

PAULO HENRIQUE DOS SANTOS

CIRURGIÃO-DENTISTA

**AVALIAÇÃO DA POROSIDADE INTERNA E DA
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE DE RESINAS
COMPOSTAS PARA DENTES POSTERIORES
SUBMETIDAS À ESCOVAÇÃO**

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

PIRACICABA

2000

**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE**

PAULO HENRIQUE DOS SANTOS

CIRURGIÃO-DENTISTA

**AVALIAÇÃO DA POROSIDADE INTERNA E DA
RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE DE RESINAS
COMPOSTAS PARA DENTES POSTERIORES
SUBMETIDAS À ESCOVAÇÃO**

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

Orientador: Prof. Dr. Simonides Consani

PIRACICABA

2000

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CPG-036/83
CPG, 09/02/01

[Assinatura]
Assinatura do Orientador

200106932

UNIDADE 30
 N.º CHAMADA: T/ UNICAMP
Sa 59a
 V. Ex
 TOMBO BC/ 44800
 PROC. 16-392/01
 C ☐ D ☒
 PREÇO R\$ 11,00
 DATA 09/05/01
 N.º CPD _____

CM-00155014-2

Ficha Catalográfica

~~S59a~~
Sa 59a

Santos, Paulo Henrique dos.

Avaliação da porosidade interna e da rugosidade de superfície de resinas compostas para dentes posteriores submetidas à escovação. / Paulo Henrique dos Santos. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.

xvii, 116p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Simonides Consani.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas compostas. 2. Porosidade. 3. Materiais Dentários. I. Consani, Simonides. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 12 de Dezembro de 2000, considerou o candidato PAULO HENRIQUE DOS SANTOS aprovado.

1. Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Simonides", written over a horizontal line.

2. Prof. Dr. GELSON LUIS ADABO

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Gelson Luis Adabo", written over a horizontal line.

3. Prof. Dr. LOURENCO CORRER SOBRINHO

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Lourenco Correr", written over a horizontal line.

Dedico este trabalho:

À **DEUS**, nosso Pai, pelo dom
da vida, saúde e coragem.

Aos meus familiares, em especial aos
meus pais **RUTH e ISRAEL**, por todo
amor, incentivo e confiança sobre mim
depositados.

À **SABRINA**, pelo amor, carinho
paciência, apoio e compreensão
demonstrada durante todo este
período.

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 orientação, amizade,
conselho e dedicação, sem a qual seria
impossível a execução deste trabalho.

Minha sincera gratidão e reconhecimento

AGRADECIMENTOS

À Direção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do seu Diretor Prof. Dr. **Antônio Wilson Sallum** e seu diretor associado Prof. Dr. **Frab Norberto Bóscolo**.

A **FAPESP** – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão da bolsa de estudos que me permitiu a realização do curso de Pós-Graduação (processo 99/04310-5).

Ao Prof. Dr. **Laurenço Correr Sobrinho**, Livre-Docente da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela amizade, apoio, solicitude e atenção durante este período.

Ao Prof. Dr. **Mário Alexandre Coelho Sinhoreti**, 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 Prof. Dr. **Gelson Luis Adabo** e **Carlos Alberto dos Santos Cruz**, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, pelo incentivo, apoio, amizade, orientação e pela confiança depositada desde o meu início na área de Materiais Dentários.

Aos Prof. Dr. **Breno Leite** e **Elliot Kitajima** do Núcleo de Apoio à Pesquisa da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, pela utilização do microscópio eletrônico de varredura, cujas fotografias enriqueceram cientificamente este trabalho.

Ao Técnico, 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 B. Segalla**, técnica da Área de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela amizade e ajuda oferecida durante o curso.

Às bibliotecárias da Faculdade de Odontologia de Piracicaba **Marilene Girello**, **Doralice Nascimento Leal Romano** e **Luciane Aparecida Duarte Sattolo** pela disponibilidade e auxílio na procura de artigos científicos e revisão das referências bibliográficas.

Aos amigos **Gilberto A. Borges, Alysson Konno e Marco Antônio B. de Almeida** pelo companheirismo, amizade e apoio dentro e fora da Faculdade.

Aos demais colegas de curso: **Alessandra, Ana Maria, Andresa, Johnson, Julie, Márcia, Marcos e Rafael**, pela experiência trocada e pelos momentos agradáveis vividos juntos.

A todos, que direta ou indiretamente, me auxiliaram na execução desta etapa da minha vida.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS

SUMÁRIO

RESUMO	001
ABSTRACT	003
1 – INTRODUÇÃO	005
2 – REVISÃO DA LITERATURA	009
3 – PROPOSIÇÃO	049
4 – MATERIAIS E MÉTODO	051
4.1 – Materiais	051
4.2 – Método	053
4.2.1 – Rugosidade de superfície	053
4.2.1.1 – Confecção dos corpos-de-prova	053
4.2.1.2 – Polimento e aplicação do selante de superfície	055
4.2.1.3 – Avaliação inicial da rugosidade superficial	056
4.2.1.4 – Ensaio de escovação	058
4.2.1.5 – Avaliação da rugosidade superficial, após escovação	060
4.2.1.6 – Repolimento e reaplicação do selante de superfície	061
4.2.2 – Análise da superfície em microscopia eletrônica de varredura	061
4.2.3 – Porosidade	062
4.2.4 – Análise estatística	064
5 – RESULTADOS	065
5.1 – Rugosidade de superfície	065
5.2 – Análise em microscopia eletrônica de varredura	078
5.3 – Porosidade	083
5.4 – Fotografias em lupa estereoscópica	085
6 – DISCUSSÃO	087
7 – CONCLUSÃO	095
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	097
APÊNDICE	103

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a porosidade interna, a rugosidade de superfície de resinas compostas para restauração em dentes posteriores submetidas a ensaio mecânico de escovação e a eficácia de métodos de recuperação de lisura superficial. Os materiais utilizados foram as resinas compostas específicas para restauração em dentes posteriores: Prodigy Condensável® (Kerr/Sybron) e Alert® (Jeneric/Pentron); resinas compostas para utilização em dentes anteriores e posteriores: 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 à temperatura de $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar ambiental de $50 \pm 5\%$, utilizando uma 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 a movimentos lineares de escovação, com velocidade de 250 movimentos por minuto, totalizando 30.000 ciclos por superfície, num período de duas horas. Após este período, foi realizada a segunda leitura da rugosidade em todas as superfícies, sendo que, em seguida, uma delas foi recoberta com selante de superfície e a rugosidade foi novamente aferida. Na outra, foram tomadas mais duas leituras da rugosidade, uma após o repolimento e outra após a aplicação do selante. Para a avaliação da porosidade, os corpos-de-prova de cada material foram seccionados

com disco de óxido de silício, incluídos em resina acrílica de ativação química, abrasados com lixas de granulação de magnitude decrescente (200, 400 e 600) e imersos em tinta Nankin (Acrilex) por 12 horas. A quantidade de poros na área seccionada foi verificada com auxílio da lupa estereoscópica Carl-Zeiss (Alemanha), com aumento de 64 vezes e a área percentual foi calculada utilizando o programa Adobe Photoshop versão 4.0. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que: (1) houve aumento da rugosidade superficial em todos os compósitos após o ensaio de escovação, à exceção do Prodigy Condensável®; (2) o Alert® apresentou maior rugosidade superficial dentre as resinas estudadas; (3) o selante de superfície diminuiu a rugosidade provocada pela escovação para o Alert® e Definite®, sem promover efeito nos materiais Z100® e Prodigy Condensável®; (4) o melhor método de recuperação da lisura superficial após desgaste abrasivo foi o repolimento, podendo associá-lo à aplicação do selante, especialmente para o Alert® e (5) a maior porosidade foi obtida para o Alert®, seguido pelo Prodigy Condensável®, quando comparados com o Definite® e Z100®.

Palavras chave: resina composta; selante de superfície; rugosidade de superfície; escovação mecânica; porosidade.

ABSTRACT

The aim of this study was to verify the internal porosity, the surface roughness of posterior composite resins submitted on mechanical toothbrushing and the efficiency of methods for superficial smoothness recuperation. The materials evaluated were two posterior composite resins: Prodigy Condensable[®] (Kerr/Sybron) and Alert[®] (Jeneric/Pentron); two universal composite resins: Z100[®] (3M) and Definite[®] (Degussa) and the surface penetrating sealant Protect-It[®] (Jeneric/Pentron). For the measurement of surface roughness, ten specimens of each material were made at $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ of room temperature and $50 \pm 5\%$ of relative humidity, using metallic matrix (2mm in height, 4mm in diameter). After 24 hours, the specimens were polished using Sof-Lex system[®] (3M) and one of the surfaces was covered with the surface sealant. All the specimens were taken to the rugosimeter (Surfcorder SE 1700) to examine the initial surface roughness, before the mechanical toothbrushing at constant speed of 250 strokes per minute, during 2 hours, totalizing 30.000 cycles. The surface roughness was then measured one more time, one of the surfaces was recovered with the surface sealant and this surface was examined again. On the other surface, two more measurements were made, one after the repolishing and other after the surface sealant application. For evaluation of porosity, the specimens were cut with silicon disc, included in chemical acrylic resin, abraded with sandpapers (200, 400 and 600) and immersed in Nankin corant (Acrilex) for 12 hours. The porosity was quantified in a stereoscopic microscopy Carl-Zeiss (Germany), with 64 x of magnification, and the percentual area was calculated using the Adobe Photoshop 4.0 program. The results

were subject to analysis of variance and to Tukey's test at 5% significant level and showed that: (1) the roughness surface increased in all of the materials after the mechanical toothbrushing, except Prodigy Condensable®; (2) Alert® showed the most roughness surface; (3) the surface penetrating sealant decreased the roughness after the mechanical toothbrushing for Alert® and Definite® without any effect for Z100® and Prodigy Condensable®; (4) the best method for superficial smoothness recuperation after abrasion was the repolishing, which can be associated with the application of surface sealant, specially for the Alert®; (5) Alert® showed the most porosity, followed by Prodigy Condensable®, when compared with Definite® and Z100®.

Key words: composite resin; surface penetrating sealant; surface roughness; mechanical toothbrushing; porosity

1 – INTRODUÇÃO

Dentre os materiais restauradores atuais, as resinas compostas são os que mais evoluíram nos últimos anos. Graças às suas propriedades e qualidade estética, estes materiais estão ganhando cada vez mais aceitação clínica e têm sido o foco de grande número de pesquisas na área odontológica.

As resinas compostas têm estado disponíveis como material restaurador por aproximadamente 40 anos. Porém, as primeiras formulações continham partículas de carga grandes (50 a 100 μ m) e algumas propriedades físicas problemáticas, como insuficiente resistência ao desgaste, estabilidade de forma, falta de adaptação marginal e radiopacidade, o que limitavam sua utilização em dentes posteriores (WILSON, 1990; MJÖR, 1997). Estas resinas rapidamente desapareceram do mercado odontológico (CHRISTENSEN, 1998).

Desde sua introdução na metade dos anos 60, as características físicas e mecânicas das resinas compostas têm melhorado consideravelmente, principalmente pela alteração do tipo e diminuição da média do tamanho das partículas e aumento no conteúdo de carga, mantendo-as mais resistentes ao desgaste. Como resultado, as resinas compostas se tornaram 10 a 15 vezes mais resistentes às tensões oclusais do que as formulações originais (LEINFELDER, 1991).

Consequentemente, surgiram no mercado formulações de resinas composta indicadas para restauração em dentes posteriores (ADA COUNCIL ON SCIENTIFIC AFFAIRS; ADA COUNCIL ON DENTAL BENEFIT PROGRAMS, 1998). Tais materiais, coadjuvados pela evolução dos sistemas adesivos, apresentam propriedades mecânicas com

valores ligeiramente menores do que o amálgama de prata, porém, similares aos da estrutura dental (CHRISTENSEN, 1998).

Um dos principais fatores que determinam a longevidade clínica de qualquer material restaurador, incluindo as resinas compostas, é a resistência à degradação no meio bucal (HEATH & WILSON, 1976). Segundo MAIR et al. (1996), a degradação pode ser definida como sendo a última consequência indesejável da interação entre as superfícies, manifestada pela perda gradual do material, incluindo corrosão química, abrasão, fadiga e efeitos adesivos, atuando em diversas combinações (SULONG & AZIZ, 1990).

Um importante fator que pode influenciar a abrasão ou degradação do material é o mecanismo de escovação. GOLDSTEIN & LERNER (1991) comprovaram que a topografia superficial de resinas compostas híbridas era alterada pela escovação rotineira. Outros fatores, como tipo de cerda ou filamento da escova dental (SULONG & AZIZ, 1990) e qualidade do abrasivo (WHITEHEAD et al., 1996) também influenciam na quantidade de desgaste do compósito. Assim, a escovação dental pode comprometer o acabamento e polimento das restaurações de resina composta, provocando desgaste superficial. Embora a perda de material pela escovação seja de significância clínica duvidosa, o maior problema é a rugosidade de superfície estabelecida no processo (GOLDSTEIN & LERNER, 1991).

Uma importante característica do material restaurador é a lisura superficial. Assim, a resina composta deve ser altamente polida e apresentar níveis de rugosidade e porosidade tão baixos quanto possíveis, para promover um meio que dificulte a retenção da placa bacteriana (TATE & POWERS, 1996), principal causadora da cárie e da doença periodontal. Além disso, O'BRIEN et al. (1984) consideram que a rugosidade também

interfere na estética dos compósitos, os quais passam a apresentar brilho diferente do esmalte ao redor da restauração.

A presença ou ausência de porosidade superficial ou interna é outro fator que influencia o desempenho clínico do material restaurador, em especial na resistência à abrasão. JÖRGENSEN & HISAMITSU (1983) consideram a porosidade como uma propriedade clínica indesejável que pode diminuir a qualidade óptica da restauração, sendo provavelmente um fator importante na diminuição da resistência ao desgaste de restaurações classe I. Segundo BEETZEN et al. (1993), uma grande quantidade de porosidade na superfície proximal diminui a resistência ao desgaste e contribui para a degradação química da resina composta. Por outro lado, a porosidade também aumenta a propagação de fendas no interior da resina e reduz a resistência à fadiga (OGDEN, 1985), influenciando na durabilidade do material (CHADWICK et al., 1989).

Vários outros fatores, como tipo das partículas, matriz resinosa, interface matriz/partícula, grau de polimerização e dureza do compósito também interferem na resistência à abrasão das resinas compostas (KAWAI et al. 1998). Além disso, LEINFELDER (1991) considerou a localização da área de oclusão cêntrica como 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.

Os processos de acabamento e polimento modificam a superfície das resinas compostas, criando ou expondo defeitos microestruturais, variando de 15 (KAWAI & LEINFELDER, 1993) a 50µm de profundidade (RATANAPRIDAKUL et al., 1989), que

diminuem a resistência à abrasão LEINFELDER (1991) e impossibilitam a manutenção da integridade marginal (DICKINSON et al., 1990).

Para amenizar tal situação, selantes de superfície foram especialmente desenvolvidos para penetrar nas microfendas e nas demais irregularidades superficiais, os quais são efetivos para resinas anteriores e posteriores protegendo esses materiais do processo de desgaste (DICKINSON et al., 1990). Constituindo-se de uma resina sem carga, este selante protege as resinas compostas para dentes posteriores do desgaste, por obliteração das microfendas geradas durante o acabamento e polimento (SMALL, 1998) e pela eliminação de defeitos marginais, concentrante de tensões. A utilização de selantes de penetração superficial pode diminuir a taxa de desgaste da resina composta em torno de 50% (LEINFELDER, 1991).

Atualmente, existem disponíveis no mercado diversas resinas compostas específicas para dentes posteriores com características físicas e mecânicas que justificam o seu uso clínico (CHRISTENSEN, 1998). As características de manipulação, textura superficial e, principalmente, a resistência ao desgaste, diferem largamente entre os materiais (LEINFELDER, 1991). Ainda, por se tratar de materiais recentes, pesquisas a respeito das propriedades e avaliações por um tempo clínico mais longo tornam-se necessárias para determinar a real eficiência do material restaurador.

Neste sentido, as medidas de porosidade e rugosidade superficial podem, se cuidadosamente interpretadas, facilitar o entendimento de como o material se desgasta ou abrasiona (WHITEHEAD et al., 1996). Além disso, um outro fator importante é como o material responde aos procedimentos de higiene oral, como a escovação.

2 – REVISÃO DA LITERATURA

WAERHAUG, em 1956, relatou que a rugosidade superficial não causava irritação direta sobre as células epiteliais adjacentes, mas que a irritação era causada pelo acúmulo de bactérias e suas toxinas. Porém, uma superfície rugosa facilitava a retenção de placa bacteriana, de modo que as restaurações inseridas abaixo do nível gengival deviam ser cuidadosamente polidas.

A incorporação de partículas irregulares de sílica tratadas com vinilsiloxano 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 vinilsiloxano foi combinada com a solução monomérica, a contração de polimerização, o coeficiente de expansão térmica, a solubilidade e desintegração em água foram diminuídos, enquanto que a resistência à compressão, à tração, o módulo de elasticidade e a resistência à 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.

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 dentifício 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 velocidade de 4,5 ciclos por segundo, totalizando 20.000 ciclos. As superfícies abrasionadas foram avaliadas em um profilômetro (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.

O' BRIEN et al., em 1978, relataram que a efetividade dos selantes dependia da sua habilidade em penetrar nas irregularidades superficiais do esmalte condicionado e formar projeções microscópicas ou *tags*. Os selantes com alto coeficiente de penetração eram capazes de preencher fissuras estreitas, embora a presença de detritos, água ou agente condicionante no interior das fissuras, poderia impedir o completo preenchimento dessas irregularidades.

Em 1979, **DE GEE** estudou o efeito da manipulação a vácuo na porosidade de uma resina composta. Segundo o autor, a porosidade reduzia as propriedades de resistência e retenção da resina ao esmalte condicionado, e o polimento de materiais porosos promovia maior rugosidade de superfície, sendo mais susceptível à descoloração. A porosidade foi determinada com um analisador Carl Zeiss, sendo então calculado o número e tamanho dos poros e a média de porosidade expressa em porcentagem volumétrica. Os resultados mostraram que a mistura sob vácuo reduzia a porosidade em 90%, melhorando as propriedades de polimento da resina e aumentando a resistência à tração diametral em aproximadamente 11,5%.

JORGENSEN, em 1980, relacionou a abrasão e a porosidade de compósitos odontológicos com diversas propriedades mecânicas, como resistência à compressão, ao cisalhamento, dureza e fricção. Os resultados mostraram que a abrasão da matriz resinosa não ocorria se o espaço entre as partículas de carga fosse de 0,1µm ou menos. O autor concluiu que: (1) as partículas de carga protegiam a matriz resinosa contra a abrasão mas

causavam, ao mesmo tempo, um aumento na rugosidade superficial do compósito, aumentando a fricção e abrasão; (2) a presença de porosidades na superfície dos compósitos aumentou a abrasão nas restaurações de classe I.

LEINFELDER et al., em 1980, avaliaram clinicamente restaurações de resinas compostas em dentes anteriores e posteriores quanto a diversos fatores, como estabilidade de cor, pigmentação marginal, cáries recorrentes e desgaste. Os materiais utilizados foram as resinas compostas Adaptic (Johnson & Johnson), Blendant (Kerr), Concise (3M) e DFR (Warner Lambert); resina acrílica Sevitron (Amalgamated Dental) e o amálgama Velvalloy (S. S. White). Os resultados mostraram que as resinas compostas apresentaram desgaste superior ao amálgama nas mesmas condições clínicas pelo fato das partículas de carga ficarem extruídas em relação à matriz resinosa, sob tensões térmicas, mecânicas e degradação química da matriz. Essas partículas protruídas transmitiam tensões à matriz circundante, gerando microfendas, que podiam se propagar e causar o deslocamento das partículas. A rugosidade superficial provocada poderia contribuir também para descoloração da restauração. Os autores concluíram que as resinas compostas com formulações utilizadas neste estudo deveriam ser utilizadas somente em dentes anteriores. Se fossem utilizadas em regiões posteriores, não deveriam ser inseridas em áreas de grandes tensões oclusais.

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 400g, 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 rugosímetros modernos, 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 45mg 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 inorgânica 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.

GOTFREDSEN et al., em 1983, avaliaram a influência do tipo de resina e da técnica de manipulação na porosidade de compósitos odontológicos. Segundo os autores, as porosidades causadas pela entrada de ar produziam um material com características inferiores, aumentando a abrasão, manchamento e acúmulo de placa bacteriana. Durante a fabricação, bolhas de ar podem ser incorporadas na resina não polimerizada, porém, bolhas de ar presentes no material polimerizado são resultado dos procedimentos de manipulação e inserção da resina composta. Doze corpos-de-prova de cada resina composta (Visio-Dispers, Durafill, Concise, Adaptic e Silar) foram confeccionados em tubos de polietileno com 6mm de diâmetro por 5mm de comprimento, sendo metade pela técnica de condensação e outra com auxílio de seringa para injeção. O volume percentual de poros foi calculado após observação em microscopia óptica e os resultados mostraram que a técnica de inserção com auxílio de seringa reduziu a porosidade no material quando comparado com a técnica de condensação.

