfica dos valores médios de infiltração marginal mediata (%) para todos os agentes seladores.

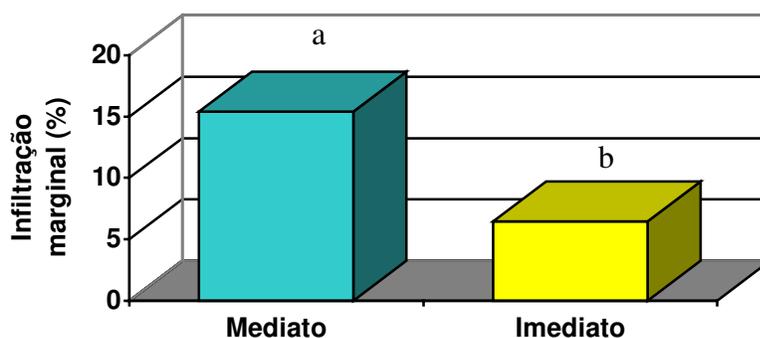
A Tabela 14 e a Figura 34 trazem os valores de infiltração marginal (%) imediato e mediato, independente do agente selador. Podemos observar maior infiltração marginal após a ciclagem térmica, com diferença significativa para o valor de infiltração marginal imediato ($p < 0,05$).

TABELA 14 - Resultados médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, independentemente do agente selador.

FATOR TEMPO	MÉDIAS (%)
Mediato	15,41 (10,64) a
Imediato	6,48 (5,01) b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 34 – Ilustração gráfica dos valores médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, independentemente do agente selador.

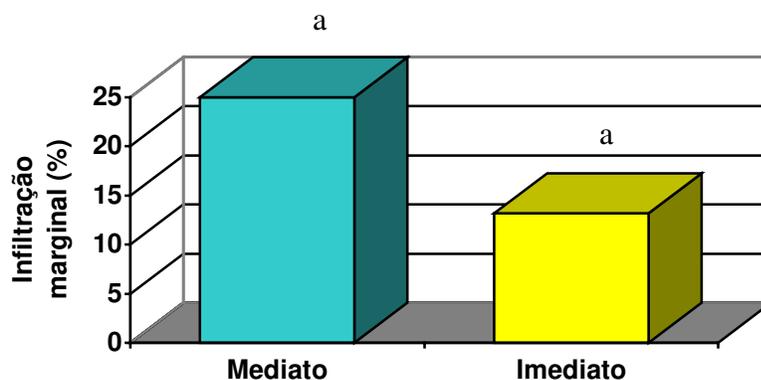
Os valores de infiltração marginal (%), imediato e mediato, do grupo controle estão ilustrados nas Tabela 15 e Figura 35. Embora os valores de infiltração tenham aumentado numericamente com o tempo, esta diferença não foi estatisticamente significativa ($p>0,05$).

TABELA 15 - Resultados médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo controle

FATOR TEMPO	MÉDIAS (%)
Mediato	25,87 (19,86) a
Imediato	13,17 (9,38) a

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 35 – Ilustração gráfica dos valores médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo controle.

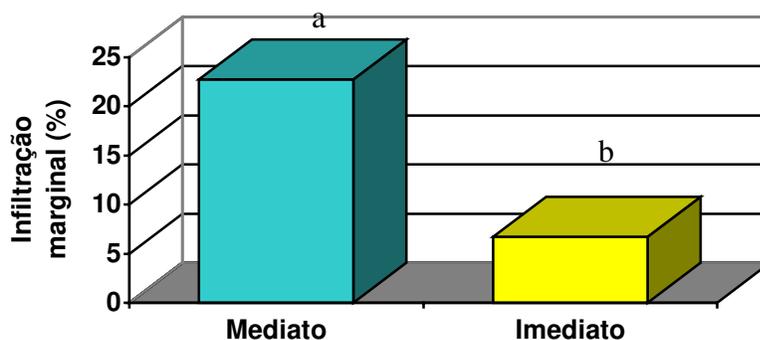
A Tabela 16 e a Figura 36 trazem os valores de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo selado com adesivo Single Bond. Podemos observar maior infiltração marginal após a ciclagem térmica, com diferença significativa para o valor de infiltração marginal imediato ($p < 0,05$).

TABELA 16 - Resultados médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo selado com Single Bond

FATOR TEMPO	MÉDIAS (%)
Mediato	22,75 (13,86) a
Imediato	6,72 (4,95) b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 36 – Ilustração gráfica dos valores médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo selado com Single Bond.

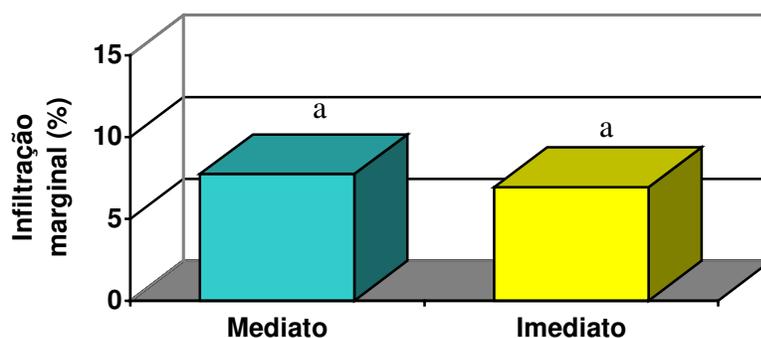
A Tabela 17 e a Figura 37 trazem os valores de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo selado com adesivo com carga Opti Bond Solo Plus. Não houve diferença significativa entre os valores de infiltração marginal imediato e mediato ($p>0,05$).

TABELA 17 - Resultados médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo selado com Opti Bond Solo Plus

FATOR TEMPO	MÉDIAS (%)
Mediato	7,73 (4,64) a
Imediato	6,94 (4,59) a

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 37 – Ilustração gráfica dos valores médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo selado com Opti Bond Solo Plus.

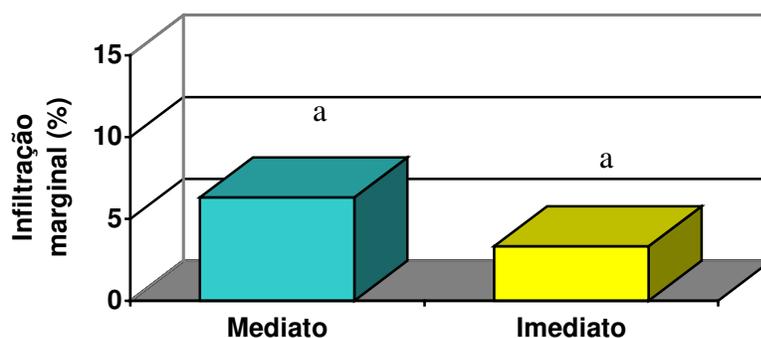
Os valores de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo com o selante de superfície sem carga Fortify estão ilustrados na Tabela 18 e Figura 38. Embora a infiltração marginal mediata fosse maior que a imediata, esta diferença não foi estatisticamente significativa ($p>0,05$).

