

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

*ELDISA HELENA ARANDA GARCIA DE SOUZA*

Cirurgiã-dentista

ESTUDO " in vitro " DA AÇÃO DE SOLUÇÕES FLUORETADAS SOBRE  
A RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE COMPÓSITOS ODONTOLÓGICOS

Tese apresentada à Faculdade  
de Odontologia de Piracicaba,  
da Universidade Estadual de  
Campinas, para obtenção do  
título de Mestre em Ciências.  
Área: Materiais Dentários.

Piracicaba (SP)  
1991

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

*ELOISA HELENA ARANDA GARCIA DE SOUZA* 89

Cirurgiã-dentista

ESTUDO " in vitro " DA AÇÃO DE SOLUÇÕES FLUORETADAS SOBRE  
A RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE COMPÓSITOS ODONTOLÓGICOS

Orientador: Prof. Dr. Simonides Consani†

Tese apresentada à Faculdade  
de Odontologia de Piracicaba,  
da Universidade Estadual de  
Campinas, para obtenção do  
título de Mestre em Ciências.  
Área: Materiais Dentários.

Piracicaba (SP)  
1991

Aos meus pais, GILBERT e BENEDITA,  
por serem a razão maior da concre-  
tização desse trabalho;

Aos meus irmãos, ANA LÚCIA,  
PATRÍCIA e MARCELO, e aos meus  
cunhados, ANTÔNIO e WALTER ,  
pelo apoio e carinho;

Ao EDUARDO, meu noivo, que sempre me dedicou  
amor e compreensão quando este trabalho nos  
distanciava;

Ao Prof. Dr. GUILHERME AUGUSTO  
de BARROS NOLASCO, da Discipli-  
na de Materiais Dentários da  
Fundação Universidade Estadual  
de Londrina, pelo apoio e por  
acreditar em minha vontade de  
lutar pela carreira universitá-  
ria;

Aos meus sobrinhos, MARIANA, CAMILA  
e FERNANDO, que me inspiram o futuro;

Acima de tudo a DEUS, por me  
fazer sentir capaz de, humil-  
demente, prestar algum bene-  
fício à ciência,

Dedico.

Ao Prof. Titular SIMONIDES CONSANI, da  
Área de Materiais Dentários da Faculdade  
de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pois  
sua dedicação e capacidade sempre foram  
essenciais para a realização desta tese;

Ao Prof. Assistente Dr. MÁRIO FERNANDO  
de GOES, da Área de Materiais Dentários  
da Faculdade de Odontologia de Piraci -  
caba-UNICAMP, que me ofereceu sugestões  
no desenvolvimento deste trabalho,

Ofereço.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. RENATO ROBERTO BIRAL, Diretor, e ao Prof. Dr. OSVALDO HIPÓLITO JÚNIOR, Diretor Associado da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelo incentivo à pesquisa;

Aos Prof. Assistente Dr. WOLNEY LUIZ STOLF e Prof. Titular LUIZ ANTÔNIO RUHNKE, da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pela contribuição a nossa formação acadêmica;

À funcionária Sra. RITA HELENA BUZZO JACON, da Faculdade de Engenharia Civil-UNICAMP, pela obtenção das fotomicrografias através de microscopia eletrônica de varredura;

À Profa. Dra. MARINÉIA de LARA HADDAD, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, pela elaboração da análise estatística;

Ao Prof. Titular Dr. HEITOR PANZERI e ao Prof. Assistente OSWALDO ZANIQUELLI da Disciplina de Materiais Dentários e Prótese da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto-USP, por terem-nos permitido o uso do laboratório, orientando-nos na obtenção dos dados no rugosímetro;

Ao Prof. Adjunto Dr. JAIME APARECIDO CURY, da Área de Bioquímica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pelo fornecimento das substâncias-controle e soluções fluoretadas;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -CAPES, pela concessão da bolsa de estudos que nos permitiu realizar o Curso de Pós-Graduação;

À FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA por ter nos oferecido a oportunidade de participar deste Curso;

Ao Professor de Língua e Literatura, JOSÉ MILANEZ, pela correção gramatical;

Aos funcionários Sr. ADÁRIDO CANGIANI, da Área de Materiais Dentários e ao Sr. PEDRO SÉRGIO JUSTINO, do Centro de Recursos Audio-Visuais da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pela confecção dos materiais didáticos, auxílio laboratorial, amizade e positivismo;

À bibliotecária SUELI D. de OLIVEIRA SOLIANI, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pela correção da bibliografia;

Às funcionárias SELMA A.B. de SOUZA, da Área de Materiais Dentários e MARIA GENI FORTI, da Área de Pré-clínica, que nos serviram com excelente colaboração e disposição, sempre que solicitadas;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários, pelo convívio amigo durante este Curso,

Muito obrigada.

## S U M Á R I O

1 - INTRODUÇÃO .....	01
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	05
3 - PROPOSIÇÃO.....	31
4 - MATERIAIS E MÉTODO.....	33
5 - RESULTADOS.....	45
6 - DISCUSSÃO.....	62
7 - CONCLUSÃO.....	71
8 - RESUMO.....	74
9 - "SUMMARY".....	77
10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
11 - APÊNDICE.....	90

## 1 - INTRODUÇÃO

## 1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os compósitos foram popularizados como restauradores dentais anteriores e posteriores <sup>33</sup>, sendo também do conhecimento geral o fato de que as resinas compostas são constituídas por altas proporções de partículas vítreas ou cerâmicas adicionadas em matriz orgânica, como o BIS-GMA (éter de bisfenol A e metacrilato de glicidila) <sup>37</sup>. Assim, até o início da década de 70, o quartzo era a partícula de carga dominante nos compósitos, quando foi substituído pelos vidros radiopacos ( estrôncio e bário ), sílica coloidal amorfa ou silicato de lítio-alumínio <sup>35</sup>.

Embora os efeitos do meio bucal sobre as restaurações de resinas compostas sejam complexos, envolvendo alterações causadas por ingestão de líquidos, ácidos diversos e álcool, as aplicações tópicas de fluoretos também podem degradar, a médio e longo prazo, as características físicas dos compósitos <sup>10,21,22,25</sup>.

Entretanto, procedimentos odontológicos preventivos, com o uso de soluções que contenham fluoreto de sódio, proporcionam fornecimento de íons-flúor ao esmalte, cuja reação química com os íons-cálcio do dente resulta na formação de fluorapatita, responsável pela redução dos níveis de formação de cárie <sup>4</sup>. Entretanto, essas soluções possuem em suas formulações o ácido fluorídrico <sup>27</sup>, que apresenta a desvantagem de atacar os recipientes de vidro que as armazenam, razão pela qual são usadas nas indústrias

como atacantes do vidro <sup>30</sup>.

Devido a essa propriedade, seria surpresa se os agentes tópicos fluoretados usados nos procedimentos odontológicos preventivos não atacassem as porcelanas dentais que, segundo HODSON <sup>13</sup> e NALEWOY <sup>24</sup>, são constituídas por altas porcentagens de vidro. Confirmando essa ação deletéria, o estudo de ROCK <sup>30</sup> mostrou que o ácido fluorídrico ataca realmente o vidro, dissolvendo a sílica. Por isso, HODSON <sup>13</sup> afirmou que a aplicação tópica de fluoretos também causaria dissolução das partículas inorgânicas contidas nas restaurações de compósitos, provocando uma superfície rugosa.

Em estudos "in vitro", THOMPSON, BINKLEY e QUESENBERRY <sup>27</sup>, COPPS et al. <sup>28</sup>, GAU, KRAUSE, e EDMONTON <sup>14</sup> também verificaram que vários agentes de aplicação tópica, formulados com base nas soluções de fluoreto-fosfato acidulado, podiam atacar ou mesmo reagir com alguns materiais restauradores dentais, como porcelana e compósito. De acordo com KULA et al. <sup>10</sup>, a deterioração da superfície dos compósitos restauradores deveria ocorrer quando o fluoreto-fosfato acidulado (1,23%) fosse aplicado a cada três meses. Além disso, foi relatado por GONZALEZ et al. <sup>14</sup> que restaurações confeccionadas com porcelana ou compósitos, quando expostas aos fluoretos acidulados, também aumentam sua rugosidade superficial, o que poderia predispor a superfície da restauração ao manchamento, acúmulo de placa bacteriana e perda de integridade marginal, comprometendo a estética e a longevidade da restauração.

Por outro lado, os procedimentos técnicos empregados nas restaurações com compósito utilizam recursos de acabamento e poli-

mento da superfície externa que removem a matriz orgânica da resina composta, expondo a carga inorgânica e acarretando, assim, rugosidade do material <sup>41</sup>. Agravando essa situação, existe ainda o fato de que os compósitos usados em dentes posteriores apresentam índice de polimerização de apenas 55 a 73%, o que significa que uma porcentagem considerável do componente orgânico permanece sem polimerizar <sup>31</sup>. Como consequência, a polimerização total do compósito não seria concretizada logo após a confecção da restauração, o que promoveria efeito imediato significativo na absorção de água e degradação hidrolítica da restauração <sup>30</sup>.

Diante dos fatos expostos, julgamos conveniente verificar qual seria a influência de soluções fluoretadas sobre a rugosidade superficial de resinas compostas.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Da bibliografia a nosso alcance, relatamos os estudos que nos pareceram de maior importância, visto que, a nosso ver, são suficientes para a exposição do problema.

CHARLES <sup>20</sup>, em 1958, explicou que o mecanismo de corrosão da resina com carga vítrea pela água era devido ao aumento de pH da superfície do vidro. De acordo com essa reação, íons-hidrogênio vindos da água entrariam na rede de sílica para substituir o bário, mantendo o balanceamento da carga. Como resultado, a camada de água na superfície do vidro promoveria uma concentração mais alta de íons-hidróxi, que iniciariam o rompimento das uniões-siloxano da rede sílica do vidro. Após imersão prolongada em água, essa reação tornar-se-ia autocatalítica e enfraqueceria a interface resina-carga, facilitando o fracasso adesivo.

Em 1959, HODSON <sup>13</sup> procurou identificar as fases das porcelanas usadas em coroas e restaurações. Foram selecionadas doze porcelanas de alta, média e baixa fusão. Os cristais minerais foram identificados pelas técnicas petrográficas num microscópio Leitz. O autor concluiu que a microclina, a albita e o quartzo das porcelanas foram identificados através das propriedades ópticas dos

grãos de maior tamanho. Na forma vítrea, as fases principais eram feldspato, quartzo e vidro, sendo este último o mais importante componente.

BRUDEVOLD et al. <sup>4</sup>, em 1963, investigaram os efeitos das soluções de fluoreto-fosfato acidulado sobre o esmalte dental. Este era moído e exposto a diferentes concentrações de fosfato de sódio e em soluções-tampão com 0,5M de acetato, em diferentes níveis de pH. Os autores observaram que os íons-fluór provenientes das soluções de fluoreto fosfato pareciam estar depositados principalmente sobre o esmalte, como fluorapatita, e que, nessas condições, o esmalte tolerava altas concentrações de fluoreto com baixo pH.

Em seu estudo em 1970, RAY <sup>29</sup> observou que o fluór-hidrogênio é potencialmente mais destrutivo que o ácido fosfórico porque ataca o vidro a temperaturas encontradas na cavidade oral, diferindo desse que degrada o vidro a altas temperaturas.

WIEDERHORN e BOLZ <sup>42</sup>, no mesmo ano, relataram sobre o "stress" de corrosão do vidro. Explicaram que este processo depende de como os íons metálicos podem ser lixiviados quando o vidro é exposto à ação da água, e que o quartzo parece ser o mais resistente a esse processo.

ROCK <sup>30</sup>, em 1971, revisando o estado atual e os recentes avanços no uso de fluoretacão tópica, citou a aplicação da solu-

ção de fluoreto-fosfato acidulado como uma técnica de grande importância clínica. A principal observação foi o ataque do vidro pela solução, enquanto o recipiente plástico mostrou-se inalterado, comprovando a estabilidade do fluoreto.

No mesmo ano, von FRAUNHOFER <sup>44</sup> comparou a dureza de dois restauradores acrílicos ( Sevriton e Ortofil ) com o de dois compostos ( TD 71 e Adaptic ). As amostras foram confeccionadas em matriz com 8mm de diâmetro interno por 5mm de altura. A dureza das superfícies dos corpos de prova foi medida aos 15, 30 e 60 minutos, e 24 horas após a polimerização. Decorridos os referidos tempos, as amostras foram desgastadas com discos de carboneto de silício e, após estocagem em temperatura ambiente, novas medidas foram feitas com a utilização dos mesmos intervalos de tempo. O autor concluiu que as camadas superficiais dos materiais restauradores poliméricos apresentaram-se marcadamente menos duras quando comparadas com o volume ou substrato desses materiais. Por outro lado, o envelhecimento das amostras resultou em aumento dos valores da dureza. O autor sugeriu, ainda que a quantidade mínima do material de restauração a ser removida fosse de 0,25mm, após 15 minutos da polimerização.

Em 1972, BOWEN e CLEEK <sup>45</sup> estudaram vidros que tinham em sua composição  $Al_2O_3$ ,  $B_2O_3$ ,  $BaF_2$ ,  $BaO$ ,  $SiO_2$  e outros componentes considerados resíduos, como  $MgO$ ,  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $ZnO$ ,  $AlPO_4$  e  $P_2O_5$ . Pequena quantidade de vidro fundido era colocado em água limpa, para esfriá-lo e quebrá-lo em pequenos pedaços, até que estes pu-

dessem ser triturados convenientemente em moinho de bola. Foram determinados o índice de refração e os coeficientes de expansão térmica dos vidros moídos. Os autores concluíram que os vidros radiopacos podiam ser usados como carga nos compósitos translúcidos, por serem puros e incolores e terem índices de refração apropriados. A composição em porcentagem mol para um dado vidro, por exemplo, foi: 66 de  $\text{SiO}_2$ ; 17 de  $\text{BaO}$ ; 11 de  $\text{BaO}_3$  e 6 de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Os autores citaram que as condições alcalinas na interface são produzidas por elementos alcalinos, tão bem como a presença de íons-flúor podem catalizar a hidrólise da sílica interfacial ou o polisiloxano ou ambos.

No mesmo ano, GLANTZ e LARSSON <sup>12</sup> estudaram a rugosidade superficial antes e após o acabamento de seis compósitos ( Adaptic, Addent 12, Bledant, Dakor, D.F.R., e TD 71 ), um poli-metilmeta-crilato ( Sevriton ) e um cimento de silicato ( Biotrey ). Os corpos de prova foram confeccionados em dois tipos de matrizes ( aço inoxidável e plástico ). Em seguida, as amostras foram isoladas com vaselina e armazenadas em 100% de umidade relativa. Após 48 horas, os valores de rugosidade foram registrados num aparelho Perth-O-Meter ( tipo S4 BD Lowener ). Depois, as amostras foram desgastadas com discos e polidas com uma suspensão aquosa de pedra-pomes. Após o desgaste, a rugosidade máxima era determinada, e registrados os gráficos dos perfis das superfícies. Nesse estudo, os diferentes tipos de tratamento foram comparados independentemente do fato de a rugosidade superficial das amostras não ser padronizada. Os autores concluíram que: 1) os registros da

rugosidade máxima foram extremamente sensíveis ao aparecimento de simples saliências e cavidades, não indicando maiores diferenças entre as amostras tratadas da mesma maneira; 2) não houve maiores diferenças entre os compósitos e o poli-metilmetacrilato; 3) após os vários tipos de procedimentos de desgaste, foram observadas diferenças de silhuetas devido à presença de partícula dura nos compósitos; e 4) a matriz deveria ser mais bem adaptada à margem da cavidade, a fim de evitar o desgaste subsequente da restauração dental.

BASCOM <sup>4</sup>, ainda em 1972, relatando sobre os agentes de união silano das partículas de carga dos compósitos observou que esse não parece formar uma camada homogênea, mas sim miscelas ou grânulos de polímero de alta densidade separados por regiões com material de baixo peso molecular. As regiões de baixa densidade ofereceria facilidade para a entrada de água na região de interface matriz-carga.

GAU, KRAUSE e EDMONTON <sup>14</sup>, em 1973, estudaram o efeito das soluções de fluoreto-fosfato acidulado e fluoreto estânico sobre as porcelanas dentais, em diferentes tempos de imersão ( 2, 4, 10, e 20 minutos ). Os autores concluíram que: 1) a aplicação tópica de fluoretos ácidos atacou as porcelanas dentais; 2) procedimentos de polimento suave aumentaram a susceptibilidade das porcelanas ao ataque superficial; 3) as soluções de fluoreto estânico tinham pequeno efeito de ataque; e 4) películas de verniz e de saliva promoveram alguma proteção contra o ataque. Os auto-

res concluíram também que a rugosidade superficial produzida pelo polimento parece ser independente da profundidade do ataque.

VOLCHANSKY, CLEATON-JONES e RETIEF <sup>40</sup>, em 1974, estudaram a rugosidade superficial de restaurações que se encontravam em contato com a margem gengival. Os dentes foram analisados em microscópio eletrônico de varredura ( Cambridge Stereoscan S4 ), e as medidas de rugosidade foram obtidas pelo rugosímetro ( Talysurf ), com carga de 100mgf. Foram examinadas as superfícies de esmalte, cimento, amálgama, cimento de silicato, coroa de ouro, porcelana fundida e tártaro. Os corpos de prova foram classificados em ordem crescente de rugosidade, com o uso de três métodos: 1) interpretação visual dos perfis registrados pelo rugosímetro Talysurf, 2) interpretação visual por fotomicrografias; e 3) avaliação dos perfis fornecidos pelo rugosímetro Talysurf. Os autores concluíram que o esmalte é provavelmente a superfície mais lisa na boca, e que uma correlação entre rugosidade, grau de formação de placa e irritação gengival deveria ser determinada.