Em 1983, **JÖRGENSEN & HISAMITSU** estudaram a porosidade de quatro resinas compostas microparticuladas polimerizadas por luz visível. Segundo os autores, a porosidade é uma propriedade clínica indesejável que pode diminuir a qualidade óptica da restauração, sendo provavelmente um fator importante na diminuição da resistência ao desgaste de restaurações classe I. As resinas utilizadas foram: Durafill (Kulzer), Heliosit (Vivadent), Silux (3M) e Visio-Disper (Espe). Cavidades classe I foram preparadas em matrizes de Plexiglass e restauradas com os quatro materiais, inseridos (1) com o auxílio de espátula plástica ou (2) com o auxílio de seringa Hawe C-R. Em um terceiro grupo, a seringa foi previamente umedecida com os respectivos monômeros resinosos disponibilizados pelos mesmos fabricantes. Todas as restaurações foram feitas à temperatura ambiente de $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Após polimento, o número de poros nas superfícies foi contado com o auxílio de microscopia óptica, em uma área estimada de $2,4\text{mm}^2$ e por microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que a inserção do material à cavidade com auxílio de seringa foi capaz de reduzir o número de poros com relação à espátula plástica, mas somente com a prévia aplicação do monômero na parte interna da seringa.

SLOP et al., em 1983, avaliaram a abrasão do esmalte humano utilizando máquina de escovação construída a partir do aparato descrito pela Brithish Standards Institution. A máquina foi construída de aço inoxidável com exceção do recipiente acrílico onde os corpos-de-prova foram escovados. As escovas dentais foram fixadas no dispositivo porta-escova utilizando α -cianocrilato (Cyanolit) e a escovação realizada sob carga de

200g. Os resultados mostraram que a quantidade de esmalte removido aumentou em função do número de ciclos de escovação.

VAN DIJKEN et al., em 1983, estudaram o efeito de alguns procedimentos de polimento sobre a lisura superficial de diferentes tipos de compósitos: convencional (Adaptic), microparticulados (Isopast e Silar), partículas convencionais e micropartículas (Miradapt) e partículas de tamanho intermediário específico para dentes posteriores (Profile). Três sistemas de desgaste foram utilizados: escovando as amostras com água, dentífrico ou pedra-pomes. Quarenta e cinco cavidades classe V foram preparadas em dentes extraídos e restauradas com os materiais seguindo as instruções do fabricante. Metade dos corpos-de-prova de cada material recebeu acabamento e polimento enquanto a outra metade não, sendo somente feita a polimerização sob tira de plástico. Todos os corpos-de-prova foram escovados utilizando a máquina Butler G.U.M. 411, sob pressão de 400g por 17 minutos, correspondendo a 1100 ciclos duplos de escovação, em presença de 4g de dentífrico em 6ml de água. Os corpos-de-prova foram analisados em microscópio eletrônico de varredura com aumento de 300 e 1000 vezes e a rugosidade superficial foi avaliada com escores de 0 a 5. Os resultados mostraram que as superfícies obtidas com a tira de plástico foram as mais lisas para todos os materiais e a escovação destes corpos com água não alterou as características obtidas. A utilização de dentífrico ou pedra pomes aumentou a rugosidade superficial para todos os compósitos, exceto para o Silar.

Segundo **O' BRIEN et al.**, em 1984, o polimento superficial produz o aspecto lustroso à restauração. Os autores estudaram a relação entre a rugosidade superficial e o

brilho de quatro resinas compostas com diferentes tamanhos de partículas: convencional (Concise); convencional + sílica coloidal (Miradapt), partículas pequenas (Command Ultrafine) e sílica coloidal + polímero (Silar). Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes e inseridos em cavidade de 2cm x 1cm x 2mm em molde de alumínio. Durante a polimerização, as superfícies dos compósitos foram cobertas com tira Mylar. Os métodos utilizados para acabamento das restaurações foram: brocas de 12 lâminas, discos de alumínio granulação 600, discos finos de carbetto de silício e borrachas abrasivas. A rugosidade foi mensurada com analisador de superfície (Surfanalyzer) e o brilho medido com goniofotômetro. Os materiais estudados apresentaram diferença significativa no brilho e na rugosidade superficial em função dos diferentes métodos de acabamento, sendo que a maior rugosidade resultou em menor brilho. Dentre todos os materiais polidores, a borracha abrasiva foi a que promoveu maior brilho da restauração. Os autores concluíram que a rugosidade interferia na estética dos compósitos, os quais passaram a apresentar brilho diferente do esmalte ao redor da restauração.

A influência do tamanho das partículas do dentifrício e da dureza das escovas dentais sobre a dentina foi avaliada por **BOER et al.**, em 1985. Os dentifrícios utilizados continham dois tipos e tamanhos de partículas: carbonato de cálcio (CaCO_3) com 7 e 15 μm e óxido de alumínio (AlOH_3) com 8 e 13 μm de diâmetro. A pasta abrasiva foi feita misturando-se 7ml de água com 3g do dentifrício. As escovas dentais utilizadas foram a Prodent média e macia, as quais foram fixadas na haste de metal da máquina de escovação usando α -Cianocrilato. O ensaio de escovação foi realizado com carga de 200g e a abrasão

foi medida com perfilômetro (Perthometer C5D) após 1000, 2000, 5000 e 10000 ciclos de escovação. Os resultados mostraram que: (1) a abrasão está diretamente relacionada com o número de escovações; (2) a escova tipo média foi 1,4 vezes mais abrasiva que a tipo macia e (3) as partículas maiores provocaram maior abrasão para ambos os dentífricos.

OGDEN, em 1985, relatou que todas as resinas compostas apresentam algum grau de porosidade no material polimerizado. O objetivo do trabalho foi avaliar o nível de porosidade presente em diversas resinas compostas e sua relação com as falhas que esses materiais apresentavam. Três corpos-de-prova cilíndricos de cada resina composta foram confeccionados em molde metálico (6,5mm de diâmetro por 1,8mm de espessura) e polimerizados em contato com uma tira matriz sob uma carga de 0,2Kg. A seguir os corpos-de-prova foram seccionados em cortes de 100µm, limpos em ultra-som durante 20 segundos e então corados para visualização em microscopia ótica. As imagens foram transferidas a um analisador de imagens Magiscan 2 onde foi possível a contagem numérica e o cálculo da área ocupada pelos poros. Os resultados mostraram que as resinas compostas apresentadas em duas pastas continham 10 vezes mais poros que os materiais de pasta única e que a porosidade aumenta a propagação de fendas dentro da resina e reduz a resistência à fadiga, aumentando o desgaste do material.

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.

CHADWICK et al., em 1989, estudaram o efeito de duas técnicas de inserção da resina composta sobre a resistência compressiva e nível de porosidade do material, considerando a significância da inclusão de ar durante a fabricação e durante os procedimentos clínicos de manipulação e inserção da resina na cavidade. A porosidade aumenta a propagação de fendas, reduz a resistência à fadiga e aumenta o desgaste do material, influenciando a durabilidade. No teste de porosidade, quatro corpos-de-prova cilíndricos da resina Occlusin (ICI Dental) medindo 6mm de profundidade por 4mm de diâmetro foram preparados em moldes metálicos sendo que em metade deles utilizou-se a técnica da condensação e na outra metade a técnica do esfregaço. Os corpos-de-prova foram embutidos em resina de poliestireno e polidos com abrasivos de granulação 500 e 800 até a exposição da região interna. Os debris superficiais foram removidos com ultrassom durante 10 minutos. Após este tempo aplicou-se tinta preta resistente à água (Magic Color) sobre a superfície da resina composta. Um microscópio com uma câmera acoplada

foi utilizado com aumento de 4 vezes para se obter fotografias de todos os corpos-de-prova. O número de poros e a área percentual da superfície ocupada pela porosidade foram calculados como média de 10 leituras de cada seção. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa no número de poros entre as duas técnicas, porém, o diâmetro médio dos poros foi menor nos corpos-de-prova restaurados pela técnica do esfregaço.

RATANAPRIDAKUL et al., em 1989, relataram que algumas resinas composta 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 45° 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 peso de partículas de estrôncio difásica, caracterizada por conter superfície porosa, permitindo que a matriz resinosa sem carga 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 protuídas 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 os grupos 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 glaseador. Os autores concluíram que a aplicação de selante de baixa viscosidade aumentava a resistência ao desgaste de resinas compostas para restauração em dentes posteriores.

SULONG & AZIZ, em 1990, definiram o desgaste como sendo a perda progressiva da superfície de um corpo por ação mecânica. A remoção do material sólido no desgaste de uma superfície poderia ser ocasionada por desgaste adesivo, abrasivo, corrosivo e por fadiga superficial, sendo que o desgaste abrasivo era causado quando uma superfície se torna rugosa e as partículas duras ou de reforço são removidas do material mais macio. A abrasão causada pela escovação dependia de muitos fatores, como tipo de cerda ou filamento da escova, natureza das partículas abrasivas do dentifrício e o vigor e frequência na qual o indivíduo escovava os dentes. O desgaste excessivo era a maior limitação física da maioria das resinas compostas, sendo o fator que mais restringia sua utilização em cavidades classe I e II, onde estariam sujeitas a grandes forças oclusais e ação abrasiva durante a mastigação. A resina composta se desgastaria em duas fases: primeiro, ocorre microabrasão do polímero sobre tensão e sobre ação de abrasivos, causando exposição das partículas de carga e aumento nas tensões mecânicas. Isso causaria, num segundo momento, o deslocamento das partículas da matriz resinosa. Porém, com certas melhoras nas propriedades mecânicas, as resinas compostas híbridas poderiam substituir o amálgama de prata em restaurações posteriores. Todas resinas compostas exibiam alguma porosidade,

podendo, em certos casos, comprometer o acabamento superficial, a resistência compressiva, a resistência à tração diametral e a estabilidade dimensional durante a polimerização. O uso de seringa para inserção poderia ajudar a diminuir o número de poros. Os autores relataram ainda que o principal objetivo do teste laboratorial de desgaste era correlacionar com o desgaste clínico, porém, prever o comportamento clínico dos materiais restauradores com base nos dados “in vitro” era difícil. Entretanto, seria importante que os experimentos laboratoriais simulassem ao máximo as condições clínicas para se obter resultados mais reais.

Segundo **WILSON et al.**, em 1990, para que um material possa ser utilizado na região posterior deveria apresentar as seguintes características: estética, alta resistência ao desgaste clínico, integridade marginal, não friável mas com boa resistência à tração e compressão, radiopacidade, facilidade de manipulação, não ser tóxico e resistência à formação de cáries secundárias. A insuficiente resistência ao desgaste, estabilidade de forma, falta de adaptação marginal e radiopacidade eram os principais fatores limitantes para o uso de resinas compostas em dentes posteriores. A baixa resistência ao desgaste em áreas de oclusão cêntrica comprometia a longevidade clínica da restauração, a qual variava de dois a cinco anos. Todas as resinas compostas estariam sujeitas a três grandes forças destrutivas: umidade, contração de polimerização e desgaste clínico. São forças que poderiam produzir microinfiltração e deterioração do agente de união silano, rompendo a ligação entre as partículas de carga e a matriz resinosa.

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 SurfTest-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 dentífrico provocou 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 resistentes 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 podia 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.

LEKKA et al., em 1991, investigaram a porosidade de uma variedade de selantes de fôssulas e fissuras. Cada amostra foi analisada em um porosímetro de mercúrio controlado por computador quanto ao volume total, área superficial, porcentagem, densidade e distribuição radial dos poros. Segundo os autores, a porosidade das resinas compostas poderia afetar negativamente diversas propriedades da restauração final como resistência à tração diametral, resistência à abrasão, absorção de água, grau de polimerização, rugosidade superficial e estabilidade de cor. Os poros aumentariam a propagação de fraturas e a possibilidade de falhas das restaurações sob cargas oclusais. Usualmente, as porosidades são geradas pela entrada de ar durante a mistura ou durante os procedimentos de aplicação dos materiais nas cavidades e devido à alta afinidade do oxigênio pelos radicais livres, a polimerização do material ao redor dos poros estaria comprometida.

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 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.

BEETZEN et al., em 1993, estudaram uma nova técnica para polimerização de resina composta com respeito à microdureza e porosidade na parte cervical das restaurações, considerando que a porosidade dos compósitos fotoativados foi afetada pelos métodos de inserção e pela aplicação de pressão durante o processo de polimerização. A presença de porosidade na superfície proximal diminuiria a resistência ao desgaste e contribuiria para a degradação química da resina composta. Vinte preparos cavitários classe II foram feitos em moldes metálicos para cada material avaliado (Heliomolar, Herculite XR, Occlusin e P-50). Metade das restaurações foram polimerizadas usando a técnica convencional (em duas porções) e metade com a adaptação de um cone transparente à ponta do aparelho fotopolimerizador, pressionado dentro do material em direção à parede cervical. A dureza Vickers da superfície proximal foi medida com microdurômetro Shimadzu. O estereomicroscópio com uma câmera acoplada (Olympus SZH) foi utilizado com aumento de 15 vezes para obtenção de fotografias preto e branco com iluminação padronizada das amostras e permitir a contagem dos poros em uma área de $12,5\text{mm}^2$ na superfície proximal. Os autores observaram um significativo aumento nos valores de microdureza com a utilização da nova técnica para todos os materiais ensaiados. Com

respeito à porosidade, somente o Heliomolar e o Herculite XR mostraram diminuição significativa no número de poros.

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 15µm 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 $1\mu\text{m}$ ou menos e Bisfil P (Bisco) e Occlusin (ICI) com partículas maiores que $1\mu\text{m}$. 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 Surfcometer 4000. Os resultados mostraram que o selante era capaz de preencher as microfendas na superfície da restauração devido à sua baixa viscosidade e alto umedecimento, penetrando nestes defeitos à profundidade de 1 a $2\mu\text{m}$. 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 $1\mu\text{m}$, 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 possuía 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.

KAUFMAN, em 1994, descreveu o material Z100 como sendo uma resina composta radiopaca indicada para restaurações classe I, II, III, IV e V. A matriz resinosa era composta de bisfenol-A glicidil metacrilato (Bis-GMA) e trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA), enquanto que a carga inorgânica consistia de partículas esféricas de sílica circundada por grãos tetragonais de zircônio. Tais grãos tenderiam a absorver energia,

evitando ou abrandando a propagação de fendas através das partículas de carga. Como resultado o material apresentaria maior resistência, incluindo a resistência à abrasão. O tamanho das partículas variava de 0,01 a 3,5 μ m, com média de 1 μ m. Tal variação permitia a incorporação de grandes quantidades de carga inorgânica (79% em peso e 66% em volume), o que contribuía para maior resistência compressiva e ao desgaste do material. O autor conclui que a resina Z100 apresentava características aceitáveis para uso em regiões anteriores e posteriores.

SUZUKI et al., em 1995, determinaram o efeito do tamanho e forma das partículas de carga na resistência ao desgaste, dureza superficial e resistência à compressão de compósitos posteriores. As resinas compostas experimentais continham: partículas esféricas de vidro de silicato com média de 9,88, 2,01 e 0,62 μ m e partículas de sílica de formato irregular com média de 9,46 e 1,97 μ m. O conteúdo de carga foi de 72,3% em peso para as partículas esféricas e 70,3% para as partículas irregulares. A matriz resinosa consistia de UDMA e TEGDMA. O teste de desgaste foi realizado em dispositivo simulando desgaste de três corpos, onde uma lâmina de acetato foi posicionada sobre a restauração, interpondo-se a uma pasta de polimetilmetacrilato. Os resultados mostraram que a resistência ao desgaste da restauração aumentou com a diminuição do tamanho das partículas principalmente para partículas esféricas. Isso ocorreu porque: (1) as partículas esféricas tendiam a possuir maior lisura superficial, diminuindo o coeficiente de fricção e transferindo mais homogeneamente a tensão para a matriz resinosa e (2) as resinas compostas com partículas irregulares possuíam menor conteúdo de partículas devido as suas limitações no empacotamento do material. Os autores concluíram que ambos tamanho

e forma das partículas têm grande influência nas propriedades mecânicas e na resistência ao desgaste das resinas compostas posteriores, sendo que reduzindo o tamanho das partículas, ocorreria redução no desgaste da restauração.

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, manifestada 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 dentífrícios 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 importantes 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.

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.

WHITEHEAD et al., em 1996, avaliaram o efeito “*in vitro*” da escovação mecânica com dentifrícios clareadores na rugosidade de superfície de uma resina composta. As medidas de rugosidade superficial podem, se cuidadosamente interpretadas, facilitar o entendimento de como o material se desgasta ou abrasiona. Vinte e cinco corpos-de-prova da resina Silux (3M) foram confeccionados em moldes de teflon (5,5mm de diâmetro por 3mm de espessura) e suas superfícies foram analisadas em perfilômetro Perthometer S8-p (Alemanha) quanto aos seguintes parâmetros: Ra, Rz, Rpm e proporção Rpm/Rz. O parâmetro Ra descreve a rugosidade total de uma superfície e pode ser definido como a média aritmética das distâncias absolutas do perfil de rugosidade em relação à linha central, dentro do comprimento de leitura. Os corpos-de-prova foram então escovados com diferentes dentifrícios clareadores e a rugosidade superficial novamente avaliada. Os resultados mostraram que a qualidade do abrasivo influenciava na quantidade de desgaste do compósito e que cuidados deviam ser tomados se medições de textura superficial fossem usadas para prever a performance clínica de um determinado material.

MJÖR, em 1997, em estudo sobre as razões para substituição das restaurações de resina composta, ionômero de vidro e amálgama, relatou que o principal problema das restaurações de resina composta de duas décadas atrás era a degradação do material, resultante do processo de desgaste da restauração. Os resultados mostraram que somente 9% das falhas das restaurações de resina composta eram causadas por perda da forma

anatômica, mostrando que a degradação e desgaste do material diminuiram significativamente, onde 38% das falhas ocorreram por cáries secundárias e 20% devido à fratura da restauração, pelo fato de que quase metade das restaurações estava localizada em áreas de contato oclusal. O tempo de vida útil da restauração de resina composta foi de seis anos.

Em 1997, **ONO** avaliou a rugosidade superficial dos compósitos Herculite XRV, Z100 e Tetric, acabados e polidos, sob ação de escovação mecânica com dentífrico e escova dental. Cinquenta e seis amostras de cada material foram confeccionadas e armazenadas em estufa a 37°C e umidade relativa de 100% por 24 horas. Oito amostras de cada compósito não receberam acabamento e polimento e as 48 amostras restantes foram divididas em grupos e submetidas aos procedimentos de acabamento e polimento. As amostras foram submetidas ao ensaio mecânico de escovação em máquina Equilabor utilizando escovas dentais Oral-B, com velocidade de 250 movimentos por minuto, durante duas horas, totalizando 30.000 por amostra, sob carga axial de 200g. Metade das amostras foram escovadas com água destilada (controle) e metade com dentífrico Kolynos Super Branco. As superfícies das amostras foram avaliadas antes e após cada procedimento e a leitura considerada foi a média aritmética entre os picos e vales (Ra), percorrida pelo perfilômetro (Prazis-Rug-3-Argentina), num trecho de 4,8mm. Não houve diferença na rugosidade da superfície da resina Z100 entre as amostras não polidas, escovadas com água e escovadas com dentífrico. A maior média de rugosidade superficial foi obtida na técnica pontas diamantadas F, FF + abrasivo de silicone Viking (cinza e verde) e gel + dentífrico, em todos os compósitos estudados. A restauração sem polimento mecânico suportou

melhor a ação da escovação com dentífrico, e na restauração polida mecanicamente, a escovação com dentífrico produziu resultados mais críticos.

ADA COUNCIL ON SCIENTIFIC AFFAIRS; ADA COUNCIL ON DENTAL BENEFIT PROGRAMS, em 1998, indicaram as resinas compostas como selantes de fóssulas e fissuras, restaurações preventivas, restaurações classe I e II de tamanho médio e restaurações de áreas esteticamente importantes, porém não deveriam ser utilizadas em áreas de grandes tensões oclusais. Com relação aos outros materiais, as resinas compostas apresentavam vantagens como ampla variedade de cores, preparos cavitários mais conservadores, bom selamento marginal e baixa condutividade térmica. O tempo de vida útil da resina composta poderia ser comparado ao do amálgama de prata em restaurações classe I, II e V.

