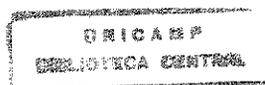


**CLÁUDIA SILAMI DE MAGALHÃES
MESTRE EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

**ESTUDO *in situ* DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE MATERIAIS
HÍBRIDOS DE IONÔMERO DE VIDRO E RESINA COMPOSTA
SUBMETIDOS A PROCEDIMENTOS DE ACABAMENTO E
POLIMENTO EM FUNÇÃO DO TEMPO DE PERMANÊNCIA NA
CAVIDADE BUCAL**

**Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba, da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do título de Doutor em
Clínica Odontológica, área de concentração
Dentística.**

**Piracicaba
2000**



**CLÁUDIA SILAMI DE MAGALHÃES
MESTRE EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

**ESTUDO *in situ* DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE MATERIAIS
HÍBRIDOS DE IONÔMERO DE VIDRO E RESINA COMPOSTA
SUBMETIDOS A PROCEDIMENTOS DE ACABAMENTO E
POLIMENTO EM FUNÇÃO DO TEMPO DE PERMANÊNCIA NA
CAVIDADE BUCAL**

**Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba, da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do título de Doutor em
Clínica Odontológica, área de concentração
Dentística.**

**Orientadora: PROF^a. DR^a. MÔNICA CAMPOS SERRA
FOP - UNICAMP**

Banca Examinadora:

**Prof^a. Dr^a. Mônica Campos Serra
Prof^a. Dr^a. Maria Salete Machado Cândido
Prof. Dr. Walter Gomes de Miranda Júnior
Prof. Dr. Wellington Corrêa Jansen
Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta**

**Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG, 26/04/2000**

Assinatura do Orientador

**Piracicaba
2000**

2000-2000

UNIDADE BC
N.º CHAMADA:
F/UNICAMP
M27e
V. 41380
TÍTULO 41380
PROG. 278/00
C D
PREC. R\$ 11,00
DATA 06-07-00
N.º CPD

CM-00142413-9

Ficha Catalográfica

M27e

Magalhães, Cláudia Silami de.

Estudo *in situ* da rugosidade superficial de materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta submetidos a procedimentos de acabamento e polimento em função do tempo de permanência na cavidade bucal. / Cláudia Silami de Magalhães. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.

114p. : il.

Orientadora : Profª Drª Mônica Campos Serra.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Materiais dentários. 2. Cimentos dentários. 3. Aspereza de superfície. I. Serra, Mônica Campos. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

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



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 18 de Fevereiro de 2000, considerou a candidata CLAUDIA SILAMI DE MAGALHAES aprovada.

1. Profa. Dra. MONICA CAMPOS SERRA

2. Profa. Dra. MARIA SALETE MACHADO CÂNDIDO

3. Prof. Dr. WALTER GOMES MIRANDA JUNIOR

4. Prof. Dr. WELLINGTON CORRÊA JANSEN

5. Prof. Dr. LUIZ ANDRE FREIRE PIMENTA

Dedico este trabalho, com muito carinho, aos colegas da I Turma do Curso de Pós-graduação em Clínica Odontológica - Área de Dentística - da FOP / UNICAMP, cuja amizade e companheirismo tornaram a sua realização tão prazerosa.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À PROF^ª. DR^ª. MÔNICA CAMPOS SERRA

Como Coordenadora do Curso de Pós-graduação em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelo empenho em manter a qualidade do ensino oferecido por essa instituição.

Como Orientadora, pela extrema competência, senso prático e inspiração para a pesquisa científica.

Como amiga, pelo privilégio de ter compartilhado momentos preciosos, dentro e fora do ambiente acadêmico, pelo carinho e encorajamento constantes.

AGRADECIMENTOS

Aos alunos dos cursos de graduação e pós-graduação da FOP / UNICAMP, Anderson Hara, Roberta Basting, Joane de Souza Jr., Cristiane Mariote, Ana Karina, Cecília Turssi, Cristiane Tempesta, Mirela Shinohara, Viviane Maia, José Augusto Rodrigues, Vanessa Cavalli, Edwin Contreras, Lisani Vieira, Karina Villalpando, Camila Pinelli, Taís Moraes, Patrícia Freitas, Carla Sano, Karen Furuta, Vanessa Berber, participantes voluntários desse estudo, pelo tempo precioso que dedicaram à sua condução e sem os quais o mesmo não teria sido realizado.

Ao Prof. Dr. Luis André Freire Pimenta, pelo apoio incondicional e constante, pelo aconselhamento pessoal e profissional, pelo exemplo de determinação na busca do conhecimento científico.

Ao Prof. Antônio Luiz Rodrigues Jr., da disciplina de Bioestatística & Metodologia Científica, da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, pelo delineamento experimental, análise estatística e aconselhamento científico. Pela compreensão e disponibilidade para solucionar dúvidas e questionamentos.

À Ciça, pela amizade, solidariedade, cooperação e pelos momentos preciosos de inspiração, que aliados ao trabalho árduo, ajudaram a concluir esse trabalho. Pela execução das análises de microscopia eletrônica de varredura.

Ao Hara, pelo companheirismo, pela troca de idéias, pelas estimulantes discussões em torno dos problemas experimentais. Minha admiração pela capacidade intelectual e determinação na busca do ideal.

Às companheiras de casa e do coração, amigas em todos os momentos, Priscila, Paula e Karina.

À I Turma do Curso de Pós-graduação em Clínica Odontológica - Área de Dentística - da FOP / UNICAMP, Ana Paula, Dagmar, Fernanda, Giselle, Lucíola, Marcelo, Paula, Priscila, Ricardo e Rodrigo, todos, por tudo, especiais.

À Coordenadora Geral de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP, Profa. Dra. Altair A. Deí Bel Cury.

Ao Diretor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP, Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum.

À Diretora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, Prof^ª. Elen Marise de Oliveira Oleto, pelo apoio e incentivo à busca da capacitação científica.

Ao chefe do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, Prof. Dr. Wellington Corrêa Jansen, pelo apoio e confiança.

Aos professores das disciplinas de Clínica Integrada de Atenção Primária da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, por seu apoio, confiança e amizade.

Ao Prof. Dr. Allyson Nogueira Moreira, do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, pela amizade sólida e duradoura, que nos tem permitido superar as dificuldades encontradas no exercício da carreira docente.

À FAPESP e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

À Dentsply Ind. e Com. Ltda., na pessoa do Sr. Salvador Gonzales Filho, pelo fornecimento de parte do material *Dyract* usado no estudo.

À Giselle Silami de Magalhães, pelas sugestões gramaticais, após leitura cuidadosa deste trabalho.

Aos meus familiares, pela compreensão, ajuda e pelo apoio constantes, ao longo de toda a trajetória.

À bondade divina, que tem permitido a realização de meus pequenos e grandes sonhos.

..." o que de fato se sabe deve-se poder expressar em poucas palavras. Quando é necessário falar muito para se dizer algo, é porque o saber ainda não alcançou sua plena maturidade, ou se está dissimulando, o que significa que se está procurando evitar que se faça o saber. A dissimulação é a ignorância que procura perpetuar a ignorância. A sabedoria de um pensador se mede pela capacidade de dar um exemplo".

I CHING - O LIVRO DAS MUTAÇÕES

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE ABREVIATURAS..... | 01 |
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES..... | 02 |
| RESUMO..... | 05 |
| ABSTRACT..... | 06 |
| 1- INTRODUÇÃO..... | 07 |
| 2- REVISÃO DA LITERATURA..... | 11 |
| 3- MATERIAIS E MÉTODOS..... | 47 |
| 4- RESULTADOS..... | 59 |
| 5- DISCUSSÃO..... | 75 |
| 6- CONCLUSÃO..... | 85 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 87 |
| ANEXOS..... | 93 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| |
|--|
| Bis-GMA - bisfenol-A-diglicidilmetacrilato |
| ° C - grau Celsius |
| DCDMA - dimetacrilato de ácido dicarboxílico cicloalifático |
| <i>dms</i> - diferença mínima significativa |
| <i>et al.</i> - do latim <i>et alli</i> (e outros) |
| HEMA - hidroxi-etil-metacrilato |
| MEV - microscopia eletrônica de varredura |
| mm - milímetro |
| mN - miliNewton |
| mW/cm ² - miliWatts por centímetro quadrado |
| µm - micrometro |
| nm - nanometro |
| NPG-GMA - N-fenilglicina glicidil metacrilato |
| <i>p</i> - nível de significância |
| pH - potencial hidrogênio iônico |
| p/p - relação peso por peso |
| Ra - desvio médio aritmético dos pontos do perfil superficial, em relação à linha central, dentro do comprimento de medição. |
| TCB - butano tetracarboxílico |
| TEGDMA - trietileno diglicidilmetacrilato |
| UDMA - uretano dimetacrilato |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fluxograma representativo dos passos realizados durante a execução do experimento..... | 57 |
| Quadro 1 - Materiais restauradores estudados e suas respectivas classificações, cores, lotes e fabricantes..... | 49 |
| Quadro 2 - Materiais restauradores estudados, suas respectivas composições e recomendações para manipulação..... | 50 |
| Quadro 3 - Sistemas abrasivos estudados, seus respectivos fabricantes, lotes e composição..... | 52 |
| Quadro 4 - Valores descritivos do conjunto de dados obtidos no experimento, apresentando as médias originais, os desvios padrão, e as médias ajustadas ao modelo adotado, em cada período de tempo estudado..... | 59 |
| Tabela 1 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 1, com os respectivos agrupamentos de Tukey..... | 61 |
| Gráfico 1 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 1..... | 61 |
| Tabela 2- Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 2, com os respectivos agrupamentos de Tukey..... | 62 |

| | |
|--|----|
| Gráfico 2 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 2..... | 63 |
| Tabela 3 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 3, com os respectivos agrupamentos de Tukey..... | 64 |
| Gráfico 3 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 3..... | 64 |
| Tabela 4 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 7, com os respectivos agrupamentos de Tukey..... | 66 |
| Gráfico 4 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 7..... | 66 |
| Tabela 5 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 14, com os respectivos agrupamentos de Tukey..... | 67 |
| Gráfico 5 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 14..... | 68 |
| Tabela 6 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 21, com os respectivos agrupamentos de Tukey..... | 69 |
| Gráfico 6 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 21..... | 69 |

| | |
|--|----|
| Tabela 7 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 28, com os respectivos agrupamentos de Tukey..... | 71 |
| Gráfico 7 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 28..... | 71 |
| Tabela 8 - Estimativas dos parâmetros dos modelos lineares quadráticos, dos valores de Ra em função de tempo..... | 72 |
| Gráfico 8 - Diagrama de linhas representando as tendências de cada grupo estudado em relação ao tempo de observação..... | 73 |
| Gráfico 9 - Diagrama de linhas dos modelos matemáticos obtidos pelo estudo de regressão polinomial de cada grupo estudado em relação ao tempo de observação..... | 74 |
| Figura 2 - Fotomicrografias obtidas em microscópio eletrônico de varredura de pressão variável da superfície dos materiais estudados, submetidos aos procedimentos de acabamento e polimento, após 28 dias de permanência na cavidade bucal..... | 83 |