Em 1978, TOLLEY, O'BRIEN e DENNISON <sup>39</sup> investigaram o acabamento de resinas compostas efetuado com discos de silicona, pontas diamantadas e materiais à base de alumina. Foi usado um rugosímetro ( Gould Inc., Ohio, Modelo 160 ) para medir a rugosidade superficial, oferecendo o delineamento do perfil e a rugosidade média em micrometros. Os resultados indicaram que o nível de acabamento superficial obtido depende principalmente do tipo de

abrasivo usado.

Em 1979, BOWEN <sup>22</sup> estudou os componentes de alguns compósitos comercialmente conhecidos na época. Quanto aos monômeros de alto peso molecular, relatou que o BIS-GMA ( éter de bisfenol A e glicidil-metacrilato ) foi o tipo usado mais extensivamente nas formulações. Quanto às cargas, foram incluídas fibras de vidro E, pérolas vitrificadas de "soda-lime", fosfatos de cálcio sintético, sílica fundida e certas formulações de vidro, embora tenham persistido certas composições cristalinas de lítio-alumino-silicato, quartzo cristalino, sílica pirogênica, vidros de bário-alumino-borato, sílica e outros materiais. Relatou que o quartzo tem sido extensivamente usado como carga, embora sua desvantagem seja o coeficiente de expansão térmica relativamente mais alto do que o da coroa dental. Entretanto, ele é inerte, tem apropriado índice de refração, e é mais duro do que a maioria das outras cargas, o que aumenta a dificuldade na obtenção de uma superfície lisa, a se usar a maioria dos procedimentos de acabamento. Ainda, citou que a formulação de vidro à base de bário possuía alcalinidade que podia reduzir a inércia da interface resina-carga, após imersão prolongada em água ou no meio bucal.

SCHLISSEL, MELNICK e RIPA <sup>23</sup>, em 1980, estudaram o efeito de três fluoretos utilizados na aplicação tópica ( gel de fluoreto-fosfato acidulado, solução de fluoreto-fosfato acidulado e solução de fluoreto neutro ) sobre uma porcelana "auto-glazeada". Quanto ao pH e à concentração de fluoreto, as preparações apre-

sentavam, respectivamente: 4,5 e 0,5%; 4,0 e 0,02%; e, 7,0 e 0,5%. O gel foi usado para simular 3, 4, 5, 6 e 12 meses de tratamento, enquanto as soluções simularam períodos de 12 meses. Todas as imersões ocorreram sempre a 37°C. Os autores concluíram que o gel de fluoreto-fosfato acidulado causou significativa rugosidade de superfície aos 3 meses de exposição. Aos 12 meses, o "glaze" estava completamente destruído e nenhuma das soluções causou ataque no período de 12 meses.

THOMPSON, BINKLEY e QUESENBERRY <sup>37</sup>, também em 1980, analisaram o efeito da aplicação tópica de fluoreto-fosfato acidulado ( 1,23% com pH 4,5 ), por 20, 60 e 180 minutos sobre a porcelana "glazeada". Os autores concluíram que a perda do "glaze" foi nitidamente visível aos 20 minutos, e que o ataque da porcelana pela solução de fluoreto causou mancha, perda de material da superfície e superfície rugosa de pouca reflectância.

Ainda no ano de 1980, van DIJKEN, MEURMAN e JRVINEN <sup>38</sup> estudaram o efeito dos procedimentos de acabamento na textura superficial de resinas restauradoras. Os materiais utilizados foram: 3 resinas compostas do sistema "duas pastas" ( Adaptic, Iso-past e Silar, respectivamente, com carga de quartzo, com partícula de resina orgânica mais micropartículas de SiO<sub>2</sub> pirogênica, e com partícula de resina orgânica contendo SiO<sub>2</sub> mais micropartículas de SiO<sub>2</sub> ); um compósito polimerizado por luz visível ( Foto-fil, composto de boro-silicato e vidro ) e um cimento de ionômero de vidro ( Aspa, com carga vítrea ). As amostras foram confec-

cionadas com dimensões 5x5mm, imersas em água destilada a 37°C, por 48 horas, antes dos procedimentos de acabamento. Duas amostras de cada material não receberam acabamento, e outras foram desgastadas com brocas diamantadas para simular a remoção clínica do excesso do material. Após os procedimentos de acabamento, as amostras foram preparadas para análise em microscopia eletrônica de varredura, através de cobertura com carbono e ouro. Os autores concluíram que o sistema Sof-lex proporcionou uma superfície completamente lisa nos corpos de prova de Adaptic. As partículas de carga foram expostas nas amostras de Fotofil polidas com disco fino e subsequente pasta polidora ou dentifrício. Silar e Isopast apresentaram superfícies lisas com pedra de Arkansas, rodas de borracha, disco mais fino e, especialmente, com o sistema Sof-lex e pasta para polimento.

Em 1981, YAFFE e ZALKIND <sup>45</sup> descreveram o efeito da solução de fluoreto de sódio acidulado sobre três compósitos ( Resto-dent, Estilux e Adaptic ) utilizados em restaurações de cavidades de classe V preparadas em dentes extraídos. A resina Estilux foi usada com e sem "glaze". O compósito foi inserido na cavidade e, após polimerizado sob uma matriz de celulóide, não sofreu acabamento com instrumentos rotatórios. Os dentes experimentais eram imersos em solução de fluoreto de sódio por 10 minutos, enquanto os dentes-controle eram imersos em solução salina durante o mesmo tempo. Todos os corpos de prova foram lavados e armazenados em solução salina, antes de serem examinados. Em seguida, os dentes foram secados e cobertos com uma camada de ouro ( 100 e 140 Angs-

tron ) para serem observados em microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram que: 1) as superfícies das restaurações atacadas pela solução de fluoreto apresentaram-se consideravelmente mais rugosas em relação às imersas em solução salina; e 2) restaurações feitas com a resina "glazeada" mostraram uma superfície inalterada após imersão em solução salina.

SDERHOLM <sup>24</sup>, ainda em 1981, investigou os efeitos da água na estabilidade da interface carga-resina em alguns compósitos experimentais com 40% de carga ( vidro "soda-lime" ). Dois dos materiais continham poli-metilmetacrilato como matriz, e os outros dois BIS-GMA e TEGDMA, na proporção, em mol%, de 64 e 36 respectivamente. As partículas de carga foram tratadas previamente com silano. As amostras tinham 8,0mm de altura por 4,0mm de diâmetro. Algumas amostras foram imersas em água destilada a 60°C e fraturadas após 16, 32 e 180 dias através de compressão diametral. Então, eram secadas, cobertas com uma camada de ouro e examinadas através de microscopia eletrônica de varredura. Outra série de corpos de prova foi designada com a intenção de determinar o pH e o conteúdo de sódio quando armazenada em água. O autor concluiu que: 1) a água lixiviou íons-sódio da carga vitrificada de "soda-lime" utilizada; 2) o pH da água usada para armazenagem das amostras aumentou com o tempo; e 3) o tratamento das cargas com silano reduziu a taxa liberada de íons-hidróxi, mas não evitou completamente o processo de lixiviamento.

Mc KINNEY e WU <sup>25</sup>, em 1982, estudaram a influência do amole-

cimento químico de três compósitos ( convencional; com carga ví-  
treia à base de estrôncio; e ativado por luz visível ), após sub-  
metidos ao desgaste. Os solventes utilizados foram: soluções de  
água e etanol, nas concentrações de 25, 50, 75 e 99,5%; heptano e  
água destilada. As amostras eram armazenadas em cada um dos sol-  
ventes, por uma semana, a 37°C, até que fossem submetidas aos  
testes de desgaste. Os autores concluíram que, no início do tes-  
te, a dureza superficial Knoop observada foi comum para todas as  
amostras quimicamente amolecidas, indiferentemente do tipo de  
compósito ou condições de armazenagem. Finalizando o teste, foi  
observada uma dureza comum para todas as amostras amolecidas qui-  
micamente, apesar do tipo de compósito e das condições de armaze-  
nagem.

WU e Mc KINNEY <sup>43</sup>, ainda no mesmo ano, procuraram demonstrar  
os efeitos de diferentes concentrações da mistura de água e eta-  
nol, na resistência ao desgaste de compósitos baseados no BIS-G-  
MA ( Adaptic e uma resina sem carga ). A resina sem carga con-  
sistia de 69,4% de BIS-GMA e 29,5% de TEGDMA, e as amostras con-  
feccionadas foram armazenadas a 37 ± 1°C, por 24 horas. Os cor-  
pos de prova de Adaptic, com 18mm de diâmetro por 2,5mm de es-  
pessura, foram acabados 24 horas após a polimerização, com lixas  
de óxido de silício e de óxido de alumínio (granulação decres-  
cente) e imersas por duas semanas a 37°C na solução de água e  
etanol. Foram feitos testes de desgaste, e verificado o grau de  
amolecimento através de ensaios de dureza Knoop. Os autores ob-  
servaram que os compósitos tiveram resistência ao desgaste sig-

nificativamente mais baixa quando imersos nas substâncias químicas, que por sua vez, amoleceram a matriz de BIS-GMA.

SDERHOLM <sup>36</sup>, em 1983, investigou as variações no lixiviamento de quatro diferentes compósitos dentais armazenados em água destilada. As resinas compostas foram Concise, Profile e Silar (todas do sistema pasta-pasta) e Fotofil (pasta única, fotopolimerizável). Para análise dos compósitos, utilizou espectroscopia de emissão óptica e difração de raios-X. O Concise, com estrutura cristalina idêntica ao beta-quartzo, apresentou principalmente silício com adições de 0,1% a 1,0% de alumínio; 0,01 a 0,1% de antimônio, titânio e magnésio; 0,001 a 0,01% de ferro e boro. O autor explicou que o quartzo não é muito atacado pela água, e difere, portanto, das partículas vítreas. Quanto ao lixiviamento de partículas, apontou o Concise como o compósito que perdeu menos silício, possivelmente pelo fato de a carga ser estável e possuir pequena área de superfície total.

KULA, NELSON e THOMPSON <sup>37</sup>, também em 1983, determinaram os efeitos do gel de fluoreto-fosfato acidulado (1,23%) sobre três resinas compostas, comercialmente selecionadas com base no tipo, porcentagem e tamanho das partículas de vidro (Silar, Concise e Profile), respectivamente com cargas tipo sílica, quartzo e vidro estrôncio. Os compósitos foram espatulados, condensados em matriz de 20mm de diâmetro por 2mm de espessura, e mantidos entre lâminas de vidro. Os corpos de prova foram polidos de um lado com

lixas de granulações decrescentes e limpos com ultra-som nos intervalos dos polimentos. Em seguida, foram parcialmente cobertos com uma camada dupla de verniz e imersos em gel de fluoreto-fosfato acidulado (1,23%), e as amostras-controle permaneceram em água destilada. Após remoção do verniz com solventes, as amostras eram cobertas com 10 a 20nm de ouro para observação em microscopia eletrônica de varredura. Os autores concluíram que: 1) a resina com carga tipo sílica (Silar) mostrou mudanças mínimas se comparada aos lados protegidos com verniz e aos tratados com fluoreto-fosfato acidulado; 2) a resina com carga tipo quartzo (Concise) mostrou mudanças menores na superfície; 3) a resina com carga tipo estrôncio (Profile) exibiu mudanças extensas; e 4) nada ocorreu com o lado protegido com verniz.

Ainda no mesmo ano, LUTZ, SETCOS e PHILLIPS <sup>24</sup> estudaram a rugosidade superficial de resinas compostas convencionais e híbridas acabadas com brocas diamantadas finas e superfinas e polidas com discos flexíveis de óxido de alumínio. Para isso, a rugosidade superficial foi expressa pela rugosidade média verificada por meio de um instrumento que media o perfil da superfície das amostras. Os autores concluíram que o valor da rugosidade média da superfície é a altura média dos picos do perfil, acima e abaixo da linha central traçada ao longo de um dado comprimento. Os autores observaram que essa técnica de acabamento proporcionou aos compósitos um excelente polimento.

COPPS et al. <sup>25</sup>, em 1984, estudaram os efeitos da aplicação,

por 20 minutos, de cinco preparações de fluoreto tópico ( 1,23% F<sup>-</sup> e pH 4,7; 0,5% F<sup>-</sup> e pH 5,2; SnF<sub>2</sub> e pH 4,1; 0,002% F<sup>-</sup> e pH 6,4; e 0,5% F<sup>-</sup> e pH 7,0 ) em cinco porcelanas dentais "autoglazeadas" e uma coberta com "glaze". Através de microscopia eletrônica de varredura, observaram que as preparações de fosfato acidulado com 1,23% F<sup>-</sup> ( pH 4,7 ) e 0,5% F<sup>-</sup> ( pH 5,2 ) provocaram significativa corrosão da porcelana, não havendo evidência de ataque pelas outras preparações. Citaram ainda que o pH sozinho não parece estar diretamente relacionado com o grau de corrosão observado. A porcelana coberta com "glaze" revelou locais de ataque selecionados diferindo morfológicamente das porcelanas "autoglazeadas". Os autores concluíram que a natureza da corrosão é certamente o ataque do ácido fluorídrico sobre um vidro padrão, tipo sílica, das porcelanas.

RAWSON et al. <sup>22</sup>, também em 1984, estudaram o efeito da aplicação tópica de preparações fluoretadas sobre superfícies de porcelana, através de reflectometria. As amostras foram submetidas à ação de uma combinação de fluoreto estanoso (1,3%) fluoreto fosfato acidulado (1,23%) e gel de fluoreto fosfato acidulado (1,23%). Os intervalos de tempo foram de 1 minuto e 8 segundos a 60 minutos, e de 2 minutos a 60 minutos. Após imersão, os espécimes foram lavados, secados e lixados para posterior avaliação reflectométrica. Os autores concluíram que há destruição da superfície "glazeada" da porcelana pelas aplicações dos fluoretos. O ataque parece ser cumulativo, como é demonstrado por exposições mais longas, ao gel, de fluoreto-fosfato acidulado.

NUTI SOBRINHO et al. <sup>25</sup>, ainda no mesmo ano, estudaram a ação dos géis de fluoreto de sódio (1,2%) e fluoreto estanoso (0,4%) sobre duas resinas compostas (Adaptic e Simulate). Foram obtidas amostras dos compósitos condensando-os em matrizes de teflon. Três corpos de prova de cada compósito serviram como controle. Metade das amostras experimentais foram tratadas durante 10 minutos com fluoreto de sódio, e a outra metade com fluoreto estanoso, durante o mesmo intervalo de tempo. Então, as amostras foram secadas e metalizadas a vácuo com ouro para serem observadas em microscópio eletrônico de varredura, com regulagem fixa de 15Kv. Os autores observaram que as amostras de Adaptic tratadas com fluoreto de sódio (1,2%) apresentaram formações de cristais inorgânicos de tamanhos diferentes, com bordas arredondadas. O mesmo arredondamento aconteceu com os cristais do Simulate tratado com a mesma substância. Quanto ao tratamento com fluoreto estanoso (0,4%), esse apresentou uma ação mais eficiente sobre os cristais da substância inorgânica dos dois materiais estudados.

Em 1985, RUYTER e ØYSAED <sup>21</sup>, estudando o grau de polimerização de sete resinas compostas para dentes posteriores, observaram que este se mostrou entre 55 e 73%. Esse fato significa que uma porcentagem considerável não se polimeriza, causando absorção de água e degradação hidrolítica da restauração.

Ainda em 1985, JONES <sup>16</sup> procurou determinar a influência da aplicação do gel de fluoreto-fosfato acidulado, usado em alta po-

tência/baixa frequência, sobre restaurações de porcelana "glazeada". Foram confeccionados 12 discos de porcelana Vita, medindo 13,55mm de diâmetro por 2mm de espessura, cada um demarcado superficialmente em metades iguais, através de um sulco confeccionado com disco diamantado. As superfícies dos corpos de prova foram desgastadas com pontas abrasivas e receberam, em seguida, um "glaze" natural. Este foi removido do lado direito das amostras para que estas recebessem um "superglazeamento". Cinco corpos de prova foram imersos em gel de fluoreto-fosfato acidulado ( 1,23% ) e cinco em gel de fluoreto estanoso ( 0,4% ). A cada 24 horas, um disco de porcelana era retirado de cada recipiente que continha as soluções. Os corpos de prova controle foram imersos em água e em flúor neutro ( 0,2% ), por 120 horas. Os autores concluíram que os discos danificados foram justamente aqueles imersos em gel de fluoreto-fosfato acidulado, e não houve nenhuma alteração aparente na cor da porcelana, quando submetida ao gel de fluoreto estanoso e ao flúor neutro, pelo mesmo tempo.

CHRISTENSEN <sup>4</sup>, também em 1985, descreveu os tipos de resinas compostas utilizadas em restaurações de cavidades de classe II sugerindo também técnicas de acabamento e polimento. Entre as resinas compostas, citou os compósitos híbridos que contêm uma combinação de partículas de vidro e partículas de dióxido de silício. O vidro é o principal componente inorgânico dessas resinas que também apresentam pequenas quantidades de dióxido de silício, razão pela qual são frequentemente chamadas de compósitos de micropartículas. Já aquelas contendo grandes quantidades de ambos,

vidro e dióxido de silício, são usualmente chamadas de híbridas. Quanto ao procedimento de acabamento, o autor sugeriu os discos Sof-lex, por serem excelentes na produção de uma superfície excepcionalmente lisa nesse tipo de resina composta, assim como nas de micropartículas.