CARVALHO, em 1998, avaliou a influência da escovação mecânica sobre a dureza Knoop e rugosidade de superfície antes e após a escovação dos materiais restauradores estéticos SR-Isosit, Artglass e Duceram, submetidos ou não ao polimento. Oito corpos-de-prova com formato cônico (7mm de diâmetro na região da superfície e 6mm de diâmetro na superfície oposta por 2,5mm de espessura) foram confeccionados para cada tipo de material, e armazenados em temperatura e umidade ambiente ($23 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $50\% \pm 5$ U. R.) por 24 horas. Após esse período, quatro corpos-de-prova receberam tratamento de acabamento e polimento, e quatro não (controle). Em seguida, os corpos-de-prova foram levados ao rugosímetro (Prazis – Rug 03 – Argentina), para determinar a rugosidade inicial

de superfície. Foram feitas três leituras em cada corpo-de-prova, totalizando 72 leituras. Cada leitura foi obtida com a agulha do perfilômetro passando pelo centro geométrico da amostra em três posições referenciais diferentes, obtidas girando o corpo-de-prova. A dureza inicial foi verificada no aparelho HMV-2000 (Shimadzu). Os corpos-de-prova foram, a seguir, levados à máquina de escovação Equilabor e submetidos a 30.000 ciclos de escovação. Em seguida, foram novamente submetidos à leitura da rugosidade superficial produzida pela escovação e ao teste de dureza Knoop. Os resultados mostraram que os valores de rugosidade foram maiores quando o polimento foi feito antes da escovação, e após a escovação nos corpos-de-prova não polidos. Quanto à dureza, o polimento proporcionou valores de dureza Knoop estatisticamente superiores para os três materiais antes e após a escovação.

CHRISTENSEN, em 1998, descreveu que desde 1968 as resinas compostas eram disponibilizadas para restauração em 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 as limitações destas resinas e a falta de uma técnica simples para restauração em classe II, estas restaurações eram consideradas inaceitáveis. Pela metade dos anos 80, com o surgimento de resinas com partículas pequenas (aproximadamente 1 micrometro), tornou-se possível a confecção de restaurações adequadas de resina composta classe II. Com relação as 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 seu uso.

FERDINAKIS, em 1998, avaliou “*in vitro*” a microinfiltração e a formação de poros de três resinas compostas híbridas. Os poros se formavam devido à entrada de ar entre as camadas incrementais da resina composta e devido à pobre adaptação com as paredes cavitárias usando a técnica incremental. Foram realizados preparos cavitários em 40 molares permanentes e estes foram divididos em dois grupos: grupo A, restaurado com Herculite XRV (Kerr) e Heliomolar (Vivadent) e grupo B, restaurado com a resina composta fluida Revolution (Kerr). Cada material foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante. Após esta etapa, realizou-se o polimento das restaurações utilizando brocas multilaminadas 12 e 30 lâminas e as superfícies foram condicionadas com ácido durante 15 segundos, lavadas e cobertas com o selante de superfície sem carga Fortify (Bisco). Os dentes foram avaliados quanto à microinfiltração e a formação de poros com auxílio de um microscópio óptico (Olympus). Os resultados mostraram que a combinação das resinas compostas Herculite XRV e Heliomolar apresentou maior microinfiltração e formação de poros comparado com a resina composta fluida Revolution.

Em 1998, **FRAZIER et al.** avaliaram a resistência ao desgaste por escovação de três compômeros (Compoglass, Dyract e Hytac), três ionômeros de vidro modificado por resina (Fuji II LC, Photac-Fil e Vitremer) e duas resinas compostas (Herculite XRV e Silux Plus). Sete corpos-de-prova de cada material medindo 18 por 15 por 2mm foram preparados seguindo as recomendações do fabricante. Como os corpos-de-prova foram polimerizados em contato com tira matriz, não foram necessários os procedimentos de acabamento e polimento dos materiais. Cada corpo-de-prova foi pesado em balança de precisão, armazenado em umidificador a 37°C e 100% de umidade relativa durante 48 horas e levados ao ensaio de escovação. Foi utilizada a escova dental Oral-B 35 macia e o dentífrico Ultrabright (Colgate-Palmolive) diluído em proporção 1:1 com água deionizada (37,5g de dentífrico e 37,5mL de água deionizada). Foram realizados 120.000 ciclos, à frequência de 1,5 ciclos por segundo e sob carga de 200g. Após o ensaio de escovação, os corpos-de-prova foram lavados em água deionizada para remoção dos detritos do dentífrico e secos a temperatura ambiente por 24 horas antes da pesagem final. O desgaste foi medido pela diferença no peso dos corpos-de-prova antes e após a escovação. Os resultados mostraram que o desgaste dos compômeros variou largamente, sendo o Dyract e o Hytac os mais resistentes e o Compoglass o menos resistente à abrasão. As resinas compostas e os ionômeros de vidro modificados por resina apresentaram valores de resistência ao desgaste intermediário aos compômeros.

HOELSCHER et al., em 1998, avaliaram a rugosidade superficial de resinas compostas e ionômeros de vidro variando os sistemas de acabamento e polimento dos materiais. Os materiais utilizados foram: Prisma TPH, Silux, Ketac-Fil e Fuji II LC.

Sessenta corpos-de-prova medindo 9mm de diâmetro por 4mm de profundidade foram confeccionados e polimerizados sob tira matriz Mylar. Os corpos-de-prova foram armazenados a 100% de umidade relativa, a 37°C durante 24 horas para análise da rugosidade inicial. O rugosímetro utilizado foi o Surfanalyzer 4000, com *cut-off* de 0,8mm e velocidade de leitura de 0,25mm por segundo, para análise da rugosidade média (Ra). Cinco corpos-de-prova de cada material foram acabados, polidos seguindo as recomendações dos fabricantes e a novo padrão de superfície foi verificado no rugosímetro. Os resultados mostraram que o polimento é melhor alcançado com discos impregnados por abrasivos ou discos de óxido de alumínio. As brocas para acabamento resultam em maior rugosidade superficial em todos os materiais.

Em 1998, **KAWAI, IWAMI & EBISU** relataram que vários fatores, como qualidade das partículas, matriz resinosa, interface matriz/partícula, grau de polimerização e dureza do compósito interferia na resistência à abrasão das resinas compostas. Os autores compararam a resistência à abrasão de sete resinas compostas experimentais feitas alterando a composição do monômero (Bis-GMA, UDMA, TMPT e TEGDMA). As resinas foram inseridas e fotoativadas em moldes metálicos (20mm x 4mm x 2mm), armazenadas ao ar livre durante duas semanas e levadas à máquina de teste de abrasão por escovação. Utilizando a escova dental Prospec Young Hard (GC) juntamente com 40g de dentifrício, a escovação mecânica das resinas compostas foi efetuada com 100.000 ciclos. A cada 10.000 ciclos, foi realizada pesagem de cada corpo-de-prova e calculado o desgaste do material pela diferença de peso que o material apresentava durante todo o ciclo de escovação. Os resultados mostraram que tanto nas resinas contendo Bis-GMA/TEGDMA ou

UDMA/TEGDMA, o desgaste diminuiu com o aumento no conteúdo de TEGDMA, porém as resinas que apresentaram maior resistência ao desgaste eram a base de TMPT. Como a matriz resinosa era menos dura que as partículas de carga, o desgaste era maior. Nesse sentido, se fosse possível utilizar uma matriz monômérica com maior resistência à abrasão, toda a resistência da resina composta iria também aumentar.

LEINFELDER & PRASAD, em 1998, relataram que a média anual de desgaste de várias resinas compostas posteriores era comparável a do amálgama, sendo que algumas apresentam taxa de desgaste de $15\mu\text{m}/\text{ano}$. A resina Alert (Jeneric/Pentron) podia ser classificada como resina composta posterior condensável. O componente exclusivo desta resina consiste de fibras de vidro com $6\mu\text{m}$ de diâmetro por 60 a $80\mu\text{m}$ de comprimento, combinadas com vidro moído de borosilicato de bário ($0,8\mu\text{m}$) e sílica microfina, totalizando 84% em peso de partículas inorgânicas. A combinação das fibras de vidro e alto conteúdo de partículas resultavam na possibilidade de condensação ou compactação da resina. A matriz resinosa consistia de policarbonato dimetacrilato (PCDMA). Tal resina necessitava de um selante de proteção superficial (Protect-It), o qual preenchia e selava as microrrachaduras que podiam existir na superfície da restauração. Os autores relataram ainda que a viscosidade de uma resina composta podia ser aumentada usando vários métodos: aumentar o conteúdo de partículas, incorporar partículas com superfície extremamente rugosa, para evitar o deslizamento de uma partícula sobre a outra e incorporar fibras de vidro no material. Em tal caso, as áreas intersticiais entre as redes de

fibras eram preenchidas com uma resina de baixa viscosidade, produzindo consistência similar a uma massa recém-triturada de amálgama.

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).

Segundo **SODERHOLM & RICHARDS**, em 1998, o desgaste dos compósitos odontológicos poderia ser definido como a remoção indesejável de material sólido da superfície da restauração de resina composta, o qual inclui diversos fenômenos como desgaste adesivo, abrasivo, degradação química e fadiga. As resinas composta desgastavam, na época, 10 a 50µm por ano, ao passo que no início dos anos 80, desgastavam 80 a 100µm por ano. A diminuição do espaço entre as partículas ao redor de 0,1 a 0,2µm e o aumento no conteúdo de carga inorgânica poderiam aumentar a resistência à abrasão da restauração. Isso só seria possível com a utilização de compósitos com partículas ao redor de 1µm, adicionando pequena quantidade de partículas maiores (3 a 5µm) e partículas menores (0,02 a 0,04µm) ao material.

FERREIRA, 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 velocidade 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, tanto para as amostras que receberam ou não a aplicação de um agente de penetração 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.

RUDELL et al., em 1999, relataram que os compósitos condensáveis possuíam características de manipulação semelhante ao amálgama. Contudo, para que os compósitos pudessem substituir o amálgama de prata, deveriam apresentar propriedades mecânicas comparáveis aos compósitos híbridos. O objetivo do estudo foi caracterizar e comparar a resistência à compressão, à tração diametral, flexão de três pontos, módulo de flexão e dureza de resinas compostas condensáveis (SureFil, Solitaire e Alert) com uma resina composta híbrida (Herculite). Os resultados mostraram que as propriedades mecânicas dos compósitos condensáveis foram similares ao do compósito híbrido controle.

Em 1999, **SUZUKI** avaliou a taxa de desgaste de resinas compostas condensáveis: SureFil (Dentsply), Alert modificado (Jeneric/Pentron), Alert (Jeneric Pentron), Solitaire (Kulzer), utilizando uma resina composta híbrida Prisma TPH (Dentsply) como controle. Sete corpos-de-prova cilíndricos medindo 4mm de diâmetro por 3mm de profundidade foram confeccionados de cada material seguindo as recomendações dos fabricantes. As superfícies foram aplainadas com discos de carbetto de silício de granulação 600 e levadas ao teste de desgaste sob carga de 75N e frequência de 1,2Hz totalizando 400.000 ciclos. A profundidade de desgaste foi medida em traçados profilométricos. Os resultados mostraram que a taxa de desgaste do SureFil e do Alert modificado demonstraram mínimas taxas de desgaste localizado e generalizado, diferente significativamente do grupo controle. O autor concluiu que alguns compósitos condensáveis possuíam resistência ao desgaste superior que os compósitos híbridos.

Em 2000, **TANOUE et al.** relataram que a abrasão provocada por escovação e dentifício 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 (Heraus 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 dentifício 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 350g, 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 profilômetro (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.

3 - PROPOSIÇÃO

O propósito deste estudo “in vitro” foi verificar a porosidade interna e a rugosidade superficial de quatro resinas compostas disponíveis no mercado nacional, juntamente com a eficácia da aplicação e da reaplicação de um selante de superfície, respectivamente antes e depois dos corpos-de-prova terem sido submetidos a ensaio mecânico de escovação.

4 - MATERIAIS E MÉTODO

4.1 - Materiais

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais, expostos nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 – Nome comercial, tipo e fabricante dos materiais.

Nome Comercial	Tipo	Fabricante
Prodigy Condensável [®]	Resina composta	Kerr / Sybron (Romulus, MI, USA)
Alert [®]	Resina composta	Jeneric/Pentron (Wallingford, CT, USA)
Z100 [®]	Resina composta	3M (St. Paul, MN, USA)
Definite [®]	Resina composta	Degussa Dental (Hanau, ALE)
Protect-It [®]	Selante de superfície	Jeneric/Pentron (Wallingford, CT, USA)

TABELA 2: Nome comercial e composição dos materiais

Nome Comercial	Composição ¹
Prodigy Condensável [®]	Bis-GMA; RCA (rheological control additive); boro silicato de bário alumínio; sílica coloidal.
Alert [®]	Polycarbonato dimetacrilato; dimetacrilato difenol-A etoxilado; 2,2'(2,5-tiofendil) BIS (5-terc butil benzoxazol); 2 (2-hidroxi-5-terc-octilfenil); benzotriazol; canforoquinona; dietil amino etil metacrilato; vidro de borosilicato de bário; sílica; dióxido de silício; óxido de magnésio; óxido de alumínio; óxido de ferro.
Z100 [®]	Bis-GMA; TEGDMA; zircônia/sílica.
Definite [®]	MatrizOrmocer polimerizada; carga inorgânica; fotoiniciadores; estabilizadores.
Protect-It [®]	Bis-GMA; UDMA; TEGDMA; THFMA; fotoiniciadores; aceleradores; absorvedores UV; estabilizadores.

¹ informações dos fabricantes

4.2 - Método

4.2.1 - Rugosidade de superfície

4.2.1.1 - Confeção dos corpos-de-prova

Para a realização deste estudo, foram confeccionados 10 corpos-de-prova de cada resina composta à temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa ambiental de $50 \pm 5\%$, utilizando uma matriz metálica rosqueável, com cavidade de 2mm de profundidade por 4mm de diâmetro (Figura 1).

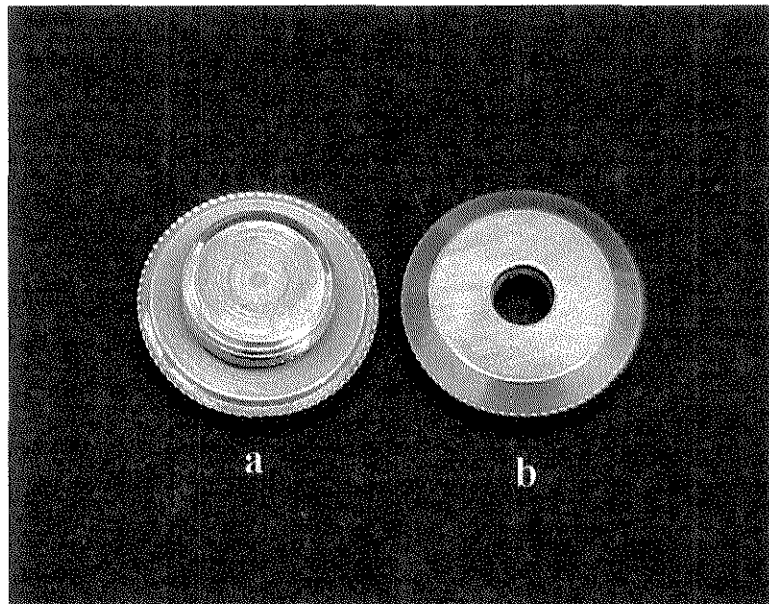


FIGURA 1 - Matriz metálica: a) base; b) matriz rosqueável

Uma tira de poliéster (Vigodent, do Brasil) foi inicialmente colocada no fundo da cavidade da matriz, para confecção de cada um dos espécimes dos quatro compósitos, originalmente apresentados na forma de uma pasta única e aqui utilizados individualmente.

Pequenas porções de cada material foram compactadas no fundo da citada cavidade, com auxílio de um condensador para amálgama nº 2 (Duflex, do Brasil), até a obtenção de uma camada com aproximadamente 1mm de espessura, ou seja, metade da profundidade da cavidade. Em seguida, foi realizada a fotoativação com o aparelho XL 1500 (3M, St. Paul, MN, USA), com exposição de 40 segundos. A intensidade de luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador era em torno de $500\text{mW}/\text{cm}^2$, segundo registros do radiômetro (Demetron Research Corporation). A segunda camada, também adaptada conforme descrito, foi recoberta com uma tira de poliéster sob uma lâmina de vidro, com carga estática de 200g, necessária para remoção do excesso de material e deixar a superfície do compósito plana e no mesmo nível da face superior da matriz (Figura 2). A fotoativação foi efetuada de forma idêntica à primeira camada.

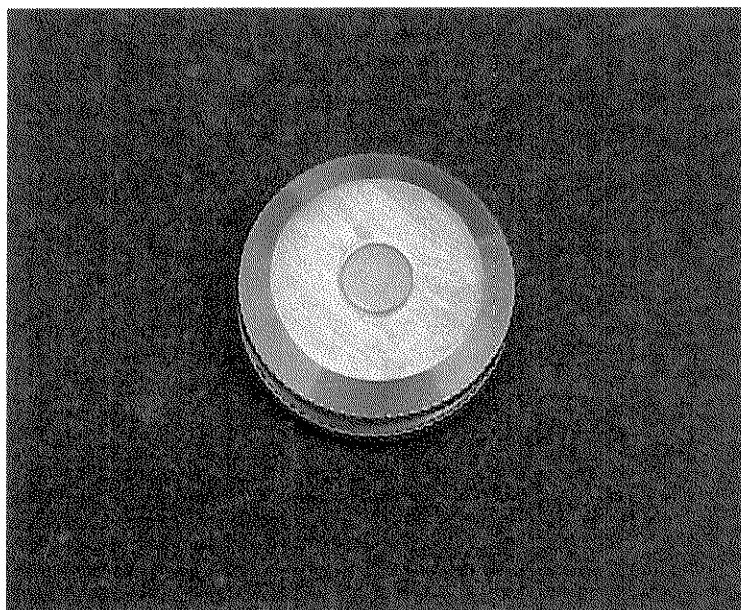


FIGURA 2 - Matriz metálica preenchida com o compósito

Após a confecção, os corpos-de-prova foram devidamente identificados e armazenados numa estufa, a 37°C e 100% de umidade relativa do ar ambiental, por um período de 24 horas.

4.2.1.2 - Polimento e aplicação do selante de superfície.

Decorrido o prazo de 24 horas, foi realizado o acabamento em ambas as faces dos compósitos utilizando uma turbina de baixa rotação (Dabi Atlante, do Brasil), com o sistema de acabamento e polimento Sof-Lex® (3M, do Brasil), aplicando-se os discos (referidos pelo fabricante como grosso, médio, fino e superfino, em relação à sua granulação), na sequência decrescente da magnitude de seus grãos, durante 40 segundos cada, sendo que a cada 10 segundos, o corpo-de-prova era girado em 90° para assegurar um polimento uniforme (TJAN & CHAN, 1989; HOELSCHER et al., 1998).

Após o polimento, a superfície inferior de cada corpo-de-prova das resinas composta foi condicionada com gel de ácido fosfórico 37% (Jeneric/Pentron, Wallingford, CT, USA) por 20 segundos, lavada com água durante 30 segundos, secada com jato de ar e coberta com o selante de superfície Protect-It (Jeneric/Pentron, Wallingford, CT, USA), o qual foi polimerizado por 60 segundos. A outra superfície não recebeu a aplicação do selante.

A seguir, os corpos-de-prova foram armazenados nas mesmas condições já descritas, até o momento de se efetuar a análise inicial da rugosidade superficial de suas faces planas, realizada após 24 horas.

4.2.1.3 - Avaliação inicial da rugosidade superficial

Vinte e quatro horas após o rearmazenamento, cada corpo-de-prova foi adaptado em uma cavidade (4mm de diâmetro por 1mm de espessura) existente numa placa de plástico (Tecnil, São Paulo), medindo 47mm de comprimento, 20mm de largura por 2,5mm de espessura e levado individualmente ao rugosímetro Surfcomer SE 1700 (Japão), para verificação da rugosidade em ambas as superfícies em questão (Figura 3).