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a rugosidade superficial de duas resinas modificadas por poliácidos e de um ionômero de vidro modificado por resina, submetidos a dois tratamentos superficiais de acabamento e polimento, em função do tempo, através de um modelo experimental in situ. Vinte voluntários utilizaram, durante 28 dias consecutivos, dispositivos acrílicos intra-buciais, contendo corpos-de-prova confeccionados com um ionômero de vidro modificado por resina - Fuji II LC Improved (GC) e com duas resinas compostas modificadas por poliácidos - Compoglass F (Vivadent) e Dyract AP (Dentsply / DeTrey). Os corpos-de-prova de dimensões padronizadas (n=20) foram submetidos a acabamento e polimento com um sistema de discos de lixa a base de óxido de alumínio (Sof-Lex - 3M) ou com pontas de resina impregnadas com óxido de alumínio (Enhance - Dentsply). O grupo controle não recebeu acabamento e polimento, sendo apenas polimerizado contra a superfície de uma tira de matriz de poliéster. A cada voluntário foi fornecido o mesmo tipo de escova dental e dentifrício, além de instruções específicas sobre a utilização e higienização do dispositivo intra-bucal. A rugosidade superficial dos materiais foi quantificada através da medida da rugosidade média (R_a) de nove segmentos lineares predeterminados de cada corpo-de-prova, imediatamente após os procedimentos de acabamento e polimento (T_0) e após 1 (T_1), 2 (T_2), 3 (T_3), 7 (T_7), 14 (T_{14}), 21 (T_{21}) e 28 (T_{28}) dias de permanência no meio bucal. Para cada tempo estudado foi realizada uma análise de covariância, considerando T_0 como covariável. Foram aplicadas a decomposição de soma de quadrados e a diferença mínima significativa de Tukey para estudar as interações significativas e as comparações pareadas, ao nível de significância de 5%. Os resultados foram significativos para o efeito da interação Material x Tratamento, exceto no T_{28} . Inicialmente, para os materiais Compoglass F e Dyract AP, o tratamento com Sof-Lex promoveu maior lisura superficial que Enhance. Os tratamentos com Sof-Lex e Enhance não diferiram entre si e aumentaram a rugosidade superficial de Fuji II LC Improved em relação ao controle. Ao término do período de observação, os materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta submetidos a acabamento e polimento apresentaram rugosidade superficial semelhante ao controle, a despeito da técnica utilizada.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the surface roughness of two polyacid modified composite resins and a resin modified glass-ionomer submitted to two finishing and polishing treatments, as a function of time, using an in situ experimental model. A resin modified glass-ionomer Fuji II LC Improved (GC) and two polyacid modified composite resins Compoglass F (Vivadent) and Dyract AP (Dentsply / DeTrey) were analyzed. Cylindrical specimens with standardized dimensions were made using each material (n=20). Surface treatments were performed with Sof-Lex (3M) discs or Enhance (Dentsply) tips. Specimens of control groups were not submitted to surface treatments. Twenty volunteers wore palatal appliances in which nine specimens were fixed, during 28 days. The same kind of toothbrush and dentifrice were supplied to each volunteer. Standardized brushing technique was directed to them in order to clean the appliances up. Average surface roughness (Ra) was measured with a roughness tester (Surfcorder SE 1700) immediately after the treatment (T₀) and after 1 (T₁), 2 (T₂), 3 (T₃), 7 (T₇), 14 (T₁₄), 21 (T₂₁), 28 (T₂₈) days, under oral conditions. Nine readings for each specimen were averaged to give a single value. Data were submitted to Analysis of Covariance considering T₀ values the covariate. Sums of squares decompositions followed by Tukey's Least-significant difference were used to study significative interactions and pairwise comparisons, at 5% significance level. There was statistically significant effect of interaction Material X Treatment at each time period, excepted T₂₈. Initially, specimens of materials Compoglass F and Dyract AP treated with Sof-Lex were smoother than which were treated with Enhance. There was not statistically significant difference between treatments with Sof-Lex and Enhance for Fuji II LC Improved, but both increased its roughness, comparing to control. After the exposed time to the oral conditions, it was possible to conclude that glass-ionomer composite resin hybrid materials finished and polished surfaces presented roughness that was similar to untreated ones, regardless of the polishing method.

1-INTRODUÇÃO

A busca por um material restaurador ideal que apresentasse propriedades adesivas, estéticas e cariostáticas, e que fosse de fácil aplicação clínica, levou ao recente desenvolvimento dos materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta¹⁷. McLEAN, NICHOLSON e WILSON propuseram uma nomenclatura que diferencia os materiais híbridos em dois tipos: os ionômeros de vidro modificados por resina, cuja reação de endurecimento se deve em parte à reação ácido-base típica dos ionômeros convencionais e em parte à polimerização iniciada pela geração fotoquímica ou química de radicais livres; as resinas compostas modificadas por poliácidos que podem conter os componentes dos materiais convencionais, mas em quantidades insuficientes para produzir a reação ácido-base³⁰.

Os híbridos de ionômero de vidro e resina composta oferecem certas vantagens sobre os ionômeros de vidro convencionais (menor friabilidade, maior resistência mecânica inicial, menor sensibilidade à desidratação e à contaminação precoce por umidade, maior tempo de trabalho e endurecimento rápido por fotopolimerização),^{27, 46} podendo substituí-los em algumas aplicações clínicas^{32, 39}.

Inicialmente, os híbridos de ionômero de vidro e resina composta foram comercializados como materiais de base e forramento^{7, 27, 39, 46}, sendo introduzidas, mais tarde, versões restauradoras, indicadas para cavidades de classe V, classe III e de classe I conservativas³. As bases clínicas para a correta utilização desses novos materiais devem ser estabelecidas, incluindo técnicas de manipulação, preparo cavitário, proteção superficial, acabamento e polimento²⁵.

Durante a confecção das restaurações, dificuldades na colocação da matriz e na obtenção de acesso às áreas interproximais e cervicais para promover um contorno adequado geram excessos de material restaurador. Assim, para preencher requisitos de forma e função, as restaurações demandam procedimentos de acabamento e polimento. O efeito de tais procedimentos sobre a rugosidade superficial do material é uma consideração importante no processo restaurador, especialmente em regiões cervicais onde superfícies inadequadamente polidas promoverão maior retenção de placa e subseqüentes problemas periodontais e lesões de cárie adjacentes às restaurações^{6, 12, 22, 41, 44, 45}. Superfícies rugosas parecem também propiciar a deposição superficial de corantes³⁵, em especial aqueles contidos nos alimentos¹⁰, contribuindo para a alteração da cor do material e redução da longevidade das restaurações³⁵.

Uma variedade de materiais e técnicas estão disponíveis para realizar o acabamento e o polimento das restaurações. Sua eficácia pode ser quantificada através da medida da rugosidade superficial pelo parâmetro (R_a), por meio de um rugosímetro^{11, 14, 17, 32}.

Existem relatos na literatura a respeito da avaliação laboratorial dos procedimentos de acabamento e polimento para os híbridos de ionômero de vidro e resina composta^{8, 21, 22, 25, 40, 41, 47}. Em geral, são utilizadas as mesmas técnicas e materiais recomendados para o tratamento superficial das restaurações de resina composta ou de cimento de ionômero de vidro convencional, não havendo ainda um consenso sobre uma seqüência apropriada, simples e aplicável aos diferentes tipos de materiais híbridos disponíveis. Estudos *in vitro* demonstraram que a lisura superficial, obtida quando os materiais polimerizaram sob uma tira de matriz de poliéster, não pôde ser reproduzida pelas

técnicas de acabamento e polimento avaliadas^{8, 21, 22, 25, 40}. A utilização de discos de lixa a base de óxido de alumínio de granulação decrescente e de pontas de resina impregnadas com abrasivos produziram superfícies menos rugosas,^{8, 21, 22, 25, 40, 41, 47} porém, os resultados variaram em função do material restaurador^{25, 47}.

Estudos *in vitro* utilizando modelos de simulação de abrasão por escovação demonstraram que os meticulosos procedimentos de acabamento e polimento das restaurações podem ser posteriormente comprometidos pelos cuidados caseiros de higiene bucal^{15, 17, 20}. No meio bucal, a superfície polida dos compósitos perde seu brilho inicial muito rapidamente, devido, principalmente, à interação mecânica dos alimentos e da escovação²⁴. A rugosidade superficial dos materiais restauradores ionoméricos convencionais e dos compósitos aumenta após exposição aos fluidos bucais e aos procedimentos de higiene oral^{24, 28, 36}. Os abrasivos utilizados na profilaxia dental também tornam a superfície de ionômeros de vidro modificados por resina significativamente mais rugosa⁵. Mudanças de pH², deposição da película adquirida e de placa bacteriana também podem contribuir para esse processo³⁴. A importância do uso de modelos experimentais intra-orais para verificar as propriedades dos materiais⁴² destaca-se diante da impossibilidade de reproduzir em laboratório a interação dos múltiplos fatores presentes na cavidade bucal^{34, 42}.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a rugosidade superficial de materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta, submetidos a diferentes métodos de acabamento e polimento, em função do tempo, por meio de um modelo experimental *in situ*.

2-REVISÃO DA LITERATURA

A observação clínica de que restaurações rugosas causam inflamação gengival devido à maior retenção de placa bacteriana foi confirmada por meio de um estudo histológico, realizado por **WAERHAUG (1956)**⁴⁴, induzindo a formação de bolsas periodontais em cães e macacos. A superfície rugosa do esmalte dental, desgastada com uma ponta adiamantada nova, foi comparada com superfícies controle, em dentes contra - laterais hígidos. A inflamação do tecido conjuntivo apresentou-se de forma mais pronunciada no lado experimental que no controle. A presença de placa bacteriana foi freqüente no lado experimental, mas rara no lado controle. Porém, a completa readaptação da bainha epitelial, observada na maior parte das áreas, em todos os dentes examinados, permitiu concluir que superfícies rugosas, por si só, não são irritantes às células epiteliais, mas facilitam a retenção de placa bacteriana.