Mc KINNEY <sup>23</sup>, no mesmo ano, descreveu técnicas para observação do mecanismo de desgaste de 4 tipos de compósitos ( convencional; convencional radiopaco; com carga vidro tipo estrôncio; e, ativado por luz visível ) através de degradação das cargas. Foram utilizados 4 parâmetros: 1) solubilidade, onde certos líquidos orgânicos têm potencial para dissolver ou intumescer a matriz polimérica; 2) deterioração da dureza, onde é verificada a extensão do dano resultante dos líquidos orgânicos existentes no meio intra-oral; 3) diminuição da resistência ao desgaste; e 4) métodos para melhorar a resistência à tumefação. O autor observou que a corrosão no compósito radiopaco mostrou-se mais sensível do que nos compósitos com sílica convencional ou quartzo. Quando as amostras foram expostas ao ar ( controle ), imersas em água e em soluções de ácido cítrico, láctico e acético durante 1 semana a 37°C, o autor verificou que a dureza dos compósitos foi afetada mais pelo ácido cítrico e menos pela água. Observando o efeito da diminuição da resistência ao desgaste, constatou que os ácidos, exceto o cítrico, aumentam o desgaste do compósito convencional mais do que a água.

NALEWOY <sup>24</sup>, ainda no mesmo ano, estudou a ação de dois géis

de fluoreto-fosfato acidulado e do gel de fluoreto de sódio neutro (2,0%), em cinco porcelanas comerciais. Os valores do pH dos géis foram: 3,6; 3,8; e 7,0, respectivamente. Foi avaliado o grau de mudança na reflectância especular como uma função do tempo de tratamento ( 4,8,12 e 20 minutos ) e do comprimento de onda. Mudanças muito pequenas no grau relativo de reflectância especular foram observadas devido ao tratamento das porcelanas com o fluoreto neutro. Os géis de fluoreto-fosfato acidulado mostraram mudanças microscópicas na estrutura da superfície, as quais poderiam ser dependentes do comprimento de onda. O autor concluiu que mudanças na estrutura da superfície podem influenciar o grau do potencial de manchamento posterior e/ou acúmulo de placa bacteriana, devido à erosão da superfície das porcelanas. Além disso, o uso extensivo do tratamento com fluoretos ( especialmente quando produtos com baixo pH são utilizados ) pode resultar em perda substancialmente maior na estética da porcelana.

Ainda em 1985, SDERHOLM <sup>23</sup>, descrevendo os sistemas de carga e os tipos de resina da interface, citou que a queima do tetracloreto de silício numa mistura de hidrogênio e oxigênio produz partículas de dióxido de silício coloidal, também chamadas de pirogênicas. Quanto ao mecanismo de possíveis fracassos relacionados com a união matriz-carga, citou: 1) a possibilidade das cargas da superfície serem submetidas ao ataque pela água causando, assim, o lixiviamento de elementos dos compósitos; 2) reação alcalina das cargas de vidro tipo bário com a água; e 3) o efeito catalítico da superfície do vidro na reação química durante a po-

limerização dos compósitos.

WUNDERLICH e YAMAN <sup>44</sup>, em 1986, estudaram o efeito dos fluoretos para aplicação tópica sobre a porcelana dental. As amostras foram desgastadas com rodas de sílica e reglazeadas para estabelecer uma superfície lisa. Em seguida, foram colocadas em seis soluções fluoretadas ( gel de fluoreto-fosfato acidulado 1,23%; fluoreto estânico 8%; fluoreto de sódio 2%; fluoreto de sódio 0,05%; fluoreto de sódio 0,2%; e gel de fluoreto estânico 0,4% ), em intervalos de 4 minutos, por cinco dias. Metade da superfície do corpo de prova foi coberta para prevenir contato com o fluoreto. Foi utilizado um rugosímetro para traçados da superfície, incluindo os lados experimental e de controle. As amostras foram cobertas com ouro ( 100 a 200nm ) para que fossem confeccionadas fotomicrografias em microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram que as diferenças entre os lados tratado e controle foram significativas, em todos os intervalos de tempo, para o gel de fluoreto-fosfato acidulado e a solução de fluoreto estânico (8%). Observaram, ainda, que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os 2 lados quando expostos ao fluoreto de sódio ( 0,05%, 0,2%, 2% ) ou ao gel de fluoreto estânico (0,4%), mesmo após cinco dias.

Ainda no mesmo ano, GONZALEZ et al. <sup>45</sup> estudaram as mudanças na superfície das porcelanas tratadas com três géis de fluoreto-fosfato acidulado. Os géis utilizados nesse trabalho foram caracterizados pela viscosidade, pH e concentração de flúor. Cinco

amostras de cada porcelana foram submetidas a tratamentos de 4 minutos para cada gel. Foram medidas as mudanças na reflectância especular das amostras, posteriormente monitorizadas pela microscopia eletrônica de varredura. Observaram que, após cinco tratamentos seguidos, a reflectância especular foi reduzida em 50%, aproximadamente. Os autores concluíram que a presença da rugosidade superficial poderá influenciar o potencial para manchamento e acúmulo de placa bacteriana.

Também em 1986, PHILLIPS <sup>27</sup>, discorrendo sobre as resinas compostas, relatou que a sua composição é dada pela resina BIS-GMA, agentes de carga e agentes de união ou travamento. Estes têm a função de unir as partículas de carga ( vidros ), uma vez que as recobrem, com a matriz orgânica, e assim promovem sua união.

KULA et al. <sup>14</sup>, ainda no ano de 1986, analisaram a influência da solução de fluoreto-fosfato acidulado (1,23%) sobre a degradação da superfície dos compósitos convencionais e fotopolimerizáveis, com diferentes tipos de partículas de carga. Os compósitos convencionais eram espatulados e condensados em matrizes metálicas de 20mm de diâmetro por 2mm de altura ou 6mm de diâmetro por 2mm de altura e mantidos sob pressão entre duas placas de vidro à temperatura ambiente, até a polimerização. Os compósitos ativados por luz foram polimerizados por 40 segundos de cada lado. Após 24 horas, foram polidos com lixas e pastas de alumina de diferentes granulações, para permitir exposição das partículas e melhor ava-

liação microscópica das superfícies. As amostras eram parcialmente cobertas com esmalte de unha, imersas em gel de fluoreto-fosfato acidulado ( 1,23% ) por 4 minutos, enxaguadas e limpas em ultra-som, por cinco minutos. Esse procedimento era repetido cinco vezes antes da remoção do verniz. O mesmo procedimento foi usado para os controles, exceto que as amostras foram imersas em água. Os espécimes foram preparados e as fotomicrografias feitas em microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram que os compósitos com vidro de zinco, vidro de boro-alumino-silicato de bário, misturas de vidro de boro-alumino-silicato de bário e sílica ou lítio-alumino-silicato e vidro bário apresentaram as maiores mudanças visuais. Já os compósitos com sílica, silicato de lítio-alumínio, vidro estrôncio e uma mistura de silicato de bário-alumínio e silicato de lítio-alumínio mostraram mudanças de superfícies mais limitadas. A resina com partículas de sílica mostrou mudanças questionáveis. A microscopia eletrônica de varredura mostrou que compósitos com mudanças definidas pela inspeção visual em luz refletida ( vidro de boro-silicato de bário; vidro de zinco; vidro de boro-silicato de bário e sílica; silicato de lítio-alumínio e vidro bário ) revelaram degradação extensiva das partículas de carga. Não notaram decomposição sob superfícies protegidas com verniz ou sobre as amostras controle. As partículas maiores de vidro-estrôncio foram atacadas na interface carga-matriz. Os compósitos com partículas de sílica mostraram diferentes comportamentos em relação ao tamanho das cargas. Os autores concluíram, ainda, que a imersão em gel de fluoreto-fosfato acidulado causou mudanças na superfície reflectiva dos com-

pósitos.

Também em 1986, ØYSAED e RUYTER <sup>24</sup> estudaram a "sorpcão" de água e solubilidade de cinco compósitos fotopolimerizáveis e de três compósitos quimicamente ativados. As composições das cargas foram analisadas por espectroscopia de emissão óptica. A quantidade de íons inorgânicos lixiviados pela água foi analisada por espectroscopia de emissão por plasma de argônio. Os autores observaram que o silício apareceu em maior quantidade em todos os compósitos. Outros elementos como Ba, Sr, e Zn apareceram em quantidades consideráveis, sendo que poderiam ser desvantajosos pelo fato de causarem alta solubilidade no compósito. Também constataram que o mais alto lixiviamento dos íons inorgânicos parece estar nos vidros tipo zinco, bário e estrôncio. Este lixiviamento poderia reduzir as propriedades mecânicas dos materiais.

LEINFELDER <sup>17</sup>, em 1987, descrevendo o tamanho das partículas das resinas compostas, relacionou o Concise como sendo um compósito de primeira geração (convencional), com partículas maiores, entre 30 a 50µm, e a resina Herculite XR como compósito de partículas finas (em média 0,5µm). A incorporação de sílica coloidal, na quantidade de 20 e 25% da fase inorgânica, categorizava a resina composta como combinação ou híbrida. Verificou, ainda, que o Concise era um material ativado quimicamente, contendo a resina BIS-GMA e partículas de quartzo com tamanho médio entre 30 e 40µm, com aproximadamente 75% do compósito, em peso. O autor citou que a taxa de desgaste do compósito pode ser modificada

através da incorporação de partículas de dureza reduzida ( substituição do quartzo pelo bário ). Sob esta condição, as tensões mastigatórias não são totalmente transmitidas à matriz, e sim parcialmente absorvidas pela partícula de carga.

Em 1988, o COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS and EQUIPMENT e o COUNCIL ON DENTAL THERAPEUTICS \* relataram que as preparações fluoretadas de fosfato acidulado contêm hidrogênio e íons-fluoreto que reagem com os componentes de vidro nos materiais restauradores, sendo bem conhecido que o ácido fluorídrico ataca o vidro. Afirmaram ainda que o efeito cumulativo de várias aplicações poderá comprometer a aparência estética das restaurações, como consequência da perda de peso, aumento da rugosidade superficial e decréscimo da reflectância da superfície dos compósitos. Isso se transforma em problema, uma vez que a efetividade protetora do verniz não é conhecida, e pode ser limitada pela durabilidade da camada protetora em contato com a preparação de fluoreto-fosfato acidulado.

MITCHEM \*\*, no mesmo ano, descreveu sobre o uso e abuso dos materiais estéticos nos dentes posteriores. Quanto às propriedades a serem consideradas nos compósitos, citou: contração de polimerização, deformação elástica, degradação hidrolítica, desgaste, potencial de infiltração e união. Quanto ao grau de polimerização, este poderá causar absorção de água e degradação hidrolítica da restauração.

Em 1989, FERREIRA et al. <sup>10</sup> avaliaram a rugosidade superficial de revestimentos através do rugosímetro Talysurf 10 Taylor-Hobson ( Rank Precision Industries ). O aparelho foi usado para a obtenção dos valores numéricos da rugosidade das superfícies dos corpos de prova, permitindo avaliar quantitativamente a área integrada do perfil da superfície da amostra. A rugosidade média (Ra) das irregularidades da superfície foi definida como o valor médio dos afastamentos, tanto acima como abaixo da linha central demarcada na amostra. As asperezas foram detectadas e ampliadas pelo amplificador-registrador. O rugosímetro foi operado com o registro de rugosidade média com 0,25mm, ampliação vertical de 1000x e o espaço percorrido pelo estilete foi de 6mm, com pressão de 100mgf. Os autores verificaram que: 1) as fundições com revestimento Luster-Cast foram as que apresentaram menor diferença após a fundição; e 2) as fundições com revestimento Ceramvest 50% foram aquelas que apresentaram maior diferença.

GOES <sup>10</sup>, em 1990, analisou qualitativa e semiquantitativamente os elementos da fase inorgânica dos compósitos odontológicos através da difração e fluorescência de raios-X. Verificou que, quanto à cristalinidade, o Concise é cristalino-hexagonal com identificação  $\text{SiO}_2$ . Em relação ao Herculite XR, observou a presença de material não cristalino e não identificado, uma vez que esse material não apresentou ângulos de reflexões definidos. Também identificou no Concise os elementos químicos Si, Al, Cl, Sb, Fe, Ti, e no Herculite, Ba, Si, Al, Zn, Fe, Sr, Sb, K, Ca. O autor concluiu que: 1) a análise difratométrica indicou a presença

da fase de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) com estrutura cristalina idêntica ao alfa-quartzo para o Concise, e uma estrutura não cristalina para o Herculite XR; e 2) a análise espectrométrica qualitativa e semiquantitativa, feita por fluorescência de raios-X, mostrou que o elemento químico prevalente no Concise é o silício, enquanto no Herculite são o bário, o silício e o alumínio, além de outros elementos químicos quantificados a nível de impurezas.

3 - PROPOSIÇÃO

### 3 - PROPOSIÇÃO

A leitura dos trabalhos contidos na revisão bibliográfica levou-nos a:

1) verificar a ação de substâncias-controle e soluções fluoretadas sobre a rugosidade superficial de compósitos recém-polidizados, e

2) utilizar a microscopia eletrônica de varredura para observação visual dos resultados produzidos pelas substâncias-controle e soluções fluoretadas.

#### 4 - MATERIAIS e MÉTODO

## 4 - MATERIAIS e MÉTODO

### 4.1 MATERIAIS

Foram utilizados nesse estudo dois compósitos odontológicos: Concise, cuja constituição inorgânica é baseada no silício — representando a primeira geração das resinas compostas restauradoras — e Herculite XR (esmalte), que tem como carga partículas vítreas à base de bário, silício, e alumínio, como exemplo de compósito de última geração<sup>13</sup>, conforme Tabela I.

Tabela I - Composição das cargas dos compósitos

Compósito	elementos químicos presentes (g/%)			
	28-92	5-10	0,1-1	0,01-0,1
CONCISE	Si (88-92)	----	Al,Cl,Sb	Fe,Ti
HERCULITE XR	Ba (37-47)			
	Si (28-31)	Al	Zn,Fe,Sr	Sb,K,Ca

A parte orgânica desses compósitos é constituída pelos sistemas BIS-GMA ( éter de bisfenol A e metacrilato de glicidila ) e TEGDMA ( trietilenoglicol-dimetacrilato ), conforme informações dos fabricantes, mostradas na Tabela II.

Tabela II - Composição orgânica, sistema de ativação e procedência dos compósitos

Compósitos	matriz orgânica	sist. de ativação	proced.
CONCISE	BISGMA + TEGDMA	QUÍMICO	3M do Brasil
HERCULITE XR	BISGMA + TEGDMA	FÍSICO	Sybron/Kerr

Também foram utilizadas duas substâncias-controle e três soluções fluoretadas no tratamento superficial das amostras, segundo as Tabelas III e IV.

Tabela III - Substâncias-controle utilizadas no tratamento superficial das amostras

SUBSTÂNCIAS-CONTROLE	pH*
Ácido fosfórico (0,7%)	0,0
Água destilada de-ionizada	5,0

\*pH obtido através de papel tornassol ( Universalindikator pH 0-14. Merck-Germany ).

Tabela IV - Soluções fluoretadas utilizadas no tratamento superficial das amostras

MATERIAL	COMPONENTES	QUANTIDADE	pH*
Fluoreto-fosfato acidulado (1,23%)	fluoreto de sódio	27,19g	4,0
	ácido ortofosfórico	6,8ml	
	água destilada de-ionizada	q.s.l.	
Gel de fluoreto-fosfato acidulado (1,23%) (Kerr)	-----	-----	2,5
Flúor neutro (0,2%)	fluoreto de sódio	2,0g	6,0
	água destilada de-ionizada	1000ml	

\*pH obtido através de papel tornassol ( Universalindikator pH 0-14. Merck-Germany).

As soluções de fluoreto-fosfato acidulado (1,23% e pH 4,0) e de flúor neutro (0,2% e pH 6,0), assim como o ácido fosfórico (0,7% e pH 0,0) foram obtidos no laboratório de Bioquímica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba. O gel de fluoreto-fosfato acidulado (1,23%), produzido pela KERR, foi adquirido em casa comercial de artigos odontológicos. A água destilada de-ionizada foi obtida pelo método tradicional. Ainda foi utilizada no experimento saliva natural, coletada do operador no momento do uso (pH 7,0).

## 4.2 MÉTODO

### 4.2.1 Confeccção dos corpos de prova

Foram confeccionados 50 corpos de prova para cada compósito odontológico, em temperatura ambiente de  $21 \pm 4^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 84,6%, em matrizes de teflon com diâmetro interno de 8,5mm por 1,5mm de altura, colocadas sobre uma lâmina de vidro de 1,0mm de espessura. Para o compósito Concise, a quantidade de material foi obtida dispondo as pastas base e catalisadora na proporção 1:1 em peso, utilizando 0,13g de cada pasta, pesadas em balança analítica ( E.Mettler H15 ), com espatulação por 20 segundos, conforme instruções do fabricante. Após a mistura das pastas com espátula plástica sobre bloco de papel impermeável, o material foi inserido na matriz, em pequenas porções, e compactado com condensador para amálgama nº2, tipo Ward (Duflex), até o preenchimento total da matriz ( Figura 1 ). Em seguida, sobre a matriz foi colocada outra lâmina de vidro da mesma espessura e, sobre esta, um peso de 500 gramas, até a polimerização do material, quando a amostra era retirada da matriz ( Figura 2 ).

O compósito Herculite XR foi condensado nas mesmas condições, utilizando-se 0,26g de pasta, pesada previamente na balança anteriormente citada. Sobre a matriz foi colocada outra lâmina de vidro de igual espessura, e aplicada leve pressão digital. O peso

de 500g não foi utilizado, com o objetivo de não dificultar a ativação física do compósito. O aparelho de luz visível utilizado foi o Heliomat (VIVADENT), por 60 segundos, em cada lado do corpo de prova.