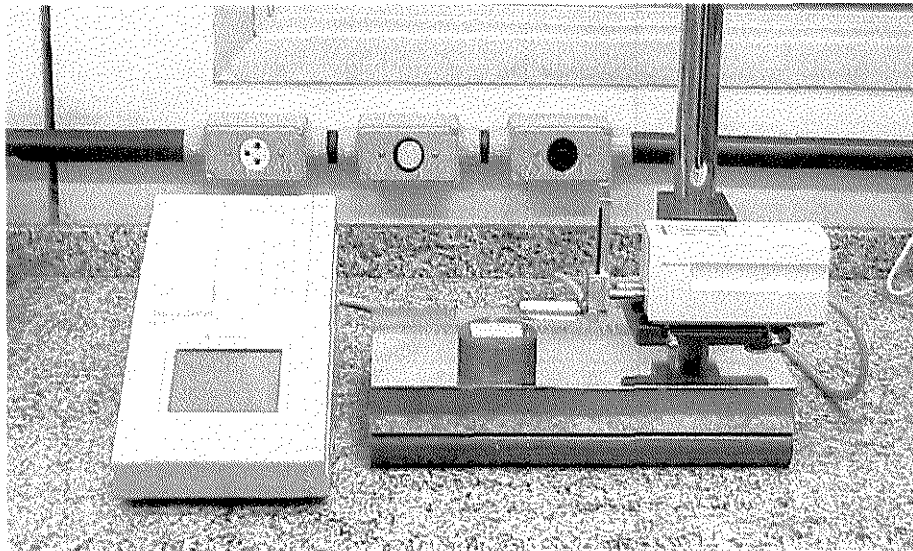


FIGURA 3 - Rugosímetro Surfcomer SE 1700

Em cada operação de leitura considerada, a rugosidade média (R_a) representava a média aritmética entre os picos e vales registrados, após a respectiva agulha do rugosímetro percorrer, sobre a superfície em análise, um trecho de 2,85mm de extensão, com *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, sempre com a agulha passando pelo centro geométrico da amostra (Figura 4), mas estando ela em três posições diferentes, obtidas após o giro de aproximadamente 120° da placa de plástico (ONO, 1997; CARVALHO, 1998). Assim, a média das três leituras era considerada a rugosidade média de cada superfície.

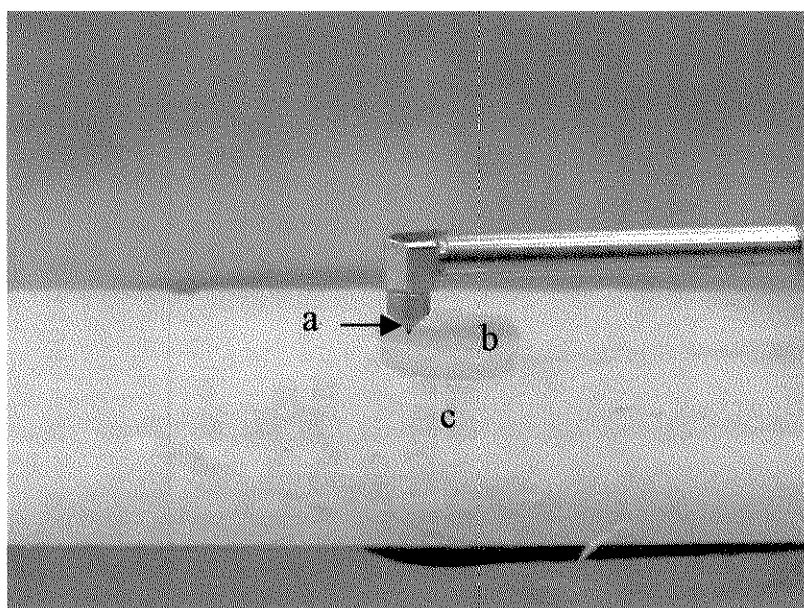


FIGURA 4 – a) agulha do rugosímetro; b) corpo-de-prova;
c) placa de plástico utilizada para fixação do corpo-de-prova.

A seguir, os corpos-de-prova foram rearmazenados, nas mesmas condições anteriormente citadas, agora por uma hora antes do ensaio de escovação.

4.2.1.4 - Ensaio de escovação

Foi utilizada a máquina de escovação (Equilabor – Equipamentos para Laboratório – Piracicaba – SP) de fabricação nacional que obedece às exigências da Especificação atualmente vigente, pertinente a cremes dentais, emitida pela British Standard Institution, como descrito no estudo de SLOP et al. (1983), com capacidade para escovação simultânea de 8 espécimes. A máquina tem um sistema propulsor apropriado, o qual permite, para cada escova dental nela fixada, um curso linear de 43mm de extensão, com velocidade constante de 250 ciclos (ida e volta) por minuto e o número de ciclos registrados por um dispositivo de quatro dígitos (Figura 5).

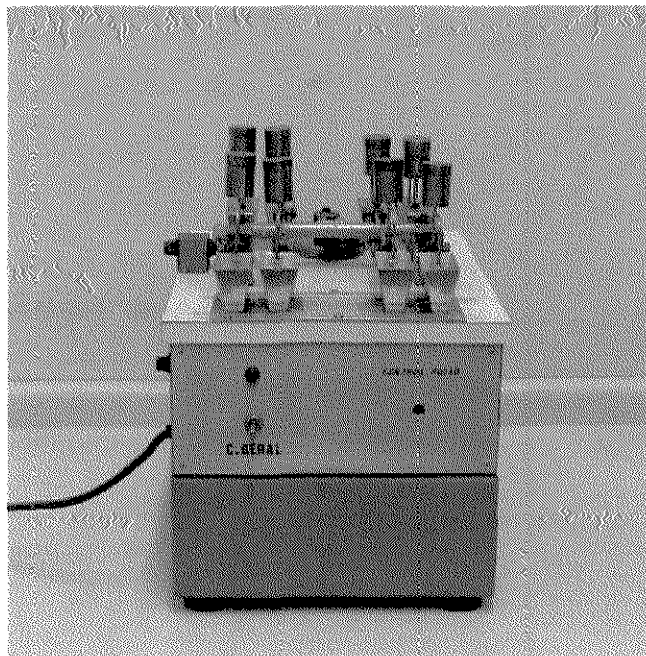


FIGURA 5 - Máquina de escovação Equilabor

Para a realização deste ensaio, foram utilizadas escovas dentais Kolynos Doctor (Kolynos do Brasil), de cabeça compacta, cerdas extras-macias com secção hexagonal, retangulares e polidas, dispostas em vinte e cinco tufo, contendo 53 cerdas em média em cada tufo, correspondendo a uma área de 130mm^2 . A ponta ativa da escova foi seccionada do cabo com disco de carboneto de silício (Viking) e fixada no dispositivo porta-escova da máquina de escovação com cola de secagem rápida (Super-Bonder, Loctite, do Brasil), de modo a ficar com o longo eixo das cerdas perpendicular à superfície do corpo-de-prova.

Os corpos-de-prova foram posicionados nas mesmas placas de plástico (Tecnil) utilizadas nas medidas de rugosidade e o conjunto foi fixado com cera pegajosa no fundo do recipiente metálico de escovação do aparelho (Figura 6).

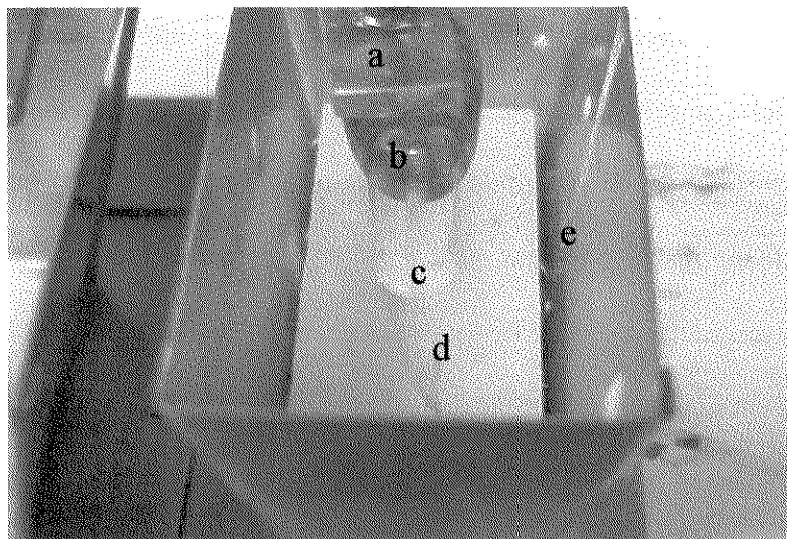


FIGURA 6 – Vista aproximada de uma escova, durante sua ação sobre um espécime a) dispositivo porta-escova; b) escova dental; c) corpo-de-prova; d) placa de plástico (Tecnil); e) recipiente metálico

Em seguida, um volume de 4,6ml (6g) de dentifício Sorriso (Kolynos do Brasil), pesado em balança de precisão Chyo JK-180, foi misturado a 6ml de água destilada, medidos em uma pipeta de precisão de 10ml, e vertido nesse recipiente metálico. O dentifício foi escolhido por se tratar de um material que contém um abrasivo muito utilizado, o carbonato de cálcio, e por se tratar de um material de uso frequente nos dias de hoje, como proposto por HEATH & WILSON (1976). Foi utilizada a proporção 1:1 (em peso) para a diluição do dentifício, pois é a mais próxima daquela utilizada normalmente “in vivo”, de acordo com FRAZIER et al. (1998) e TANOUE et al. (2000), que afirmam ser esta a melhor diluição do dentifício.

Ambos os lados dos corpos-de-prova foram submetidos a movimentos lineares de escovação, totalizando 30.000 ciclos por corpo-de-prova, num período de duas horas (ONO, 1997 e FERREIRA, 1999). O percurso de escovação sobre os corpos-de-prova foi de 43mm, sob carga estática axial de 200g colocada sobre o suporte do dispositivo porta-escova, para simular a força empregada durante os procedimentos de higiene oral. As escovas e os dentifícios foram substituídos a cada troca de superfície do material, ou seja, após duas horas de escovação contínua.

Após completado o ciclo de escovação, os corpos-de-prova foram removidos da máquina, lavados em água corrente e conservados a 37°C e 100% de umidade relativa do ar ambiental até nova leitura para avaliação da rugosidade superficial.

4.2.1.5 – Avaliação da rugosidade superficial, após escovação

Em seguida ao ensaio de escovação, as duas superfícies dos corpos-de-prova foram submetidas à nova leitura de rugosidade de superfície, de maneira semelhante ao

teste de rugosidade inicial e, a seguir, rearmazenadas em estufa nas mesmas condições descritas anteriormente.

4.2.1.6 - Repolimento e reaplicação do selante de superfície

Para avaliação do efeito e eficácia do repolimento e da reaplicação do selante de superfície, a superfície não selada de cada corpo-de-prova foi repolida da mesma forma que o processo de acabamento e polimento inicial e levada a seguir ao rugosímetro para verificar a eficácia do repolimento nesta superfície. Após, essa superfície foi condicionada com gel de ácido fosfórico 37% (Jeneric/Pentron) por 20 segundos, lavada com água durante 30 segundos e coberta com o selante de superfície Protect-It (Jeneric/Pentron), o qual foi polimerizado por 60 segundos. Os corpos-de-prova foram levados novamente ao rugosímetro para verificar a atuação do selante sobre uma superfície repolida.

Na outra superfície de cada corpo-de-prova, o selante de superfície foi reaplicado da mesma forma como descrito anteriormente, porém essa superfície não foi repolida previamente. Após este procedimento, foi realizada uma nova leitura da rugosidade de superfície. Tal procedimento visou verificar se o selante de superfície foi capaz de compensar as falhas superficiais advindas do processo de escovação, restabelecendo ou não as condições iniciais de superfície.

4.2.2 - *Análise da superfície em microscopia eletrônica de varredura.*

Após as leituras de rugosidade dentro de cada tratamento, a superfície dos corpos-de-prova foram revestidas com liga de ouro-paládio sob alto vácuo (Balzers – SCD 050 sputter coater, Germany) para observação em microscopia eletrônica de varredura (LEO,

VP 435 – LEO Eletron Microscopy Ltd, Germany), operado em voltagem de aceleração de 20 KeV, com o objetivo de examinar a morfologia da região de superfície com aumento de 1000 vezes.

4.2.3 - Porosidade

Para avaliação da porosidade interna, os 10 corpos-de-prova de cada material foram seccionados transversalmente na região central com disco de óxido de silício (Carborundo), obtendo assim outras duas superfícies, resultantes da exposição de sua região interna para avaliação da porosidade. Para isso, essas superfícies foram incluídas com resina acrílica quimicamente ativada (Jet Clássico, São Paulo - SP) em matrizes de Tecnil. (Figura 7)

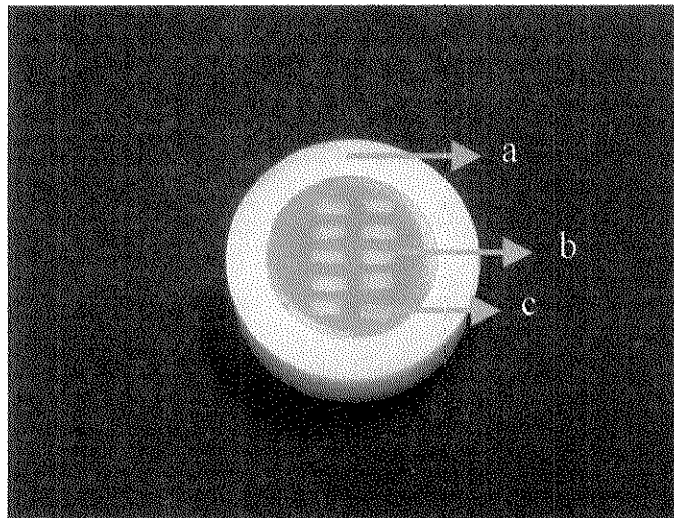


FIGURA 7 – a) matriz de Tecnil; b) resina acrílica;
c) superfície resultante da exposição interna dos corpos-de-prova.

Após a polimerização da resina acrílica, os conjuntos foram levados a uma politriz APL-4 (Arotec, Cotia - SP) e abrasados com lixas de granulação de magnitudes decrescentes (200, 400 e 600) para obtenção de uma superfície plana e regular (Figura 8). A seguir, foram imersos em tinta Nankin (Acrilex) por 12 horas, lavados em água corrente por 10 segundos e secos com jatos de ar.

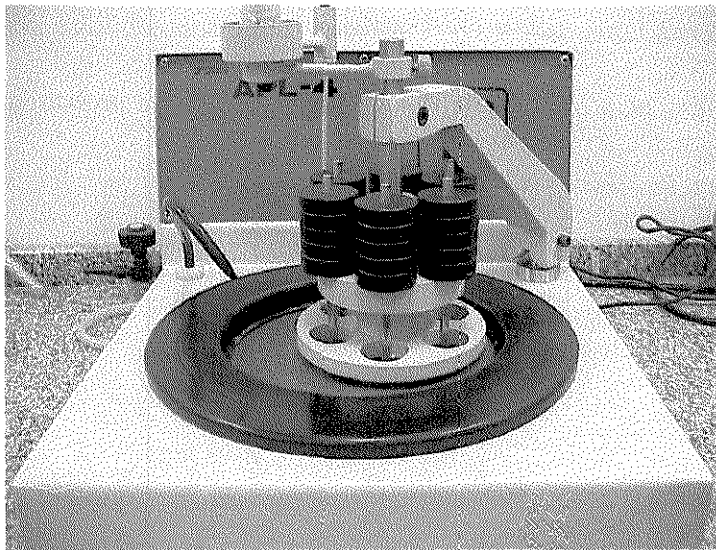


FIGURA 8 - Politriz APL-4 (Arotec)

A contagem numérica de poros na área seccionada foi mensurada com auxílio da lupa estereoscópica Carl-Zeiss (Alemanha), com aumento de 63 vezes. Vinte fotografias de cada material foram obtidas com o mesmo aumento, escaneadas em preto e branco e analisadas no programa Adobe Photoshop versão 4.0. O número total de *pixels* (pontos) de toda a área foi calculado, selecionando toda a figura e analisando seu histograma. A seguir, selecionou-se todos os poros evidenciados pela cor preta e o número

de *pixels* foi calculado pelo histograma. Dessa forma, a área percentual ocupada pelos poros foi calculada, utilizando-se a seguinte fórmula matemática:

$$\text{Área percentual dos poros} = \frac{\text{número de } \textit{pixels} \text{ dos poros}}{\text{número de } \textit{pixels} \text{ da figura}} \times 100$$

4.2.4 - *Análise estatística*

Após a obtenção dos dados, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, com objetivo de verificar as interações significativas ou não.

5 - RESULTADOS

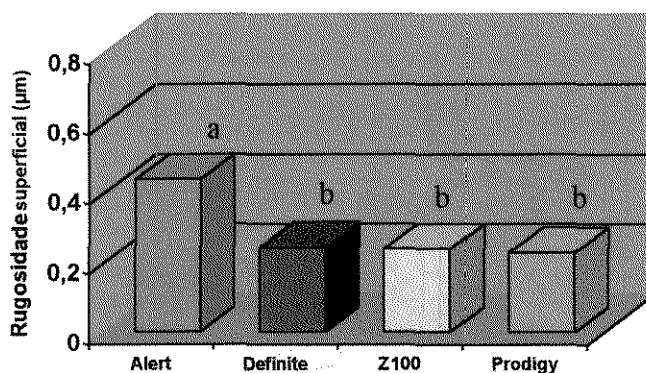
5.1 - Rugosidade de superfície

A média dos valores originais (Apêndice) de rugosidade de superfície para todos os materiais, independente do tratamento, estão ilustrados na Tabela 3 e Figura 9. Podemos observar que o Alert[®] apresentou maior rugosidade de superfície, com diferença estatística quando comparado com os demais materiais ($p < 0,05$), todos sem diferença estatística significativa entre si ($p > 0,05$).

TABELA 3 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, independente do tratamento.

MATERIAIS	MÉDIAS (μm)	
Alert [®]	0,4351 (0,2212)	a
Definite [®]	0,2416 (0,1367)	b
Z100 [®]	0,2361 (0,1044)	b
Prodigy Condensável [®]	0,2262 (0,0853)	b

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



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

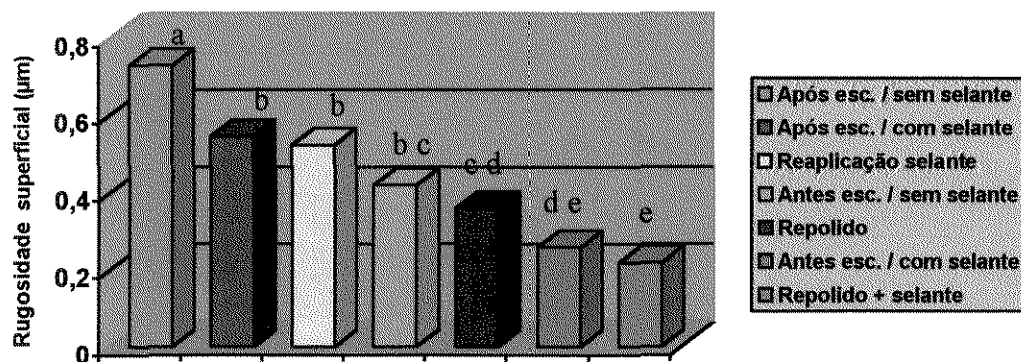
FIGURA 9 – Ilustração gráfica dos valores de rugosidade superficial média (μm) para todos os materiais, independente do tratamento.

A Tabela 4 e a Figura 10 trazem os valores médios da rugosidade de superfície do material Alert®, variando o tratamento de superfície. O valor após a escovação e sem a aplicação do selante apresentou a maior rugosidade de superfície, diferindo estatisticamente dos outros tratamentos ($p < 0,05$). As superfícies menos rugosas foram as obtidas antes da escovação com aplicação do selante e após o repolimento mais aplicação do selante, sem diferença estatística entre elas ($p > 0,05$).

TABELA 4 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) da resina composta Alert®, variando o tratamento de superfície.

TRATAMENTO	MÉDIAS (μm)	
Após escovação / sem selante	0,7303 (0,0942)	a
Após escovação / com selante	0,5435 (0,2182)	b
Reaplicação do selante	0,5220 (0,2536)	b
Antes escovação / sem selante	0,4179 (0,1231)	b c
Repolido	0,3579 (0,1036)	c d
Antes escovação / com selante	0,2570 (0,0978)	d e
Repolido + aplicação do selante	0,2169 (0,0742)	e

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



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

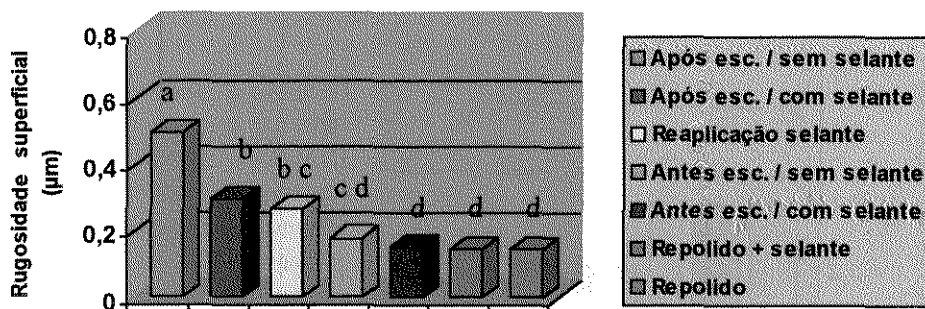
FIGURA 10 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) do Alert® variando o tratamento de superfície.