Para determinar o grau de acúmulo de placa em superfícies de restaurações de resina composta acabadas e polidas por diferentes métodos, **WEITMAN & EAMES (1975)**⁴⁵ realizaram um estudo clínico, no qual foram selecionados onze pacientes com lesões de cárie no terço vestibulo-gengival de pré-molares. Cavidades de classe V foram preparadas e restauradas com resina composta (Adaptic - J&J). As superfícies dos dentes adjacentes restauradas com amálgama, ouro em folha ou com coroas metálicas e metalocerâmicas foram usadas como controle. Os pacientes foram instruídos para evitar os procedimentos de higiene bucal, durante 3 dias. Bochechos com solução evidenciadora de placa foram feitos e fotografias foram tomadas logo após a confecção das restaurações e

nos intervalos de 24, 48 e 72 horas. As imagens obtidas foram projetadas com aumento de 8 vezes e a percentagem do dente coberta por placa bacteriana foi calculada. Um teste *in vitro* foi realizado a fim de determinar a rugosidade superficial de espécimens confeccionados com resina composta e polidos com os diferentes métodos estudados. Espécimens adicionais foram preparados para observação em MEV. O percentual de placa acumulada sobre as restaurações teste foi significativamente maior que sobre as restaurações controle. Essa diferença diminuiu, mas manteve-se significativa, após 72 horas. As diferenças entre as restaurações polidas com diferentes métodos não foram significativas. Os resultados das medidas perfilométricas indicaram que a superfície mais lisa foi aquela obtida pelo contato do compósito com uma tira de poliéster, enquanto a superfície mais rugosa foi produzida por pasta de pedra-pomes. A pasta de óxido de alumínio, as pedras Arkansas e a pasta de silicato de zircônio produziram o mesmo grau de rugosidade. As imagens de MEV revelam partículas de carga irregulares e protruídas, além da presença de pequenas bolhas na superfície.

A capacidade de determinados alimentos promoverem a pigmentação da superfície de resinas compostas foi avaliada por **CHAN, FULLER & HORMATI (1980)**¹⁰. Molares humanos extraídos receberam restaurações de classe V com duas resinas compostas, e foram imersos em soluções de café, chá, bebida a base de cola, molho de soja e água destilada. As restaurações foram avaliadas, semanalmente, durante 6 semanas, e comparadas a uma escala de cor. Após o período de observação, a metade das restaurações foi removida das soluções e submetida à escovação manual, por 2 minutos, usando um dentífrico. A outra metade foi seccionada longitudinalmente e examinada sob microscópio óptico, para que se estudasse a profundidade de penetração dos pigmentos. Café e molho de

soja promoveram maior pigmentação sobre as resinas compostas que chá e bebida a base de cola. O maior grau de pigmentação foi observado durante as primeiras semanas de observação. A penetração do pigmento foi superficial, estimada entre 3 e 5 μm . A escovação não reduziu significativamente o grau de pigmentação das restaurações.

Por meio de avaliação perfilométrica e observação em microscopia eletrônica de varredura, **LAMBRECHTS & VANHERLE (1982)**²⁴ compararam as superfícies de resinas compostas e ionômeros de vidro, após limpeza com um dentífrico. Foram preparados espécimens cilíndricos de resinas compostas de micropartículas, resinas compostas convencionais e ionômeros de vidro. Em seguida, eles foram alisados em polidora mecânica, usando lixas de abrasividade decrescente. O polimento fino foi obtido empregando-se pó de óxido de alumínio (7 a 2 μm) em disco de feltro. Os espécimens foram submetidos a um ensaio de escovação com dentífrico, simulando o efeito de 3 meses de higienização dental. Foi obtida a média de 36 registros de Ra, feitos em diferentes direções, para cada material estudado. Os mesmos espécimens foram preparados para a observação em microscópio eletrônico de varredura. A comparação dos resultados desse estudo com os de um estudo prévio revelou que todos os materiais tornaram-se mais rugosos sob a influência da escovação. Esse efeito foi menor sobre os compósitos de micropartículas, comparados com os compósitos convencionais e os ionômeros de vidro. Os valores de Ra dos compósitos fotopolimerizáveis foram mais baixos que os dos compósitos ativados quimicamente, pois apresentaram menos porosidades. Os ionômeros de vidro apresentaram maior rugosidade devido ao maior tamanho das partículas, presença

de porosidades e trincas. Essas últimas podem ter sido provocadas pela desidratação e contração da matriz, ou podem representar artefatos da técnica de preparo para a MEV.

Um estudo *in situ* foi desenvolvido por **ROULET e WÄLTI (1984)**³⁶ para mostrar o comportamento de uma resina composta e de um cimento de ionômero de vidro no meio bucal, excluindo a ação do desgaste mecânico causado pelos dentes antagonistas, pela alimentação ou pela escovação. Foram confeccionadas treze próteses parciais e cimentadas na região de molares inferiores de dez pacientes. Na porção inferior do pântico, em face com a gengiva, mas sem tocá-la, foi inserida uma parte secundária, fundida em ouro, em forma de gaveta, contendo cavidades preenchidas com os materiais em teste. Os materiais e técnicas de acabamento estudados foram: Cimento de ionômero de vidro (Aspa, DeTrey) polido com rodas e pontas de borracha abrasiva (Shofu), designado "G"; resina composta (Adaptic, J&J) polida com brocas *carbide* de tungstênio (Jet, Komet), designada "AJ"; resina composta (Adaptic, J&J) polida com discos flexíveis cobertos com óxido de alumínio de granulação 300, 600 e 1200 (Soflex, 3M), designada "AS". De acordo com o delineamento experimental, cada pântico recebeu cada um dos grupos estudados em posições determinadas aleatoriamente. Foram feitas medidas do desgaste sofrido pelos materiais e da rugosidade superficial, além de réplicas para microscopia eletrônica de varredura. Foram obtidos dados logo após o polimento (*baseline*) e após 2, 9, 16 e 28 meses. A análise de variância e de covariância, que incluiu medidas repetidas, não encontrou diferenças significativas para materiais, mas os efeitos tempo e paciente foram significativos, quando foi avaliado o desgaste. Comparando os tempos, só foi encontrada diferença, ao nível de significância de 5%, entre as médias de 2 e 28 meses. Todos os materiais apresentaram um aumento de volume inicial, seguido por perda de substância no

meio bucal. Para a variável de resposta rugosidade superficial, foram encontradas diferenças significativas para os efeitos paciente, tempo e materiais. Todos os materiais mostraram aumento de rugosidade após os primeiros dois meses. A partir daí, a rugosidade permaneceu constante para a resina composta, a despeito do método de polimento empregado, enquanto a rugosidade do cimento de ionômero de vidro aumentou ligeiramente. Imagens de MEV mostram dissolução da matriz e exposição das partículas vítreas do ionômero de vidro. Alguma dissolução da matriz foi evidente para as resinas compostas. A presença de trincas entre a matriz e as partículas de carga indicou que pode haver falhas do agente de silanização, sob as condições intra-buciais.

Para avaliar a relevância clínica do desgaste abrasivo promovido pela escovação, deve-se considerar o estado da superfície previamente à realização do experimento. **de GEE, HARKEL-HAGENAAR & DAVIDSON (1985)**¹⁵ investigaram a influência do tratamento dado à superfície sobre o comportamento de compósitos submetidos a um teste de abrasão por escovação, examinando também o papel do envelhecimento sobre sua resistência ao desgaste. Os materiais estudados foram uma resina composta convencional ativada quimicamente, uma resina composta de partículas pequenas ativada por luz visível, uma resina composta de partículas pequenas ativada por luz ultravioleta, duas resinas compostas de micropartículas ativadas quimicamente, uma resina composta de micropartículas ativada por luz visível, uma resina sem carga ativada quimicamente, uma resina para base de prótese, um amálgama, esmalte e dentina humanos. Os compósitos foram submetidos à abrasão, considerando três tipos de superfície: polimerizada contra uma superfície de vidro; polida com discos de óxido de alumínio; desgastada a 200 µm de profundidade, a partir da superfície. Alguns materiais receberam

tratamento térmico, por 1 hora, a 125 ou 225° C, imediatamente após a presa ou após 4 semanas de envelhecimento. A perda de substância e a rugosidade da superfície dos espécimens foram determinadas com um perfilômetro, a cada intervalo de 1 hora, durante o ensaio de escovação. Os resultados demonstraram que o desgaste das resinas de micropartículas foi 5 a 10 vezes mais rápido que o das convencionais. A superfície lisa, proporcionada pelo contato com o vidro, desgastou-se mais rapidamente que a superfície desgastada a 200 µm de profundidade. A resistência à abrasão aumentou após o tratamento térmico, enquanto o envelhecimento aumentou o desgaste de uma resina composta de micropartículas.

NOWICKI (1985)³³ fez uma revisão dos parâmetros e funções empregados para avaliar e analisar a rugosidade superficial. O parâmetro de Ra foi considerado satisfatório para as demandas do uso comum, pois além de ser facilmente medido, pode ser relacionado com algumas propriedades do material estudado. Para obter informações mais detalhadas sobre a forma e distribuição da rugosidade, o autor sugere a caracterização da superfície por meio de uma série preestabelecida de parâmetros, com baixa correlação estatística entre si.

Com o objetivo de produzir um material com melhores propriedades mecânicas e menor sensibilidade à umidade que os ionômeros convencionais, **MATHIS & FERRACANE (1989)**²⁷ produziram um material híbrido, misturando ao líquido de um ionômero de vidro 13 % em peso de uma resina contendo Bis-GMA. Esperava-se que essa mistura promovesse a redução da rugosidade superficial e da friabilidade do material convencional, sem afetar seu tempo de manipulação. Foram preparados espécimens com o

material obtido e submetidos aos seguintes testes: resistência à fratura, à compressão, à tração diametral, ao cisalhamento, solubilidade em água e rugosidade superficial. Como controle foram usados espécimens confeccionados com o material convencional. A adição de resina fotopolimerizável ao ionômero de vidro produziu um material com propriedades mecânicas iniciais superiores, além de apresentar menor solubilidade, menor sensibilidade à umidade e menor friabilidade. A adesão à dentina não diferiu daquela apresentada pelo ionômero convencional. A rugosidade superficial dos dois materiais foi semelhante, porém o híbrido não mostrou presença de trincas.

WILSON (1990)⁴⁶ discutiu os materiais híbridos de ionômero e resina composta, denominando-os ionômeros de vidro de dupla presa e questionando se eles seriam verdadeiros cimentos de ionômero de vidro. Sua natureza química, suas reações de presa e propriedades foram examinadas e comparadas aos cimentos de ionômero de vidro convencionais. Foram citadas como principais vantagens dos ionômeros modificados por resina o maior tempo de trabalho, a redução do tempo de presa, maior resistência mecânica inicial e maior resistência à umidade. Foram apontadas como desvantagens a falta de translucidez, a presença de monômeros residuais no material recém manipulado, além de não apresentarem resistência final muito superior à dos cimentos ionoméricos convencionais.