TABELA 18 - Resultados médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo selado com Fortify

FATOR TEMPO	MÉDIAS (%)
Mediato	6,32 (1,96) a
Imediato	3,35 (3,16) a

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 38 – Ilustração gráfica dos valores médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo selado com Fortify.

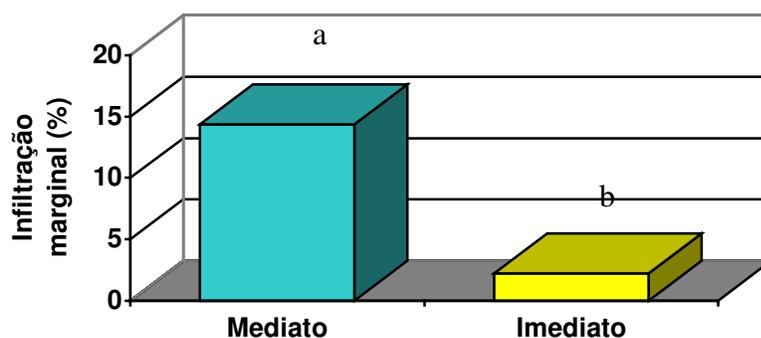
A Tabela 19 e a Figura 39 trazem os valores de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo com selante de superfície com carga Fortify Plus. Podemos observar maior infiltração marginal após a ciclagem térmica, com diferença significativa para os valores de infiltração marginal imediato ($p < 0,05$).

TABELA 19 - Resultados médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo selado com Fortify Plus

FATOR TEMPO	MÉDIAS (%)	
Mediato	14,36 (12,89)	a
Imediato	2,23 (2,92)	b

Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey

() – desvio padrão



Barras seguidas por letras distintas diferem entre em nível de 5% pelo teste de Tukey

FIGURA 39 – Ilustração gráfica dos valores médios de infiltração marginal (%) imediato e mediato, para o grupo selado com Fortify Plus.

6. DISCUSSÃO

Dentre os principais fatores que determinam a longevidade clínica de uma restauração destacam-se a preservação do selamento marginal entre o material restaurador e o dente, e a manutenção da integridade superficial, responsável pelas características estéticas da restauração. Embora as primeiras resinas compostas desenvolvidas para utilização clínica apresentassem propriedades insatisfatórias, como elevada taxa de desgaste (PHILIPS, 1972; HEATH & WILSON, 1976), o grande número de pesquisas nas últimas décadas têm culminado no desenvolvimento de materiais com melhores propriedades, ampliando o uso clínico dos compósitos, inclusive em regiões posteriores (CHRISTENSEN, 1998).

A manutenção da superfície do compósito extremamente polida é fundamental para promover um meio que dificulte a retenção de placa bacteriana, e subsequente recorrência de cárie (TATE & POWERS, 1996). A pigmentação e a alteração na textura superficial também são fatores importantes capazes de diminuir as propriedades estéticas do material restaurador (EHRNFORD, 1983). LEITÃO & HEGDAHL (1981) e TJAN & CHAN (1989) ainda ressaltam o aumento da área friccional em superfícies rugosas, o qual pode acarretar em maior taxa de desgaste do material.

Segundo BOLLEN *et al.* (1997) existiria um limite de rugosidade de superfície para adesão bacteriana ($R_a = 0,2\mu\text{m}$). Um aumento na rugosidade acima deste limite resultaria no acúmulo de placa bacteriana, aumentando, conseqüentemente, o risco de cárie

e inflamação periodontal. Abaixo deste valor limite, nenhuma redução no acúmulo de bactérias poderia ser esperada.

Os resultados apresentados na Tabela 9 e na Figura 19 mostram os valores de rugosidade de superfície logo após o acabamento e polimento e após aplicação dos agentes seladores sobre as restaurações de resina composta. O grupo controle (0,1480 μ m), bem como os grupos selados com adesivo dentinário sem carga Single Bond (0,1936 μ m) e selante de superfície sem carga Fortify (0,2187 μ m) apresentaram os menores valores de rugosidade de superfície, sendo que apenas o selante de superfície sem carga apresentou valores ligeiramente acima do limite estipulado por BOLLEN *et al.* (1997). Estes dados estão de acordo com os resultados obtidos por FERREIRA (1999) onde mostrou que os menores valores de rugosidade de superfície foram obtidos para as amostras que receberam a aplicação de um agente de penetração superficial, seja ele um adesivo dentinário ou um selante de superfície específico para este fim (Fortify). ROEDER *et al.* (2000) relataram que a aplicação do selante de superfície Protect-it apresentava pouco efeito nos valores de rugosidade, sendo que tal material de selamento não foi capaz de compensar as irregularidades superficiais causada pelos instrumentos de acabamento e polimento.

No entanto, no grupo controle (Figura 29), pode-se observar a presença de microtrincas na superfície da restauração. A profundidade média destas trincas, medidas através da imagem capturada pelo microscópio de força atômica, ficou em torno de 4 a 5 μ m. Estes valores são menores quando comparados aos encontrados na literatura, onde KAWAI & LEINFELDER (1993) relataram que as microtrincas ou defeitos superficiais atingiam, em média, 15 μ m, enquanto RATANAPRIDAKUL *et al.* (1989) descreveram trincas de até 50 μ m de profundidade. Quando analisadas em amplitudes permitidas pela

microscopia eletrônica de varredura, nenhum sistema de acabamento e polimento seria capaz de promover uma superfície totalmente lisa nas resinas compostas (STODDARD & JOHNSON, 1991).

As microtrincas não foram observadas nas restaurações seladas com adesivo dentinário sem carga (Single Bond) e selante de superfície sem carga (Fortify). Embora houvesse a presença de algumas irregularidades na superfície das restaurações cobertas com adesivo dentinário sem carga (Figura 21), estas não causaram alteração pronunciada na rugosidade do material (Tabela 9 e Figura 19). Provavelmente, o sistema adesivo cobriu parcialmente o compósito restaurador, deixando, aparentemente, algumas partículas de carga na superfície do compósito. Já nas restaurações cobertas com o selante de superfície sem carga, houve maior uniformidade da superfície (Figura 25), onde as microtrincas foram parcial ou totalmente cobertas pelo selante. Tais achados concordam com os dados obtidos por DICKINSON *et al.* (1990), onde a microscopia eletrônica de varredura mostrou que as restaurações cobertas com selante apresentavam-se mais lisas e mais contínuas que as superfícies não tratadas. BERTRAND *et al.* (2000) também relataram que o objetivo da aplicação do selante seria preencher os defeitos presentes na superfície do compósito após o polimento, melhorando a integridade marginal e aumentando a resistência à abrasão da restauração. Segundo KAWAI & LEINFELDER (1993), os selantes seriam capazes de penetrar à profundidade de 1 a 2 μ m devido à sua baixa viscosidade e alta capacidade de umedecimento.