Para o material Definite®, como ilustrado na Tabela 5 e Figura 11, a superfície mais rugosa foi observada após a escovação sem aplicação do selante, sendo diferente estatisticamente dos outros tratamentos ($p < 0,05$). Os valores antes da escovação com selante, antes da escovação sem selante, após repolimento mais aplicação de selante e com repolimento mostraram os menores índices de rugosidade superficial, sem diferença estatística entre elas ($p > 0,05$).

TABELA 5 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) da resina composta Definite®, variando o tratamento de superfície.

TRATAMENTO	MÉDIAS (μm)	
Após escovação / sem selante	0,4961 (0,1255)	a
Após escovação / com selante	0,2956 (0,0368)	b
Reaplicação do selante	0,2695 (0,0664)	b c
Antes escovação / sem selante	0,1802 (0,0877)	c d
Antes escovação / com selante	0,1537 (0,0299)	d
Repolido + aplicação do selante	0,1487 (0,0474)	d
Repolido	0,1474 (0,0521)	d

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



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

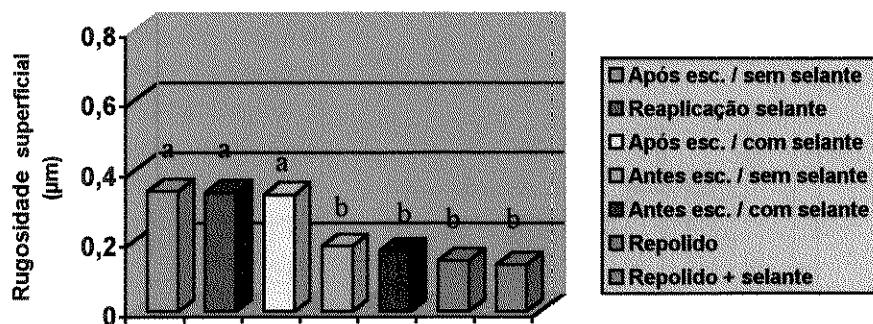
FIGURA 11 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) do Definite® variando o tratamento de superfície.

As superfícies mais rugosas para o material Z100® foram medidas após a escovação com e sem selante e após a reaplicação do selante, sem diferença estatística entre si ($p>0,05$), como ilustrado na Tabela 6 e Figura 12. As superfícies menos rugosas foram obtidas antes da escovação com e sem selante e após repolimento e repolimento mais aplicação de selante, sem diferença entre si, porém com valores inferiores aos demais ($p<0,05$).

TABELA 6 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) da resina composta Z100®, variando o tratamento de superfície.

TRATAMENTO	MÉDIAS (μm)	
Após escovação / sem selante	0,3428 (0,0841)	a
Reaplicação do selante	0,3387 (0,0600)	a
Após escovação / com selante	0,3331 (0,0565)	a
Antes escovação / sem selante	0,1863 (0,0595)	b
Antes escovação / com selante	0,1732 (0,0395)	b
Repolido	0,1451 (0,0364)	b
Repolido + aplicação do selante	0,1337 (0,0230)	b

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



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

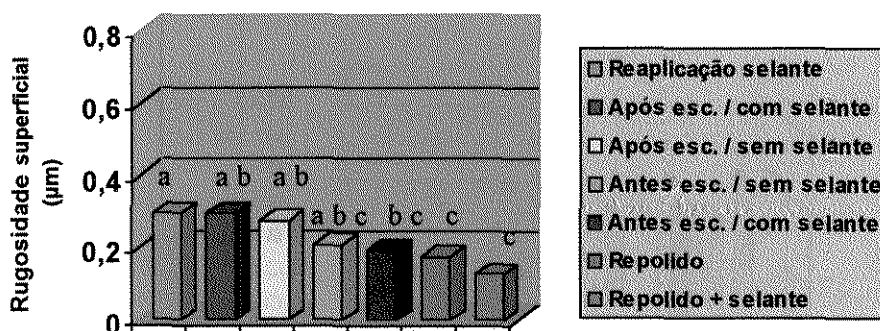
FIGURA 12 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) do Z100® variando o tratamento de superfície.

A Tabela 7 e Figura 13 mostram os resultados da rugosidade de superfície do material Prodigy Condensável®. As superfícies mais rugosas foram medidas após reaplicação do selante, após a escovação com e sem selante e antes da escovação sem selante. Esta última, porém, não demonstrou diferença estatisticamente significativa das superfícies menos rugosas: antes da escovação com selante, após repolimento e após repolimento mais aplicação de selante ($p < 0,05$).

TABELA 7 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) da resina composta Prodigy Condensável®, variando o tratamento de superfície.

TRATAMENTO	MÉDIAS (μm)	
Reaplicação do selante	0,2977 (0,0710)	a
Após escovação / com selante	0,2960 (0,0920)	a b
Após escovação / sem selante	0,2782 (0,0678)	a b
Antes escovação / sem selante	0,2107 (0,0591)	a b c
Antes escovação / com selante	0,1973 (0,0604)	b c
Repolido	0,1757 (0,0394)	c
Repolido + aplicação do selante	0,1278 (0,1013)	c

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



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

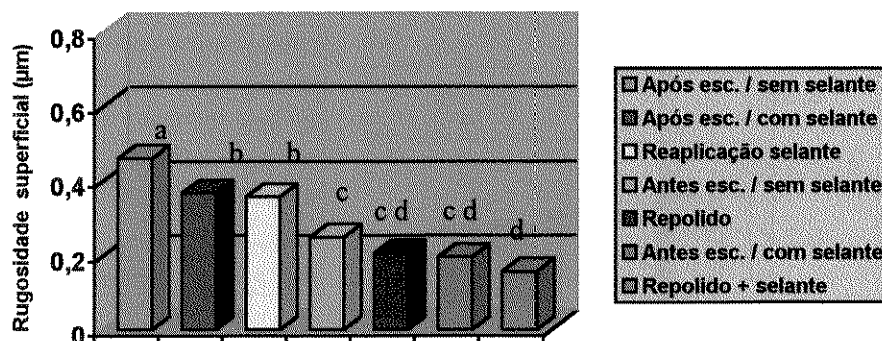
FIGURA 13 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) do Prodigy Condensável®, variando o tratamento de superfície.

A Tabela 8 e Figura 14 mostram os valores de rugosidade superficial dos diferentes tratamentos, independente da resina composta. Os resultados mostram que a superfície mais rugosa foi obtida após escovação sem selante, com diferença estatisticamente significativa para os outros tratamentos ($p < 0,05$). As superfícies mais lisas foram obtidas após o repolimento, antes da escovação com selante e após polimento mais aplicação de selante, sem diferença estatística entre elas ($p > 0,05$).

TABELA 8 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) dos diferentes tratamentos, independente da resina composta.

TRATAMENTO	MÉDIAS (μm)
Após escovação / sem selante	0,4618 (0,1986) a
Após escovação / com selante	0,3670 (0,1577) b
Reaplicação selante	0,3570 (0,1667) b
Antes escovação / sem selante	0,2488 (0,1296) c
Repolido	0,2065 (0,1084) c d
Antes escovação / com selante	0,1953 (0,0718) c d
Repolido + aplicação do selante	0,1568 (0,0568) d

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



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

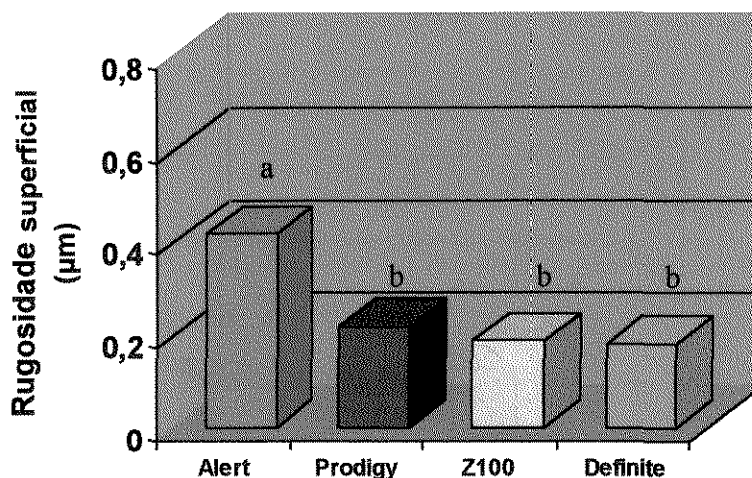
FIGURA 14 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) dos diferentes tratamentos, independente do material.

A Tabela 9 e Figura 15 mostram os valores de rugosidade de superfície antes da escovação, sem aplicação do selante. O Alert® apresentou a superfície mais rugosa, com diferença estatística para os outros materiais ($p < 0,05$). As resinas Prodigy Condensável®, Z100® e Definite® não mostraram diferença estatística entre si ($p > 0,05$).

TABELA 9 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, antes da escovação e sem aplicação do selante de superfície.

MATERIAIS	MÉDIAS (μm)	
Alert	0,4179 (0,1231)	a
Prodigy Condensável	0,2107 (0,0591)	b
Z100	0,1863 (0,0595)	b
Definite	0,1802 (0,0877)	b

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



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

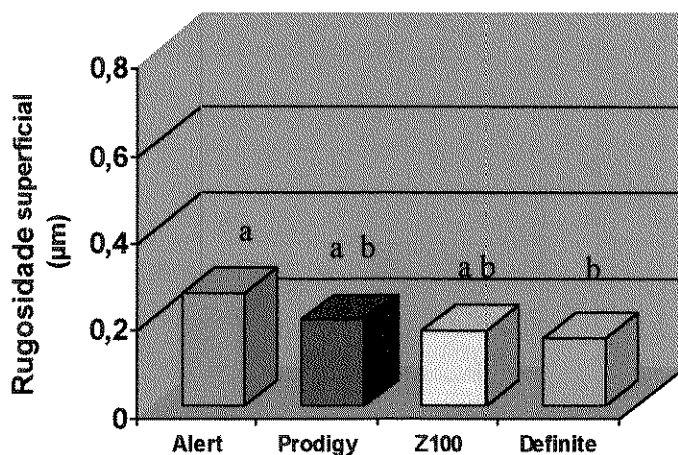
FIGURA 15 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, antes da escovação e sem aplicação do selante de superfície.

Os valores de rugosidade de superfície antes da escovação com aplicação do selante estão demonstrados na Tabela 10 e Figura 16. O Alert® apresentou novamente a superfície mais rugosa, porém sem diferença estatística para o Prodigy Condensável® e Z100® ($p>0,05$). O Definite® apresentou a superfície mais lisa, diferente do Alert® ($p<0,05$), mas sem significância estatística para o Prodigy Condensável® e Z100®.

TABELA 10 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, antes da escovação e com aplicação do selante de superfície.

MATERIAIS	MÉDIAS (μm)	
Alert	0,2570 (0,0978)	a
Prodigy Condensável	0,1973 (0,0591)	a b
Z100	0,1732 (0,0395)	a b
Definite	0,1537 (0,0299)	b

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



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

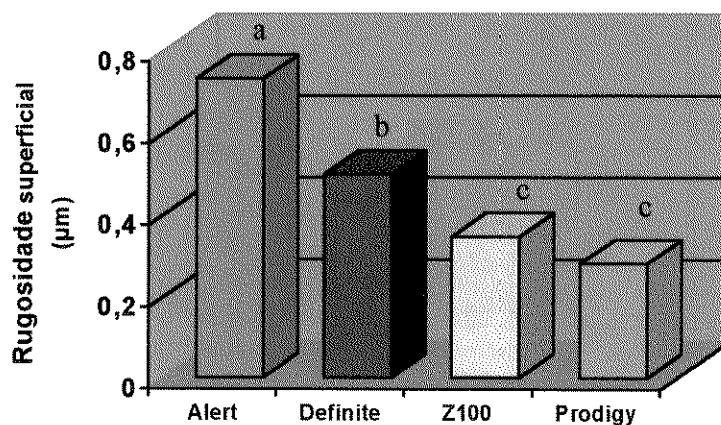
FIGURA 16 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, antes da escovação e com aplicação do selante de superfície.

Novamente, o Alert[®] apresentou maior rugosidade de superfície após a escovação sem aplicação do selante, como ilustrado na Tabela 11 e Figura 17. Tal resultado foi estatisticamente diferente dos demais materiais ($p < 0,05$). As superfícies mais lisas foram obtidas com o Z100[®] e o Prodigy Condensável[®], sem diferença estatística entre elas ($p > 0,05$).

TABELA 11 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, após a escovação e sem aplicação do selante de superfície.

MATERIAIS	MÉDIAS (μm)	
Alert	0,7303 (0,0942)	a
Definite	0,4961 (0,1255)	b
Z100	0,3428 (0,0841)	c
Prodigy Condensável	0,2782 (0,0678)	c

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



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

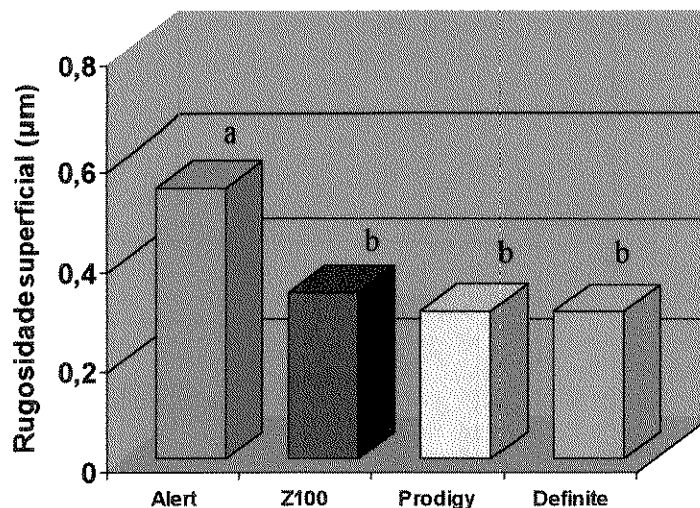
FIGURA 17 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, após a escovação e sem aplicação do selante de superfície.

A Tabela 12 e Figura 18 mostram os valores de rugosidade de superfície após escovação com aplicação do selante. As resinas compostas Z100®, Prodigy Condensável® e Definite® mostraram os menores valores de rugosidade de superfície, sem diferença estatística entre si ($p>0,05$), mas com valores inferiores ao do Alert® ($p<0,05$).

TABELA 12 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, após a escovação e com aplicação do selante de superfície.

MATERIAIS	MÉDIAS (μm)	
Alert	0,5435 (0,2182)	a
Z100	0,3331 (0,1255)	b
Prodigy Condensável	0,2960 (0,0920)	b
Definite	0,2956 (0,0368)	b

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



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

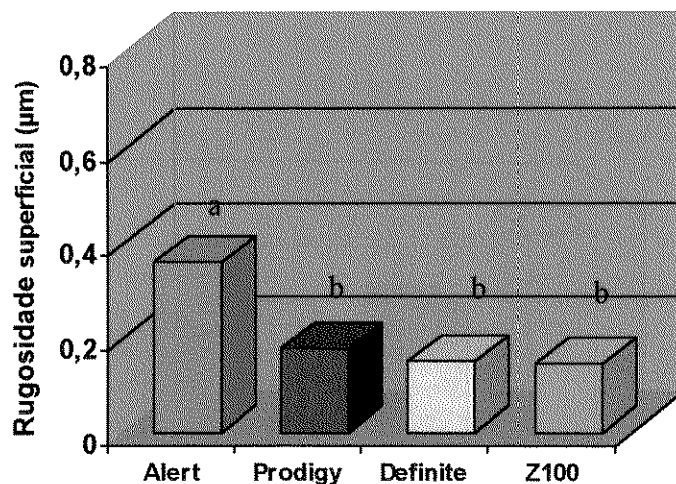
FIGURA 18 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, após a escovação e com aplicação do selante de superfície.

Os valores de rugosidade de superfície após o repolimento estão demonstrados na Tabela 13 e Figura 19. O Alert® apresentou valores superiores de rugosidade de superfície, estatisticamente diferente dos demais materiais ($p < 0,05$), os quais, entre si, não apresentaram diferença ($p > 0,05$).

TABELA 13 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, após o repolimento.

MATERIAIS	MÉDIAS (μm)	
Alert	0,3579 (0,1036)	a
Prodigy Condensável	0,1757 (0,0394)	b
Definite	0,1474 (0,0521)	b
Z100	0,1451 (0,0364)	b

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



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

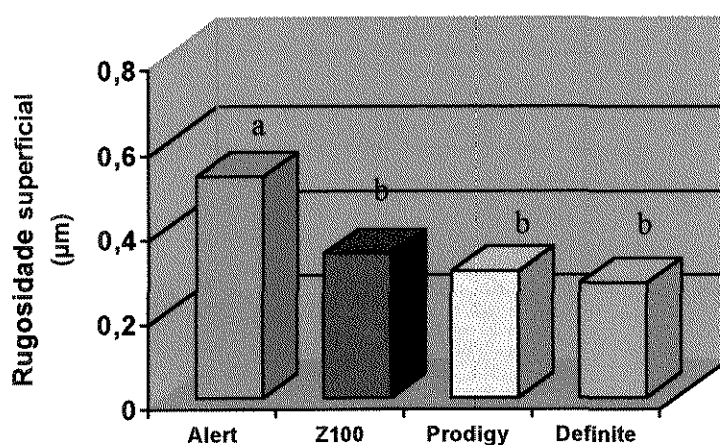
FIGURA 19 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, após o repolimento.

A Tabela 14 e Figura 20 mostram os valores de rugosidade de superfície após a reaplicação do selante de superfície. Novamente, o Alert® apresentou os maiores valores de rugosidade de superfície, com diferença estatística para os outros materiais ($p < 0,05$). Z100®, Prodigy Condensável® e Definite® não apresentaram diferença estatística entre si ($p > 0,05$).

TABELA 14 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, após a reaplicação do selante de superfície.

MATERIAIS	MÉDIAS (μm)	
Alert	0,5220 (0,2536)	a
Z100	0,3387 (0,0600)	b
Prodigy Condensável	0,2977 (0,0710)	b
Definite	0,2695 (0,0664)	b

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



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

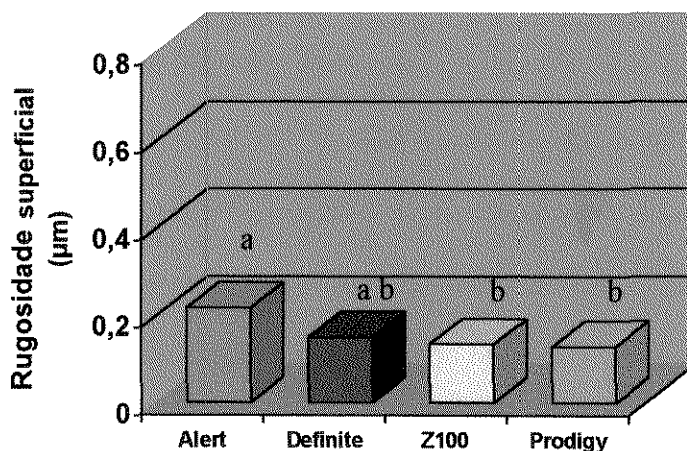
FIGURA 20 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, após a reaplicação do selante de superfície.

Como ilustrado na Tabela 15 e Figura 21, Alert® e Definite® apresentaram os maiores valores de rugosidade de superfície após o repolimento mais aplicação de selante, sem diferença estatística entre eles ($p>0,05$). O Definite® também não mostrou diferença estatisticamente significativa quando comparado com o Z100® e Prodigy Condensável®.

TABELA 15 - Resultados médios da rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, após o repolimento e reaplicação do selante de superfície.

MATERIAIS	MÉDIAS (μm)	
Alert	0,2169 (0,0742)	a
Definite	0,1487 (0,0474)	a b
Z100	0,1337 (0,0230)	b
Prodigy Condensável	0,1278 (0,0101)	b

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



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

FIGURA 21 – Ilustração gráfica dos valores médios de rugosidade superficial (μm) das resinas compostas, após o repolimento e reaplicação do selante de superfície.

5.2 - Análise em microscopia eletrônica de varredura

A Figura 22 mostra imagens da resina Alert® em microscopia eletrônica de varredura com aumento de 1000 vezes, onde podemos observar a superfície dos corpos-de-prova antes (A e B) e após a escovação (C e D). Houve maior exposição das partículas de carga e das fibras de vidro após a escovação, principalmente nos corpos-de-prova que não receberam o selante de superfície (C). O repolimento (E) e a reaplicação do selante de superfície (F) recuperaram parte do aspecto inicial de lisura superficial, enquanto o repolimento associado ao selante (G) promoveu a superfície mais homogênea.