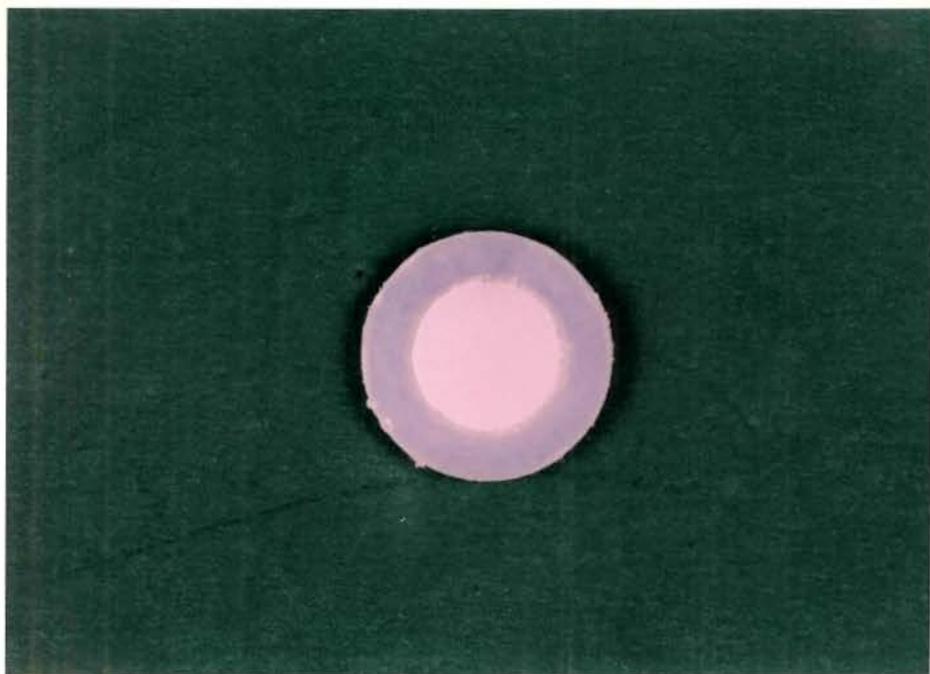


Figura 1 - Resina composta Concise inserida na matr

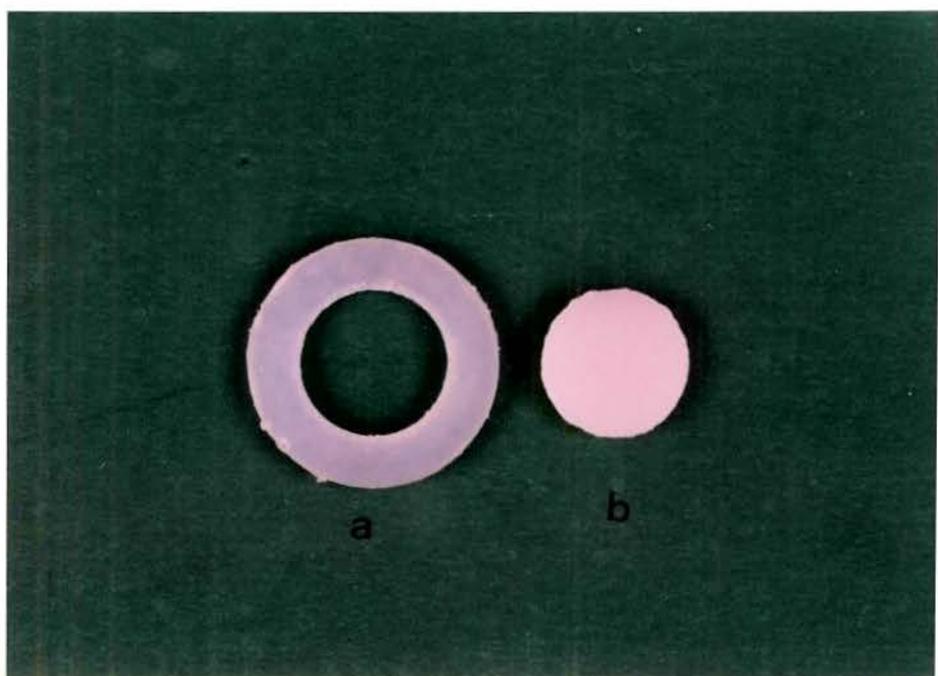


Figura 2 - a) Matriz de teflon; b) amostra

#### 4.2.2 Acabamento dos corpos de prova

Após a polimerização, os 50 corpos de prova de cada compósito foram divididos em 2 grupos ( controle e experimental ) contendo cada um 25 amostras. Em seguida, as amostras do grupo experimental foram submetidas ao acabamento com discos de lixa de dióxido de alumínio (Sof-lex, 3M) de granulação extrafina, em baixa rotação, com refrigeração a ar, por 60 segundos. As amostras do grupo- controle não foram submetidas a nenhum procedimento de acabamento superficial.

#### 4.2.3 Tratamento superficial dos corpos de prova

Para cada tipo de compósito, séries de cinco corpos de prova do grupo experimental foram submetidas ao tratamento superficial pelas substâncias-controle ou soluções fluoretadas. Assim, os corpos de prova eram colocados em frascos plásticos que continham 10ml de cada substância-controle ou solução fluoretada, por 4 minutos, em temperatura ambiente. Decorrido esse tempo, as amostras eram removidas dos frascos e armazenadas em saliva natural (pH 7,0) por 30 minutos, também à temperatura ambiente. Posteriormente, foram removidas da saliva e lavadas com água destilada de-ionizada (pH 5,0), por 30 segundos, com exceção das amostras imersas em gel, que foram lavadas por 60 segundos.

As amostras-controle, isto é, sem acabamento superficial pe-

los discos de lixa, foram submetidas às substâncias-controle e às soluções fluoretadas do mesmo modo que o descrito para o grupo experimental.

#### 4.2.4 Obtenção dos valores de rugosidade média e registros do perfil

Para a obtenção dos valores de rugosidade superficial, foi traçada com lápis-cópia uma pequena linha referencial numa das bordas, na altura do diâmetro do corpo de prova, com o objetivo de assinalar a área superficial onde as leituras seriam efetuadas ( Figura 3 ). Foi utilizado um perfilômetro Talysurf 10 (Taylor-Hobson) (Figura 4 ), o qual fornecia os valores numéricos da rugosidade superficial dos corpos de prova, permitindo, assim, determinar também a avaliação média quantitativa da área integrada do perfil da superfície <sup>40</sup>.

O rugosímetro foi operado nas seguintes condições técnicas: "Meter-Cut-Off", para registro de rugosidade média (Ra), em 0,8mm; ampliação vertical (Vv), em 5000x; pressão do estilete sobre o corpo de prova de 100mgf; e a voltagem na escala de 115 a 120V. O estilete percorria a amostra em baixa velocidade, seguindo a linha virtual central. Assim, eram obtidas 5 leituras em cada amostra, correspondendo a cinco pontos situados ao longo da superfície. Os valores aritméticos das médias da rugosidade foram registrados diretamente, em micrometros, através do mostrador do rugosímetro<sup>40</sup>.



Figura 3 - Corpo de prova demarcado



Figura 4 - Rugosímetro Talysurf 10 Taylor-Hobson

- a) amplificador-registrador;
- b) unidade transversal;
- c) "pick-up" ( estilete ).

As amostras-controle foram analisadas antes e após o tratamento superficial com as substâncias-controle e soluções fluoretadas, totalizando 500 leituras. As amostras experimentais, isto é, com acabamento pelos discos, foram analisadas antes e após o acabamento e após o tratamento superficial, com as mesmas soluções fluoretadas e substâncias-controle usadas nos corpos de prova-controle, totalizando 750 leituras.

#### 4.2.5 Microscopia eletrônica de varredura

A análise microscópica e as fotomicrografias das superfícies foram feitas nas amostras metalizadas com ouro, num microscópio eletrônico de varredura ( Cambridge Stereoscan S4-10 ), operado em voltagem acelerada de 20Kv. Os aumentos foram de 1.000 e 5.000x no negativo, e o filme utilizado foi o Neopan SS, 35mm (Fuji).

## 5 - RESULTADOS

## 5 - RESULTADOS

Os resultados obtidos por meio do perfilômetro foram submetidos à análise estatística, empregando delineamento experimental com parcelas subdivididas (Split-Plot)<sup>7</sup>. Nas parcelas foram dispostas as resinas compostas; nas subparcelas, as soluções fluoretadas e as substâncias-controle. A comparação entre médias, soluções fluoretadas e substâncias-controle foi feita pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para maior facilidade, este capítulo foi dividido em subtens, relacionando-se a combinação das soluções fluoretadas e das substâncias-controle com amostras-controle, amostras experimentais e todas as amostras, comparando-se as duas resinas compostas utilizadas no trabalho.

### 5.1 Comparação das amostras do grupo-controle ( sem acabamento ):

O delineamento experimental demonstrou que Concise e Herculite XR comportaram-se de maneira semelhante frente às substâncias-controle. Quanto às soluções fluoretadas, houve exceção ao flúor gel. Esse fato pode ser observado na Tabela V e na Figura 5, onde o Concise aparece com média 0,1330, e o Herculite XR, com média 0,0614.

A Figura 5.a compara os resultados das duas resinas compostas, sem acabamento (grupo-controle), submetidas ao ataque pelo flúor gel.

Tabela V - Médias de rugosidade superficial, em micrometros, das amostras sem acabamento (grupo-controle)

Substância/Solução	CONCISE	HERCULITE XR
Água destilada	0,0457 (a)	0,0543 (a)
Ácido fosfórico (0,7%)	0,0528 (a)	0,0495 (a)
Flúor gel (1,23%)	0,1330 (b)	0,0614 (a)
Flúor neutro (0,2%)	0,0762 (a)	0,0685 (a)
Fluoreto-fosfato acidulado (1,23%)	0,0528 (a)	0,0612 (a)

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## SEM ACABAMENTO

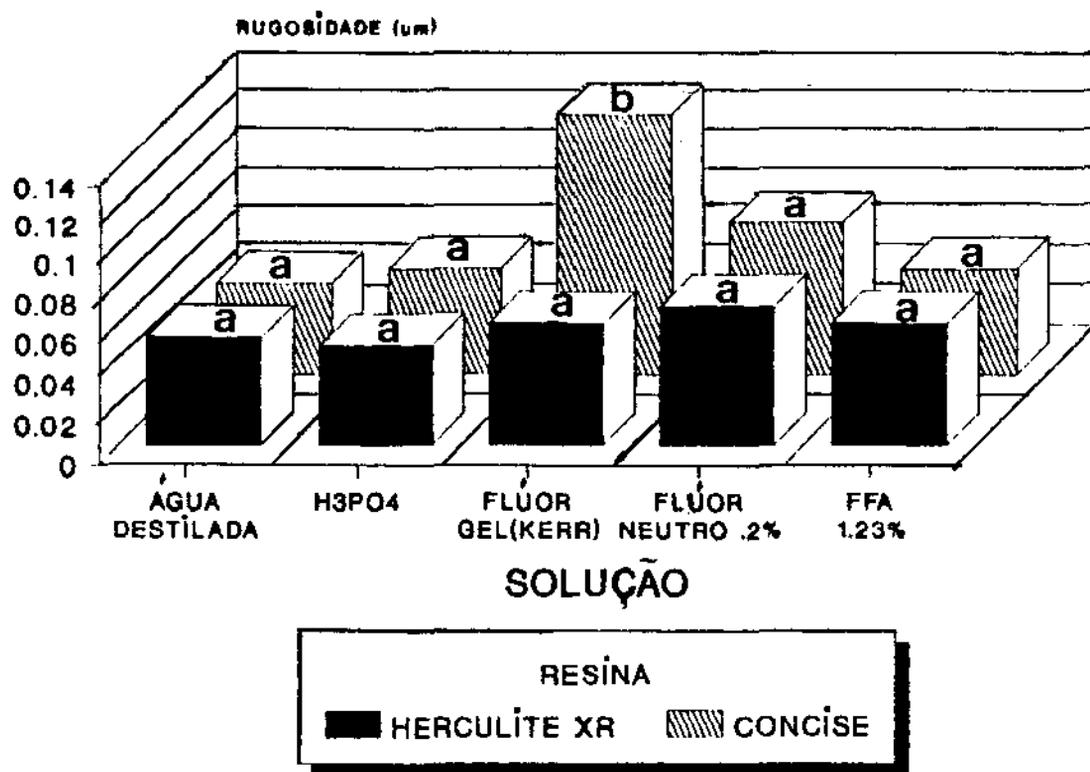


Figura 5 - Comparação gráfica dos compósitos sem acabamento (grupo-controle) em relação às soluções fluoretadas e às substâncias-controle.

Barras seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## ANÁLISE DE FLÚOR-GEL SEM ACABAMENTO

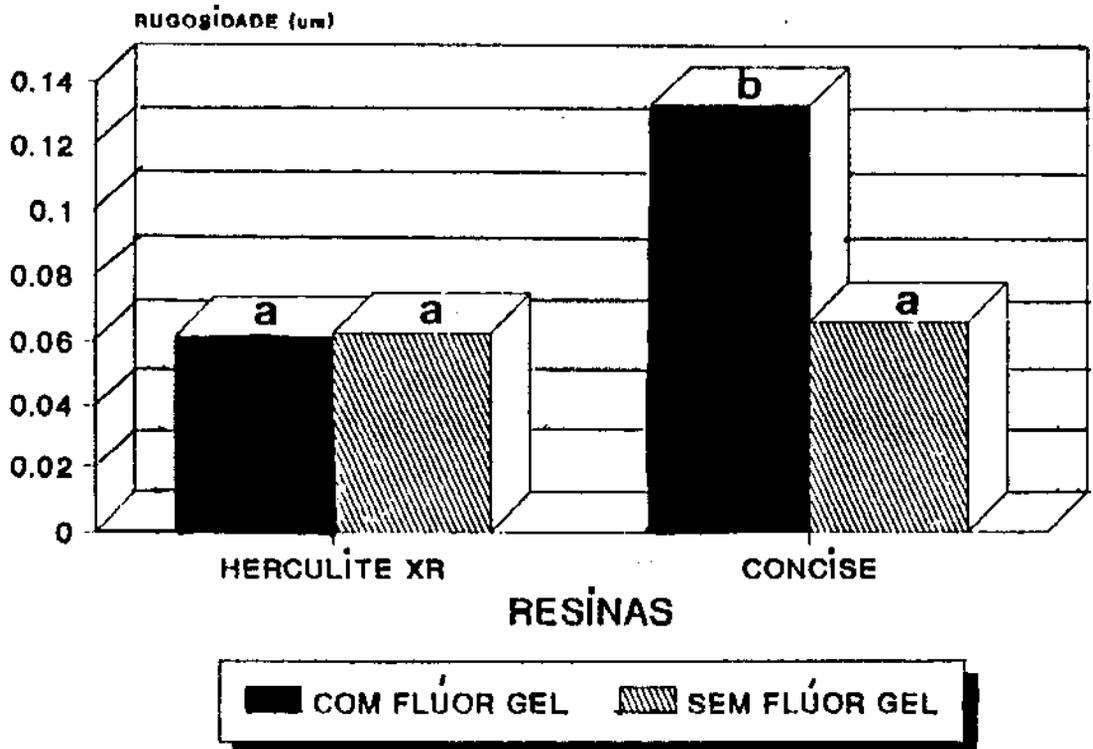


Figura 5.a - Análise gráfica do flúor gel (1,23%) nas amostras de Concise e Herculite XR, sem acabamento (grupo-controle).

Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 5.2 Comparação das amostras do grupo experimental ( com acabamento ):

Os resultados são mostrados na Tabela VI e na Figura 6. Quando foram utilizadas as substâncias-controle no tratamento superficial, constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa em relação aos dois compósitos. Já em relação às soluções fluoretadas, foi observada variabilidade no Concise e no Herculite XR. Quanto ao Concise, notou-se influência significativa em relação ao flúor neutro 0,2%, enquanto no Herculite XR a variabilidade foi muito grande em relação ao flúor gel (1,23%). Ambos compósitos comportaram-se de maneira semelhante em relação ao fluoreto-fosfato acidulado (1,23%).

Tabela VI - Médias de rugosidade superficial, em micrometros, das amostras com acabamento (grupo experimental).

Substância/Solução	CONCISE	HERCULITE XR
Água destilada	0,0997 (a)	0,1051 (a)
Ácido fosfórico (0,7%)	0,0909 (a)	0,1041 (a)
Flúor gel (1,23%)	0,1102 (a)	0,2098 (b)
Flúor neutro (0,2%)	0,2189 (b)	0,1623 (a)
Fluoreto-fosfato acidulado (1,23%)	0,1231 (a)	0,0896 (a)

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## COM ACABAMENTO

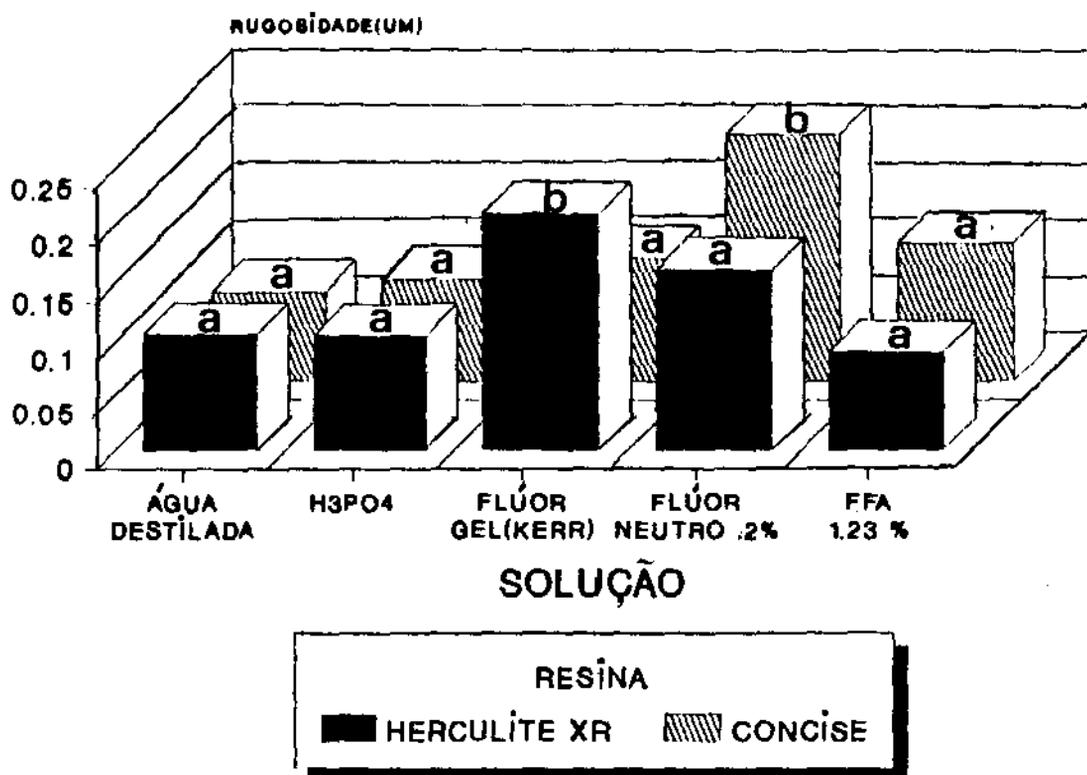


Figura 6 - Comparação gráfica dos compósitos com acabamento (grupo experimental) em relação às soluções fluoretadas e às substâncias-controle.

Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

### 5.3 Comparação das amostras dos grupos controle e experimental:

A análise estatística através do delineamento experimental permitiu confirmar o efeito do acabamento com lixas no aumento da rugosidade das amostras de compósitos e a efetividade da ação das substâncias-controle e soluções fluoretadas.

O Concise, com acabamento, sofreu maior influência do flúor neutro (0,2%), o que não aconteceu quando foi utilizado o flúor gel sobre as amostras com e sem acabamento (Tabela VII e Figura 7). O flúor gel (Kerr) foi a solução que provocou mais interferência no compósito Herculite XR com acabamento. Os resultados aparecem na Tabela VIII e na Figura 8.

Tabela VII - Médias de rugosidade superficial, em micrometros, das amostras de Concise ( sem e com acabamento )

Substância/Solução	Sem acab.	Com acab.
Água destilada	0,0457 (a)	0,0997 (b)
Ácido fosfórico (0,7%)	0,0528 (a)	0,0909 (b)
Flúor gel (1,23%)	0,1330 (b)	0,1102 (b)
Flúor neutro (0,2%)	0,0762 (a)	0,2189 (b)
Fluoreto-fosfato acidulado (1,23%)	0,0528 (a)	0,1231 (b)

Tabela VIII - Médias de rugosidade superficial, em micrometros, das amostras de Herculite XR ( sem e com acabamento )

Substância/Solução	Sem acab.	Com acab.
Água destilada	0,0543 (a)	0,1051 (b)
Ácido fosfórico (0,7%)	0,0495 (a)	0,1041 (b)
Flúor gel (1,23%)	0,0614 (a)	0,2098 (b)
Flúor neutro (0,2%)	0,0685 (a)	0,1623 (b)
Fluoreto-fosfato acidulado (1,23%)	0,0612 (a)	0,0896 (b)

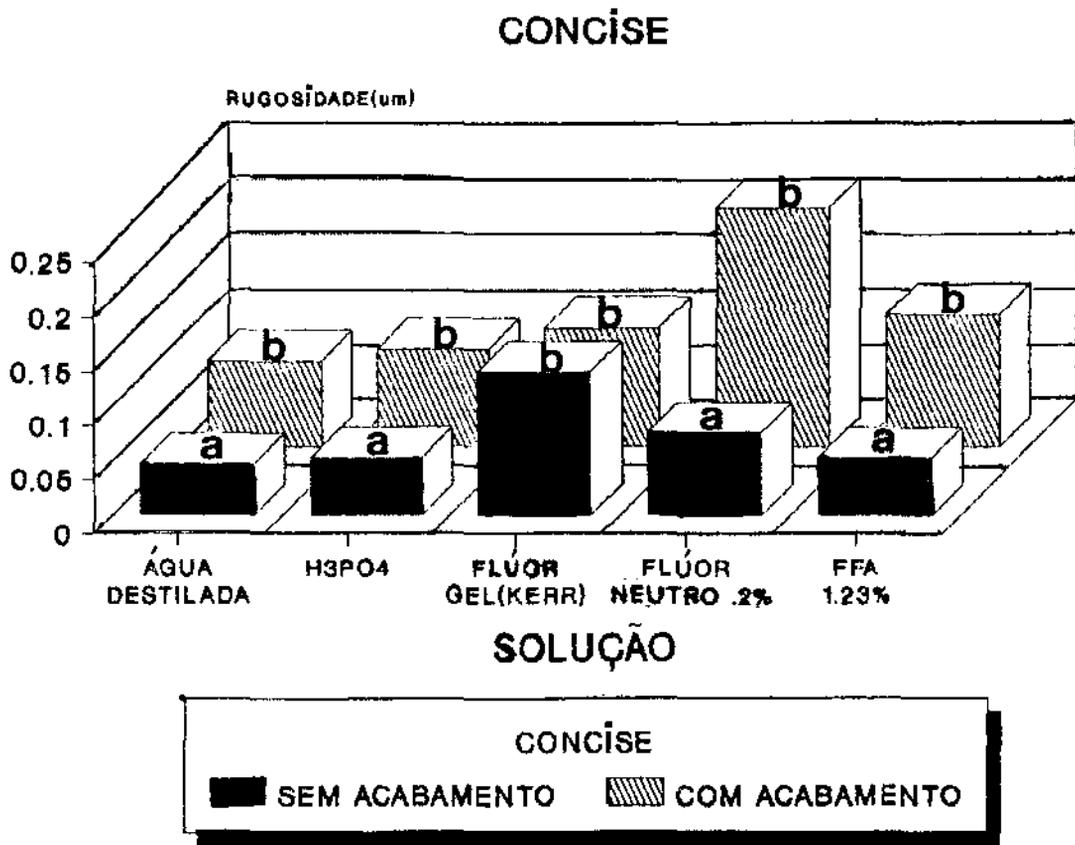


Figura 7 - Comparação gráfica das amostras de Concise, sem e com acabamento, em relação ao emprego das soluções fluoretadas e substâncias-controle.

Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## HERCULITE

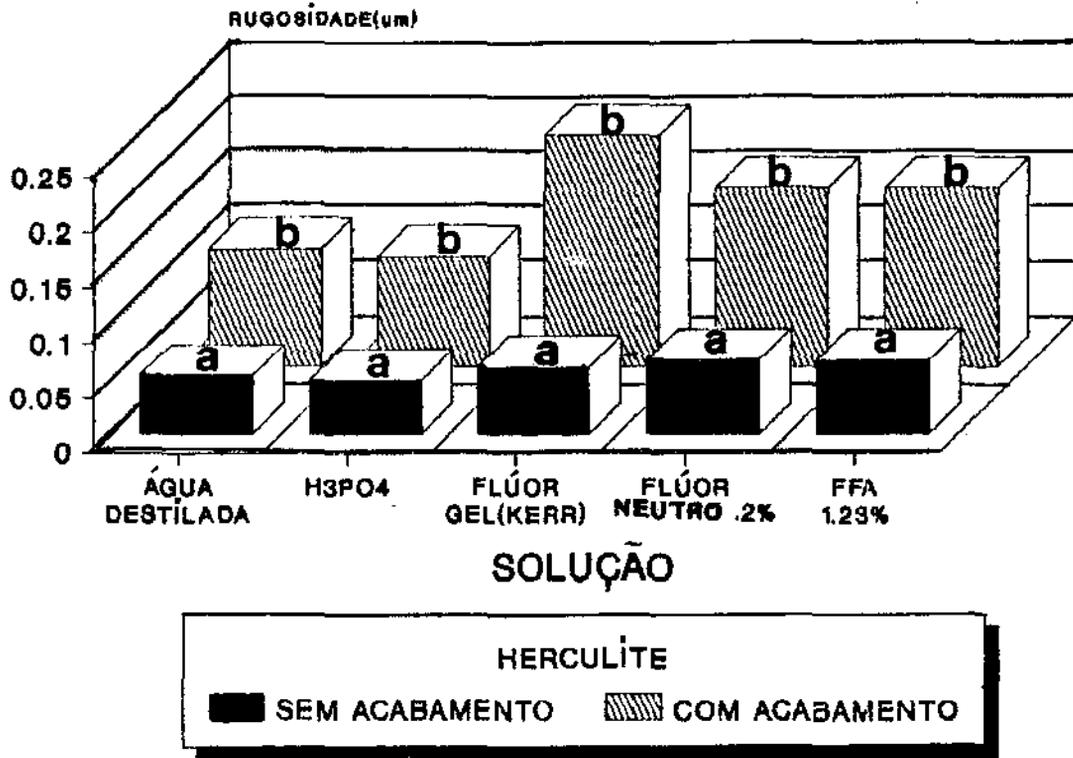


Figura 8 - Comparação gráfica das amostras de Herculite XR, com e sem acabamento, em relação ao emprego das soluções fluoretadas e substâncias-controle.

Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

#### 5.4 Microscopia eletrônica de varredura

As fotomicrografias dos grupos controle e experimental de Concise e Herculite XR provenientes dos resultados obtidos através do rugosímetro são mostradas nas Figuras 9, 10, 11, 12 e 13.

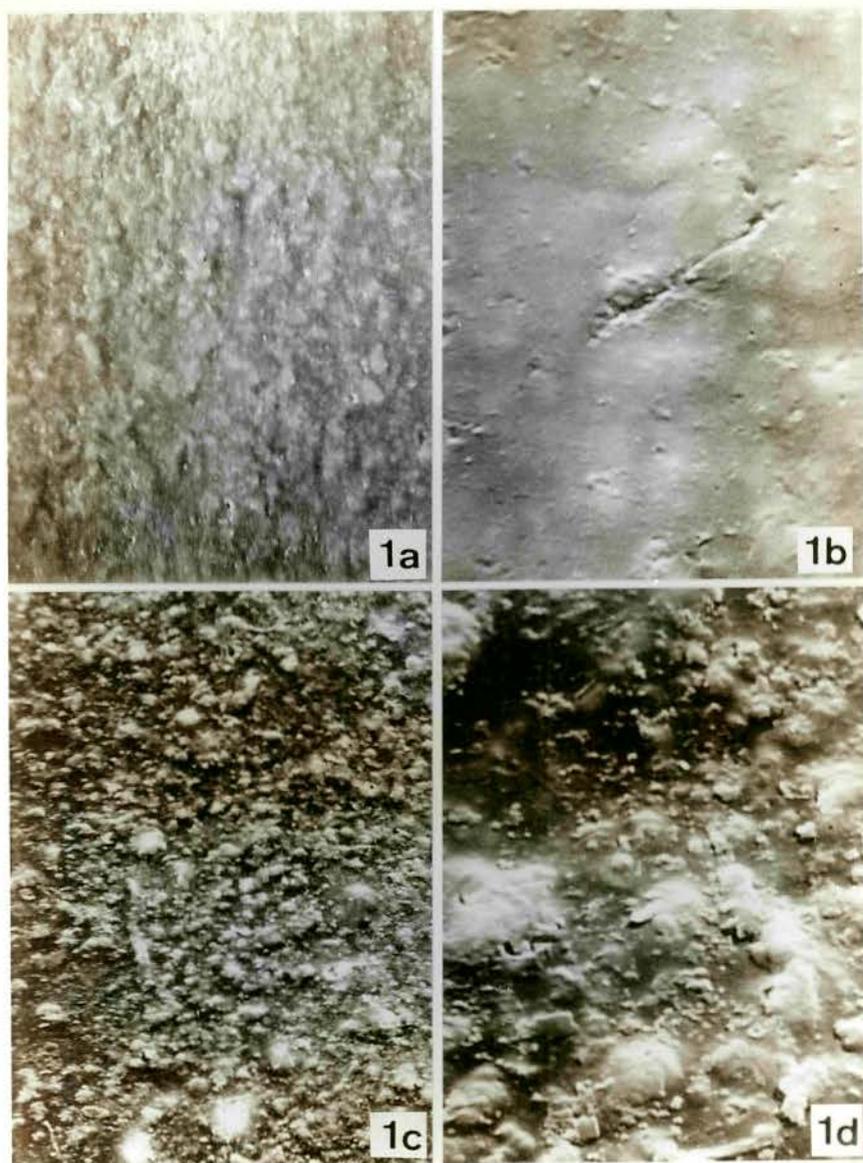


Figura 9 - Aspectos fotomicrográficos das amostras de  
( grupo-controle )

1a - Sem tratamento superficial pelas substâncias-cont  
soluções fluoretadas ( x 1.000 )

1b - Sem tratamento superficial pelas substâncias-cont  
soluções fluoretadas ( x 5.000 )

1c - Após ataque pelo flúor gel ( x 1.000 )

1d - Após ataque pelo flúor gel ( x 5.000 )

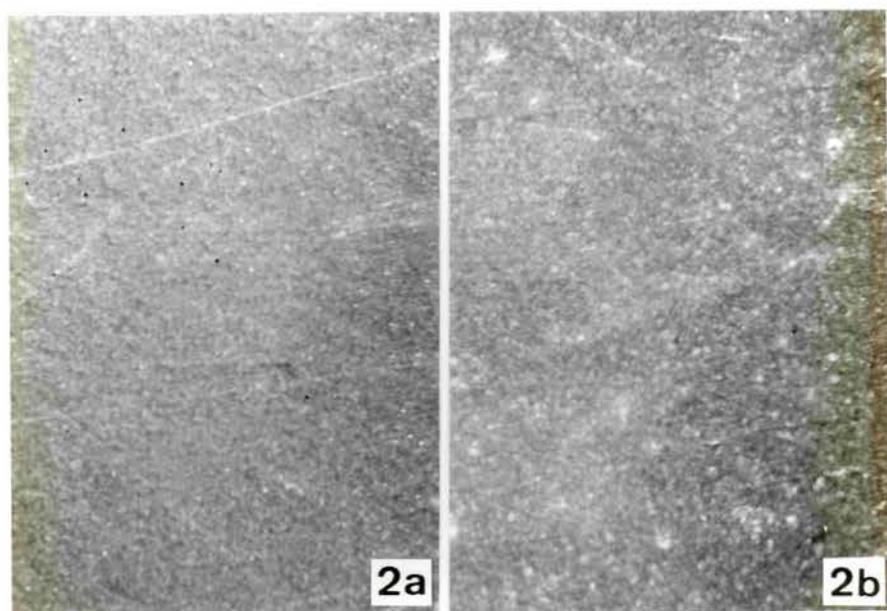


Figura 10 - Aspectos fotomicrográficos das amostras de lite XR ( grupo-controle )

2a - Sem tratamento superficial pelas substâncias-c ou soluções fluoretadas ( x 1.000 )

2b - Após tratamento superficial com flúor gel ( x 1.0

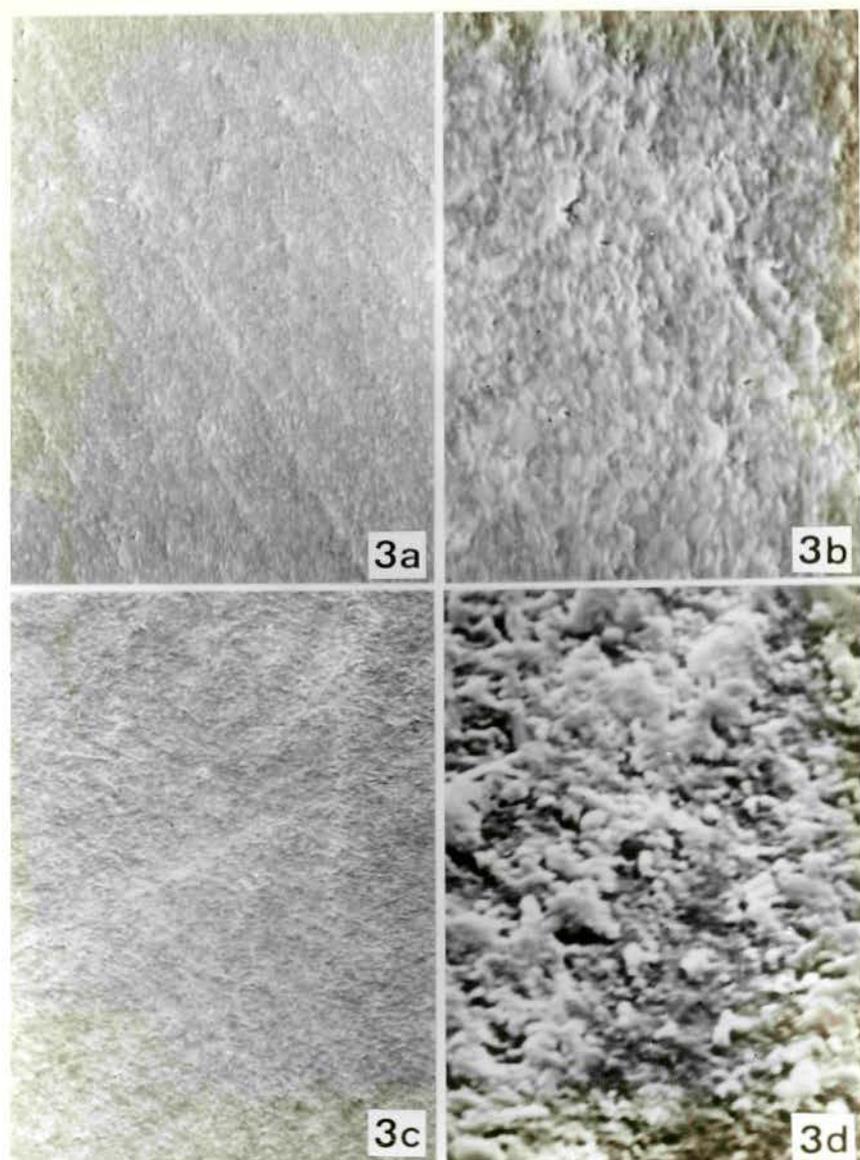


Figura 11 - Aspectos fotomicrográficos das amostras de  
lite XR ( grupo experimental )