Utilizando a rugosidade como método de investigação, **EIDE & TVEIT (1990)**¹¹ estudaram as características de superfície de dois ionômeros de vidro submetidos a quatro técnicas de acabamento e polimento. Foram confeccionados espécimens cilíndricos, de dimensões padronizadas, com um ionômero de vidro convencional (Ketac-Fil - ESPE) e com um *cermet* (Ketac-Silver - ESPE). Os espécimens foram acabados e polidos com um

dos seguintes métodos: 1 - discos Sof-Lex (3M) de granulação grossa, média, fina e superfina; 2 - ponta adiamantada fina (W001F025 Horico, FRG) e ponta para polimento (Vivadent); 3 - pedra de Arkansas e ponta para polimento (Vivadent); 4 - discos de papel (SS White) de granulação média e fina. A rugosidade foi determinada no início de cada série e após cada passo dos procedimentos de acabamento e polimento. Foram realizadas 14 leituras de rugosidade média (Ra) para cada espécimen, sendo sete paralelas entre si e outras sete perpendiculares às primeiras, usando um *cut-off* de 0,25 mm. A superfície mais lisa foi aquela obtida após a remoção da tira de poliéster. O disco Sof-Lex de granulação média proporcionou a menor rugosidade para Ketac-Fil, enquanto para Ketac-Silver, o melhor resultado foi obtido com disco de papel fino. Para o acabamento e polimento dos materiais estudados, deve-se dar preferência à aplicação sequencial de discos abrasivos, em detrimento das pedras montadas e pontas adiamantadas.

As superfícies dos compósitos sofrem modificações no meio bucal, mesmo em situações que não envolvem a presença de forças mastigatórias, indicando a ocorrência de degradação química. **FREUND & MUNKSGAARD (1990)**¹³ desenvolveram um método laboratorial para medir o desgaste de polímeros na presença de enzimas e avaliaram as alterações na microdureza de um polímero à base de Bis-GMA e TEGDMA, após o tratamento com uma esterase inespecífica. Discos de resina foram preparados, polidos e tratados com soluções tampão contendo 5, 50 ou 500 mU/ml de esterase. Os controles foram tratados com água desmineralizada. A dureza superficial foi medida com aparelho de Wallace, após 48 horas de tratamento a 37° C. Para medir o desgaste, cilindros de resina foram agitados vigorosamente em dispersão aquosa de partículas abrasivas, durante 24 horas. Foram adicionadas 20 U/ml de esterase ao grupo teste e espécimens sem adição de

esterase serviram como controle. O peso dos espécimens foi determinado antes e após o tratamento e a perda foi usada como medida do grau desgaste. A maior perda de peso foi medida na presença de esterase. A dureza dos espécimens controle foi significativamente maior que a dos espécimens tratados com 50 e 500 mU/ml de esterase. A hidrólise enzimática das ligações dimetacrilato na matriz polimérica produziu redução da dureza superficial e da resistência ao desgaste do material.

Observações clínicas sugerem que o acúmulo de placa sobre os materiais restauradores está relacionado com sua rugosidade superficial. Apesar da relativa rugosidade dos cimentos de ionômero de vidro, mesmo após cuidadoso polimento, avaliações clínicas de suas restaurações não relatam a presença de problemas gengivais. Diante desses resultados conflitantes, **FORSS, SEPPÄ & ALAKUIJALA (1991)**¹² realizaram um estudo *in situ* para comparar a formação de placa sobre diferentes tipos de ionômero de vidro e sobre uma resina composta, descrevendo as características de superfície dos materiais investigados e os tipos de colonização de placa sobre eles. Os materiais avaliados foram um ionômero de vidro (Ketac-Fil - ESPE) recém manipulado e envelhecido artificialmente, um *cermet* (Ketac-Silver - ESPE) recém manipulado, e uma resina composta híbrida (Valux - 3M). Um dispositivo acrílico mandibular foi usado por dez voluntários, durante três períodos de 18 horas. Em cada período, um disco confeccionado com cada um dos ionômeros foi inserido de um lado do dispositivo escolhido aleatoriamente, enquanto do outro lado foi posicionado um disco de resina composta. A cada hora, os voluntários fizeram um bochecho com solução de sacarose a 15 %. A quantidade de película e de placa sobre o disco foi estimada por análise de seu conteúdo protéico. Durante cada ciclo, houve maior acúmulo de placa sobre o ionômero de

vidro que sobre a resina composta, exceto para o *cermet*. A MEV mostrou que a superfície dos ionômeros de vidro apresentou-se mais porosa e com maior quantidade de microorganismos que a superfície dos compósitos. A presença de partículas de prata no *cermet* pode ter afetado a aderência inicial de bactérias. É importante considerar que, com relação ao desenvolvimento da cárie e da doença periodontal, a composição da placa que se acumula sobre a restauração é mais importante que sua quantidade.

O meticoloso acabamento e polimento realizado sobre a superfície dos compósitos pode ser comprometido pelos cuidados caseiros de higiene bucal. Embora a perda de substância por desgaste abrasivo seja de significado clínico duvidoso, o principal problema pode ser a alteração na rugosidade superficial das restaurações. **GOLDSTEIN & LERNER (1991)**²⁰ observaram o efeito de diversos dentífricos sobre a rugosidade superficial de uma resina composta híbrida. Um teste preliminar foi realizado para avaliar o efeito de diferentes tipos de escova dental sobre a topografia do material. Após 10.000 ciclos em máquina de escovação, usando água deionizada, não foi detectado efeito significativo do tipo de escova sobre a rugosidade superficial da resina composta. A escovação sem dentífrico não promoveu alteração na rugosidade superficial desse material. No teste final, os espécimens foram submetidos a 20.000 ciclos em máquina de escovação, com uma mistura de dentífrico e água, na proporção de 1:1. Foi observado efeito significativo do dentífrico sobre a rugosidade do compósito, com um dos produtos promovendo superfícies mais lisas que os demais.

Por meio de critérios de retenção, alteração de cor, rugosidade superficial e presença de trincas, **MATIS et al. (1991)**²⁸ avaliaram o desempenho clínico de restaurações de lesões cervicais de erosão / abrasão, ao longo de 5 anos de observação. Pelo menos

quatro dentes em cada um dos trinta pacientes receberam restaurações com ionômeros de vidro (Ketac-Fil - ESPE; Chelon-Fil - ESPE) ou uma resina composta pó / líquido a base de NPG-GMA (Cervident - White Dental Products). As restaurações de Chelon-Fil e uma das restaurações de Ketac-Fil, em cada paciente, foram polidas, 15 minutos após sua inserção, com discos de óxido de alumínio. A outra restauração de Ketac-Fil foi polida 24 horas após sua confecção. Os critérios de retenção, alteração de cor, rugosidade superficial e presença de trincas foram registrados por dois examinadores, no *baseline* (2 semanas), após 6 meses, 1, 2, 3 e 5 anos. Os resultados indicaram que os materiais ionoméricos tiveram maior taxa de retenção que a resina composta. Após 5 anos, todos os tipos de restauração apresentaram 100 % de índice Alfa (nenhuma pigmentação ou pigmentação igual à da estrutura dental) para alteração de cor. No exame clínico, todas as restaurações apresentaram, inicialmente, superfícies lisas, que se tornaram mais rugosas após o polimento. Após 5 anos, o percentual de restaurações apresentando índice Alfa (nenhum defeito sobre o corpo da restauração) foi 48 % de Ketac-Fil polidas imediatamente após sua confecção, 61 % de Chelon-Fil, 54 % de Ketac-Fil polidas após 24 horas e 54 % de Cervident. Restaurações de Ketac-Fil polidas após 24 horas receberam 3 % de índice Charlie (defeitos severos sobre o corpo da restauração) para rugosidade superficial. A presença de trincas pareceu ser menor para Ketac-Fil com acabamento imediato, mas apenas na avaliação de 2 anos. O acabamento imediato de Ketac-Fil não afetou negativamente nenhum dos quatro parâmetros avaliados.

O efeito da fotoativação sobre dois materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta foi examinado por **BOURKE, WALLS & McCABE (1992)**⁷, para determinar se a reação de presa química continua após a fotopolimerização ou se essa impede que a reação ácido base continue a se processar. As variações de temperatura

produzidas pela reação de presa dos materiais foram medidas na presença e na ausência de fotoativação, usando uma unidade de análise de diferencial térmico. A dureza das superfícies superiores e inferiores dos corpos-de-prova foi medida e relacionada com o tempo de presa. Os resultados indicaram que enquanto as propriedades físicas finais de ambos os materiais foram dependentes da reação ácido-base, o efeito da fotopolimerização sobre o grau de presa foi diferente para cada um deles. Para o material que não contém HEMA em sua composição, a fotoativação teve pouco efeito sobre seu grau de presa, não mostrando evidência de dupla reação de polimerização. O material que contém HEMA apresentou presa inicial rápida, após fotoativação, devido à polimerização do HEMA e das moléculas do ácido poliacrílico modificado. O aumento da dureza superficial no período de 24 horas após a fotoativação demonstrou que a reação de presa química continuou ocorrendo.

Uma revisão dos estudos sobre os processos de degradação, tipos de testes, medidas e análises das substâncias liberadas pelos compósitos e ionômeros de vidro foi realizada por ØILO (1992)³⁴. O autor comenta que vários mecanismos são associados ao processo de degradação das resinas compostas e cita a descoloração, a perda de substância e a fratura como fatores redutores de sua longevidade. A inibição da polimerização nas camadas superficiais expostas ao oxigênio é um problema adicional para as resinas compostas. Se não removidas, essas camadas não polimerizadas liberam monômeros e produtos de degradação. Para os ionômeros, o processo de degradação inclui absorção, desintegração da camada superficial e transporte de íons, que refletirá clinicamente como um problema estético. Entre os elementos liberados, o flúor é o mais interessante. Diferenças marcantes foram observadas entre os testes de solubilidade realizados *in vitro* e

in vivo. Clinicamente, as restaurações são recobertas, dentro de um curto período de tempo, por um filme orgânico - a película - que altera a difusão através da superfície. A formação da película é difícil ou impossível de ser simulada *in vitro*.

Uma conferência sobre modelos experimentais intra-buciais foi apresentada por **ten CATE (1992)⁴²**, que discutiu a forma de seleção dos participantes e o tipo de dispositivos utilizados em estudos de tratamentos de prevenção à carie. O autor faz uma revisão sobre esses tópicos, ressaltando a influência da determinação do objetivo do estudo na escolha das condições experimentais a serem empregadas e fornece recomendações para limitar o grau de artificialidade do modelo.

Considerando que a introdução dos materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta levou a uma considerável confusão a respeito de sua nomenclatura, **McLEAN, NICHOLSON & WILSON (1994)³⁰** propuseram uma classificação para os cimentos ionoméricos e materiais relacionados. O termo ionômero de vidro modificado por resina foi sugerido para os materiais que apresentam além do componente resinoso, quantidade suficiente de ácido, base e água para que ocorra a reação de neutralização característica dos ionômeros convencionais. Os materiais nos quais essa reação não se processa, devido à ausência ou à insuficiência de um dos componentes, foram denominados resinas compostas modificadas por poliácidos.