Na Figura 23, podemos observar que escovação mecânica promoveu desgaste na superfície do Definite®, causando deslocamento de partículas de carga (C e D), quando comparados com os corpos-de-prova não escovados (A e B). O repolimento recuperou parcialmente a superfície (E) e a cobertura com a matriz orgânica presente no selante de superfície promoveu, também, superfície mais lisa (F e G).

As características do Prodigy Condensável® são demonstradas na Figura 24. Os corpos-de-prova analisados antes da escovação (A e B) e após o repolimento (E) apresentaram características semelhantes. A escovação mecânica promoveu desgaste mais uniforme na superfície do compósito, sem grandes diferenças entre estar ou não com o selante (C e D). O repolimento associado com o selante promoveu superfície mais uniforme (G) do que a superfície somente com selante (F).

Na Figura 25, o Z100® demonstrou características superficiais semelhantes antes da escovação (A e B) e após o repolimento (E) e reaplicação do selante (F). A escovação promoveu desgaste no compósito (C e D) enquanto a superfície mais homogênea foi observada quando associou o repolimento mais aplicação do selante de superfície (G).

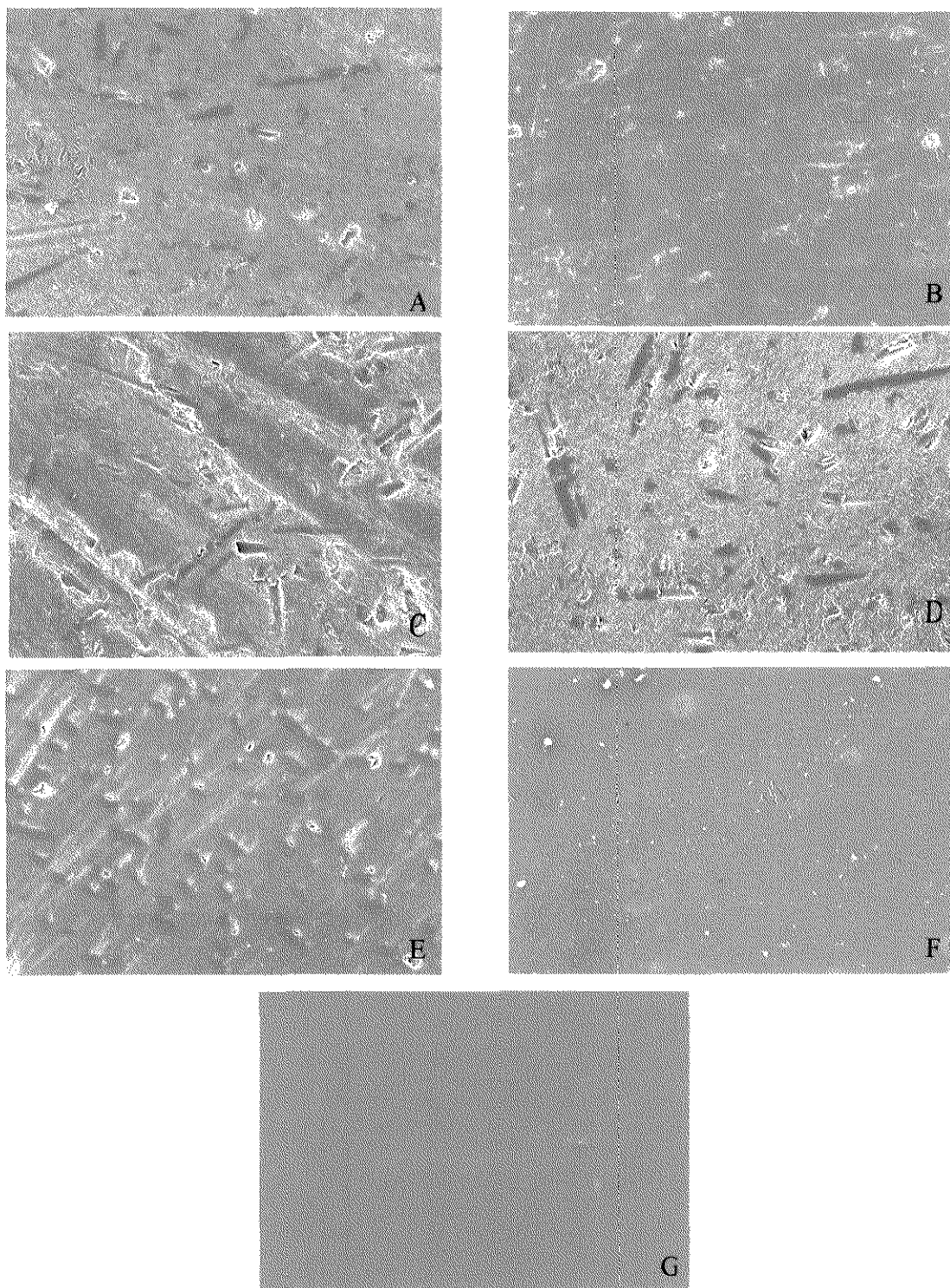


FIGURA 22 – Análise em microscopia eletrônica de varredura do Alert[®] (1000 vezes): A - antes da escovação sem selante; B - antes escovação com selante; C - após escovação sem selante; D - após escovação com selante; E - repolido; F- aplicação selante; G- Repolido mais aplicação de selante.

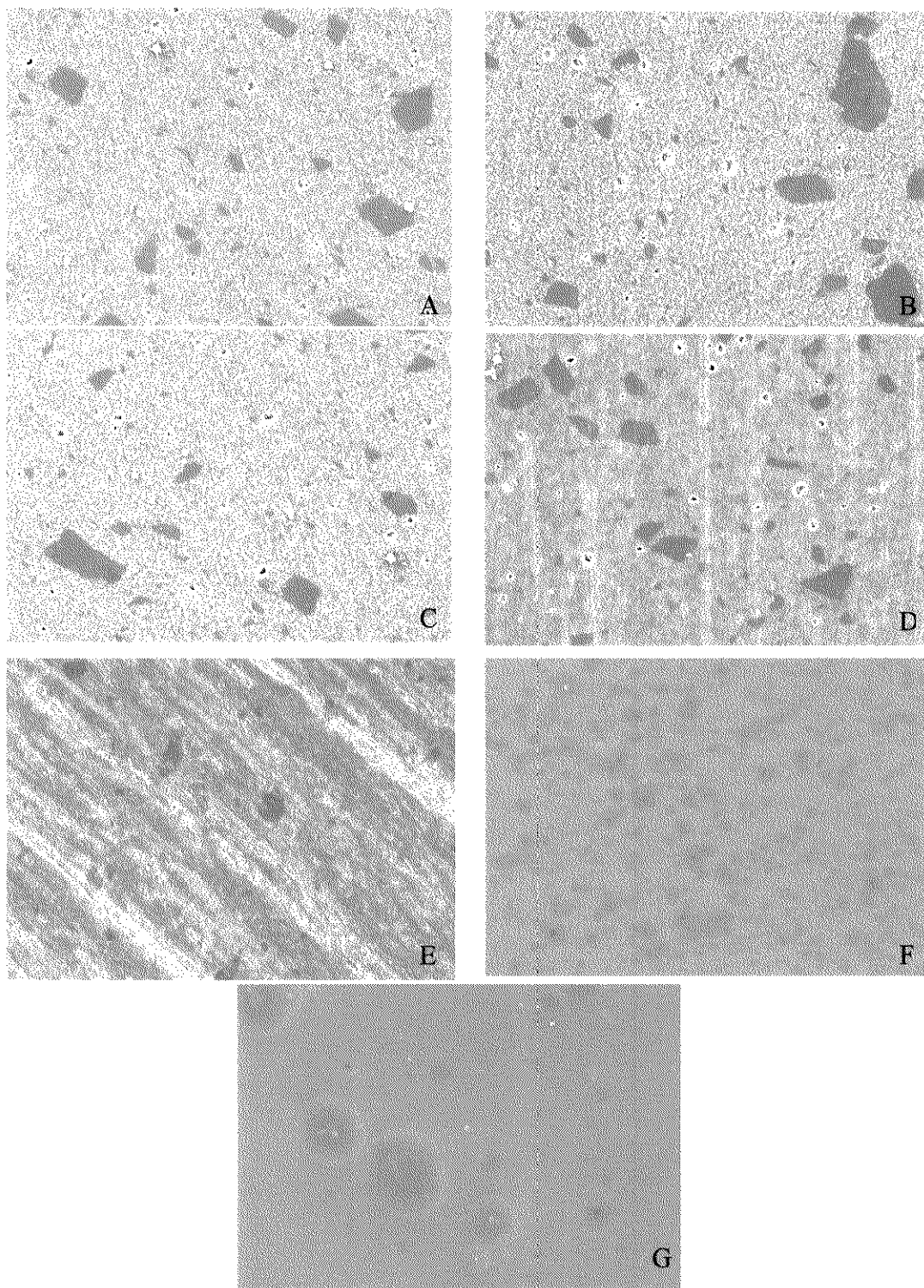


FIGURA 23 - Análise em microscopia eletrônica de varredura do Definite® (1000x): A – antes da escovação sem selante; B – antes escovação com selante; C – após escovação sem selante; D – após escovação com selante; E – repolido; F- aplicação selante; G- Repolido mais aplicação de selante

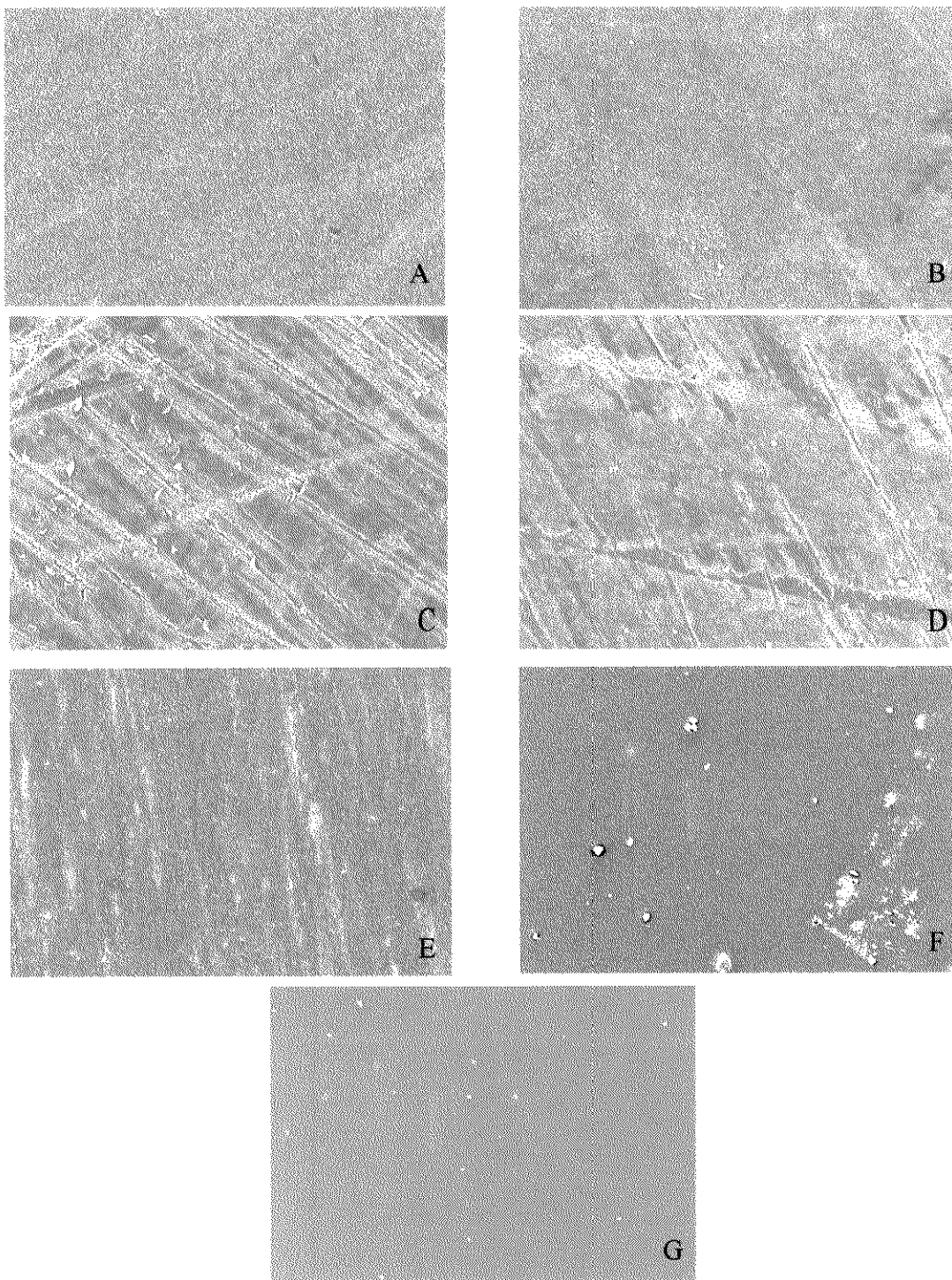


FIGURA 24 - Análise em microscopia eletrônica de varredura do Prodigy Condensável® (1000x): A – antes da escovação sem selante; B – antes escovação com selante; C – após escovação sem selante; D – após escovação com selante; E – repolido; F- aplicação selante; G- Repolido mais aplicação de selante

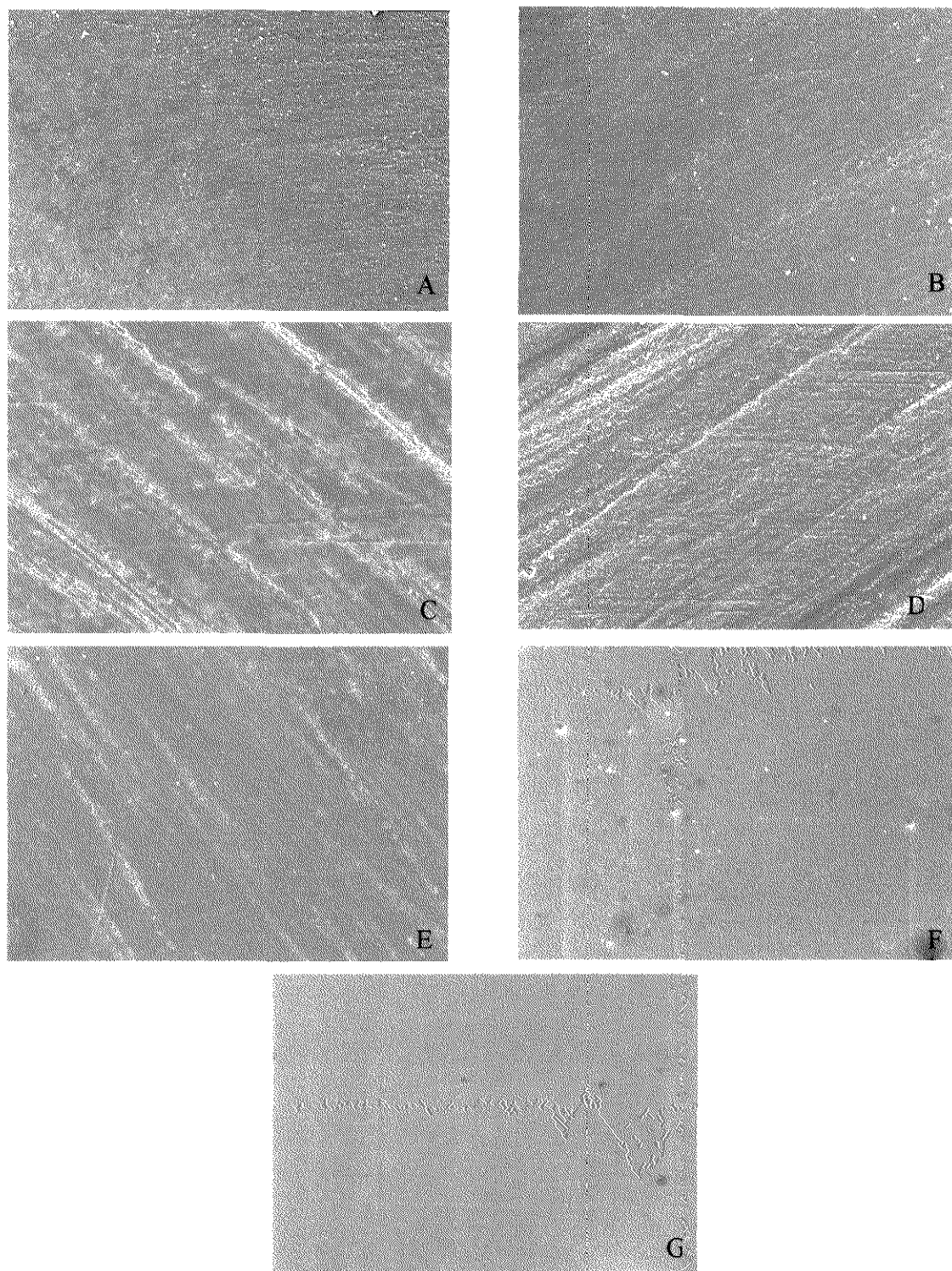


FIGURA 25 - Análise em microscopia eletrônica de varredura do Z100 (1000x): A – antes da escovação sem selante; B – antes escovação com selante; C – após escovação sem selante; D – após escovação com selante; E – repolido; F- aplicação selante; G- Repolido mais aplicação de selante

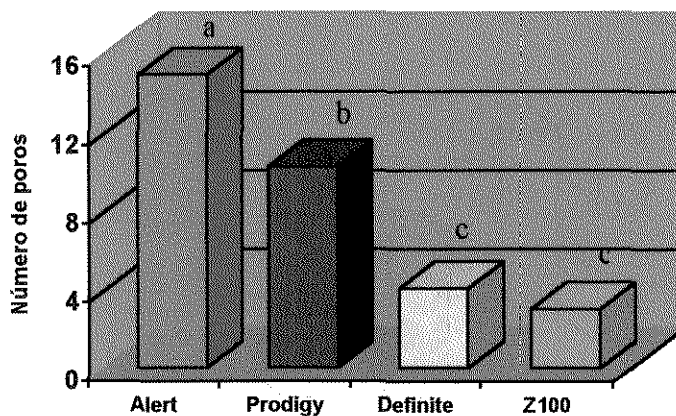
5.3 - Porosidade

Os valores referentes à presença de poros estão demonstrados na Tabela 16 e Figura 26. Podemos observar que o Alert[®] exibiu maior número de poros, estatisticamente diferente dos outros materiais ($p < 0,05$). Os compósitos Definite[®] e Z100[®] apresentaram menor número de poros, sem diferença estatística entre eles ($p > 0,05$). O Prodigy Condensável[®] apresentou valores intermediários.

TABELA 16 - Resultados médios da porosidade das resinas compostas, expresso em número de poros.

MATERIAIS	NÚMERO DE POROS
Alert	14,90 (4,48) a
Prodigy Condensável	10,25 (4,58) b
Definite	4,05 (2,18) c
Z100	3,00 (2,15) c

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



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

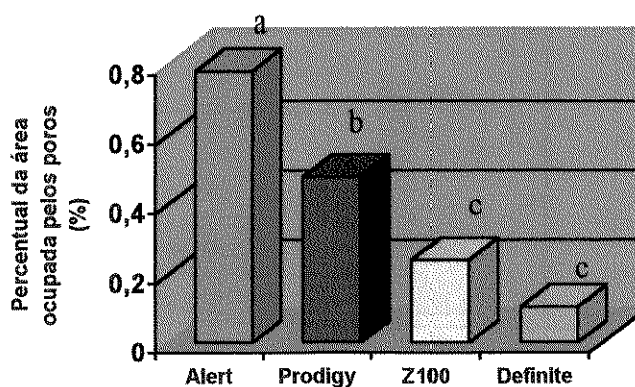
FIGURA 26 – Ilustração gráfica dos valores médios de porosidade das resinas compostas, expresso em número de poros.

A Tabela 17 e a Figura 27 mostram os valores referentes à área percentual ocupada pelas porosidades dentro da área analisada. Os resultados demonstram que o Alert® apresentou maior área percentual de poros, estatisticamente diferente dos demais materiais ($p < 0,05$). O Prodigy Condensável® apresentou a segunda maior área percentual ocupada pelos poros, com diferença estatística para o Z100® e Definite® ($p < 0,05$), que não apresentaram diferenças estatísticas entre si ($p > 0,05$).

TABELA 17 - Resultados médios da porosidade das resinas compostas, expresso em área percentual ocupada pelos poros.