3a - Sem tratamento superficial pelas substâncias-cont  
soluções fluoretadas ( x 1.000 )

3b - Sem tratamento superficial pelas substâncias-cont  
soluções fluoretadas ( x 5.000 )

3c - Após ataque pelo flúor gel ( x 1.000 )

3d - Após ataque pelo flúor gel ( x 5.000 )

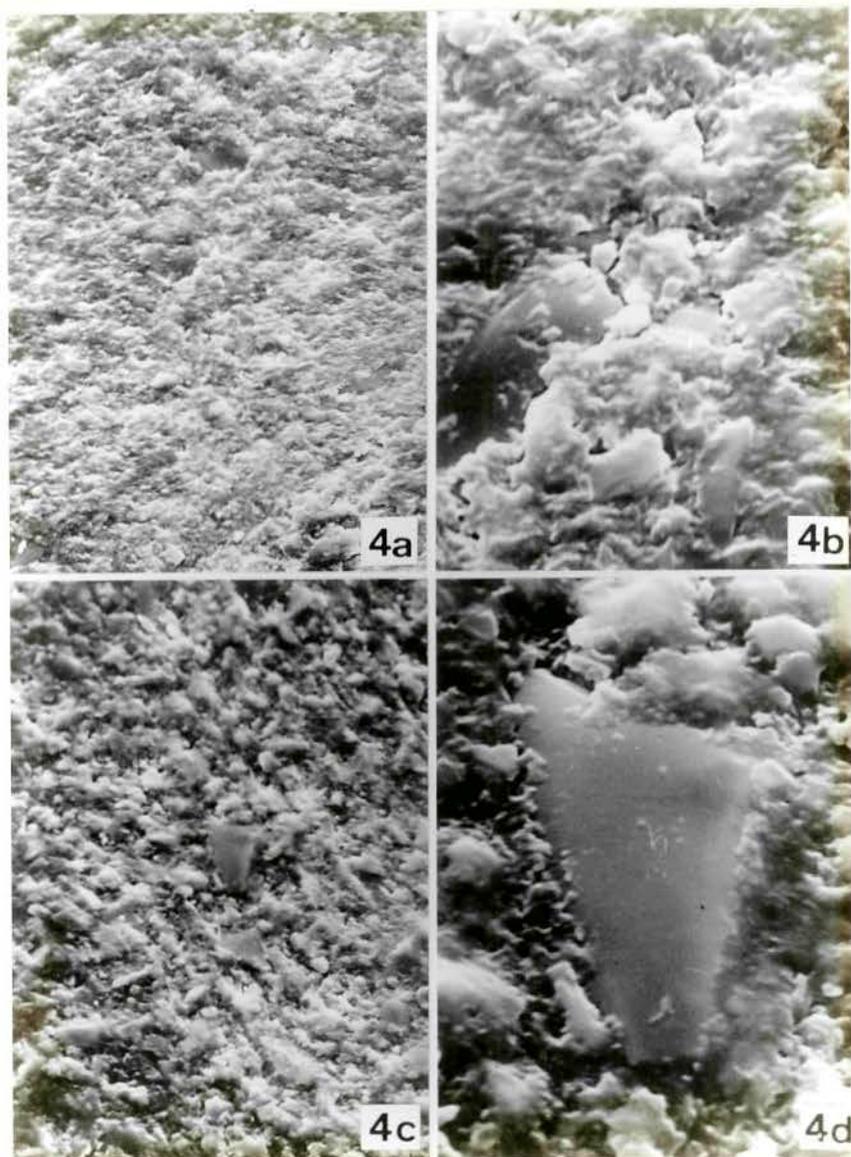


Figura 12 - Aspectos fotomicrográficos das amostras de se ( grupo experimental )

4a - Sem tratamento superficial pelas substâncias-c ou soluções fluoretadas ( x 1.000 )

4b - Sem tratamento superficial pelas substâncias-c ou soluções fluoretadas ( x 5.000 )

4c - Após ataque pelo flúor neutro ( x 1.000 )

4d - Após ataque pelo flúor neutro ( x 5.000 )

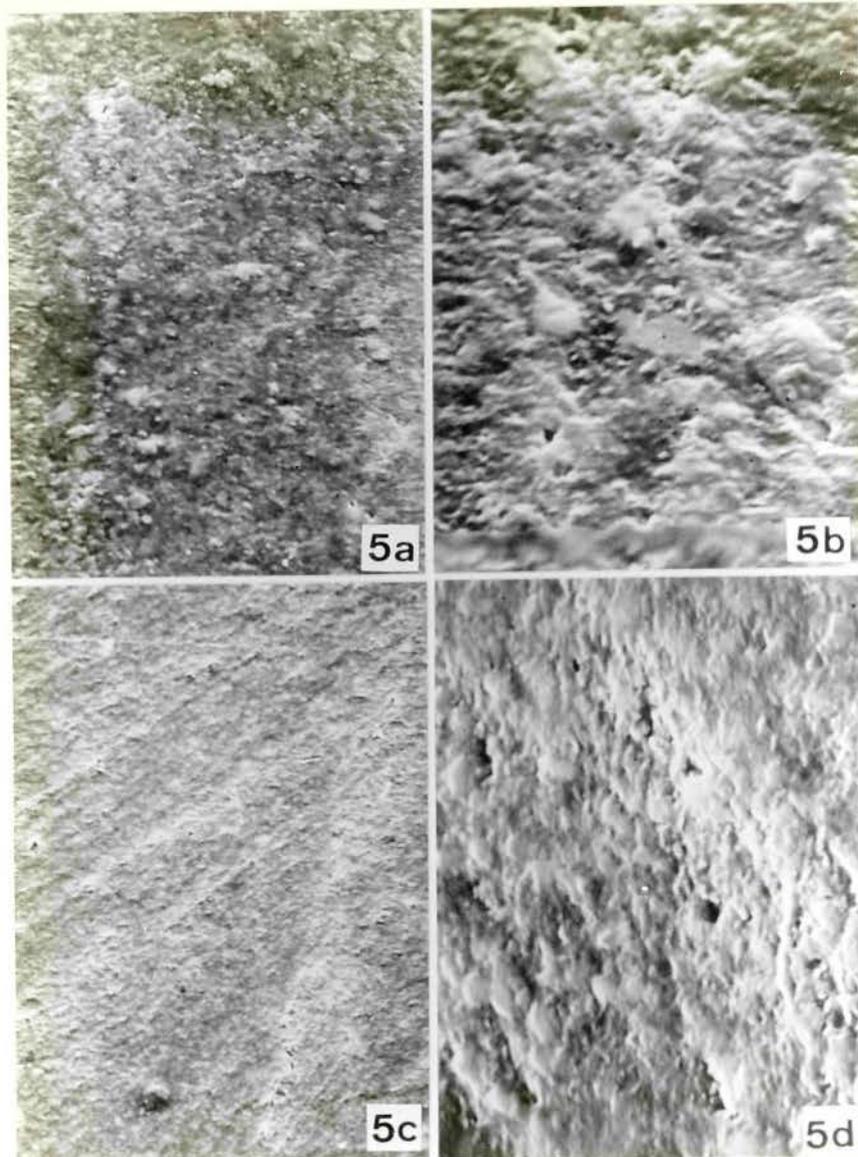


Figura 13 - Aspectos fotomicrográficos das amostras de  
se e de Herculite XR ( grupo experimental )

5a - Concise após tratamento superficial com flúor gel  
( x 1.000 )

5b - Concise após tratamento superficial com flúor gel  
( x 5.000 )

5c - Herculite XR após tratamento superficial com flúor  
tro ( x 1.000 )

5d - Herculite XR após tratamento superficial com flúor  
tro ( x 5.000 )

6 - DISCUSSÃO

## 6 - DISCUSSÃO

No presente trabalho, os resultados obtidos através do perfilômetro permitiram-nos avaliar o efeito das soluções fluoretadas e das substâncias-controle sobre a superfície dos compósitos Concise e Herculite XR.

Assim, quando as medidas de rugosidade foram efetuadas nas superfícies das amostras-controle (sem acabamento com lixas), foi possível observarmos o fato de que ambos, Concise e Herculite XR, comportaram-se de maneira semelhante frente às substâncias-controle; isto é, não houve diferenças estatísticas significativas quanto ao nível de rugosidade superficial produzido pelo tratamento. Portanto, isso significa que o poder de ataque superficial do ácido fosfórico 0,7% e da água destilada sobre os compósitos Concise e Herculite XR foi semelhante, nas condições propostas pelo trabalho. Isso deve-se possivelmente ao fato de o ácido fosfórico degradar o vidro somente a altas temperaturas <sup>29</sup>.

O mesmo comportamento foi apresentado pelas soluções fluoretadas nas amostras-controle, com exceção do flúor gel (1,23%), que produziu maior rugosidade superficial nos corpos de prova confeccionados com Concise.

Essa diferença no nível de rugosidade entre compósitos atacados pela mesma solução talvez possa ser explicada na afirmação de KULA et al. <sup>10</sup>, em que as resinas compostas formuladas com partículas de sílica mostram diferentes comportamentos em relação ao

tamanho de suas cargas ( Tabela V e Figura 5.a ).

Assim, o Concise, sendo considerado um compósito de macropartículas ( 30 a 50  $\mu\text{m}$  ) <sup>19</sup>, explicaria o fato de a superfície das amostras desse material ( Figura 9 - 1c e 1d ) quando exposta ao flúor gel apresentar-se com maior porosidade, o que poderia causar, no meio bucal, irritação gengival e manchas na restauração, como demonstraram GONZALEZ et al. <sup>14</sup>.

Comparando as fotomicrografias da Figura 9 - 1c e 1d notamos ainda que o Concise apresentou formações de cristais inorgânicos que sofreram arredondamento de suas bordas. Esse resultado também foi verificado por NUTI SOBRINHO et al. <sup>22</sup>, quando avaliaram a influência da mesma solução ( flúor gel 1,2% ) sobre amostras de Adaptic e Simulate.

Reforçando essa hipótese, por analogia, podemos citar também as afirmações de SCHLISSEL, MELNICK e RIPA <sup>23</sup>, e JONES <sup>14</sup> de que, entre as soluções fluoretadas, o flúor gel (1,23%) também ocasionou a mais significativa rugosidade superficial nas porcelanas odontológicas. Já nas amostras de Herculite XR, considerado compósito híbrido com partículas entre 0,5 a 1,5  $\mu\text{m}$  <sup>19</sup>, o flúor gel parece não ter exercido a mesma influência de ataque à superfície do corpo de prova, como mostra a Figura 10. Por meio dessas figuras, observamos que a superfície da amostra parece não ter sofrido alterações significativas quando recebeu tratamento superficial e foi comparada com a superfície não tratada com flúor gel ( 1,23% ).

De uma maneira geral, outro aspecto que deve ser considerado como coadjuvante do ataque superficial refere-se ao nível de po-

limerização da matriz orgânica. De acordo com von FRAUNHOFER <sup>41</sup> e MITCHEM <sup>23</sup>, os compósitos não têm sua polimerização concretizada totalmente logo após a confecção da restauração, o que promoveria absorção de água e conseqüente degradação hidrolítica. Esta polimerização incompleta seria devida à reação do oxigênio atmosférico com os radicais livres do compósito, que poderia impedir a propagação da cadeia polimérica e a consolidação da ligação cruzada, responsáveis pela estrutura altamente polimerizada do material.

Por outro lado, nessa estrutura enfraquecida, segundo BOWEN e CLEEK <sup>2</sup>, as condições alcalinas na interface assim como a presença de íons-flúor também podem despolimerizar a sílica interfacial ou o polisiloxano ou ambos. Possivelmente, a polimerização incompleta aumentaria a susceptibilidade da resina composta à despolimerização, produzindo um amolecimento químico que, no entender de WU e Mc KINNEY <sup>42</sup>, iria expor maior quantidade de partículas de carga, causando, assim, maior rugosidade superficial.

Embora o principal objetivo na confecção de restaurações com resinas compostas seja a obtenção de uma superfície lisa, obtida pela tira de poliéster, a sua execução clínica nem sempre é possível. Por isso, são utilizadas técnicas e procedimentos de acabamento, os quais infelizmente ocasionam alguma rugosidade superficial no compósito, que certamente promoverá melhores condições para a aderência da placa bacteriana, descoloração e degradação superficial das restaurações, situações clínicas totalmente indesejáveis. Segundo explicaram GLANTZ e LARSSON <sup>43</sup>, e TOLLEY, O'BRIEN e DENNISON <sup>24</sup>, as irregularidades produzidas pelo abra-

sivo acontecem em decorrência de as partículas de carga serem mais duras que a matriz polimérica.

Nesta pesquisa, procuramos um instrumento para acabamento que proporcionasse desgaste gradativo, e permitisse a obtenção da superfície menos irregular possível. Os trabalhos de van DIJKEN, MEURMAN e JRVINEN <sup>29</sup>, LUTZ, SETCOS e PHILLIPS <sup>30</sup>, e de CHRISTENSEN <sup>4</sup> mostraram que os discos de dióxido de alumínio (Sof-lex), granulação superfina, proporcionam a obtenção de uma superfície mais lisa em resinas de macropartículas e em resinas híbridas, razão pela qual este abrasivo foi escolhido para o acabamento das nossas amostras.

Entretanto, apesar desse cuidado, quando as amostras experimentais foram submetidas ao acabamento com lixas, houve acréscimo da rugosidade superficial, causado pela abrasividade dos materiais de acabamento sobre a superfície polida, resultante do contato da resina com a placa de vidro, durante a polimerização. Os discos Sof-lex produziram rugosidades, nos corpos de prova, estatisticamente significativas quando comparadas com a rugosidade das amostras sem acabamento ( Figuras 7 e 8 ).

Assim, quando as medidas de rugosidade também foram efetuadas nas superfícies das amostras experimentais ( com acabamento ), submetidas à ação das substâncias-controle ( ácido fosfórico 0,7% e água destilada ), notamos que ambos compósitos comportaram-se de maneira semelhante, indicando que não houve diferenças estatisticamente significantes entre eles. Entretanto, quando foram utilizadas as soluções fluoretadas, observamos que o flúor gel (1,23%) exerceu alteração significativa na superfície do compósito

Herculite XR. Já em relação ao Concise, constatamos que o flúor neutro (0,2%) foi a única solução fluoretada que exerceu alteração significativa em sua superfície. Estes resultados podem ser observados na Tabela VI e na Figura 6.

A união entre partículas inorgânicas e resina orgânica é dada pela silanização das partículas de carga existentes nas resinas compostas <sup>27,28</sup>. De acordo com BASCOM <sup>4</sup>, a camada de silano que recobre as partículas permite trajetória fácil para a entrada de água na região da interface, o que provavelmente facilitaria a remoção das partículas de carga da matriz resinosa. Somando-se a esse fato, o acabamento superficial do compósito provavelmente causaria remoção do silano das partículas superficiais, expondo-as à ação deletéria das soluções e substâncias utilizadas no estudo.

Conforme KULA, NELSON e THOMPSON <sup>17</sup>, a composição da carga parece influenciar o grau de degradação dos compósitos. Assim, segundo CHARLES <sup>29</sup>, íons-hidrogênio provenientes da água substituem o bário, que sofre lixiviamento para manter o balanceamento da carga. Com base nessas informações, o bário, componente principal do Herculite XR <sup>18</sup>, permitiria a ocorrência de alta solubilidade das partículas inorgânicas quando submetidas ao ataque pela água ou meio oral <sup>30,31</sup>. Esse fato poderia ser explicado pela alcalinidade do bário que pode reduzir a inércia da interface resina-carga <sup>32</sup>. A longo prazo, como consequência, haveria fracasso adesivo, o que caracterizaria o mecanismo de corrosão do vidro pela água. Portanto, o fato de os locais com grupos reativos Si OH do bário, por unidade de área na superfície das partículas,

serem menores quando relacionados com o silício <sup>13</sup> poderia indicar que a resistência à união partícula-matriz é pequena, permitindo que o ácido fluorídrico existente no gel entrasse em contato com as partículas de Herculite XR com maior agressividade. Isso causaria o ataque do vidro <sup>24</sup> promovendo uma superfície porosa <sup>45</sup>, causada pelo lixiviamento das partículas de vidro. Essas informações certamente explicariam a alteração superficial significativa obtida nesse estudo, com amostras de Herculite XR, quando submetidas à ação do flúor gel (1,23%).

Entretanto, no entender de Mc KINNEY <sup>21</sup> existe ainda o fato de que as resinas com pequenas partículas possuem maior área de superfície total, tornando-se mais vulneráveis ao ataque químico. Assim, os elementos alcalinos (Na, K ou Li) existentes no vidro provavelmente catalisam a hidrólise da sílica interfacial<sup>26</sup> com prejuízo à durabilidade da união entre vidro e agente de união silano <sup>25</sup>. A Figura 11 permite-nos observar as superfícies das amostras de Herculite XR, com acabamento. Ali também evidenciamos um nítido aumento de porosidade, provavelmente causada pelo lixiviamento das partículas inorgânicas.