Os agentes abrasivos usados durante a profilaxia de rotina podem promover danos à superfície das restaurações, como foi observado por **BERRY, BERRY III & POWERS (1994)⁵**, ao avaliarem a rugosidade superficial de uma resina composta híbrida e quatro materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta, tratados com seis tipos de abrasivos disponíveis no mercado norte-americano. No grupo controle (óxido de

alumínio 0,05 µm), Fuji II LC e Photac-Fil apresentaram maior rugosidade superficial que Herculite, Variglass e Vitremer, que não diferiram entre si. O compósito apresentou menor rugosidade superficial que os materiais híbridos, com todos os agentes abrasivos avaliados. Os autores sugerem que os híbridos de ionômero de vidro e resina composta deveriam ser polidos com um abrasivo fino, após profilaxia com agentes abrasivos mais grosseiros.

A formação de placa bacteriana e as reações gengivais adjacentes a restaurações de resina composta e de ionômeros de vidro foram assunto de uma revisão apresentada por **van DIJKEN & SJÖSTRÖM (1995)**⁴³. Apesar da ampla variação na rugosidade superficial e composição química dos materiais restauradores, não foram encontradas diferenças clinicamente mensuráveis na presença ou no desenvolvimento de placa e gengivite. No entanto, foram encontrados sinais mais pronunciados de gengivite sub-clínica, representada por aumento dos níveis de fluido gengival, em regiões adjacentes às resinas compostas, comparadas com superfícies não restauradas. Isso pode ser explicado pela composição química do material e / ou pela presença de pequenas quantidades de placa, não detectadas clinicamente, mas capazes de aumentar a taxa de recolonização dessas superfícies, aumentando o risco de desenvolvimento de doença periodontal em pacientes susceptíveis. Restaurações com ionômeros de vidro apresentam, inicialmente, frequências mais baixas de *streptococci mutans*, comparadas com amálgama, resina composta e superfícies de esmalte. A partir de um mês, essa diferença desapareceu, em função dos baixos níveis de fluoreto liberado pelo cimento.

Informações importantes sobre os materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta foram relatadas por **SIDHU & WATSON (1995)**³⁹, a partir da revisão de

um crescente número de pesquisas que estavam sendo publicadas sobre as propriedades desses materiais. Foram feitos esclarecimentos sobre sua reação de presa, classificação e nomenclatura. Os resultados de estudos *in vitro* demonstraram que os materiais híbridos superaram os ionômeros convencionais em termos de resistência adesiva, resistência à compressão e tração. Ainda não havia confirmação sobre o seu real mecanismo de adesão à estrutura dental, embora fosse sugerida a formação de uma camada de troca iônica adjacente à dentina, semelhante à dos ionômeros convencionais. Foi revelada a preocupação com relação à capacidade de adaptação marginal, pois esses materiais apresentam rápida contração de polimerização e coeficiente de expansão térmico-linear mais alto que os ionômeros convencionais. Sua resistência à abrasão demonstrou ser inferior à das resinas compostas e, embora sua resistência ao desgaste seja superior à dos cimentos convencionais, não são indicados para restaurações em regiões submetidas a esforço mastigatório direto. Parece que a modificação com resina não afetou adversamente suas propriedades cariostáticas, devido à liberação de flúor.

Em um estudo de avaliação clínica, **BARNES et al. (1995)**⁴ coletaram dados relativos a retenção, alteração de cor, sensibilidade dentinária e adaptação marginal de restaurações confeccionadas com uma resina composta modificada por poliácidos (Variglass - L.D. Caulk), em comparação com uma resina composta (Prisma APH - Caulk / Dentsply). O experimento consistiu em dois grupos: A - 75 lesões de erosão, envolvendo margens de esmalte e dentina, foram restauradas com a resina composta modificada por poliácidos, em 31 pacientes; outros 25 pacientes receberam 32 restaurações de lesões de erosão com a resina composta; B - 31 restaurações foram colocadas em cavidades de classe V, após escavação do tecido cariado e biselamento das margens de esmalte. As restaurações

foram acabadas e polidas com o sistema de pontas e pastas de óxido de alumínio (Enhance - Caulk / Dentsply). A avaliação foi feita por dois examinadores calibrados, utilizando os critérios de Ryge modificados, no baseline, 6 e 12 meses após a confecção das restaurações. No baseline, a resina composta demonstrou maior reprodutibilidade de cor que a resina composta modificada por poliácidos. Essa diferença não permaneceu, ao final dos 12 meses. Sugeriu-se que pode ter ocorrido um aumento da translucidez das restaurações, como consequência da sorção de água. Considerando-se os demais critérios, não houve diferença estatística significativa entre os materiais, indicando que a resina composta modificada por poliácidos apresentou resultados clínicos comparáveis aos da resina composta.

O desempenho clínico de três ionômeros de vidro modificados por resina foi avaliado por **MANEENUT & TYAS (1995)**²⁶ nos períodos de 1 semana, 6 e 12 meses após a restauração de lesões cervicais de abrasão. Um total de sessenta restaurações, em treze pacientes, foram confeccionadas com Fuji II LC (GC), Photac-Fil (ESPE) ou Vitremer (3M). O acabamento e polimento foi realizado, imediatamente após a colocação das restaurações, com pontas adiamantadas (Premier MFS - Dental Abrasives) e discos Sof-Lex (3M). Em cada período de observação, as restaurações foram fotografadas e avaliadas de acordo com critérios de reprodutibilidade de cor, descoloração marginal e retenção. Após 1 ano, o índice de retenção foi de 100 % para todos os materiais. As restaurações feitas com Vitremer apresentaram um significativo escurecimento na cor. Todas as restaurações mostraram um aumento significativo na descoloração marginal.

ATTIN, VATASCHKI & HELLWIG (1996)³ avaliaram algumas propriedades físicas de quatro ionômeros de vidro modificados por resina (Fuji II LC - GC,

Ionosit Fil - DMG, Vitremer - 3M, Photac-Fil - ESPE) e de duas resinas compostas modificadas por poliácidos (Dyract - De Trey / Dentsply, Variglass VLC - De Trey / Dentsply). Eles foram comparados a uma resina composta híbrida (blend-a-lux - Blendax) e a um ionômero de vidro (ChemFil Superior - De Trey / Dentsply). A resistência à compressão, a resistência à flexão, o módulo de elasticidade e a microdureza superficial Vickers dos materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta foram inferiores àqueles da resina composta e similares aos do cimento de ionômero de vidro. A resina composta exibiu a mais baixa resistência ao desgaste causado pela escovação. Variglass VLC, Dyract, Ionosit Fil e blend-a-lux exibiram diminuição na microdureza a profundidades maiores que 2,0 mm. De uma maneira geral, as propriedades mecânicas dos materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta foram inferiores às da resina composta híbrida.

A rugosidade superficial de compósitos e de materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta submetidos a diferentes procedimentos de acabamento e polimento foi objeto de um estudo *in vitro* realizado por TATE & POWERS (1996)⁴¹. Os espécimens foram confeccionados com dois compósitos (Revolution - E&D; Charisma - Heraeus Kulzer), uma resina composta modificada por poliácidos (Variglass - Caulk / Dentsply) e dois ionômeros de vidro modificados por resina (Fuji II LC - GC; Vitremer - 3M). A superfície dos materiais polimerizada contra uma lâmina de vidro foi utilizada como *baseline* para todos os testes e denominada Tratamento A. O Procedimento I de acabamento e polimento consistiu de: Tratamento B - acabamento com broca *carbide* de 12 lâminas (Brasseler); Tratamento C - acabamento com ponta Enhance (Caulk / Dentsply); Tratamento D - aplicação de pasta polidora fina e extra - fina (Prisma Gloss - Caulk /

Dentsply); Tratamento E - aplicação de *glaze* (de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes dos ionômeros de vidro modificados por resina). O Procedimento II de acabamento e polimento consistiu de: Tratamento F - recontorno das superfícies dos espécimens provenientes do Procedimento I com broca *carbide* de 12 lâminas (Brasseler); Tratamento G: polimento com discos Sof-Lex de granulação fina; Tratamento H: polimento com discos Sof-Lex de granulação extrafina. A rugosidade superficial média foi medida em cada espécimen, após a sua confecção e após cada tratamento, usando-se um perfilômetro. Foram realizadas cinco leituras, em diferentes localizações, sobre cada corpo - de - prova. Amostras representativas de cada tratamento para Fuji II LC e Revolution foram examinadas em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados revelaram que o Procedimento II foi mais efetivo que o Procedimento I para todos os materiais avaliados. O contorno com brocas de 12 lâminas tornou mais rugosa a superfície de todos os materiais, requerendo acabamento e polimento adicionais. Os discos Sof-Lex produziram superfícies mais lisas para os compósitos e híbridos de ionômero de vidro e resina composta. A aplicação de pontas Enhance em forma de taça sobre a superfície dos materiais híbridos parece ter promovido o deslocamento das partículas, deixando espaços vazios, que podem ser relacionados com os maiores valores de Ra. Esse efeito não foi evidente para os compósitos. O uso das pastas abrasivas sobre os materiais híbridos parece ter apenas removido o *smear layer* criado pelo acabamento anterior com as pontas Enhance, pois não diminuiu significativamente os valores de Ra. A aplicação do *glaze* produziu uma superfície lisa para Fuji II LC e Vitremer, porém, para esse último, valores menores de Ra foram obtidos, usando-se discos Sof-Lex. Deve-se considerar que as resinas sem carga

podem sofrer erosão e / ou desgaste rapidamente no meio bucal, deixando a superfície mais rugosa.