As restaurações seladas com o adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus (0,4261 μ m) e com o selante de superfície com carga Fortify Plus (0,4461 μ m) apresentaram os maiores valores de rugosidade de superfície antes da escovação (Tabela 9

e Figura 19), sendo valores acima dos estipulados por BOLLEN *et al.* (1997). A presença de partículas de carga na composição de ambos materiais foi, provavelmente, a causa para o aumento da rugosidade.

Segundo informações do fabricante, o adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus apresenta 15% (em massa) de partículas de vidro de bário cujo tamanho médio é de 0,4 μ m. A Figura 23 ilustra a presença de partículas de carga na superfície da restauração selada com este material. Embora a Figura 23 (B) pareça mostrar que há presença de um material de cobertura sobre a restauração, torna-se difícil afirmar que estas partículas sejam todas provenientes do sistema adesivo, visto que o tamanho das partículas deste adesivo é muito próximo do tamanho das partículas do compósito restaurador Z250 (0,19 a 3,3 μ m, segundo o fabricante). No entanto, a presença destas partículas foi, possivelmente, a responsável pela maior rugosidade apresentada por esta superfície.

O selante de superfície com carga Fortify Plus apresenta em sua composição, segundo o fabricante, micropartículas de sílica amorfa (30% em massa). A presença dessas partículas pode ter sido a causa da alta rugosidade de superfície apresentada (Tabela 9 e Figura 19). No entanto, na Figura 27, pode-se observar a presença de poucas partículas protruídas na superfície da restauração, provavelmente devido a uniformidade e tamanho diminuto dessas partículas. BERTRAND *et al.* (2000) relataram que a espessura da camada de selante de superfície sem carga Fortify apresentava variação considerável (0-70 μ m), quando analisada em microscopia eletrônica de varredura, sendo praticamente impossível a obtenção de uma camada macroscópica uniforme. Como o selante de superfície com carga (Fortify Plus) possui micropartículas de carga na composição, a formação de uma camada

uniforme seria mais crítica, devido à maior viscosidade e menor capacidade de escoamento deste material, quando comparado com o selante de superfície sem carga.

Um importante fator a ser considerado quando da utilização de agentes seladores sobre restaurações de resina composta é como estes materiais respondem aos processos de desgaste. Segundo REID *et al.* (1990), o mecanismo de desgaste dos materiais odontológicos seria um fenômeno complexo devido às variações de carga e movimentos abrasivos que poderiam ocorrer na cavidade bucal, e à agressividade química e biológica do meio bucal. Assim, os mecanismos de desgaste seriam adesivo, abrasivo, fadiga e corrosivo, sendo que o volume de desgaste poderia ser determinado por perda de peso do material, alterações dimensionais, perfilometria superficial e coleção de debris de desgaste.

MAIR *et al.* (1996) relataram que dentre todos os mecanismos de desgaste, o abrasivo era provavelmente o mais comum, tanto no sistema de dois ou três corpos. Segundo EHRNFORD (1983), a taxa de abrasão do compósito depende de diversos fatores como tipo e diluição do dentifrício, tipo de escova, velocidade e pressão exercida durante a escovação. TANOUE *et al.* (2000) relataram que a abrasão provocada por escovação e dentifrício era um fator indesejável, causando desvantagens biológicas e estéticas durante a vida útil da restauração. Além disso, a escovação dental poderia comprometer o acabamento e polimento das restaurações de resina composta, provocando desgaste superficial. Embora a perda de material pela escovação fosse de significância clínica duvidosa, o maior problema era a rugosidade de superfície causada pelo processo (GOLDSTEIN & LERNER, 1991).

O número de ciclos utilizados foi baseado no trabalho de AKER (1982) que realizou 16.000 ciclos de escovação para cada corpo-de-prova durante uma hora, o que

corresponderia a 22 impactos da escova sobre os dentes, duas vezes por dia durante um ano. Como o trabalho de DICKINSON & LEINFELDER (1993) relataram que a efetividade do selante de superfície poderia ser melhorada caso o material fosse aplicado bianualmente devido ao desgaste neste período, o número de ciclos utilizados neste trabalho (30.000) corresponderia a aproximadamente dois anos de escovação.

Pela Tabela 3 e Figura 13, pode-se observar que houve aumento nos valores de rugosidade de superfície após a escovação. Quando a análise foi feita dentro de cada grupo de tratamento, observou-se aumento nos valores de rugosidade para os grupo controle (Tabela 4 e Figura 14), o qual apresentou média de rugosidade de $0,3536\mu\text{m}$ após a escovação ($0,1480\mu\text{m}$ antes). O mesmo fenômeno foi encontrado para o grupo selado com adesivo dentinário sem carga Single Bond (Tabela 5 e Figura 15), cujos valores de rugosidade passaram de $0,1936\mu\text{m}$ para $0,2744\mu\text{m}$ após a escovação, e para o grupo selado com selante de superfície sem carga Fortify (Tabela 7 e Figura 17), cujos valores de rugosidade passaram de $0,2187\mu\text{m}$ para $0,2941\mu\text{m}$. Estes resultados concordam com os de FERREIRA (1999) que mostrou que os menores valores de rugosidade foram obtidos nas amostras tratadas antes do ensaio de escovação, tanto para as amostras que receberam ou não a aplicação de um agente de penetração superficial, no caso, um agente de união sem carga e um selante de superfície (Fortify). Além disso, DOS SANTOS *et al.* (2003) também relatou que, independente da aplicação do selante de superfície Protect-it, houve aumento nos valores de rugosidade para maioria dos compósitos estudados, após o ensaio de escovação.

Nas fotomicroscopias do grupo controle, onde não houve aplicação de agente selador, fica evidente a presença de partículas de carga do compósito na superfície da

restauração, após a escovação (Figura 30, A e B). Dessa forma, pode-se supor que houve maior abrasão da matriz resinosa do compósito, expondo as partículas de carga. Segundo LEINFELDER (1987), em áreas onde as partículas de carga estivessem anguladas ou projetadas na superfície, ocorreria concentração de tensões, causando formação de microrrachaduras na matriz, enfraquecendo-a e possibilitando o deslocamento definitivo das partículas de carga, aumentando o desgaste da restauração. GOLDSTEIN & LERNER (1991) também relataram que a topografia superficial de resinas compostas híbridas era alterada pela escovação de rotina.