Quanto às amostras de Concise, observamos que os resultados apresentados pelo rugosímetro ( Tabela VI )mostram um significativo aumento de rugosidade quando expostas ao fluoreto neutro 0,2%. Segundo GOES <sup>13</sup>, no silício, considerado componente principal desta resina composta, existe grande número de grupos reativos (Si OH) que reagem com o agente de união, aumentando a resistência da adesão das partículas dentro da matriz orgânica. Isso deve-se à estrutura cristalina do quartzo, com regularidade na dis-

tância entre as ligações interatômicas, enquanto que as formas vítreas, com distribuição irregular e desordenada nas ligações Si-O-Si, são mais sujeitas aos esforços provocados pelo meio do que as ligações existentes na rede cristalina do quartzo.

Além disso, segundo SDERHOLM <sup>34</sup>, o quartzo não é muito atacado pela água, diferindo das partículas vítreas, como bário e o estrôncio. À par dessas afirmações, WIEDERHORN e BOLZ <sup>48</sup> relataram que o quartzo é muito mais resistente que os vidros que contêm sódio, o que estaria de acordo com os resultados apresentados pelas amostras obtidas com Concise.

A redução na liberação de íons-hidrôxi nos compósitos não é completamente explicada. Poderia ser resultante da menor reatividade da superfície do vidro ou pelo fato de o silano ser hidrofóbico e reduzir a quantidade de água na interface do vidro <sup>34</sup>. Os resultados das amostras de Concise, com acabamento, aparecem ilustrados na Figura 12. Observamos nestas fotomicrografias que não houve aparente arredondamento dos cristais de quartzo e sim uma provável dissolução da camada orgânica superficial, que provocou rugosidade significativa devido ao tamanho das partículas de quartzo.

A Figura 13 serve para reafirmar que as amostras experimentais de Concise e de Herculite XR não foram influenciadas, respectivamente, pelas soluções de flúor gel (1,23%) e de flúor neutro (0,2%), confirmando assim os dados da Tabela VI.

Portanto, comparando as amostras de ambos os compósitos ( com e sem acabamento com lixas ), parece-nos ser possível explicar o fato fazendo analogia com as porcelanas dentais. Nesses mate-

riais, formulados principalmente por quartzo, o "autoglazeamento" impediria, segundo SCHLISSEL, MELNICK e RIPA<sup>36</sup>, COPPS et al.<sup>37</sup>, WUNDERLICH e YAMAN<sup>44</sup>, RAWSON et al.<sup>45</sup> e JONES<sup>46</sup>, o ataque da solução de flúor neutro. Nos corpos de prova sem acabamento, o polimento superficial promovido pela lâmina de vidro, durante a confecção das amostras, parece ter protegido as partículas dos compósitos contra a ação das soluções fluoretadas, pelo menos durante as condições propostas neste trabalho.

Verificamos ainda que a água destilada e o ácido fosfórico 0,7% não produziram efeito estatisticamente significativo nas amostras dos grupos controle e experimental ( Figuras 5 e 6 ), quando comparadas com os resultados produzidos pelas soluções fluoretadas, com exceção de flúor gel(1,23%) x Concise sem acabamento; flúor neutro(0,2%) x Concise com acabamento; e flúor gel (1,23%) x Herculite XR com acabamento.

## 7 - CONCLUSÃO

## 7 - CONCLUSÃO

A análise dos resultados sobre rugosidade superficial produzida pelas soluções fluoretadas e substâncias em compósitos permitiu-nos concluir que:

1) Nas amostras do grupo-controle ( sem acabamento com discos de lixa ), a rugosidade superficial provocada pelas soluções fluoretadas não apresentou diferenças significativas quando comparada com a produzida pelas substâncias-controle, com exceção do flúor gel (1,23%), que mostrou resultados significativos apenas no Concise;

2) Nas amostras do grupo experimental ( com acabamento com discos de lixa ), os resultados apenas foram estatisticamente significativos quando o compósito Herculite XR foi atacado pela solução de flúor gel (1,23%) e o Concise sofreu ataque da solução de flúor neutro (0,2%);

3) As substâncias-controle ( água destilada e ácido fosfórico 0,7% ) não produziram rugosidade estatisticamente significativa entre as amostras ( controle e experimental ), confeccionadas com os dois compósitos;

4) As fotomicrografias obtidas com microscopia eletrônica de varredura ofereceram subsídios relevantes para a observação visual da rugosidade superficial dos compósitos promovida pelas soluções fluoretadas e pelas substâncias-controle.

8 - RESUMO

## 8 - RESUMO

A rugosidade superficial dos compósitos recém-polimerizados frente à ação de substâncias-controle e soluções fluoretadas e a utilização da microscopia eletrônica de varredura como observação visual dos resultados foram o propósito deste trabalho.

Foram utilizados dois compósitos ( Concise e Herculite XR ), sendo confeccionados 50 corpos de prova de cada material, que foram divididos em 2 grupos ( controle e experimental ). O grupo experimental foi submetido ao acabamento com discos Sof-lex (3M), diferindo do grupo controle, que não sofreu acabamento superficial. De cada tipo de compósito, cinco amostras foram expostas à ação de cada substância-controle ( água destilada e ácido fosfórico 0,7% ) ou de soluções fluoretadas ( solução de fluoreto fosfato acidulado 1,23%; gel de fluoreto-fosfato acidulado 1,23%; e, flúor neutro 0,2% ), por 4 minutos.

Em seguida, as amostras foram levadas ao rugosímetro (Talysurf 10) para obtenção dos valores de rugosidade média. O estilete percorreu a linha central de cada amostra fornecendo 5 leituras, em micrometros, permitindo assim a avaliação média quantitativa da área integrada do perfil da amostra.

Os resultados indicaram que, nas amostras-controle ( sem acabamento com lixas ), os compósitos Herculite XR e Concise comportaram-se de modo semelhante em relação às soluções fluoretadas, com exceção do flúor gel 1,23% (Kerr) que foi significativa para

Concise. Quanto às amostras experimentais ( com acabamento com lixas ), os valores de rugosidade superficial foram estatisticamente significantes para Concise x flúor neutro 0,2%, e Herculite XR x flúor gel 1,23% (Kerr). Observou-se também que as substâncias-controle não exerceram influência estatisticamente significativa nas amostras-controle e experimental das resinas compostas.

9 - "SUMMARY"

## 9 - "SUMMARY"

The superficial roughness of the recently cured composites leading the activity of control substances and fluoride solutions, the use of scanning electron microscopy (SEM) as visual observation of the results was the purpose of this paper.

Two composite resins were employed (Concise and Herculite XR), and through them were prepared 50 specimens of each composite. The specimens were subdivided into two groups (control and experimental). The experimental group was finished with Sof-lex discs (3M). No finishing instruments were used in the control group. Five samples of each composite were exposed to the action of each control substance (distilled water and 0,7% phosphoric acid) or fluoride solutions (1,23% acidulated phosphate fluoride rinse, 1,23% acidulated phosphate fluoride gel and 0,2% neutral rinse) for 4 minutes.

The samples were taken to the perfilometer (Talysurf 10) to get the averages roughness values. The stylus range over central line of each sample providing 5 readings, in micrometers, permitting the quantitative mean evaluation of integral area of the sample profile.

The results showed that in the control specimens (without finishing), Concise and Herculite XR suffered similar manner regarding fluoride solutions, except 1,23% acidulated phosphate

fluoride gel (Kerr). As far as experimental specimens (finished with Sof-lex), the values of superficial roughness were statistically significant for Concise x 0,2% neutral rinse, and Herculite XR x 1,23% APF gel (Kerr). Noticed also that control substances didn't cause statistically significant influence in the control and experimental composites samples.

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

- 1 - BASCOM, W.D. Structure of silane adhesion promoter films on glass and metal surfaces. *Macromolecules*, Washington, v.5, p.792-798, 1972. Apud VANHERLE, G., SMITH, D.C., ed. *International Symposium on Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials*. Netherlands: Peter Szulc, 1985. p.139-159.
  
- 2 - BOWEN, R.L. Compatibility of various materials with oral tissues. I: The components in composite restorations. *J. dent. Res.*, Chicago, v.58, n.5, p.1493-1503, May 1979.
  
- 3 - ————, CLEEK, G.W. A new series of X-ray-opaque reinforcing fillers for composite materials. *J. dent. Res.*, Chicago, v.51, n.1, p.177-182, Jan./Feb. 1972.

---

\* De acordo com NBR-6023 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1989. Abreviaturas de Periódicos: "World List of Scientific Periodicals".

- 4 - BRUDEVOLD, F. et al. A study of acidulated fluoride solutions - I. In vitro effects on enamel. Archs. oral Biol., Elmsford, v.8, n.2, p.167-177, Mar./Apr. 1963.
- 5 - CHARLES, R.J. Static fatigue of glass I. J. appl. Phys., [S.1.], v.29, p.1549-1553, 1958. Apud VANHERLE, G., SMITH, D.C., ed. International Symposium on Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials. Netherlands: Peter Szulc, 1985. p.139-159.
- 6 - CHRISTENSEN, G.J. Finishing class II composite resin restorations. In: VANHERLE, G., SMITH, D.C., ed. International Symposium on Posterior Composite Resin dental Restorative Materials. Netherlands: Peter Szulc, 1985. p.477-485.
- 7 - COCHRAN, W.G., COX, G.M., ed. Experimental designs. New York: John Wiley and Sons, 1957.
- 8 - COPPS, D.P. et al. Effects of topical fluorides on five low-fusing dental porcelains. J. prosth. Dent., St. Louis, v.52, n.3, p.340-343, Sept. 1984.

- 9 - COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS, AND EQUIPMENT.  
COUNCIL ON DENTAL THERAPEUTICS. Status report: effect  
of acidulated phosphate fluoride on porcelain and  
composite restorations. J. Am. dent. Ass., Chicago,  
v.116, n.1, p.115, Jan. 1988.
- 10- FERREIRA, P.M. et al. Avaliação da rugosidade  
superficial de corpos de prova de revestimento e  
respectivos blocos metálicos obtidos. Revta Odont.  
Univ. S Paulo, São Paulo, v.3, n.2, p.317-323,  
abr./jun. 1989.
- 11- GAU, D.J., KRAUSE, E.A., EDMONTON. Etching effect of  
topical fluorides on dental porcelains: A preliminary  
study. J. Can. dent. Ass., Ottawa, v.39, n.6,  
p.410-415, June 1973.
- 12- GLANTZ, P.O., LARSSON, L.A. Surface roughness of  
composite resins before and after finishing. Acta  
odont. scand., Oslo, v.30, n.3, p.335-347, May 1972.
- 13- GOES, M.F. Estudo cristalográfico e análise dos  
elementos da fase inorgânica dos compósitos  
odontológicos. Tese (Doutorado em Reabilitação Oral) -  
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto,  
Universidade de São Paulo, 1990. 105p.

- 14- GONZALEZ, E. et al. Decrease in reflectance of  
porcelains treated with APF gels. J. dent. Res.,  
Chicago, v.65, AADR 221, p.194, Mar. 1986.
- 15- HODSON, J.T. Phase composition of crown and inlay  
porcelains. J. dent. Res., Chicago, v.38, n.3,  
p.483-490, May-June 1959.
- 16- JONES, D.A. Effects of topical fluoride preparations on  
glazed porcelains surface. J. prosth. Dent., St.Louis,  
v.53, n.4, p.483-484, Apr. 1985.
- 17- KULA, K., NELSON, S., THOMPSON, V. In vitro effect of  
APF gel on three composite resins. J. dent. Res.,  
Chicago, v.62, n.7, p.846-849, July 1983.
- 18- ————— et al. In vitro effect of acidulated phosphate  
fluoride gel on the surface of composites with  
different filler particles. J. prosth. Dent.,  
St.Louis, v.36, n.2, p.161-169, Aug. 1986.
- 19- LEINFELDER, K.F. Wear patterns and rates of posterior  
composite resins. Int. dent. J., Bristol, v.37, n.3,  
p.152-157, Sept. 1987.

- 20- LUTZ, F., SETCOS, J.C., PHILLIPS, R.W. New finishing instruments for composite resins. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.107, n.4, p.575-580, Oct. 1983.
- 21- Mc KINNEY, J.E. Environmental damage and wear on dental composite restoratives. In: VANHERLE, G., SMITH, D.C., ed. International Symposium on Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials. Netherlands: Peter Szulc, 1985. p.331-347.
- 22- ———, WU, W. Influence of chemical softening on wear of three types of dental composites. J. dent. Res., Chicago, v.61, IADR 831, p.271, Jan. 1982.
- 23- MITCHEM, J.C. The use and abuse of aesthetic materials in posterior teeth. Int. dent. J., Bristol, v.38, n.2, p.119-125, June 1988.
- 24- NALEWOY, C.A. Laboratory methods of assessing fluoride dentifrices and other topical fluoride agents. In: WEI, S.H.Y. Clinical uses of fluorides. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985. p.133-152.

- 25- NUTI SOBRINHO, A. et al. Estudo da ação do fluoreto sobre as resinas compostas através da microscopia eletrônica de varredura. Revta Paul. Odont., São Paulo, v.6, n.6, p.4-16, nov./dez. 1984.
- 26- ØYSAED, H., RUYTER, I.E. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. J. dent. Res., Chicago, v.65, n.11, p.1315-1318, Nov. 1986.
- 27- PHILLIPS, R.W. Materiais Dentários de Skinner. ed. por R.W. Phillips. 8. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1986. p.155-177.
- 28- RAWSON, R.D. et al. SEM and reflectometric evaluation of the effects of fluoride on porcelain. Dent. Hygst, Chicago, [v.,n.], p.442-445, Oct. 1984.
- 29- RAY, N.H. The action of phosphoric acid on glass. Apud KULA, K. et al. op. cit. ref. 18.
- 30- ROCK, W.P. Recent advances in the use of topical fluoride preparations. Dent. Practnr dent. Rec., Bristol, v.21, n.5, p.159-163, Jan. 1971.

- 31- RUYTER, I.E., ØYSAED, H. Posterior dental composites: Composition and conversion. Apud MITCHEM, J.C. op. cit. ref. 23.
- 32- SCHLISSEL, E.R., MELNICK, D.R., RIPA, L.W. In vitro effect of topical fluorides on porcelain surfaces. J. dent. Res., Chicago, v.59, AADR 910, p.495, Mar.1980.
- 33- SIMONSEN, R. Clinical application of the acid etch technique. Apud KULA, K. et al. op. cit. ref. 18.
- 34- SDERHOLM, K.J.M. Degradation of glass filler in experimental composites. J. dent. Res., Chicago, v.60, n.11, p.1867-1875, Nov. 1981.
- 35- ——— . Filler systems and resin interface. In: VANHERLE, G., SMITH, D.C., ed. International Symposium on Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials. Netherlands: Peter Szulc, 1985. p.139-159.
- 36- ——— . Leaking of fillers in dental composites. J. dent. Res., Chicago, v.62, n.2, p.126-130, Feb. 1983.

- 37- THOMPSON, V.P., BINKLEY, T.K., QUESENBERRY, B. Topical fluoride etching of glazed porcelain: A significant effect. *J. dent. Res.*, Chicago, v.59, AADR 916, p.496, Mar. 1980.
- 38- TOLLEY, L.G., O'BRIEN, W.J., DENNISON, J.B. Surface finish of dental composite restorative materials. *J. biomed. Mater. Res.*, Michigan, v.12, [n.], p.233-240, 1978.
- 39- van DIJKEN, J.W.V., MEURMAN, J.H., JRVINEN, J. Effect of finishing procedures on surface textures of some resin restoratives. A comparison between new and old types of composite resins. *Acta odont. scand.*, Oslo, v.38, n.5, p.293-301, Feb. 1980.
- 40- VOLCHANSKY, A., CLEATON-JONES, P., RETIEF, D.H. Study of surface characteristics of natural teeth and restorations adjacent to gingivae. *J. prosth. Dent.*, St.Louis, v.31, n.4, p.411-421, Apr. 1974.
- 41- von FRAUHOFFER, J.A. The surface hardness of polymeric restorative materials. *Br. dent. J.*, London: v.130, [n.], p.243-245, Mar. 1971.

- 42- WIEDERHORN, S.M., BOLZ, L.H. Stress corrosion and static fatigue of glass. Apud SDERHOLM, K.J.M. op. cit. ref. 34.
- 43- WU, W., Mc KINNEY, J.E. Influence of chemicals on wear of dental composites. J. dent. Res., Chicago, v.61, n.10, p.1180-1183, Oct. 1982.
- 44- WUNDERLICH, R.C., YAMAN, P. In vitro effect of topical fluoride on dental porcelain. J. prosth. Dent., St.Louis, v.55, n.3, p.385-388, Mar. 1986.
- 45- YAFFE, A., ZALKIND, M. The effect of topical application of fluoride on composite resin restorations. J. prosth. Dent., St.Louis, v.45, n.1, p.59-62, Jan. 1981.



## 11 - APÊNDICE

### Análise estatística

a) Das amostras-controle com a solução de flúor neutro 0,2%:

Tabela 11.1 - Análise de variância dos fatores RESINA (A), CORPO (B), e FLÚOR NEUTRO 0,2% (C).

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob>F
Corpo	4			
Resina	1	0,6919199	0,6962	0,34552
Resíduo (A)	4	0,9939200		
Parcelas	9			
Flúor neutro 0,2%	1	0,0288600	1,9409	0,19936
Resina x Solução	1	0,0288600	1,9409	0,19936
Resíduo(B)	8	0,0146600		
Total	19			

Média geral - 0,0714

Coefficiente de variação (A) - 20,052%

Coefficiente de variação (B) - 4,335%

Tabela 11.2 - Teste de Tukey para médias de RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	10	0,0762	a
HERCULITE XR	10	0,0668	a

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

Tabela 11.3 - Teste de Tukey para médias do fator RESINA. Dentro de com flúor neutro 0,2% do fator FLÚOR NEUTRO 0,2%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,0762	a
HERCULITE XR	5	0,0685	a

Tabela 11.4 - Teste de Tukey para médias de FLÚOR NEUTRO.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/ F.NEUTRO	10	0,0706	a
C/ F.NEUTRO	10	0,0723	a

Tabela 11.5 - Médias do fator RESINA dentro de S/F.NEUTRO do fator FLÚOR NEUTRO.