Os estudos laboratoriais realizados para avaliar a capacidade das resinas compostas e dos ionômeros de vidro receberem polimento utilizam medidas de rugosidade superficial (Ra) e fotomicrografias de MEV para categorizar diferentes seqüências de acabamento e polimento. Para comparar o efeito de diversos métodos de acabamento sobre um grupo representativo de materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta, **ST. GERMAIN & MEIERS (1996)**⁴⁰ utilizaram um perfilômetro e um microscópio eletrônico de varredura. Uma resina composta modificada por poliácidos (Variglass - L.D. Caulk) e três ionômeros de vidro modificados por resina (Vitremer - 3M; Photac-Fil - Espe / Premier; Fuji II LC - GC) foram manipulados de acordo com as recomendações de seus fabricantes e inseridos em preparos cilíndricos padronizados, executados em moldes de vidro cerâmico. Antes de sua fotopolimerização, foi colocada sobre eles uma tira de poliéster pressionada por uma lâmina de vidro. Os espécimens assim obtidos foram acabados e polidos de acordo com uma das seqüências aleatoriamente determinadas: (1) controle - sem polimento; (2) broca *carbide* de 12 lâminas (Sybron / Midwest) e a série de discos médio, fino e extrafino Sof-Lex (3M); (3) pontas adiamantadas ET de 25 μ e 15 μ (Brasseler); (4) broca *carbide* de 12 lâminas e sistema Enhance (L.D. Caulk); (5) broca *carbide* de 12 lâminas e borrachas cinza Politip-F e verde Politip-P (Ivoclar); (6) broca *carbide* de 12 lâminas. A rugosidade superficial média (Ra) para cada espécimen foi registrada por meio de três medidas paralelas entre si e perpendiculares à direção do acabamento. Foram confeccionadas réplicas de espécimens representativos dos grupos de

materiais para serem examinadas em MEV, e fotomicrografias foram tomadas para comparar a topografia das superfícies. Os resultados indicaram que nenhuma das seqüências de acabamento e polimento avaliadas reproduziu a lisura superficial criada, inicialmente, pela tira de poliéster. Quando o acabamento e polimento foi realizado, a seqüência que produziu maior lisura superficial foi broca *carbide* / Sof-Lex ou pontas adiantadas ET, para todos os materiais avaliados. Os valores mais altos obtidos com broca *carbide* / sistema Enhance podem ser explicados pela incapacidade do disco e das pastas abrasivas removerem os riscos criados pela broca. Esses abrasivos podem ter agido preferencialmente sobre as matrizes resinosa e de poli-sais, que são mais macias, apresentando mínimo efeito sobre as partículas de carga. As seqüências que utilizaram broca *carbide* / borrachas Politip ou apenas broca *carbide* alcançaram os maiores valores de Ra, para todos os materiais, indicando que podem não ser instrumentos adequados para o acabamento dos híbridos de ionômero de vidro e resina composta.

Tradicionalmente, acredita-se que a utilização de uma seqüência decrescente de materiais abrasivos proporciona acabamento e polimento clinicamente aceitáveis à superfície das restaurações. **FRUITS, MIRANDA & COURY (1996)**¹⁴ concluíram que o tipo de movimento empregado durante os procedimentos de acabamento e polimento podem ter um efeito significativo sobre a qualidade final da restauração. Foram avaliadas as superfícies criadas por abrasivos de tamanhos equivalentes, aplicados com movimentos rotatório (ponta diamantada), planar (disco de papel) e recíproco (ponta adiantada adaptada em peça de mão de movimento bidirecional). Valores de rugosidade média (Ra) foram empregados para comparar os efeitos do tipo de movimento sobre a superfície de espécimens preparados com amálgama e resina composta. Os resultados indicaram que,

entre todas as combinações de movimento e tamanho de abrasivos avaliados, o movimento planar produziu superfícies significativamente mais lisas, para o amálgama e para a resina composta.

A influência da rugosidade das superfícies duras presentes no meio bucal sobre a retenção de placa bacteriana foi objeto de uma revisão de literatura publicada por **BOLLEN, LAMBRECHTS & QUIRYNEN (1997)**⁶. O artigo selecionou trabalhos de pesquisa que avaliassem a rugosidade superficial inicial dos materiais e suas alterações como consequência de diferentes modalidades de tratamento. Os materiais incluídos foram: dente natural; *abutments* de implantes; amálgama; ouro; resina composta; resina acrílica; ionômero de vidro e compômeros; cerâmicas. Foi encontrada uma variação muito ampla na rugosidade das diferentes superfícies duras intra-bucais, e o impacto dos tratamentos sobre essa rugosidade dependeu do tipo de material. Os autores ressaltam a escassez de dados disponíveis sobre as relações entre as alterações microbiológicas e a rugosidade superficial.

A caracterização da superfície dos materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta, comparada com resinas compostas e ionômeros de vidro convencionais foi realizada por **GLADYS et al. (1997)**¹⁷, através dos critérios de rugosidade superficial, distribuição do tamanho de partículas e dureza. Uma segunda parte do estudo concentrou-se na determinação do módulo de elasticidade e da resistência à fadiga dos materiais, propriedades indicativas da durabilidade das restaurações, sob condições clínicas simuladas. Os autores concluíram que as propriedades físico-mecânicas variaram amplamente entre os oito materiais híbridos avaliados. Isso pode indicar que esses materiais ainda precisam melhorar suas propriedades. Sua resistência mecânica é inadequada para o

uso em áreas submetidas a esforço mastigatório, e sua aparência não permite a utilização em situações onde estética é fundamental.

O acabamento e polimento das restaurações estéticas torna-se especialmente importante, pois a obtenção de superfícies mais lisas contribui para reduzir a deposição de corantes e a alteração de cor. **LIPORONI (1997)**²⁵ avaliou dois métodos de acabamento e polimento para ionômeros de vidro modificados por resina, utilizando quantificação espectrofotométrica da deposição superficial de corante. Os resultados demonstraram que a superfície dos materiais polimerizados junto à tira de matriz apresentou menor deposição de corante. Houve diferença entre os dois materiais restauradores estudados e, para um deles, o acabamento com discos à base de óxido de alumínio promoveu melhores resultados que o uso de pontas de resina impregnadas com óxido de alumínio.

A rugosidade superficial e a quantidade de corante retida nas irregularidades produzidas durante o acabamento e polimento de um ionômero de vidro foram avaliadas por **PAULILLO et al. (1997)**³⁵. Foram confeccionados espécimens cilíndricos, com dimensões padronizadas, inserindo o material ChemFil II (Dentsply) em matrizes de aço inoxidável. Após 24 horas de armazenamento em ambiente úmido, os espécimens foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos e submetidos aos seguintes procedimentos de acabamento e polimento: 1 - tira de poliéster; 2 - discos Sof-Lex (3M); 3 - pontas Enhance (Dentsply); 4 - pontas adiamantadas (3168 FF - KG Sorensen). A metade dos espécimens foi submetida à leitura em perfilômetro, obtendo os valores de Ra. A outra metade foi empregada na determinação espectrofotométrica da deposição de corante. Os valores de Ra obtidos demonstraram que o melhor acabamento foi aquele proporcionado pela presa do cimento em contato com a tira de poliéster. Os discos de óxido de alumínio promoveram a

menor rugosidade superficial, que não diferiu significativamente das pontas Enhance. A maior rugosidade foi promovida pelas pontas adiamantadas, que diferiram do controle e dos discos de óxido de alumínio, mas não diferiram das pontas Enhance. No teste de deposição de corante, não houve diferença entre o controle e discos de óxido de alumínio. A maior deposição de corante foi observada para pontas adiamantadas, que não diferiram de pontas Enhance. Essas últimas diferiram de controle, embora não tenham diferido dos discos de óxido de alumínio. Quando os dois testes foram comparados, foi verificada uma correlação estatística linear entre eles.

A crescente popularidade dos materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta motivou o desenvolvimento de estudos que pudessem prever seu desempenho clínico. Em um experimento *in vivo*, **SIDHU, SHERRIFF & WATSON (1997)**³⁸ avaliaram as alterações na superfície de ionômeros de vidro modificados por resina, em lesões cervicais de abrasão. As restaurações realizadas em dez pacientes foram moldadas e réplicas de resina foram obtidas para avaliar o desgaste. Foram realizadas medidas da rugosidade superficial com um microscópio confocal para reconstrução topográfica da superfície do espécimen. Os registros foram feitos após o polimento e em intervalos trimestrais, até 24 meses após a colocação das restaurações. A rugosidade foi determinada por processamento de imagem, enquanto a MEV proporcionou uma análise qualitativa das superfícies. O efeito do tempo sobre cada material foi analisado e demonstrou uma distribuição cíclica da rugosidade. Houve uma diminuição inicial e gradual, com subsequente aumento da rugosidade. Esse padrão se repetiu até o final do período de observação e a curva de rugosidade pareceu convergir aos 24 meses. Houve diferença significativa entre os materiais no 6°, 9° e 18° meses, após a colocação das restaurações. A

natureza heterogênea desses materiais pode estar relacionada com o padrão cíclico de desgaste observado.

A aparência final das restaurações estéticas depende do acabamento dado à superfície, que consiste no contorno e redução da mesma, para obter a forma anatômica desejada. O polimento refere-se à redução dos riscos criados pelos instrumentos de acabamento empregados. YAP, LYE & SAU (1997)⁴⁷ determinaram os efeitos de diferentes sistemas de polimento sobre a rugosidade superficial e a dureza de duas resinas compostas (Silux e Z100 - 3M), uma resina composta modificada por poliácidos (Dyract - Dentsply) e um ionômero de vidro modificado por resina (Photac-Fil - ESPE). Espécimens confeccionados com cada material foram acabados e polidos com os seguintes sistemas: Enhance (Dentsply), pedras brancas (Shofu), discos Super-snap (Shofu). O grupo controle não recebeu nenhum tratamento após a fotopolimerização contra a superfície de uma tira de poliéster. Foram comparados os traçados perfilométricos e registrados os valores de Ra para cada material e técnica de acabamento empregados. Foram realizadas, em diferentes locais na superfície de cada corpo-de-prova, duas leituras perpendiculares aos sulcos criados pelo acabamento. Foi determinado o número de dureza Knoop para cada espécimen, em microdurômetro. O significado clínico dos resultados sugere que, para todos os materiais avaliados, as superfícies mais lisas são aquelas deixadas sem polimento após a fotopolimerização. O sistema Enhance é fortemente recomendado para o polimento das resinas de micropartículas. Os sistemas Enhance e Super-snap são recomendados para o polimento de resinas compostas híbridas e para as resinas compostas modificadas por poliácidos, enquanto as pedras brancas produziram as superfícies mais rugosas para esses materiais. Para o ionômero de vidro modificado por resina, o uso de discos Super-snap é

encorajado por produzir superfícies mais lisas que pedras brancas e Enhance, que foram igualmente rugosas. A dureza, após os procedimentos de acabamento e polimento, pareceu ser influenciada pelos diferentes constituintes de cada material. A resina composta híbrida apresentou os maiores valores de dureza e o ionômero de vidro modificado por resina os menores, entre os grupos de tratamento.