Para o grupo selado com adesivo dentinário sem carga (Single Bond), pode-se observar que parte do agente selador foi removido após o ensaio de escovação (Figura 22, A e B), expondo as partículas de carga do compósito subjacente. Dessa forma, tal agente selador não foi eficaz em proteger a restauração durante todo o processo abrasivo. FERREIRA (1999) também demonstrou em microscopia eletrônica de varredura que, após o ensaio de escovação pelo período de seis meses, o material de cobertura foi parcialmente removido, provocando aumento nos valores médios de rugosidade.

Já para o grupo selado com selante de superfície sem carga (Fortify), pode-se observar que, embora houvesse aumento nos valores de rugosidade (Tabela 7 e Figura 17), o selante de superfície aparentemente permaneceu na superfície do compósito, visto que as imagens ilustradas na Figura 26 (A e B) não mostram claramente a presença de partículas de carga expostas na superfície. Na imagem tridimensional (Figura 26, B) observa-se falhas presentes na superfície da restauração, o que pode ter causado o aumento na rugosidade de superfície. A presença do selante de superfície mesmo após a escovação, seria uma possível evidência da eficácia deste material em diminuir o desgaste do compósito restaurador.

LEINFELDER (1991) e SMALL (1998) relataram que o selante de superfície seria capaz de diminuir a taxa de desgaste inicial de uma resina composta em torno de 50%. Como o próprio material de cobertura parece também sofrer processo de desgaste frente aos procedimentos abrasivos, SMALL (1998) recomenda que estes materiais deveriam ser reaplicados em visitas subsequentes.

A Tabela 6 e Figura 16 mostram que os valores de rugosidade de superfície para as restaurações seladas com adesivo dentinário com carga (Opti Bond Solo Plus) diminuíram após o processo de escovação (0,4261 μ m antes e 0,3113 μ m após). A provável causa para esta diminuição está ilustrado na Figura 24 (A e B), onde houve completa remoção do agente selador após a escovação, expondo o material restaurador subjacente. Os valores de rugosidade medidos após a escovação seriam, dessa forma, do compósito restaurador e não do agente selador.

Não houve diferença nos valores de rugosidade antes (0,4461 μ m) e após (0,4377 μ m) a escovação para o grupo selado com selante de superfície com carga Fortify Plus (Tabela 8 e Figura 18). Podemos supor, com base nas imagens obtidas após a escovação (Figura 28, A e B), que o selante de superfície com carga permaneceu na superfície do compósito após o desgaste abrasivo. Embora houvesse presença de poucas partículas de carga na superfície da restauração, não houve evidências claras de que estas partículas sejam oriundas do compósito restaurador, como está ilustrado nas Figuras 24 (A e B) e 30 (A e B). Apesar da aparente permanência do selante na superfície da restauração, os valores de rugosidade permaneceram elevados, bem acima do limite proposto por BOLLEN *et al.* (1997).

Pela Tabela 10 e Figura 20, observa-se que o grupo selado com selante de superfície com carga (Fortify Plus) apresentou as maiores médias de rugosidade de superfície após a escovação ($0,4377\mu\text{m}$), sendo comparada apenas à do grupo controle ($0,3536\mu\text{m}$). As menores médias de rugosidade foram obtidas para os grupos selados com adesivo dentinário sem carga Single Bond ($0,2744\mu\text{m}$), selante de superfície sem carga Fortify ($0,2941\mu\text{m}$) e adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus ($0,3113\mu\text{m}$), também sem diferença para o grupo controle. No entanto, REID *et al.* (1990) concluíram que devido a complexidade dos mecanismos de desgaste, torna-se difícil desenvolver um teste laboratorial que determine com precisão a taxa de desgaste clínica de um material. A presença ou não do agente selador na superfície do compósito, além da análise de outras propriedades físicas e mecânicas, também deveria ser considerada quando da análise da eficácia e durabilidade destes agentes seladores.

A utilização de agentes seladores tem sido proposta para melhorar o selamento entre o dente e a restauração, impedindo ou minimizando a infiltração marginal. ALANI & TOH (1997) relataram que a microinfiltração na interface dente-restauração seria um dos fatores que influenciariam a longevidade das restaurações. A microinfiltração ocorreria devido à formação de microfendas ao longo da interface, a qual poderiam ser causadas por diversos fatores como contração de polimerização do compósito, diferença no coeficiente de expansão térmica entre o compósito e a estrutura dental, inserção não incremental da resina composta à cavidade e devido às tensões geradas na interface causadas por instrumentos rotatórios durante os procedimentos de acabamento e polimento (RAMOS *et al.*, 2000). Segundo TRIDAN (1987) existiriam quatro problemas clínicos advindos da microinfiltração: estética, principalmente com relação à descoloração marginal;

sensibilidade, principalmente em restaurações classe 5; percolação, ou seja, a penetração de saliva e bactérias através das fendas na periferia da restauração e cáries marginais recorrentes, como resultado de toda a infiltração marginal secundária. A eficácia da aplicação de um agente selador deveria ser avaliada tanto em seus estágios iniciais, quanto em longo prazo.

O teste de microinfiltração marginal em dentina utilizando agentes traçadores pode apresentar algumas desvantagens. Segundo GALE & DARVELL (1999) a permeabilidade da dentina intacta possibilitaria a entrada do traçador no interior do dente, sem penetrar necessariamente pela interface dente-restauração. Mesmo com o selamento ao redor das restaurações, milhares de túbulos adjacentes às margens da restauração permaneceriam abertos. No entanto, ALANI & TOH (1997) concluíram que embora nenhum dos métodos usados para detecção de microinfiltração fosse ideal, provavelmente o método mais prático e que produziria aceitável grau de confiabilidade seria o teste de penetração utilizando agentes traçadores.

Pela Tabela 12 e Figura 32, observa-se que todos os grupos apresentaram algum grau de infiltração marginal. O grupo selado com selante de superfície com carga (Fortify Plus) apresentou o menor índice de infiltração imediata (2,23%), seguido pelo selante de superfície sem carga Fortify (3,35%), adesivo dentinário sem carga Single Bond (6,72%), adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus (6,94%) e grupo controle (13,17%). No entanto, a diferença só foi significativa entre o selante de superfície com carga (Fortify Plus) e o grupo controle. Os dados obtidos pela análise da porcentagem de infiltração marginal devem ser criteriosamente interpretados. Embora nenhum agente selador tenha sido capaz de evitar a microinfiltração na interface dente-restauração em todas as amostras,

quanto menor o índice de penetração do corante, provavelmente a degradação da margem do compósito através da ação da saliva e/ou constituintes da placa bacteriana estaria dificultada. TRIADAN (1987) relatou que a presença de microfissuras nas margens da restauração não levaria necessariamente a um problema clínico sério.