MATERIAIS	PORCENTAGEM DA ÁREA DOS POROS (%)
Alert	0,779 (0,351) a
Prodigy Condensável	0,477 (0,117) b
Z100	0,237 (0,142) c
Definite	0,103 (0,049) c

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



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

FIGURA 27 – Ilustração gráfica dos valores médios de porosidade das resinas compostas, expresso em percentual da área ocupada pelos poros.

5.4 - Fotografias em lupa estereoscópica

A Figura 28 ilustra a superfície interna dos compósitos, obtida em lupa estereoscópica (64 vezes), onde foi possível analisar o número e a área ocupada pelos poros.

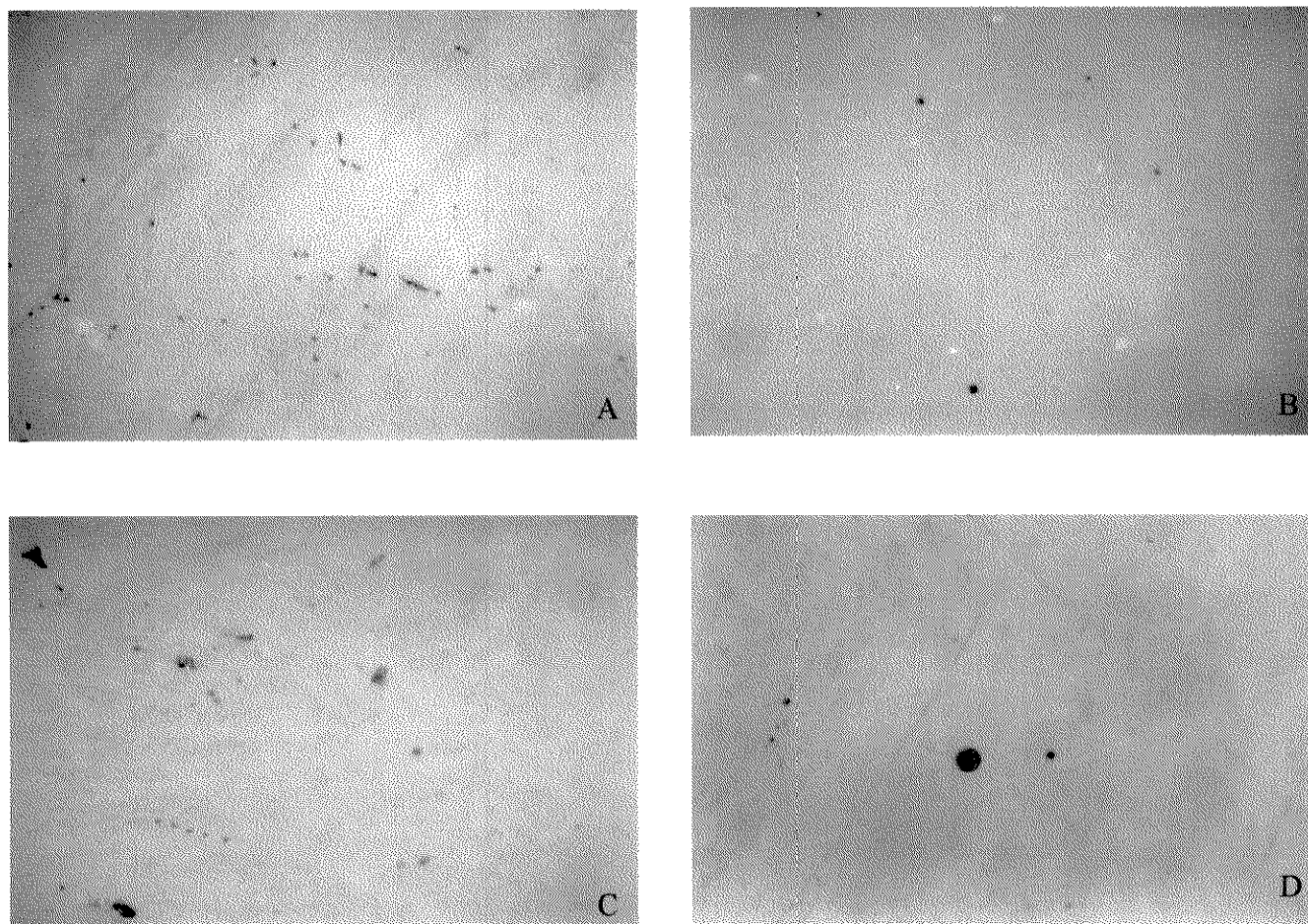


FIGURA 28 – Fotografias obtidas em lupa estereoscópica, com aumento de 64 vezes, dos compósitos: A – Alert®; B – Definite®; C - Prodigy Condensável® e D – Z100®.

6 - DISCUSSÃO

A resina composta é considerada um dos materiais que mais evoluiu nos últimos anos, e sua utilização clínica tem aumentado significativamente, graças às suas excelentes propriedades e condições estéticas. Desde seu desenvolvimento, no início dos anos 60 por BOWEN (1963), esse material sofreu transformações na sua composição, o que culminou no surgimento de produtos mais estéticos e com melhores propriedades físicas e mecânicas, quando comparado às formulações originais.

Segundo GOLDSTEIN & LERNER (1991), a abrasão causada pela escovação dental pode comprometer o acabamento e polimento das restaurações de resina composta, provocando desgaste e aumentando a rugosidade superficial do compósito, como mostrado por VAN DIJKEN et al. (1983) e BOER et al. (1985). Uma superfície rugosa interfere no brilho e na estética do material (O'BRIEN et al., 1984; TANOUE et al., 2000) e, de acordo com WAERHAUG (1956) e LEITÃO & HEGDAHL (1981), facilita o acúmulo de placa bacteriana. Por outro lado, as formas propostas para recuperar a lisura superficial perdida por processos abrasivos são, ainda, escassas na literatura.

Na tentativa de minimizar este problema, foram desenvolvidos os glazes para resina composta (BAYNE et al. 1994), baseados no Bis-GMA e metilmetacrilato cuja efetividade dependia, segundo O'BRIEN et al. (1978), 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. Contrários a este entendimento, ITOH et al. (1981)

e LAMBRECHTS & VANHERLE (1982) demonstraram que a camada de glaze não promovia bom desempenho clínico do compósito, devido à falha na retenção química ou mecânica causada pela grande contração de polimerização deste material. Desta forma, a eficácia do glaze deveria ser considerada como temporária.

Com a evolução das resinas compostas, promovendo maior lisura superficial, o glaze deixou de ser utilizado. Porém DICKINSON et al. (1990) avaliaram um selante de superfície experimental, consistindo de Bis-GMA, TEGDMA e THFMA, cuja função seria preencher os defeitos microestruturais da superfície do compósito. De acordo com LEINFELDER (1991) e SMALL (1998) era possível diminuir a taxa de desgaste da resina composta em torno de 50%.

A Tabela 3 e a Figura 9 mostram que, independente do tratamento, o Alert[®] apresentou maior rugosidade superficial, quando comparado com os demais materiais estudados. Quando se analisaram os materiais dentro de cada tratamento (Tabelas 9, 11, 12, 13, 14 e Figuras 15, 17, 18, 19 e 20) o padrão de comportamento foi o mesmo. Tal fato ocorreu, provavelmente, pela presença de fibras de vidro na sua composição, medindo 6µm de diâmetro por 60 a 80µm de comprimento (LEINFELDER & PRASAD, 1998), as quais deixariam a superfície menos homogênea e mais rugosa, como ilustrado na Figura 22 (A e D). Porém, antes da escovação e com a aplicação do selante de superfície (Tabela 10 e Figura 16), não houve diferença estatística entre o Alert[®] e o Prodigy Condensável[®] ou Z100[®]. Após o repolimento e reaplicação do selante de superfície (Tabela 15 e Figura 21), o material não apresentou rugosidade diferente estatisticamente ao Definite[®].

Tais resultados confirmam os relatos feitos por RATANAPRIDAKUL et al. (1989), MAIR et al. (1996) e SODERHOLM & RICHARDS (1998) os quais afirmam que compósitos contendo partículas pequenas seriam mais resistentes ao desgaste superficial por apresentarem superfície mais homogênea, ou seja, menor protrusão das partículas na superfície do compósito, resultando em menor fricção e abrasão do material. Como, à exceção do Alert[®], as outras resinas estudadas continham, em média, partículas menores (Z100[®]: 1µm*; Definite[®]: 0,8µm* e Prodigy Condensável[®]: 0,6µm*) e apresentavam menor rugosidade superficial, tal afirmação foi confirmada neste estudo.

As resinas compostas Z100[®], Definite[®] e Prodigy Condensável[®] apresentaram valores semelhantes de rugosidade superficial, com exceção da leitura realizada após a escovação dos corpos-de-prova não selados, onde o Definite[®] apresentou maior rugosidade (Tabela 11 e Figura 17). Isto pode ter ocorrido pela maior abrasão da matriz característica do material, conhecido como matrizOrmocer. Tal fato está de acordo com o relato de KAWAI et al. (1998) que comprovam que a resistência à abrasão é influenciada pela composição monomérica do material.

O efeito da escovação mecânica e da aplicação do selante de superfície, independentemente da resina composta, mostra que antes da escovação, o selante de superfície não foi capaz de diminuir a rugosidade superficial (Tabela 8 e Figura 14). Por outro lado, o processo de escovação aumentou a rugosidade dos materiais, porém a superfície onde o selante foi aplicado manteve-se menos rugosa que a superfície não

* informações dos fabricantes

selada. Isto comprova os trabalhos de RATANAPRIDAKUL et al. (1989), DICKINSON et al. (1990) e KAWAI & LEINFELDER (1993) que mostram que a aplicação de resina fluída, sem carga, foi capaz de aumentar a resistência ao desgaste das resinas compostas. Isto poderia ser explicado, provavelmente, pela presença de uma cobertura orgânica mais espessa nos compósitos selados, a qual se desgastaria pelos processos de abrasão, adiando a exposição das partículas de carga do compósito subjacente.

Para o Alert[®], o selante de superfície foi eficaz em diminuir a rugosidade antes e após a escovação quando comparado com a superfície não selada (Tabela 5 e Figura 11). Como ilustrado na Figura 22 (B e D), o selante foi capaz de cobrir parcialmente as partículas de carga extruídas. Tal resultado comprova os relatos de STODDARD & JOHNSON (1991) e BAYNE et al. (1994), os quais afirmam que selantes de superfície só são efetivos em diminuir a rugosidade superficial e aumentar a resistência ao desgaste nos compósitos com grandes partículas de carga. Segundo LEINFELDER & PRASAD (1998), o Protect-It[®] foi eficaz em preencher e selar as microrrachaduras presentes na matriz de polícarbonato dimetacrilato (PCDMA), constituinte do Alert[®], melhorando a lisura da superfície.

Para a resina Definite[®], o selante só foi efetivo após a escovação (Tabela 5 e Figura 11), provavelmente pela diminuição do desgaste da matriz orgânica Ormocer, como visualizado na Figura 23 (A a D). Para o Z100[®], a escovação mecânica também aumentou a rugosidade superficial, porém, a aplicação do selante não teve efeito recuperador neste material (Tabela 6 e Figura 12), como visualizado na Figura 25 (A a D). Isto pode ser explicado, em razão de sua carga inorgânica se consistir de partículas esféricas de sílica, circundadas por grãos de zircônio. Tais grãos tenderiam a absorver energia, evitando ou

abrandando a formação e propagação de fendas superficiais no material, durante o acabamento, polimento e mastigação (KAUFMAN, 1994). O Prodigy Condensável® não apresentou alteração na rugosidade superficial após a escovação (Tabela 7 e Figura 13), provavelmente, pelo tamanho diminuído das partículas de carga (0,6 µm), sendo mais resistentes à abrasão (RATANAPRIDAKUL et al., 1989; KAWAI & LEINFELDER, 1993; MAIR et al.; 1996; SODERHOLM & RICHARDS, 1998). A superfície pode ser visualizada na Figura 24 (A a D).

Desta forma, concordamos com SUZUKI et al. (1995), LEINFELDER (1987) e KAWAI et al. (1998) que acreditam que a forma e tamanho das partículas, composição da matriz resinosa, interface matriz/partícula, grau de polimerização e dureza do compósito interferem na resistência à abrasão das resinas compostas. Segundo LEINFELDER et al. (1980), quanto maior e mais protruídas as partículas de carga, a energia gerada pelos processos de abrasão seriam transmitidas diretamente à matriz circundante, gerando microfendas que poderiam se propagar e causar o desprendimento das partículas, aumentando a rugosidade e potencializando, ainda mais, o processo de desgaste da restauração.

Alguns trabalhos, como o de DICKINSON & LEINFELDER (1993), mostram que o selante de superfície foi efetivo em penetrar e preencher os defeitos microestruturais, reduzindo a taxa de desgaste e melhorando a integridade marginal das resinas compostas. Segundo KAWAI & LEINFELDER (1993), os selantes penetram numa profundidade de 1 a 2µm. Pelos nossos resultados, o selante de superfície somente foi eficaz em diminuir a abrasão para os materiais Alert® e Definite®.

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. Neste trabalho foram realizados 30.000 ciclos para cada corpo-de-prova, durante duas horas, o que corresponderia a aproximadamente dois anos de escovação na cavidade bucal.

LEITÃO & HAGDAHL (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 constituintes da placa dental. Neste sentido, avaliamos o efeito de três métodos para recuperação da lisura superficial após o processo abrasivo: repolimento, reaplicação do selante de superfície e associação repolimento + aplicação do selante.

Pela Tabela 8 e Figura 14 podemos observar que somente o repolimento e a associação repolimento + selante foram capazes de recuperar as características iniciais da superfície existente antes do processo de escovação, contudo a reaplicação do selante, proporcionou efeito contrário, promovendo maior rugosidade superficial. Quando se fez a análise dos materiais Definite® (Tabela 5 e Figura 11), Z100® (Tabela 6 e Figura 12) e Prodigy Condensável® (Tabela 7 e Figura 13) observou-se o mesmo fenômeno. Como o desgaste da matriz destes materiais ocorreu de maneira mais uniforme, tendo em vista que as partículas de carga são menores e mais homogêneas, não houve formação de grandes fendas na superfície do material, sendo que somente a aplicação do selante de superfície não promoveu diminuição da rugosidade superficial.

Para o Alert®, o padrão foi o mesmo, com exceção de que após o repolimento mais aplicação de selante, a superfície apresentou valores de rugosidade superficial

inferiores à superfície apenas repolida. SMALL (1998) relatou que os selantes de superfícies deveriam ser reaplicados sobre as superfícies das resinas compostas, especialmente em dentes posteriores. Segundo DICKINSON & LEINFELDER (1993), esta reaplicação deveria ser feita bianualmente devido ao desgaste do material neste período. Em nosso trabalho, curiosamente, a reaplicação somente do selante não foi capaz de recuperar o padrão superficial perdido no processo abrasivo, onde a reaplicação do selante só foi eficaz se o repolimento prévio fosse feito na superfície da resina composta. Os padrões de relevo superficiais após estes processos são visualizados nas Figuras 22, 23, 24 e 25 (E, F e G).

Outro fator avaliado neste estudo foi a porosidade interna das resinas compostas, quanto ao número de poros e porcentagem da área ocupada pelos poros, em relação à área total examinada. A porosidade pode aumentar a abrasão das resinas compostas em restaurações de classe I, diminuir a resistência à fadiga do material e a qualidade estética, causando manchamento da restauração (DE GEE, 1979; JORGENSEN, 1980; GOTFREDSEN et al., 1983; JORGENSEN & HISAMITSU, 1983; OGDEN, 1985; CHADWICK et al., 1989; LEKKA et al., 1991).

Os valores de porosidade, tanto na contagem do número de poros quanto pelo cálculo da área percentual ocupada pelos poros, mostraram-se correlacionados, sendo o Alert® a resina que mostrou maior porosidade, seguida pelo Prodigy Condensável®. Definite® e Z100® apresentaram menor porosidade, como vistos nas Tabelas 16 e 17 e ilustrados nas Figuras 26 e 27. As porosidades, segundo LEKKA et al. (1991), BEETZEN et al. (1993) e FERDINAKIS (1998), são geradas pela entrada de ar durante a manipulação ou durante os procedimentos de aplicação dos materiais nas cavidades. Devido à alta

afinidade dos radicais livres pelo oxigênio, a polimerização do material ao redor dos poros estaria comprometida, culminando em um material com menores propriedades mecânicas.

A Figura 28 representa as fotografias obtidas em lupa estereoscópica para os quatro materiais estudados. As duas resinas que são específicas para restauração em dentes posteriores (Alert® e Prodigy Condensável®) apresentaram maior porosidade. Como o Alert® contém fibras de vidro e o Prodigy Condensável® contém aditivo reológico, esses materiais apresentam maior consistência, sendo que esforço de compressão repetitivo era necessário para condensar e adaptar esses materiais na cavidade. A repetição do processo de condensação pode ter causado maior incorporação de ar durante adaptação à cavidade.

Dessa forma, procuramos, neste trabalho avaliar o efeito do selante de superfície e da escovação mecânica sobre a rugosidade de quatro compósitos odontológicos utilizados para restauração em dentes posteriores. Segundo RUDELL et al. (1999) e SUZUKI (1999), para que os compósitos pudessem substituir o amálgama de prata, deveriam apresentar propriedades mecânicas comparáveis aos compósitos híbridos.

Assim, de maneira geral, as resinas compostas estudadas apresentaram variados níveis de abrasão provocada pela escovação, à exceção do Prodigy Condensável®. O Alert®, dentre as resinas estudadas, apresentou maior rugosidade superficial, o que implicaria na utilização de um selante de superfície sobre este material. O selante retardou o desgaste do Alert® e Definite® e para os outros compósitos não foi efetivo. O melhor método para diminuição da rugosidade superficial após processo de desgaste, seria o repolimento, associado à aplicação do selante, especialmente para o Alert®. Todas as resinas apresentaram algum grau de porosidade, sendo o Alert® a mais porosa.

7 - CONCLUSÃO

Com base nos resultados podemos concluir que:

1. Houve aumento da rugosidade superficial de todos os compósitos após o ensaio de escovação, à exceção do Prodigy Condensável®.
2. Entre as resinas estudadas, o Alert® apresentou maior rugosidade superficial;
3. O selante de superfície diminuiu a rugosidade provocada pela escovação para o Alert® e Definite®, sem promover efeito nos materiais Z100® e Prodigy Condensável®;
4. O melhor método de recuperação da lisura superficial após desgaste abrasivo provocado pela escovação foi o repolimento, podendo associá-lo a aplicação do selante, especialmente para o Alert®;
5. Dentre todas as resinas estudadas, a maior porosidade foi obtida para o Alert®, seguido pelo Prodigy Condensável®, quando comparados com o Definite® e Z100®.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. AKER, J.R. New composite resins: comparison of their resistance to toothbrush abrasion and characteristics of abraded surfaces. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.105, n.4, p.633-635, Oct. 1982.
2. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on scientific affairs; ADA council on dental benefit programs. Statement on posterior resin-based composites. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.129, n.11, p.1627-1628, Nov. 1998.
3. BAYNE, S.C., HEYMANN, H.O., SWIFT JR., E.J. Update on dental composite restorations. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.125, n.6, p.687-701, June 1994.
4. BEETZEN, M.V. *et al.* Microhardness and porosity of class 2 light-cured composite restorations cured with a transparent cone attached to the light-curing wand. **Operative Dent.**, Seattle, v.18, n.3, p.103-109, May/June 1993.
5. BOER, P., DUINKERKE, A.S.H., ARENDS, J. Influence of tooth paste particle size and tooth brush stiffness on dentine abrasion in vitro. **Caries Res.**, Basel, v.19, n.3, p.232-239, May/June 1985.
6. BOWEN, R.L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.66, n.1, p.57-64, Jan. 1963.
7. CARVALHO, A.S. **Influência da escovação sobre a dureza Knoop e rugosidade de superfície de materiais restauradores estéticos.** Piracicaba, 1998. 116p. Tese (Doutorado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

* De acordo com a NBR-6023 de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviaturas de periódicos de conformidade com a "World List of Scientific Periodicals"

8. CHADWICK, R.G. *et al.* The effect of placement technique upon the compressive strength and porosity of a composite resin. **J. Dent.**, Oxford, v.17, n.5, p.230-233, Oct. 1989.
9. CHRISTENSEN, G.J. Amalgam vs. composite resin: 1998. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.129, n.12, p.1757-1759, Dec. 1998.
10. DE GEE, A.J. Some aspects of vacuum mixing of composite resins and its effect on porosity. **Quintessence int.**, Berlin, v.10, n.7, p.69-74, July 1979.
11. DICKINSON, G.L., LEINFELDER, K.F. Assessing the long-term effect of a surface penetrating sealant. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.124, n.7, p.68-72, July 1993.
12. _____. *et al.* Effect of surface penetrating sealant on wear rate of posterior composite resins. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.121, n.2, p.251-255, Aug. 1990.
13. FERDINAKIS, K. Microleakage reduction from newer esthetic restorative materials in permanent molars. **J. clin. Pediat. Dent.**, Birmingham, v.22, n.3, p.221-229, Spring 1998.
14. 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.
15. FRAZIER, K.B., RUEGGEBERG, F.A., METTENBURG, D.J. Comparison of wear-resistance of classe V restorative materials. **J. esthet. Dent.**, Ontario, v.10, n.6, p.309-314, Nov. 1998.