O brilho ou lustro também exerce influência sobre a estética das restaurações, podendo variar de acordo com a lisura da superfície, pois superfícies perfeitamente lisas refletem a luz com o mesmo ângulo de incidência e intensidade igual à da fonte. Qualquer alteração no ângulo ou perda de intensidade pode indicar alguma forma de rugosidade. Buscando a correlação entre estas propriedades, **HONDRUM & FERNÁNDEZ, Jr (1997)**²² avaliaram diferentes técnicas de acabamento e polimento para uma resina composta, um ionômero de vidro e um ionômero de vidro modificado por resina. Os espécimens foram obtidos pela inserção dos materiais em moldes cilíndricos de dimensões padronizadas, e cobertos com tira de poliéster e lâmina de vidro. Após 24 horas, os espécimens foram distribuídos em sete grupos. Exceto o grupo controle (matriz de poliéster), os demais foram inicialmente contornados com broca *carbide* de 12 lâminas (Brasseler) para, em seguida, receberem os tratamentos com discos Sof-Lex (3M) de granulação média, fina e superfina; sistema de pontas e pastas de diamante MFS / MPS (Abrasive Technology, Inc.); broca *carbide* de 18 lâminas e pastas de óxido de alumínio (Kerr Corp); sistema de ponta abrasiva e pastas de óxido de alumínio Enhance (Caulk / Dentsply); sistema de pastas de diamante MPS (Abrasive Technology, Inc.); broca *carbide* de 18 lâminas (Brasseler). A morfologia superficial foi medida por um perfilômetro, perpendicularmente às estrias produzidas pelo acabamento, registrando os valores de Ra e

R_{max} . O brilho foi medido usando-se um *gloss meter* (Minolta Corp.). Espécimens representativos de cada grupo foram selecionados para exame em MEV. Os resultados de rugosidade revelaram a mesma tendência entre os métodos de acabamento e polimento empregados, para os três materiais: matriz < sistema de pontas e pastas adiamantadas e / ou discos Sof-Lex e / ou sistema de broca carbide 18 lâminas e pastas de óxido de alumínio < sistema Enhance < pastas adiamantadas < broca carbide 18 lâminas. A superfície deixada pela matriz sobre a resina composta foi a mais reflectiva, seguida pelas superfícies originais do ionômero de vidro modificado por resina e do ionômero de vidro convencional. Não foi observada superioridade de uma técnica de acabamento e polimento sobre as outras, e nenhuma delas pode reproduzir o brilho obtido originalmente. O coeficiente de correlação entre rugosidade superficial e brilho para as superfícies dos grupos controle foi $r = - 0,93$, mas diminuiu para $r = - 0,58$ quando todos os grupos foram incluídos, indicando uma provável falta de distinção do brilho entre os grupos submetidos ao acabamento e polimento.

Uma avaliação comparativa dos sistemas de polimento sobre a superfície de uma resina composta, uma resina composta modificada por poliácidos e um ionômero de vidro modificado por resina foi realizada por **BOUVIER, DUPREZ & LISSAC (1997)**⁸. Espécimens confeccionados com Z100 (3M), Dyract (Dentsply) e Photac-Fil (ESPE) foram submetidos a um dos seguintes protocolos de polimento: aplicação seqüencial de brocas de carbureto de tungstênio de 12, 20 e 30 lâminas (Komet); Sistema Enhance (L.D. Caulk); aplicação seqüencial de discos Sof-Lex de granulação média, fina e superfina (3M). Os valores de rugosidade média (R_a) foram registrados usando-se um perfilômetro. Foram realizadas três leituras, para cada espécimen, em diferentes localizações. As superfícies

polidas e não polidas dos espécimens confeccionados com resina composta e resina composta modificada por poliácidos foram observadas e comparadas em microscópio eletrônico de varredura. Os espécimens confeccionados com ionômero de vidro modificado por resina foram observados em microscópio óptico. Antes do polimento, Photac-Fil apresentou valores mais elevados de Ra, enquanto Dyract e Z100 não apresentaram diferença significativa entre si. As fotomicrografias mostraram superfícies homogêneas para Z100 e Dyract, enquanto Photac-Fil apresentou numerosas trincas e porosidades. A análise estatística revelou que Sof-Lex promoveu menor rugosidade superficial que os outros procedimentos avaliados, para os três materiais. Não houve diferença estatística significativa entre brocas multi - laminadas e Enhance, exceto para o material Photac-Fil, no qual Enhance promoveu maior rugosidade superficial. Os autores concluem que o comportamento da resina composta modificada por poliácidos assemelha-se mais ao da resina composta que ao do ionômero de vidro modificado por resina.

Em um estudo *in vitro*, MOMOI et al. (1997)³² compararam o desgaste abrasivo e as alterações na rugosidade superficial de ionômeros de vidro modificados por resina (Fuji II LC - GC e Photac-Fil Aplicap - ESPE) com ionômeros convencionais (Fuji II - GC e Ketac-Fil Aplicap - ESPE), submetidos a um ensaio em máquina de escovação. Um amálgama (Spherical-D - Shofu) e um compósito híbrido (Z100 - 3M) foram usados como controles. A dureza superficial Knoop também foi medida, tornando possível determinar sua relação com a resistência ao desgaste. Espécimens de cada material estudado foram preparados e submetidos a 20.000 ciclos de escovação, com dentífrício. A perda vertical de material foi quantificada por perfilometria. As características da superfície, após abrasão, foram avaliadas por MEV. A rugosidade média (Ra) foi determinada a partir da imagem tri-

dimensional da superfície das réplicas de cada material. A resistência à abrasão apresentada pelos ionômeros de vidro modificados por resina foi significativamente mais baixa que a apresentada pelos materiais controles. Quando foram comparados os produtos do mesmo fabricante, os ionômeros de vidro modificados por resina apresentaram resistência à abrasão mais baixa e menor dureza que os ionômeros convencionais, indicando uma provável relação entre essas propriedades. O compósito e o amálgama apresentaram menor rugosidade superficial que todos os materiais ionoméricos avaliados. Fuji II LC apresentou-se mais rugoso que Fuji II, enquanto Photac-Fil e Ketac-Fil não diferiram entre si. Os autores sugerem que as características da superfície dos ionômeros de vidro modificados por resina precisam ser aperfeiçoadas, o que tornaria sua estética mais atraente.

Restaurações de lesões de abrasão com materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta foram avaliadas, após 2 anos, por **ABDALLA & ALHADAINY (1997)**¹. Em quarenta pacientes, oitenta lesões foram selecionadas e restauradas com um dos ionômeros de vidro modificados por resina (Fuji II LC - GC, Photac-Fil - ESPE, Vitremer - 3M) ou com uma resina composta modificada por poliácidos (Dyract - Dentsply) (n = 20). O acabamento foi realizado com broca de 12 lâminas e o polimento com discos Sof-Lex (3M). Em seguida, agentes de proteção superficial foram aplicados à superfície de todas as restaurações. Imediatamente após, foi realizada, por dois examinadores independentes, a primeira avaliação, de acordo com os critérios do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos. Reavaliações foram feitas após 1 e 2 anos. Todas as restaurações mostraram alterações de cor, após 2 anos. Restaurações com Vitremer foram as mais afetadas. Não houve diferença estatística significativa na percentagem de índices Alfa para o critério "forma anatômica". Restaurações de todos os materiais mostraram

algum grau de discrepância marginal, que não foi estatisticamente significativa. Uma das desvantagens desses critérios de avaliação, além de seu caráter subjetivo, é que qualquer alteração só será detectada quando se tornar clinicamente evidente.

Um acompanhamento clínico foi conduzido por **GLADYS et al. (1998)**¹⁹, durante 18 meses, para avaliar a efetividade de um ionômero de vidro convencional, três ionômeros de vidro modificados por resina e uma resina composta modificada por poliácidos em lesões cervicais de classe V. Os critérios empregados para avaliação foram retenção, integridade marginal, microinfiltração, recorrência de cárie e vitalidade pulpar. As restaurações foram avaliadas imediatamente após a sua confecção (*baseline*) e após 6, 12 e 18 meses. A interface dente-restauração foi examinada *in vitro* por MEV. Todos os materiais estudados apresentaram boas taxas de retenção. Discrepâncias marginais ocorreram tanto em margens de esmalte quanto de dentina, exceto para a resina composta modificada por poliácidos, que mostrou maior incidência de defeitos nas margens de esmalte. Nenhum dos sistemas garantiu margens livres de microinfiltração por um longo período de tempo. O estudo da interface dente-restauração mostrou que sua morfologia depende do pré-tratamento realizado na dentina.

Restaurações lisas e bem polidas apresentam melhor aparência estética e são mais facilmente mantidas, o que aumenta sua longevidade e a satisfação do paciente. Os resultados da utilização de três diferentes sistemas de acabamento e polimento sobre dois compósitos, um ionômero de vidro convencional e um ionômero de vidro modificado por resina foram estudados por **HOELSCHER et al. (1998)**²¹. Espécimens foram confeccionados em moldes acrílicos e sua rugosidade superficial foi avaliada após o tratamento com discos Sof-Lex (3M), sistema Enhance (Caulk / Dentsply) ou brocas

carbide (Midwest) seguidas de pontas adiantadas (ESPE). A superfície dos materiais obtida pelo contato com uma tira de poliéster foi utilizada como controle. Foram realizadas três leituras em diferentes direções para determinar a rugosidade média (Ra) da superfície de cada espécimen. Após a determinação da rugosidade, os espécimens tratados com pontas Enhance e brocas foram polidos, adicionalmente, com pasta (Prisma Gloss - Dentsply) e reavaliados. Espécimens representativos de cada material e método de acabamento foram selecionados e preparados para o exame em MEV. Não foi revelada diferença estatística significativa entre os materiais, mas houve diferença entre as técnicas de acabamento. A interação material-tratamento não foi significativa. Os discos Sof-Lex e as pontas Enhance promoveram o melhor acabamento para os compósitos de micropartículas, para o ionômero de vidro modificado por resina e para o ionômero convencional. As brocas de acabamento produziram superfícies mais rugosas que os demais métodos.

As restaurações de lesões cervicais sofrem degradação devido ao ataque erosivo e à abrasão por escovação. **ATTIN et al. (1998)²** avaliaram a resistência de duas resinas compostas modificadas por poliácidos, submetidas a um ensaio em máquina de escovação, em condições de pH ácido e neutro. A abrasão dos materiais foi quantificada por perfilometria a laser. Foram registradas cinco medidas no centro de cada espécimen, perpendicularmente à direção do movimento da escovação. A resistência à abrasão dos materiais estudados foi significativamente mais baixa em condições ácidas que em pH neutro. Compoglass (Vivadent) apresentou menor resistência à abrasão que Dyract (Dentsply).

A ativação fotoquímica dos ionômeros de vidro modificados por resina promove a polimerização dos monômeros de hidroxietilmetacrilato (HEMA). Como ela é

realizada, usualmente, após a mistura do material, a reação ácido-base ocorre principalmente dentro da matriz polimérica formada. de GEE et al. (1998)¹⁶ investigaram o efeito do atraso e da omissão da fotoiniciação sobre a integridade estrutural de Fuji II LC (GC), Photac-Fil Aplicap (ESPE) e Vitremer (3M), em comparação com a integridade dos materiais, quando a fotopolimerização foi realizada 2 minutos após sua mistura. Ionômeros de vidro convencionais (Fuji Cap II - GC e Ketac-Fil Aplicap - ESPE) foram usados como controles. Espécimens foram confeccionados com os materiais estudados, e fotopolimerizados 2 ou 60 minutos, após a mistura. Em outro grupo experimental, os espécimens não foram fotopolimerizados. Para determinar a integridade estrutural, os espécimens foram submetidos a um ensaio de desgaste realizado 8 horas, 1 semana ou 4 meses após sua confecção. A perda de substância sofrida pelos materiais foi determinada por perfilometria. Quando a fotopolimerização foi atrasada por 1 hora, a integridade estrutural de Fuji II LC e Photac-Fil Aplicap melhorou significativamente, nos estágios iniciais de endurecimento. Para Vitremer, o atraso de 1 hora na fotoativação reduziu significativamente sua integridade, que declinou ainda mais com a omissão da fotoativação. Fuji II LC não foi afetado pela omissão da fotoativação, enquanto a estrutura de Photac-Fil ficou muito enfraquecida. Após 4 meses de envelhecimento, os espécimens de cada produto polimerizados pelos diferentes métodos atingiram a mesma integridade, com exceção de Vitremer não polimerizado, que permaneceu mais fraco. Pôde-se concluir que a integração química das redes de poliacenoato e poli-HEMA beneficia a integridade estrutural de materiais como Vitremer. O aumento da integridade estrutural de materiais como Fuji II LC e Photac-Fil, em sua fase inicial de endurecimento, requer uma reação ácido-base, que, em grande parte, pode ocorrer antes da ativação da polimerização de HEMA.