Sendo assim, a aplicação de qualquer um dos agentes seladores foi eficaz em diminuir a porcentagem de infiltração marginal, comparado com o grupo sem selamento. No entanto, os melhores resultados foram obtidos para os materiais específicos para utilização como selante de superfície, o Fortify e o Fortify Plus. Segundo REID *et al.* (1991), TJAN & TAN (1991), o sucesso desta técnica estaria na habilidade do agente de selamento em penetrar adequadamente na interface através da ação de capilaridade. REID *et al.* (1991) e RAMOS *et al.* (2002) relataram que o grau de penetração do selante de superfície e, conseqüentemente, sua efetividade em melhorar a integridade marginal, seriam dependentes de sua viscosidade e habilidade em penetrar na interface condicionada.

Pela Tabela 14 e Figura 34, pode-se observar que, independente do agente selador utilizado, houve maior penetração do corante quando a análise foi feita após os procedimentos de escovação associada a termociclagem, comparado com a infiltração marginal imediata. Quando a análise foi feita dentro de cada grupo, o resultado foi o mesmo. No entanto, a diferença entre as porcentagens de infiltração marginal só foi significativa para o grupo selado com adesivo dentinário sem carga Single Bond (Tabela 16 e Figura 36) e selante de superfície com carga Fortify Plus (Tabela 19 e Figura 39). Para os grupos controle (Tabela 15 e Figura 35), selado com adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus (Tabela 17 e Figura 37) e selado com selante de superfície sem carga Fortify (Tabela 18 e Figura 38), embora estatisticamente não tenha havido diferença entre

os valores de infiltração mediato e imediato, sempre os valores mediatos foram numericamente superiores aos valores imediatos. Segundo ALANI & TOH (1997), a termociclagem é definida como um procedimento “in vitro” que consiste em sujeitar a restauração e o dente a temperaturas extremas, semelhantes às encontradas na cavidade bucal. Dessa forma, através destes resultados, pode-se supor que o procedimento de termociclagem tenha sido efetivo em simular um envelhecimento nas restaurações.

Embora haja grande variação na temperatura e no número de ciclos utilizados para realização do ensaio de termociclagem, a maioria dos trabalhos utiliza as temperaturas de 5° e 55°C (REID *et al.*, 1991; TJAN & TAN, 1991; MAY JR *et al.*, 1996; MUNRO *et al.*, 1996; ERHARDT *et al.*, 2002). A imersão das restaurações em banho de água à temperatura intermediária (37°C) foi realizada com a finalidade de estabelecer um mesmo nível de temperatura antes de cada imersão (CONSANI *et al.*, 1983).

Após os procedimentos de termociclagem e escovação, observa-se que o grupo sem selamento apresentou maiores médias de infiltração marginal (25,87%), quando comparado com os demais grupos (Tabela 13 e Figura 33). No entanto, esta diferença só foi estatisticamente significativa para o grupo selado com selante de superfície sem carga Fortify (6,32%), o qual apresentou a menor média de infiltração marginal. Os grupos selados com adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus (7,73%), selante de superfície com carga Fortify Plus (14,36%) e adesivo dentinário sem carga Single Bond (22,75%) apresentaram valores intermediários de infiltração marginal.

Novamente, a interpretação destes valores deve ser criteriosamente realizada. O padrão de infiltração marginal mais comum que ocorreu com as restaurações está ilustrado na Figura 11 (B), ou seja, em quase a totalidade dos corpos-de-prova corados, a infiltração

ocorreu somente na parede cervical das restaurações. Este fenômeno também foi observado por REID *et al.* (1991) e MAY JR *et al.* (1996) que mostraram haver pouca ou nenhuma infiltração quando as paredes da restauração estavam localizadas em esmalte. Sendo assim, a infiltração marginal que ocorreu nos grupos controle (25,87%) e selado com adesivo dentinário sem carga Single Bond (22,75%), apresentaram médias de penetração do corante na parede cervical de, aproximadamente, 70 a 80%. Estes resultados concordam com os encontrados por ERHARDT *et al.* (2002) que mostraram que o selamento das margens dentinárias com adesivo sem carga não reduziu significativamente a microinfiltração, sendo que este material poderia facilmente se desgastar quando exposto às condições bucais térmicas e abrasivas rotineiras, perdendo assim sua efetividade. A perda parcial do material pelo processo abrasivo de escovação está ilustrada na Figura 22. Além disso, KEMP-SCHOLTE & DAVIDSON (1988) relataram que poderia haver comprometimento da união devido à alta contração de polimerização (até 5,7%) das resinas de baixa viscosidade. MUNRO *et al.* (1996) concluíram que somente o grupo selado com adesivo dentinário sem condicionamento ácido apresentou menor infiltração do que o grupo controle. Segundo os autores, o condicionamento pode ter aberto maior número de túbulos dentinários superando a capacidade seladora do agente de união.

No entanto, os resultados obtidos por REID *et al.* (1991) e RAMOS *et al.* (2002) mostraram que o componente resinoso de um agente de união à dentina foi efetivo em diminuir a microinfiltração marginal. TORSTENSON *et al.* (1985) também relataram que o agente de união de baixa viscosidade foi capaz de escoar por entre a fenda cervical resultante da contração de polimerização da resina composta, melhorando o selamento marginal da restauração.

Os menores valores de infiltração marginal foram encontrados para os grupos selados com selante de superfície sem carga Fortify (6,32%), adesivo dentinário com carga Opti Bond Solo Plus (7,73%) e selante de superfície com carga Fortify Plus (14,36%), sendo que a menor contração destes dois últimos materiais devido a presença de carga na composição não impediu que houvesse menor infiltração marginal quando comparados com o selante de superfície sem carga (Fortify), este provavelmente com maior contração. RAMOS *et al.* (2000) relataram que as margens cervicais seladas com Fortify ou Protect-it! mostraram menores valores de microinfiltração comparado com o grupo controle. No entanto, MAY JR *et al.* (1996) relataram que o Fortify diminuiu a infiltração marginal apenas para o material VariGlass, sendo difícil prever a efetividade clínica do selante de superfície em reduzir a microinfiltração marginal.

Baseado nestes achados de rugosidade de superfície, de infiltração marginal e das imagens obtidas através de microscopia de força atômica, podemos inferir que o selamento das margens das restaurações de resina composta com o selante de superfície sem carga (Fortify) foi efetivo em preservar o selamento marginal da restauração, ao mesmo tempo em que se mantém sobre o compósito após um desgaste abrasivo, mantendo um nível baixo de rugosidade de superfície. Dessa forma concordamos com RAMOS *et al.* (2000), que relataram que a técnica de selamento de superfície é bastante simples, aumentando a integridade marginal e a vida útil da restauração, sendo que o material a ser utilizado deveria apresentar características de umedecimento e viscosidade que possibilitem-no penetrar nas microtrincas ao longo da interface dente-restauração. O selante de superfície com carga (Fortify Plus), embora efetivo em manter índices baixos de infiltração marginal, acarretam na formação de uma superfície muito rugosa, a qual pode

comprometer a qualidade estética da restauração ao mesmo tempo em que pode facilitar o acúmulo de placa bacteriana. Já os adesivos com e sem carga (Opti Bond Solo Plus e Single Bond) não foram efetivos em selar as restaurações pois foram removidos durante a abrasão mecânica, embora o material com carga apresentasse baixos índices de infiltração marginal.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados podemos concluir que:

1. Os menores valores de rugosidade de superfície antes da escovação foram obtidos nos grupos controle e selados com adesivo dentinário sem carga (Single Bond) e com selante de superfície sem carga (Fortify). Houve aumento nos valores de rugosidade de superfície para estes grupos após a escovação. Para o grupo selado com adesivo dentinário com carga (Opti Bond Solo Plus) houve diminuição nos valores de rugosidade, enquanto para o selante de superfície com carga (Fortify Plus) estes valores permaneceram inalterados.