Nome	num. repet.	médias originais
CONCISE	5	0,0762
HERCULITE XR	5	0,0647

Tabela 11.6 - Médias do fator F.NEUTRO dentro de CONCISE do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/ F.NEUTRO	5	0,0762
C/ F.NEUTRO	5	0,0762

Tabela 11.7 - Médias do fator FLÚOR NEUTRO dentro de HERCULITE XR do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/ F.NEUTRO	5	0,0648
C/ F.NEUTRO	5	0,0695

b) Das amostras-controlé com flúor gel (1,23%):

Tabela 11.8- Análise de variância dos fatores RESINA (A), CORPO (B), e FLÚOR GEL 1,23% (C).

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob>F
Corpo	4			
Resina	1	11,1303208	23,1342	0,00988
Resíduo (A)	4	0,4811199		
Parcelas	9			
Flúor gel	1	8,4500000	13,7497	0,00615
Resina x Flúor gel	1	8,8711205	14,4349	0,00546
Resíduo (B)	8	0,6145601		
Total	19			

Média geral - 0,0807

Coefficiente de variação (A) - 15,433%

Coefficiente de variação (B) - 24,668%

Tabela 11.9- Teste de Tukey para médias de RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	10	0,0995	a
HERCULITE XR	10	0,0617	b

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

Tabela 11.10- Teste de Tukey para médias de RESINA dentro de c/flúor gel 1,23% do fator FLÚOR GEL 1,23%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,1330	b
HERCULITE XR	5	0,0614	a

Tabela 11.11- Teste de Tukey para médias de RESINA dentro de s/flúor gel do fator FLÚOR GEL 1,23%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,0662	a
HERCULITE XR	5	0,0622	a

Tabela 11.12 - Teste de Tukey para médias de FLÚOR GEL 1,23%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/FLÚOR GEL	10	0,0642	b
C/FLÚOR GEL	10	0,0972	a

Tabela 11.13 - Teste de Tukey para médias de FLÚOR GEL 1,23% dentro de HERCULITE XR do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/FLÚOR GEL	5	0,0622	a
C/FLÚOR GEL	5	0,0614	a

Tabela 11.14 - Teste de Tukey para médias de FLÚOR GEL 1,23% dentro de CONCISE do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/FLÚOR GEL	5	0,0662	b
C/FLÚOR GEL	5	0,1330	a

c) Das amostras-controle com água destilada:

Tabela 11.15 - Análise de variância dos fatores RESINA (A), CORPO (B), e ÁGUA DESTILADA (C).

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Corpo	4			
Resina	1	0,5644799	1,4123	0,30080
Resíduo (A)	4	0,3996800		
Parcelas	9			
Água destilada	1	0,0012800		
Resina x Água dest.	1	0,0003200	0,0478	0,82622
Resíduo (B)	8	0,0268000	0,0119	0,91201
Total	19			

Média geral - 0,0496

Coefficiente de variação (A) - 22,8%

Coefficiente de variação (B) - 8,369%

Tabela 11.16 - Teste de Tukey para médias de RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	10	0,0454	a
HERCULITE XR	10	0,0538	a

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

Tabela 11.17 - Teste de Tukey para médias do fator RESINA dentro c/água destilada do fator ÁGUA DESTILADA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,0457	a
HERCULITE XR	5	0,0543	a

Tabela 11.18 - Teste de Tukey para médias de ÁGUA DESTILADA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/ÁGUA	10	0,4950	a
C/ÁGUA	10	0,0500	a

Tabela 11.19 - Médias do fator RESINA dentro de S/ÁGUA do fator ÁGUA.

Nome	num. repet.	médias originais
CONCISE	5	0,0453
HERCULITE XR	5	0,0536

Tabela 11.20 - Médias do fator ÁGUA dentro de CONCISE do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/ÁGUA	5	0,0453
C/ÁGUA	5	0,0455

Tabela 11.21 - Médias do fator ÁGUA dentro de HERCULITE XR do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/ÁGUA	5	0,0536
C/ÁGUA	5	0,0543

d) Das amostras-controle com ácido fosfórico 0,7%:

Tabela 11.22 - Análise de variância dos fatores RESINA (A),  
CORPO (B), e ÁCIDO FOSFÓRICO 0,7% (C).

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob. >F
Corpo	4			
Resina	1	0,1280000	1,4350	0,29742
Resíduo (A)	4	0,0892000		
Parcelas	9			
Ácido fosfórico 0,7%	1	0,0080000		
Resina x ác.fosfórico	1	0,0051200	0,0774	0,78315
Resíduo (B)	8	0,1033600	0,0495	0,82324
Total	19			

Média geral - 0,0506

Coefficiente de variação (A) - 10,571%

Coefficiente de variação (B) - 16,107%

Tabela 11.23 - Teste de Tukey para médias de RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	10	0,0528	a
HERCULITE XR	10	0,0487	a

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

Tabela 11.24 - Médias do fator RESINA dentro de com ácido fosfórico 0,7% do fator ÁCIDO FOSFÓRICO 0,7%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	5	0,0528	a
HERCULITE XR	5	0,0495	a

Tabela 11.25 - Teste de Tukey para médias de ÁCIDO FOSFÓRICO 0,7%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/ÁC.FOSF.	10	0,0502	a
C/ÁC.FOSF.	10	0,0513	a

Tabela 11.26 - Médias do fator RESINA dentro de S/ÁC.FOSFÓRICO do fator ACIDO FOSFÓRICO.

Nome	num. repet.	médias originais
CONCISE	5	0,0526
HERCULITE XR	5	0,0477

Tabela 11.27 - Médias do fator ÁCIDO FOSFÓRICO dentro de CONCISE do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/ÁC.FOSF.	5	0,0526
C/ÁC.FOSF.	5	0,0528

Tabela 11.28 - Médias do fator ÁCIDO FOSFÓRICO dentro de HERCULITE XR do fator RESINA.

Nome	num. repet.	Médias originais
S/ÁC.FOSF.	5	0,0477
C/ÁC.FOSF.	5	0,0483

e) Das amostras-controle com a solução de fluoreto fosfato acidulado 1,23%:

Tabela 11.29 - Análise de variância dos fatores RESINA (A), CORPO (B), e SOLUÇÃO DE FLUORETO FOSFATO ACIDULADO 1,23% (C).

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob.)F
Corpo	4			
Resina	1	0,1843201	0,4637	0,53664
Resíduo (A)	4	0,3975201		
Parcelas	9			
Solução	1	0,0051200		
Resina x Solução	1	0,0924800	0,0433	0,83399
Resíduo (B)	8	0,1182000	0,7824	0,59409
Total	19			

Média geral - 0,0565

Coefficiente de variação (A) - 20,010%

Coefficiente de variação (B) - 15,431%

Tabela 11.30 - Teste de Tukey para médias de RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	10	0,0541	a
HERCULITE XR	10	0,0589	a

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

Tabela 11.31 - Médias do fator RESINA dentro de c/solução de FFA 1,23% do fator SOLUÇÃO DE F.F.ACIDULADO.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,0528	a
HERCULITE XR	5	0,0612	a

Tabela 11.32 - Teste de Tukey para médias de SOLUÇÃO DE FLUORETO FOSFATO ACIDULADO 1,23%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/FFA	10	0,0561	a
C/FFA	10	0,0568	a

Tabela 11.33 - Médias do fator RESINA dentro de SEM F.F.ACI-  
DULADO 1,23% do fator SOLUÇÃO DE FFA 1,23%.

Nome	num. repet.	médias originais
CONCISE	5	0,0554
HERCULITE XR	5	0,0568

Tabela 11.34 - Médias do fator SOLUÇÃO DE FLUORETO F. ACIDU-  
LADO 1,23% dentro de CONCISE do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/FFA	5	0,0554
C/FFA	5	0,0528

Tabela 11.35 - Médias do fator SOLUÇÃO DE FLUORETO F. ACIDU-  
LADO 1,23% dentro de HERCULITE XR do fator RE-  
SINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/FFA	5	0,0568
C/FFA	5	0,0611

f) Das amostras experimentais com a solução de flúor neutro 0,2%:

Tabela 11.36 - Análise de variância dos fatores RESINA (A), CORPO (B), e FLÚOR NEUTRO 0,2%.

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob. >F
Corpo	4			
Resina	1	29,8656807	2,9697	0,15920
Resíduo (A)	4	10,0566798		
Parcelas	9			
Solução de F. Neutro	1	8,6592795	9,7310	0,01386
Resina x Solução	1	0,2420001	0,2725	0,61993
Resíduo (B)	8	0,8880399		
Total	19			

Média geral - 0,1738

Coeficiente de variação (A) - 32,733%

Coeficiente de variação (B) - 13,765%

Tabela 11.37 - Teste de Tukey para médias de RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	10	0,2049	a
HERCULITE XR	10	0,1427	b

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

Tabela 11.38 - Médias do fator RESINA dentro de c/flúor neutro 0,2% do fator FLÚOR NEUTRO 0,2%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,2189	b
HERCULITE XR	5	0,1623	a

Tabela 11.39 - Médias do fator RESINA dentro de s/flúor neutro 0,2% do fator FLÚOR NEUTRO 0,2%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,1905	b
HERCULITE XR	5	0,1231	a

Tabela 11.40 - Teste de Tukey para médias de FLUÓR NEUTRO.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/F.NEUTRO	10	0,1569	b
C/F.NEUTRO	10	0,1905	a

Tabela 11.41 - Médias do fator FLUÓR NEUTRO 0,2% dentro de CONCISE do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/F.NEUTRO	5	0,1859
C/F.NEUTRO	5	0,2188

Tabela 11.42 - Médias do fator FLUÓR NEUTRO 0,2% dentro de HERCULITE XR do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/F.NEUTRO	5	0,1233
C/F.NEUTRO	5	0,1623

g) Das amostras experimentais com flúor gel 1,23%:

Tabela 11.43 - Análise de variância dos fatores RESINA (A), CORPO (B), e FLÚOR GEL 1,23%.

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob. >F
Corpo	4			
Resina	1	15,8444810	5,2591	0,06320
Resíduo (A)	4	2,6324795		
Parcelas	9			
Solução de F.Gel	1	31,5507191	85,1066	0,00009
Resina x Solução	1	25,2675206	68,1579	0,00013
Resíduo (B)	8	0,3707201		
Total	19			

Média geral - 0,1281

Coeficiente de variação (A) - 22,745%

Coeficiente de variação (B) - 12,071%

Tabela 11.44 - Teste de Tukey para médias de RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	10	0,1069	a
HERCULITE XR	10	0,1442	a

\* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância analisado.

Tabela 11.45 - Teste de Tukey para médias de RESINA dentro de c/flúor gel 1,23% do fator FLÚOR GEL 1,23%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,1102	a
HERCULITE XR	5	0,2098	b

Tabela 11.46 - Teste de Tukey para médias de RESINA dentro de s/flúor gel 1,23% do fator FLÚOR GEL 1,23%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,1036	a
HERCULITE XR	5	0,0889	a

Tabela 11.47 - Teste de Tukey para médias de FLÚOR GEL 1,23%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/FLÚOR GEL	10	0,0962	b
C/FLÚOR GEL	10	0,1600	a

Tabela 11.48 - Teste de Tukey para médias de FLÚOR GEL 1,23% dentro de HERCULITE XR do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/FLÚOR GEL	5	0,0889	b
C/FLÚOR GEL	5	0,2098	a

Tabela 11.49 - Teste de Tukey para médias de FLÚOR GEL 1,23% dentro de CONCISE do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/FLÚOR GEL	5	0,1036	a
C/FLÚOR GEL	5	0,1102	a

h) Das amostras experimentais com água destilada:

Tabela 11.50 - Análise de variância dos fatores RESINA (A), CORPO (B), e ÁGUA DESTILADA.

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Corpo	4			
Resina	1	6,4071191	36,5037	0,00511
Resíduo (A)	4	0,1755199		
Parcelas	9			
Água destilada	1	0,0039200		
Resina x Água dest.	1	0,0871200	0,5213	0,50373
Resíduo (B)	8	0,0075200	11,5851	0,00929
Total	19			

Média geral - 0,0924

Coefficiente de variação (A) - 8,098%

Coefficiente de variação (B) - 2,371%

Tabela 11.51 - Teste de Tukey para médias de RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	10	0,0984	a
HERCULITE XR	10	0,1071	a

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

Tabela 11.52 - Teste de Tukey para médias de RESINA dentro de c/água destilada do fator ÁGUA DESTILADA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,0997	a
HERCULITE XR	5	0,1051	a

Tabela 11.53 - Teste de Tukey para médias de RESINA dentro de s/água destilada do fator ÁGUA DESTILADA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,0972	a
HERCULITE XR	5	0,1092	a

Tabela 11.54 - Teste de Tukey para médias de ÁGUA DESTILADA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/ÁGUA DEST.	10	0,0932	a
C/ÁGUA DEST.	10	0,0924	a

Tabela 11.55 - Teste de Tukey para médias de água destilada dentro de HERCULITE XR do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/ÁGUA DEST.	5	0,1092	a
C/ÁGUA DEST.	5	0,1051	a

Tabela 11.56 - Teste de Tukey para médias de água destilada dentro de CONCISE do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/ÁGUA DEST.	5	0,0972	a
C/ÁGUA DEST.	5	0,0997	a

i) Das amostras experimentais com ácido fosfórico 0,7%:

Tabela 11.57 - Análise de variância dos fatores RESINA (A), CORPO (B), e ÁCIDO FOSFÓRICO 0,7% (C).

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Corpo	4			
Resina	1	1,9719200	2,5942	0,18182
Resíduo (A)	4	0,7601200		
Parcelas	9			
Ácido fosfórico 0,7%	1	0,0000800		
Resina x Ác. fosfórico	1	0,0583200	0,0004	0,98307
Resíduo (B)	8	0,2270000	0,2569	0,62974
Total	19			

Média geral - 0,0974

Coefficiente de variação (A) - 16,063%

Coefficiente de variação (B) - 12,414%

Tabela 11.58 - Teste de Tukey para médias de RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	10	0,0894	a
HERCULITE XR	10	0,1054	a

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

Tabela 11.59 - Teste de Tukey para médias do fator RESINA dentro de c/ácido fosfórico 0,7% do fator ÁCIDO FOSFÓRICO 0,7%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,0909	a
HERCULITE XR	5	0,1041	a

Tabela 11.60 - Teste de Tukey para médias de ÁC. FOSFÓRICO.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/ÁC.FOSF.	10	0,0975	a
C/ÁC.FOSF.	10	0,0975	a

Tabela 11.61 - Médias do fator RESINA dentro de SEM ÁCIDO FOSFÓRICO do fator ÁCIDO FOSFÓRICO.

Nome	num. repet.	médias originais
CONCISE	5	0,0881
HERCULITE XR	5	0,1068

Tabela 11.62 - Médias do fator ÁCIDO FOSFÓRICO dentro de CONCISE do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/ÁC.FOSF.	5	0,0881
C/ÁC.FOSF.	5	0,0857

Tabela 11.63 - Médias do fator ÁCIDO FOSFÓRICO dentro de HERCULITE XR do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/ÁC.FOSF.	5	0,1068
C/ÁC.FOSF.	5	0,1040

j) Das amostras experimentais com a solução de fluoreto fosfato acidulado 1,23%:

Tabela 11.64 - Análise de variância dos fatores RESINA (A), CORPO (B), e SOLUÇÃO DE FLUORETO FOSFATO ACIDULADO 1,23% (C).

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob. >F
Corpo	4			
Resina	1	5,3664792	2,8022	0,16871
Resíduo (A)	4	1,9150797		
Parcelas	9			
Solução de FFA	1	0,0135200	0,2726	0,61988
Resina x Solução	1	0,4032799	8,1306	0,02074
Resíduo (B)	8	0,0496000		
Total	19			

Média geral - 0,1070

Coefficiente de variação (A) - 23,221%

Coefficiente de variação (B) - 5,285%

Tabela 11.65 - Teste de Tukey para médias de RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais	5%*
CONCISE	10	0,1201	a
HERCULITE XR	10	0,0939	a

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

Tabela 11.66 - Teste de Tukey para médias de RESINA dentro de c/solução de FFA 1,23% do fator F.F. ACIDULADO.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
CONCISE	5	0,1231	a
HERCULITE XR	5	0,0896	a

Tabela 11.67 - Teste de Tukey para médias de SOLUÇÃO DE FLUORETO FOSFATO ACIDULADO 1,23%.

Nome	num. repet.	médias originais	5%
S/FFA	10	0,1076	a
C/FFA	10	0,1064	a

Tabela 11.68 - Médias do fator RESINA dentro de SEM F.F. ACIDULADO 1,23% do fator FFA 1,23%.

Nome	num. repet.	médias originais
CONCISE	5	0,1172
HERCULITE XR	5	0,0981

Tabela 11.69 - Médias do fator SOLUÇÃO DE FLUORETO F. ACIDULADO 1,23% dentro de CONCISE do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/FFA	5	0,1172
C/FFA	5	0,1231

Tabela 11.70 - Médias do fator SOLUÇÃO DE F.F. ACIDULADO 1,23% dentro de HERCULITE XR do fator RESINA.

Nome	num. repet.	médias originais
S/FFA	5	0,0981
C/FFA	5	0,0845