16. GARMAN, T.A. *et al.* A comparison of glazing materials for composite restorations. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.95, n.5, p.950-956, Nov. 1977.
17. GOLDSTEIN, G.R., LERNER, T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.66, n.4, p.498-500, Oct. 1991.
18. GOTFREDSEN, P., HÖRSTED, P., KRAGSTRUP, J. Porosity of restorative resins. **Scand. J. dent. Res.**, Copenhagen, v.91, n.4, p.312-315, Aug. 1983.
19. 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.
20. HOELSCHER, D.C. *et al.* The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. **Operative Dent.**, Seattle, v.23, n.1, p.36-42, Jan./Feb. 1998.
21. ITOH, K., IWAKU, M., FUSAYAMA, T. Effectiveness of glazing composite resin restorations. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.45, n.6, p.606-613, June 1981.
22. JORGENSEN, K.D. Restorative resins: abrasion vs. mechanical properties. **Scand. J. dent. Res.**, Copenhagen, v.88, n.6, p.557-568, Dec. 1980.
23. _____, HISAMITSU, H. Porosity in microfill restorative composites cured by visible light. **Scand. J. dent. Res.**, Copenhagen, v.91, n.5, p.396-405, Oct. 1983.
24. KAUFMAN, G. A new resin composite restorative incorporating synthetic filler technology and optimized particle size distribution. **Esthet. dent. update**, Philadelphia, v.5, n.1, p.10-12, Feb. 1994.
25. 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.

26. KAWAI, K., IWAMI, Y., EBISU, S. Effect of resin monomer composition on toothbrush wear resistance. **J. oral Rehabil.**, Oxford, v.25, n.4, p.264-268, Apr. 1998.
27. 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.
28. LEINFELDER, K.L. Using composite resin as a posterior restorative material. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.122, n.4, p.65-70, Apr. 1991.
29. _____. Wear patterns and rates of posterior composite resins. **Int. dent. J.**, Bristol, v.37, n.3, p.152-157, Sept. 1987.
30. _____, PRASAD, A. A new condensable composite for the restoration of posterior teeth. **Dent. Today**, New Jersey, v.17, n.2, p.112-116, Feb. 1998.
31. _____. *et al.* Five-year clinical evaluation of anterior and posterior restorations of composite resin. **Operative Dent.**, Seattle, v.5, n.2, p.57-65, Spring 1980.
32. LEITÃO, J., HEGDAHL, T. On the measuring of roughness. **Acta odont. Scand.**, Oslo, v.39, n.6, p.379-384, Dec. 1981.
33. LEKKA, M., PAPAGIANNOULIS, L., ELIADES, G. Porosity of pit and fissure sealants. **J. oral Rehabil.**, Oxford, v.18, n.3, p.213-220, May 1991.
34. 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.
35. MJÖR, I.A. The reasons for replacement and the age of failed restorations in general dental practice. **Acta odont. Scand.**, Oslo, v.55, n.1, p.58-63, Jan. 1997.

36. O'BRIEN, W.J., FAN, P.L., APOSTOLIDES, A. Penetrativity of sealants and glazes. **Operative Dent.**, Seattle, v.3, n.2, p.51-56, Spring 1978.
37. _____. *et al.* The surface roughness and gloss of composites. **J. dent. Res.**, Washington, v.63, n.5, p.685-688, May 1984.
38. OGDEN, A.R. Porosity in composite resin – an Achilles' heel? **J. Dent.**, Oxford, v.13, n.4, p.331-340, Aug. 1985.
39. ONO, R. **Estudo “in vitro” da rugosidade produzida pela escovação na superfície de resinas compostas.** Piracicaba, 1997. 153p. Tese (Doutorado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
40. RATANAPRIDAKUL, K., LEINFELDER, K.L., THOMAS, J. Effect of finishing on the in vivo wear rate of a posterior composite resin. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.118, n.3, p.333-335, Mar. 1989.
41. RUDELL, D.E. *et al.* Mechanical properties and wear behavior of condensable composites. **J. dent. Res.**, Washington, v.78, p.156, 1999. [Abstract, 407]
42. SLOP, D., ROOIJ, J.F., ARENDS, J. Abrasion of enamel. **Caries Res.**, Basel, v.17, n.2, p.242-248, Mar./April 1983.
43. 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.
44. SÖDERHOLM, K.M., RICHARDS, N.D. Wear resistance of composites: a solved problem? **Gen. Dent.**, Chicago, v.46, n.3, p.256-263, May/June 1998.
45. STODDARD, J.W., JOHNSON, G.H. An evaluation of polishing agents for composite resins. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.65, n.4, p.491-495, Apr. 1991.

46. SULONG, M.Z.A.M., AZIZ, R.A. Wear of materials used in dentistry: a review of the literature. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.63, n.3, p.342-349, Mar. 1990.
47. SUZUKI, S. *In vitro* wear of condensable resin composite restoratives. **J. dent. Res.**, Washington, v.78, p.447, 1999. [Abstract, 2734]
48. _____. *et al.* Effect of particle variation on wear rates of posterior composites. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.8, n.4, p.173-178, Aug. 1995.
49. TANOUE, N., MATSUMURA, H., ATSUTA, M. Analysis of composite type and different sources of polimerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. **J. Dent.**, Oxford, v.28, n.5, p.355-359, June 2000.
50. 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.
51. TJAN, A.H.L., CHAN, C.A. The polishability of posterior composites. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.61, n.2, p.138-146, Feb. 1989.
52. VAN DIJKEN, J.W.V., STADIGH, J., MEURMAN, J.H. Appearance of finished and unfinished composite surfaces after toothbrushing. A scanning electron microscopy study. **Acta odont. Scand.**, Oslo, v.41, n.6, p.377-383, Dec. 1983.
53. WAERHAUG, J. Effect of rough surfaces upon gingival tissue. **J. dent. Res.**, Washington, v.35, n.2, p.323-325, Apr. 1956.
54. WHITEHEAD, S.A. *et al.* Surface texture changes of a composite brushed with "tooth whitening" dentifrices. **Dent. Mater.**, Washington, v.12, n.5, p.315-318, Sept. 1996.
55. WILSON, E.G., MANDRADJIEFF, M., BRINDOCK, T. Controversies in posterior composite resin restorations. **Dent. Clin. N. Am.**, Philadelphia, v.34, n.1, p.27-44, Jan. 1990.

APÊNDICE

Valores originais de rugosidade superficial

TABELA 18: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Alert[®]:

Corpo- de- prova	Antes escovação sem selante	Antes escovação com selante	Após Escovação sem selante	Após escovação com selante	Reaplicação do selante	Repolido	Repolido e aplicado selante
1	0,3529	0,3188	0,7916	0,7206	0,6772	0,3208	0,1705
2	0,3041	0,4885	0,6909	0,8087	0,9615	0,1835	0,1223
3	0,5827	0,2187	0,8134	0,8873	0,8624	0,5361	0,3357
4	0,5365	0,1698	0,6975	0,2657	0,3486	0,3662	0,1919
5	0,3019	0,1861	0,6667	0,4135	0,3410	0,4656	0,1609
6	0,4791	0,2866	0,8597	0,5636	0,4925	0,3989	0,3191
7	0,3749	0,1621	0,8375	0,2411	0,1251	0,3725	0,1609
8	0,2214	0,1994	0,7529	0,3972	0,5109	0,2177	0,2878
9	0,4784	0,2464	0,5466	0,5768	0,5355	0,3586	0,2419
10	0,5473	0,2939	0,6769	0,5609	0,3654	0,3600	0,1786
média	0,41792	0,25703	0,73337	0,54354	0,52201	0,35799	0,21696

TABELA 19: Valores da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Definite®:

Corpo- de- prova	Antes Escovação sem selante	Antes escovação com selante	Após escovação sem selante	Após escovação com selante	Reaplicação do selante	Repolido	Repolido e aplicado selante
1	0,1466	0,1709	0,3556	0,3303	0,3578	0,1209	0,1447
2	0,1076	0,1915	0,3822	0,2921	0,1850	0,0877	0,1116
3	0,1302	0,1358	0,7059	0,2188	0,2398	0,2036	0,1709
4	0,1284	0,1783	0,4994	0,2659	0,2395	0,0965	0,1145
5	0,1794	0,1830	0,3515	0,2993	0,3372	0,2479	0,2584
6	0,1093	0,1520	0,5270	0,3122	0,2932	0,1487	0,1114
7	0,1440	0,0916	0,4091	0,2835	0,2728	0,1503	0,1345
8	0,3310	0,1282	0,5684	0,3540	0,3641	0,1910	0,1881
9	0,1765	0,1486	0,4919	0,2870	0,1984	0,1034	0,1033
10	0,3496	0,1572	0,6708	0,3129	0,2072	0,1241	0,1498
média	0,18026	0,15371	0,49618	0,2956	0,2695	0,14741	0,14872

TABELA 20: Valores da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Prodigy Condensável®:

Corpo- de- prova	Antes escovação sem selante	Antes escovação com selante	Após escovação sem selante	Após escovação com selante	Reaplicação do selante	Repolido	Repolido e aplicado selante
1	0,2573	0,2176	0,2571	0,3429	0,2611	0,1628	0,1180
2	0,1152	0,1086	0,1836	0,3330	0,2667	0,1610	0,1447
3	0,2571	0,2253	0,3040	0,2196	0,3378	0,2236	0,1370
4	0,1529	0,1602	0,2589	0,1897	0,1816	0,1456	0,1339
5	0,2682	0,2435	0,2559	0,4395	0,3970	0,1677	0,1219
6	0,2352	0,1802	0,2803	0,1799	0,3128	0,1465	0,1401
7	0,1478	0,2989	0,3659	0,3817	0,3632	0,1351	0,1210
8	0,2631	0,2223	0,3879	0,2910	0,2643	0,1642	0,1238
9	0,2497	0,1032	0,3096	0,2081	0,2172	0,1882	0,1158
10	0,1605	0,2136	0,1790	0,3755	0,3760	0,2626	0,1224
média	0,2107	0,19734	0,27822	0,29609	0,29777	0,17573	0,12786

TABELA 21: Valores da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Z100®:

Corpo- de- prova	Antes escovação sem selante	Antes escovação com selante	Após escovação sem selante	Após escovação com selante	Reaplicação do selante	Repolido	Repolido e aplicado e aplicado selante
1	0,1776	0,1686	0,4005	0,3042	0,2960	0,1306	0,1223
2	0,1114	0,2097	0,3892	0,3112	0,3354	0,1705	0,1368
3	0,2814	0,1304	0,3616	0,3363	0,3305	0,1332	0,1315
4	0,1837	0,1478	0,2658	0,3622	0,3355	0,1164	0,1394
5	0,1634	0,2375	0,3060	0,4306	0,4569	0,1300	0,1080
6	0,1824	0,1580	0,2897	0,3770	0,3960	0,2315	0,1810
7	0,1714	0,1711	0,3839	0,2257	0,2347	0,1024	0,0964
8	0,1306	0,1140	0,2588	0,2798	0,3101	0,1422	0,1478
9	0,1623	0,2221	0,2536	0,3449	0,3183	0,1648	0,1438
10	0,2991	0,1730	0,5190	0,3597	0,3739	0,1296	0,1301
média	0,18633	0,17322	0,34281	0,33316	0,33873	0,14512	0,13371

Análise Estatística – Rugosidade superficial

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

Nome dos fatores:

Fator	Nome
A	Material
B	Tratamento

TABELA 22: Análise da Variância.

Causas da Variação	G. L	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Material		1,4524038	0,4841346	79,3479	0,00001
Tratamento	6	2,4637776	0,4106296	67,3007	0,00001
Mat*Trat	18	0,3872925	0,0215162	3,5264	0,00003
Resíduo	252	1,5375561	0,0061014		
Total	279	5,8410299			

Média Geral = 0,513736

Coefficiente de Variação = 15,205 %

TABELA 23: Teste de Tukey para médias de material.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Alert	70	0,638378	0,435117	a	A
Definite	70	0,474778	0,241626	b	B
Z100	70	0,474387	0,236154	b	B
Prodigy	70	0,467400	0,226244	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

D.M.S 5% = 0,03371 – D.M.S 1% = 0,04078

TABELA 24: Teste de Tukey para médias de material dentro de antes da escovação/sem selante do fator tratamento.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Alert	10	0,639722	0,417920	a	A
Prodigy	10	0,454529	0,210700	b	B
Z100	10	0,427073	0,186330	b	B
Definite	10	0,415042	0,180260	b	B

TABELA 25: Teste de Tukey para médias de material dentro de antes da escovação/com selante do fator tratamento.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Alert	10	0,499769	0,257030	a	A
Prodigy	10	0,439051	0,197340	a b	A B
Z100	10	0,413742	0,173220	a b	A B
Definite	10	0,390211	0,153710	b	B

TABELA 26: Teste de Tukey para médias de material dentro de após escovação/sem selante do fator tratamento.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Alert	10	0,852958	0,730370	a	A
Definite	10	0,699414	0,496180	b	B
Z100	10	0,581733	0,342810	c	C
Prodigy	10	0,523823	0,278220	c	C

TABELA 27: Teste de Tukey para médias de material dentro de após escovação/com selante do fator tratamento.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Alert	10	0,722902	0,543540	a	A
Z100	10	0,575242	0,333160	b	B
Definite	10	0,542695	0,295600	b	B
Prodigy	10	0,538012	0,296090	b	B

TABELA 28: Teste de Tukey para médias de material dentro de reaplicação do selante do fator tratamento.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Alert	10	0,701303	0,522010	a	A
Z100	10	0,579952	0,338730	b	B
Prodigy	10	0,542012	0,297770	b	B
Definite	10	0,515585	0,269500	b	B

TABELA 29: Teste de Tukey para médias de material dentro de repolido do fator tratamento.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Alert	10	0,592177	0,357990	a	A
Prodigy	10	0,417048	0,175730	b	B
Definite	10	0,378778	0,147410	b	B
Z100	10	0,378519	0,145120	b	B

TABELA 30: Teste de Tukey para médias de material dentro de repolido + aplicação do selante do fator tratamento.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Alert	10	0,459814	0,216960	a	A
Definite	10	0,381723	0,148720	a b	A
Z100	10	0,364448	0,133710	b	A
Prodigy	10	0,357326	0,127682	b	A

TABELA 31: Teste de Tukey para médias de tratamento

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Após escovação / sem selante	40	0,664482	0,461895	a	A
Após escovação / com selante	40	0,594713	0,367098	b	B
Reaplicação selante	40	0,584713	0,357003	b	B
Antes escovação/ sem selante	40	0,484092	0,248802	c	C
Repolido	40	0,441631	0,206563	c d	C D
Antes escovação/ com selante	40	0,435693	0,195325	c d	C D
Repolido + aplicação selante	40	0,390828	0,156813	d	D

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

$$D.M.S\ 5\% = 0,05123 - D.M.S\ 1\% = 0,05980$$

TABELA 32: Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Definite do fator tratamento

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Após escovação / sem selante	10	0,699414	0,496180	a	A
Após escovação / com selante	10	0,542695	0,295600	b	B
Reaplicação selante	10	0,515585	0,269500	b c	B C
Antes escovação/ sem selante	10	0,415042	0,180260	c d	C D
Antes escovação/ com selante	10	0,390211	0,153710	d	D
Repolido + aplicação selante	10	0,381723	0,148720	d	D
Repolido	10	0,378778	0,147410	d	D

TABELA 33: Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Alert do fator tratamento

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Após escovação / sem selante	10	0,852958	0,730370	a	A
Após escovação / com selante	10	0,722920	0,543540	b	B
Reaplicação selante	10	0,701303	0,522010	b	B C
Antes escovação/ sem selante	10	0,639722	0,417920	b c	B C
Repolido	10	0,592177	0,357990	c d	C D
Antes escovação/ com selante	10	0,499769	0,257030	d e	D E
Repolido + aplicação selante	10	0,459814	0,216960	e	E

TABELA 34: Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Z100 do fator tratamento

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Após escovação / sem selante	10	0,581733	0,342810	a	A
Reaplicação selante	10	0,579952	0,338730	a	A
Após escovação / com selante	10	0,575242	0,333160	a	A
Antes escovação/ sem selante	10	0,427073	0,186330	b	B
Antes escovação/ com selante	10	0,413742	0,173220	b	B
Repolido	10	0,378519	0,145120	b	B
Repolido + aplicação selante	10	0,364448	0,133710	b	B

TABELA 35: Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Prodigy do fator tratamento

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Reaplicação selante	10	0,542012	0,297770	a	A
Após escovação / com selante	10	0,538012	0,296090	a b	A
Após escovação / sem selante	10	0,523823	0,278220	a b	A B
Antes escovação/ sem selante	10	0,454529	0,210700	a b c	A B C
Antes escovação/ com selante	10	0,439051	0,197340	b c	A B C
Repolido	10	0,417048	0,175730	c	B C
Repolido + aplicação selante	10	0,357326	0,127860	c	C

Valores originais – Porosidade

TABELA 36 - Valores originais da quantidade de poros da região interna das resinas compostas:

Corpo-de-prova	Definite	Alert	Z100	Prodigy
1	2	16	0	11
2	4	25	3	4
3	3	24	3	7
4	2	18	4	5
5	3	17	2	7
6	2	14	7	9
7	4	15	1	10
8	3	16	8	5
9	1	17	6	4
10	1	7	4	4
11	6	15	2	15
12	8	13	4	13
13	3	11	3	17
14	8	12	2	14
15	4	13	0	13
16	8	11	4	10
17	5	11	1	10
18	6	9	3	19
19	4	15	1	13
20	4	19	2	15
Média	4.05	14.9	3	10.25

TABELA 37: Valores originais da porcentagem de área ocupada pelos poros

Corpo-de-prova	Definite	Alert	Z100	Prodigy
1	0,11	0,38	0,08	0,44
2	0,13	1,15	0,03	0,43
3	0,11	0,38	0,43	0,48
4	0,08	0,83	0,14	0,45
5	0,07	0,38	0,29	0,54
6	0,13	0,41	0,11	0,32
7	0,11	0,83	0,34	0,43
8	0,10	1,05	0,25	0,33
9	0,08	1,44	0,43	0,40
10	0,11	0,69	0,27	0,36
11	0,05	0,59	0,43	0,70
12	0,07	1,15	0,29	0,57
13	0,05	0,78	0,11	0,65
14	0,11	0,62	0,33	0,56
15	0,22	1,03	0,15	0,48
16	0,10	0,87	0,38	0,50
17	0,11	0,69	0,32	0,47
18	0,22	0,78	0,14	0,32
19	0,05	1,10	0,10	0,41
20	0,05	0,43	0,12	0,70
Média	0,103	0,779	0,237	0,477

Análise Estatística – Porosidade

Contagem do número de poros:

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

Nome dos fatores:

Fator	Nome
A	Tratamento

TABELA 38: Análise da Variância.

Causas da Variação	G. L	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Material	3	64,7793735	21,5931245	49,6637	0,00001
Resíduo	76	33,0438144	0,4347870		
Total	79	97,8231879			

Média Geral = 2,612893

Coefficiente de Variação = 25,236 %

TABELA 39: Teste de Tukey para médias de tratamento.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Alert	20	3,818909	14,900000	a	A
Prodigy	20	3,117669	10,250000	b	B
Definite	20	1,939558	4,050000	c	C
Z100	20	1,575436	3,000000	c	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

D.M.S 5% = 0,54849 – D.M.S 1% = 0,67234

Área percentual ocupada pelos poros

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

Nome dos fatores:

Fator	Nome
A	Material

TABELA 40: Análise da Variância.

Causas da Variação	G. L	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Material	3	57,9407772	19,3135924	29,5626	0,00001
Resíduo	36	23,5192542	0,6533126		
Total	39	81,4600314			

Média Geral = 3,330260

Coefficiente de Variação = 24,271 %

TABELA 41: Teste de Tukey para médias de material.

Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
Alert	20	4,945704	0,779000	a	A
Prodigy	20	3,933312	0,477000	b	A
Z100	20	2,645209	0,237000	c	B
Definite	20	1,796816	0,103000	c	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

D.M.S 5% = 0,97486 – D.M.S 1% = 1,21154