2. Todos os grupos testados apresentaram, numericamente, menor infiltração marginal comparado às restaurações sem selamento, sendo que o grupo selado com selante de superfície sem carga (Fortify) foi aquele que apresentou a menor média de infiltração marginal mediata, enquanto o selante de superfície com carga (Fortify Plus) apresentou a menor média imediata.

3. Os selantes de superfície com e sem carga (Fortify Plus e Fortify) foram os únicos agentes seladores que suportaram a ação abrasiva e permaneceram sobre as restaurações após a escovação mecânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

AKER, J.R. New composite resins: comparison of their resistance to toothbrush abrasion and characteristics of abraded surfaces. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.105, n.4, p.633-635, Oct. 1982.

ALANI, A.H.; TOH, C.G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. **Operative Dent**, Seattle, v.22, n.4, p.173-185, July/Aug. 1997.

BAYNE, S.C.; HEYMANN, H.O.; SWIFT JR., E.J. Update on dental composite restorations. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.125, n.6, p.687-701, June 1994.

BERTRAND, M.F. *et al.* Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. **J Biomed Mater Res**, New York, v.53, n.6, p.658-663, Nov. 2000.

BOLLEN, C.M.L.; LAMBRECHTS, P.; QUIRYNEN, M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. **Dent Mater**, Washington, v.13, n.4, p.258-269, July 1997.

BOWEN, R.L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.66, n.1, p.57-64, Jan. 1963.

CHRISTENSEN, G.J. Amalgam vs. Composite resin: 1998. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.129, n.12, p.1757-1759, Dec. 1998.

* De acordo com a NBR-6023 de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviaturas de periódicos de conformidade com o Medline.

CONSANI, S.; RUHNKE, L.A.; GOES, M.F. Influência do condicionamento ácido no selamento marginal das restaurações de resina composta recobertas com glase. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, São Paulo, v.37, n.5, p.430-435, set./out. 1983.

DICKINSON, G.L.; LEINFELDER, K.F. Assessing the long-term effect of a surface penetrating sealant. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.124, n.7, p.68-72, July 1993.

DICKINSON, G.L. *et al.* Effect of surface penetrating sealant on wear rate of posterior composite resins. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.121, n.2, p.251-255, Aug. 1990.

DOS SANTOS, P.H. *et al.* Effect of surface penetrating sealant on roughness of posterior composite resins. **Am J Dent**, Weston, v.16, n.3, p.197-201, June 2003.

EHRNFORD, L. Surface microstructure of composite resins after toothbrush-dentifrice abrasion. **Acta Odontol Scand**, Oslo, v.41, n.4, p.241-245, Aug. 1983.

ERHARDT, M.C.G.; MAGALHÃES, C.S.; SERRA, M.C. The effect of rebonding on microleakage of class V aesthetic restorations. **Operative Dent**, Seattle, v.27, n.4, p.396-402, July/Aug. 2002.

FERREIRA, A.C.F. **Influência da escovação mecânica na manutenção do acabamento com resinas fluidas sobre compósitos odontológicos.** Piracicaba, 1999. 138p. Dissertação (Mestrado em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

GALE, M.S.; DARVELL, B.W. Dentine permeability and tracer tests. **J Dent**, Oxford, v.27, n.1, p.1-11, Jan. 1999.

GARMAN, T.A. *et al.* A comparison of glazing materials for composite restorations. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.95, n.5, p.950-956, Nov. 1977.

GOLDSTEIN, G.R.; LERNER, T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.66, n.4, p.498-500, Oct. 1991.

HEATH, J.R.; WILSON, H.J. Abrasion of restorative materials by toothpaste. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.3, n.2, p.121-138, Apr. 1976.

ITOH, K.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Effectiveness of glazing composite resin restorations. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.45, n.6, p.606-613, June 1981.

KAWAI, K.; LEINFELDER, K.F. Effect of surface-penetrating sealant on composite wear. **Dent Mater**, Washington, v.9, n.2, p.108-113, Mar. 1993.

KEMP-SCHOLTE, C.M.; DAVIDSON, C.L. Marginal sealing of curing contraction gaps in class V composite resin restorations. **J Dent Res**, Washington, v.67, n.5, p.841-845, May 1988.

LAMBRECHTS, P.; VANHERLE, G. The use of glazing materials for finishing dental composite resin surfaces. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.9, n.2, p.107-117, Mar. 1982.

LEINFELDER, K.F. Using composite resin as a posterior restorative material. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.122, n.4, p.65-70, Apr. 1991.

LEINFELDER, K.F. Wear patterns and rates of posterior composite resins. **Int Dent J**, Bristol, v.37, n.3, p.152-157, Sept. 1987.

LEITÃO, J.; HEGDAHL, T. On the measuring of roughness. **Acta Odontol Scand**, Oslo, v.39, n.6, p.379-384, Dec. 1981.

MAIR, L.H. *et al.* Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. **J Dent**, Oxford, v.24, n.1/2, p.141-148, Jan./Mar. 1996.

MAY JR, K.N. *et al.* Effect of surface sealant on microleakage of Class V restorations. **Am J Dent**, San Antonio, v.9, n.3, p.133-136, June 1996.

MUNRO, G.A.; HILTON, T.J.; HERMESCH, C.B. In vitro microleakage of etched and rebonded class 5 composite resin restorations. **Operative Dent**, Seattle, v.21, n.5, p.203-208, Sept./Oct. 1996.

PHILIPS, R.W. *et al.* Observations on a composite resin for class II restorations: two-year report. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.28, n.2, p.164-169, Aug. 1972.

RAMOS, R.P. *et al.* Assessing microleakage in resin composite restorations rebonded with a surface sealant and three low-viscosity resin systems. **Quintessence Int**, Berlin, v.33, n.6, p.450-456, June 2002.

RAMOS, R.P. *et al.* Effect of three surface sealants on marginal sealing of class V composite resin restorations. **Operative Dent**, Seattle, v.25, n.5, p.448-453, Sept./Oct. 2000.

RATANAPRIDAKUL, K.; LEINFELDER, K.L.; THOMAS, J. Effect of finishing on the in vivo wear rate of a posterior composite resin. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.118, n.3, p.333-335, Mar. 1989.

REID, C.N.; FISHER, J.; JACOBSEN, P.H. Fatigue and wear of dental materials. **J Dent**, Oxford, v.18, n.4, p.209-215, Aug. 1990.

REID, J.S.; SAUNDERS, W.P.; CHEN, Y.Y. The effect of bonding agent and fissure sealant on microleakage of composite resin restorations. **Quintessence Int**, Berlin, v.22, n.4, p.295-298, Apr. 1991.

ROEDER, L.B.; TATE, W.H.; POWERS, J.M. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of packable composites. **Operative Dent**, Seattle, v.25, n.6, p.534-543, Nov./Dec. 2000.

SMALL, B.W. Direct posterior composite restorations – State of the art 1998. **Gen Dent**, Chicago, v.46, n.1, p.26-32, Jan./Feb. 1998.

STODDARD, J.W.; JOHNSON, G.H. An evaluation of polishing agents for composite resins. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.65, n.4, p.491-495, Apr. 1991.

TANOUE, N.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. **J Dent**, Oxford, v.28, n.5, p.355-359, June 2000.

TATE, W.H.; POWERS, J.M. Surface roughness of composites and hybrid ionomers. **Operative Dent**, Seattle, v.21, n.2, p.53-58, Mar./Apr. 1996.

TJAN, A.H.L.; CHAN, C.A. The polishability of posterior composites. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.61, n.2, p.138-146, Feb. 1989.

TJAN, A.H.L.; TAN, D.E. Microleakage at gingival margins of Class V composite resin restorations rebonded with various low-viscosity resin systems. **Quintessence Int**, Berlin, v.22, n.7, p.565-573, July 1991.

TORSTENSON, B.; BRÄNNSTRÖM, M.; MATTSSON, B. A new method for sealing composite resin contraction gaps in lined cavities. **J Dent Res**, Washington, v.64, n.3, p.450-453, Mar. 1985.

TRIADAN, H. When is microleakage a real clinical problem? **Operative Dent**, Seattle, v.12, n.4, p.153-157, Autumn 1987.

APÊNDICE

Valores originais de rugosidade de superfície

TABELA 20: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) antes da escovação:

Corpo- de-prova	Opti Bond				
	Controle	Single Bond	Solo Plus	Fortify	Fortify Plus
1	0,1496	0,1112	0,3757	0,2267	0,5426
2	0,1820	0,2645	0,3349	0,2744	0,5598
3	0,1308	0,2327	0,5543	0,2073	0,5316
4	0,1142	0,1439	0,5417	0,1650	0,4938
5	0,1651	0,1779	0,5044	0,2590	0,4096
6	0,1224	0,2180	0,3844	0,2684	0,3220
7	0,1504	0,2307	0,3451	0,3049	0,5698
8	0,1538	0,1602	0,2483	0,1560	0,1975
9	0,1097	0,2181	0,4033	0,2162	0,5190
10	0,2023	0,1789	0,5693	0,1089	0,3153
média	0,1480	0,1936	0,4261	0,2186	0,4461

TABELA 21: Valores da rugosidade média de superfície (em micrometros) após a escovação

Corpo- de-prova	Opti Bond				
	Controle	Single Bond	Solo Plus	Fortify	Fortify Plus
1	0,3748	0,2917	0,2892	0,2763	0,3067
2	0,3971	0,3408	0,4954	0,3338	0,5700
3	0,3332	0,3449	0,2917	0,4451	0,3480
4	0,3158	0,2153	0,2973	0,2551	0,5212
5	0,3156	0,1695	0,3236	0,2028	0,6394
6	0,3213	0,1783	0,2523	0,2471	0,4875
7	0,4105	0,2442	0,2126	0,2571	0,4093
8	0,3541	0,3041	0,2426	0,2976	0,3023
9	0,3600	0,3702	0,4308	0,3151	0,2936
10	0,3536	0,2853	0,2774	0,3112	0,4994
média	0,3536	0,2744	0,3112	0,2941	0,4377

Análise Estatística – Rugosidade de superfície

Transformação das observações segundo raiz (X) + raiz (X + 0)

Nome dos fatores:

Fator	Nome
A	Material
B	Tempo
C	Repetição

TABELA 22: Análise da Variância.

Causas da Variação	G. L	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Material	4	2.0346104	0.5086526	24.5318	0.00001
Resíduo (A)	45	0.9330491	0.0207344		
Parcelas	49	2.9676595			
Tempo	1	0.2941287	0.2941287	14.8822	0.00062
Mat*Tem	4	1.0290783	0.2572696	13.0172	0.00001
Resíduo (B)	45	0.8893727	0.0197638		
Total	99	5.1802392			

Média Geral = 1.090731

Coefficiente de Variação (A) = 9,335% Coeficiente de Variação (B) = 12,889%

TABELA 23: Teste de Tukey para médias de material.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%
Fortify Plus	20	0,6581	0,4419	a
Opti Bond Solo Plus	20	0,6006	0,3687	a
Fortify	20	0,5013	0,2564	b
Controle	20	0,4885	0,2508	b
Single Bond	20	0,4783	0,2340	b

TABELA 24: Teste de Tukey para médias do período de mensuração.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%
Depois da escovação	50	0,5725	0,3342	a
Antes da escovação	50	0,5182	0,2865	b

TABELA 25: Teste de Tukey para médias de material dentro de antes da escovação do fator tempo. DMS = 0,17714

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%
Fortify Plus	10	1,321055	0,4461	a
Opti Bond Solo Plus	10	1,295541	0,4261	a
Fortify	10	0,926116	0,2187	b
Single Bond	10	0,873744	0,1936	b
Controle	10	0,766030	0,1480	b

TABELA 26: Teste de Tukey para médias de material dentro de depois da escovação do fator tempo. DMS = 0,17714

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%
Fortify Plus	10	1,3113319	0,4377	a
Controle	10	1,188118	0,3536	a b
Opti Bond Solo Plus	10	1,106958	0,3113	b
Fortify	10	1,078964	0,2941	b
Single Bond	10	1,039463	0,2744	b

TABELA 27: Teste de Tukey para médias de tempo dentro do material Controle. DMS (Tukey) = 0,1268

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%
Depois da escovação	10	1,188118	0,3536	a
Antes da escovação	10	0,766030	0,1480	b

TABELA 28: Teste de Tukey para médias de tempo dentro do material Single Bond. DMS (Tukey) = 0,1268

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%
Depois da escovação	10	1,039463	0,2744	a
Antes da escovação	10	0,873744	0,1936	b

TABELA 29: Teste de Tukey para médias de tempo dentro do material Opti Bond Solo Plus. DMS (Tukey) = 0,1268

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%
Antes da escovação	10	1,295541	0,4261	a
Depois da escovação	10	1,106958	0,3113	b

TABELA 30: Teste de Tukey para médias de tempo dentro do material Fortify. DMS (Tukey) = 0,1268

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%
Depois da escovação	10	1,078964	0,2941	a
Antes da escovação	10	0,926116	0,2187	b

TABELA 31: Teste de Tukey para médias de tempo dentro do material Fortify Plus. DMS (Tukey) = 0,1268

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%
Antes da escovação	10	1,321055	0,4461	a
Depois da escovação	10	1,311319	0,4377	a

Valores originais – Infiltração marginal

TABELA 32 - Valores originais de infiltração marginal (%) imediato:

Corpo- de-prova	Opti Bond				
	Controle	Single Bond	Solo Plus	Fortify	Fortify Plus
1	2,02	3,71	14,02	6,86	0
2	26,02	3,54	3,42	6,27	0
3	18,10	0	5,10	4,11	5,97
4	0	9,16	12,94	0	4,32
5	8,67	7,99	5,30	0	5,81
6	3,15	10,43	0	3,06	0
7	17,61	5,87	12,25	5,50	0
8	17,86	11,89	5,77	0	0
9	25,12	14,65	6,51	0	6,20
10	13,19	0	4,14	7,75	0
Média	13,17	6,72	6,94	3,35	2,23

TABELA 33 - Valores originais de infiltração marginal (%) mediato:

Corpo- de-prova	Opti Bond				
	Controle	Single Bond	Solo Plus	Fortify	Fortify Plus
1	25,87	26,38	5,43	8,38	0
2	15,11	37,41	17,38	5,70	7,77
3	10,96	35,79	10,62	5,88	1,85
4	44,32	35,60	12,33	6,65	38,02
5	45,68	0	4,74	5,80	15,27
6	89,11	9,19	9,16	5,74	10,54
7	100,00	20,96	6,61	2,66	20,73
8	13,38	25,00	3,13	10,00	32,62
9	3,46	33,15	5,56	7,31	14,36
10	11,88	4,04	2,40	5,16	2,46
média	25,87	22,75	7,73	6,32	14,36

Análise Estatística – Infiltração marginal

Transformação das observações segundo arco seno da raiz de $X / 100$

Nome dos fatores:

Fator	Nome
A	Material
B	Período de mensuração

TABELA 34: Análise da Variância.

Causas da Variação	G. L	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Fator A	4	2069,5961	517,3990	2,8293	0,0287
Fator B	1	1890,5718	1890,5718	10,3384	0,0021
Fator Ax B	4	549,7020	137,4255	0,7515	0,5619
Resíduo	90	16458,2274	182,8691		
Total	99	20968,0975			

Média Geral = 16,3634 Coeficiente de Variação = 82,641 %

TABELA 35: Teste de Tukey para médias de material.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	
Controle	20	23,3850	19,5260	A
Single Bond	20	19,7577	14,7379	A B
Fortify Plus	20	14,8260	8,2960	A B
Opti Bond Solo Plus	20	12,5864	7,3404	A B
Fortify	20	11,2617	4,8415	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si (5%)

D.M.S (Tukey) = 11,8987

TABELA 36: Teste de Tukey para médias do período de mensuração.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	
Mediato	50	20,7114	15,4111	A
Imediato	50	12,0153	6,4856	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si (5%)

D.M.S (Tukey) = 5,3691

TABELA 37: Teste de Tukey para médias do período de mensuração dentro do material Controle.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	
Mediato	10	27,5146	25,8780	A
Imediato	10	19,2554	13,1740	A

TABELA 38: Teste de Tukey para médias do período de mensuração dentro do material Single Bond.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	
Mediato	10	26,3629	22,7519	A
Imediato	10	13,1524	6,7240	B

TABELA 39: Teste de Tukey para médias do período de mensuração dentro do material Opti Bond Solo Plus.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	
Mediato	10	15,5521	7,7359	A
Imediato	10	14,0999	6,9450	A

TABELA 40: Teste de Tukey para médias do período de mensuração dentro do material Fortify.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	
Mediato	10	14,4052	6,3280	A
Imediato	10	8,1183	3,3550	A

TABELA 41: Teste de Tukey para médias do período de mensuração dentro do material Fortify Plus.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	
Mediato	10	19,7224	14,3620	A
Imediato	10	5,4504	2,2300	B

TABELA 42: Teste de Tukey para médias dos materiais dentro do período de mensuração imediato.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	
Controle	10	19,2554	13,1740	A
Opti Bond Solo Plus	10	14,0999	6,9450	A B
Single Bond	10	13,1524	6,7240	A B
Fortify	10	8,1183	3,3550	A B
Fortify Plus	10	5,4504	2,2300	B

TABELA 43: Teste de Tukey para médias dos materiais dentro do período de mensuração mediato.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	
Controle	10	27,5146	25,8780	A
Single Bond	10	26,3629	22,7519	A B
Fortify Plus	10	19,7224	14,3620	A B
Opti Bond Solo Plus	10	15,5521	7,7359	A B
Fortify	10	14,4052	6,3280	B



UNICAMP

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

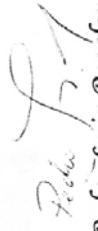


CERTIFICADO

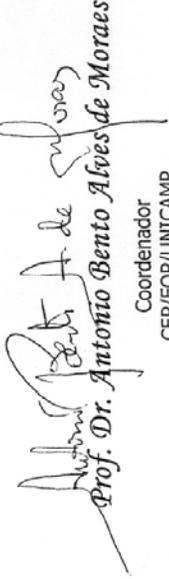
Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "Influência da aplicação de resinas fluídas com e sem carga na rugosidade superficial e infiltração marginal de restaurações de resinas compostas", sob o protocolo nº **022/2002**, do Pesquisador **Paulo Henrique dos Santos**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. **Simonides Consani**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – FOP.

Piracicaba, 03 de abril de 2002

We certify that the research project with title "**INFLUENCE OF FLUIDS RESINS WITH AND WITHOUT FILLER ON THE SURFACE ROUGHNESS AND MARGINAL MICROLEAKAGE OF COMPOSITE RESINS RESTORATIONS**", protocol nº **022/2002**, by Researcher **Paulo Henrique dos Santos**, responsibility by Prof. Dr. **Simonides Consani**, is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/Health Department (BR) and was approved by the Ethical Committee in Research at the Piracicaba Dentistry School/UNICAMP (State University of Campinas).



Prof. Dr. **Pedro Luiz Rosalen**
Secretário
CEP/FOP/UNICAMP



Prof. Dr. **Antonio Bento Alves de Moraes**
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Piracicaba, SP, Brazil, April 03 2002