A presença de poli-HEMA e de monômero residual (HEMA) após a presa dos ionômeros de vidro modificados por resina tem sido relacionada com a elevada sorpção de água exibida por esses materiais. O efeito do armazenamento em soluções aquosas sobre a dureza superficial de ionômeros de vidro modificados por resina foi investigado por **KANCHANAVASITA, ANSTICE & PEARSON (1998)**²³. Corpos-de-prova cilíndricos foram preparados com os materiais restauradores Vitremer (3M) e Fuji II LC (GC) e com os forradores Vitrebond (3M) e Fuji Lining LC (GC) e, então armazenados em água destilada ou em saliva artificial a 37° C, até a realização dos testes. A microdureza foi medida em aparelho de Wallace com diamante Vickers 5 minutos, 1 hora, 1, 7, 30, 90, 180 e 360 dias após a polimerização. Todos os materiais mostraram aumento da dureza com o tempo, quando armazenados em água destilada. Os valores máximos de dureza foram alcançados após 7 dias para todos os espécimens, exceto Vitrebond que alcançou dureza máxima após 30 dias. Todos os materiais armazenados em saliva artificial mostraram uma redução significativa da dureza ao longo do tempo. A reação ácido-base tardia promoveu aumento da dureza para os ionômeros modificados por resina, superando o efeito plastificante da água, quando o meio de armazenamento foi água destilada. Porém, a elevada e progressiva sorpção de água pelos espécimens armazenados em saliva artificial resultou em diminuição da dureza superficial.

O estado atual de desenvolvimento dos ionômeros de vidro modificados por resina foi revisto por **McCABE (1998)**²⁹, que apresentou os resultados de recentes trabalhos de pesquisa. A padronização da nomenclatura e a categorização dos diferentes produtos comerciais foram debatidas. A influência da reação ácido-base na presa e a sensibilidade do material à luz ambiente podem limitar seu tempo de trabalho. Esses

materiais apresentam alta sorpção de água, cujo significado clínico é, ainda, desconhecido. As propriedades mecânicas da maioria dos materiais são intermediárias aos compósitos e aos ionômeros de vidro convencionais, e dependem do conteúdo de resina na fase matriz do material endurecido. Alguns produtos apresentam inerente adesão ao esmalte, embora o condicionamento ácido possa ser necessário para tornar a união clinicamente efetiva. A adesão à dentina parece envolver um mecanismo mais complexo que o envolvido na adesão dos ionômeros convencionais. Frequentemente, o condicionamento e a aplicação de *primer* à dentina são recomendados. Estudos que determinam as taxas de liberação de flúor e seus significados clínicos requerem esclarecimento e padronização.

As resinas compostas modificadas por poliácidos ou "compômeros" são compostos de partículas de vidro ionizáveis envolvidas por uma matriz polimérica. Diferem dos ionômeros de vidro em dois aspectos principais: as partículas de vidro são parcialmente silanizadas para promover a união com a matriz, cuja formação ocorre durante a fotoativação; a ausência de água em sua composição inibe a reação ácido-base. Uma reação de neutralização pode ocorrer, eventualmente, de forma limitada, quando houver penetração de água através da rede polimérica. **MEYER, CATTANI-LORENTE & DUPUIS (1998)**³¹ determinaram algumas propriedades físicas de três resinas compostas modificadas por poliácidos, comparando-as a uma resina composta, um ionômero de vidro convencional e um ionômero de vidro modificado por resina. Foram realizadas medidas de resistência à compressão diametral, resistência à flexão e módulo de elasticidade, em diferentes condições de armazenamento, estabilidade dimensional e liberação de flúor. Os autores concluíram que as resinas compostas modificadas por poliácidos apresentam um comportamento mais semelhante ao das resinas compostas que ao dos ionômeros de vidro.

As seguintes características retratam a semelhança entre compósitos e resinas compostas modificadas por poliácidos: não tomam presa na ausência de luz, sofrem pouca sorção de água, apresentam propriedades mecânicas superiores e reduzida liberação de flúor.

Para avaliar as propriedades estéticas dos materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta, restaurações cervicais de classe V realizadas com três ionômeros de vidro modificados por resina e uma resina composta modificada por poliácidos foram acompanhadas por **GLADYS et al. (1999)**¹⁸, durante um período de 18 meses. Um ionômero de vidro convencional foi usado como controle. Foram selecionados 86 pacientes portadores de lesões cervicais de erosão-abrasão. O acabamento e polimento das restaurações foi realizado com ponta diamantada (Komet), discos e tiras do sistema Sof-Lex Pop-on (3M). A avaliação das restaurações foi realizada imediatamente após a sua colocação (*baseline*) e após 6, 12 e 18 meses. A aparência estética foi avaliada de acordo com índices de reprodutibilidade de cor, translucidez e opacidade, e rugosidade superficial. Os resultados demonstraram que os materiais se comportaram de forma muito desigual e inconsistente. De maneira geral, os resultados estéticos para os híbridos de ionômero de vidro e resina composta não foram considerados ótimos. Descoloração das margens, alterações na translucidez e na opacidade, e perda rápida da lisura superficial foram detectadas, durante o uso clínico. Os materiais híbridos apresentaram desempenho estético superior ao ionômero de vidro convencional.

O desempenho clínico de um ionômero de vidro convencional e de um ionômero de vidro modificado por resina foi avaliado por **BRACKETT et al. (1999)**⁹, durante um período de 2 anos. Foram realizadas trinta e quatro restaurações com cada material, em lesões cervicais de erosão-abrasão. O acabamento e polimento foi realizado

com discos Sof-Lex (3M) e uma camada de resina sem carga (Ketac-Glaze) foi aplicada às superfícies das restaurações. As avaliações foram feitas após a confecção das restaurações (*baseline*) e após 6, 12 18 e 24 meses, usando uma modificação dos critérios descritos por Cvar e Ryge, para retenção, reprodutibilidade de cor, descoloração marginal, cárie secundária, forma anatômica e adaptação marginal. As restaurações de ambos os materiais alcançaram uma taxa de 93 % de retenção, após 24 meses. A estética de ambos foi comparável, tendo sido relatado o percentual de 85 % de restaurações com índice Alfa. Foi observada uma ocorrência de cárie secundária para cada material. Não houve diferença significativa entre os materiais, em qualquer critério avaliado.

O uso crescente de materiais poliméricos na Odontologia despertou o interesse por pesquisas sobre seu desgaste e sua degradação química ao longo do tempo. O objetivo do estudo de **SANTERRE, SHAJII & TSANG (1999)**³⁷ foi medir o efeito da biodegradação induzida por enzima sobre três compósitos, comparando diferentes metodologias. A enzima utilizada foi a colesterol esterase e os compósitos foram Silux Plus (3M) e Z100 (3M) cujos principais monômeros presentes são Bis-GMA e TEGDMA, e TPH (Caulk-Dentsply) que contém Bis-GMA e TEGDMA modificados por UDMA. Corpos-de-prova cilíndricos foram preparados e incubados em soluções tampão pH=7,0, contendo ou não a enzima. Foram realizadas as seguintes medidas de degradação: avaliação da perda de peso após incubação por 96 horas e subsequente teste de desgaste; determinação da microdureza Vickers antes e depois da incubação por 96 horas; caracterização dos produtos de degradação por cromatografia líquida combinada com espectrometria de massa, após incubação com enzima ou solução tampão. A presença de produtos de degradação derivados de Bis-GMA evidenciaram que a enzima promoveu

degradação da matriz resinosa dos compósitos. Os níveis de produtos derivados de Bis-GMA na solução enzimática foram semelhantes para Silux Plus e Z100, porém quando comparados quanto à microdureza e à perda de peso, as alterações foram maiores para Z100. Silux Plus e TPH não diferiram com relação à perda de peso quando comparados os espécimens incubados em enzima com aqueles incubados em solução tampão. No entanto, os resultados de cromatografia líquida indicam quantidades significativamente maiores de produtos de degradação para Silux Plus comparado com TPH, demonstrando a maior sensibilidade desse método de avaliação. Apesar de ainda subestimarem o efeito relativo da enzima sobre Silux Plus, os dados de microdureza mostraram maior sensibilidade ao processo de biodegradação que o método de perda de peso. Todos os materiais exibiram diferentes perfis de liberação de produtos de degradação, refletindo a variação quanto aos tipos e quantidades de monômero, conteúdo de partícula e química.

3-MATERIAIS E MÉTODOS

3.1- DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os fatores em estudo foram materiais restauradores, em três níveis (Dyract AP^Ξ, Compoglass F^Ψ e Fuji II LC Improved[∇]), procedimentos de acabamento e polimento, em três níveis (Controle, pontas Enhance^Ω, discos Sof-Lex[#]) e tempo de permanência na cavidade bucal, em oito níveis (0, 1, 2, 3, 7, 14, 21 e 28 dias). As unidades experimentais consistiram em 180 corpos-de-prova divididos aleatoriamente em vinte blocos. Cada bloco foi representado por um participante, que utilizou um dispositivo intra-bucal, contendo as nove combinações Material - Tratamento. A variável de resposta foi a medida de rugosidade superficial média (Ra) determinada quantitativamente através da leitura em rugosímetro.

A Figura 1 ilustra o fluxograma representativo dos passos realizados durante a execução do experimento.

3.2 - SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES

Este estudo *in situ* contou com a participação de 20 voluntários selecionados entre alunos dos cursos de graduação e pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP. Os participantes eram adultos jovens saudáveis, quatro do sexo masculino e dezesseis do sexo feminino.

^Ξ Dentsply DeTrey GmbH. Germany

^Ψ Vivadent, Ets. Liechtenstein

[∇] GC America Inc. Chicago, IL

^Ω Dentsply Ind. e Com. Ltda. Petrópolis. RJ

[#] 3M do Brasil Ltda. Sumaré. SP.

Os critérios utilizados para a seleção dos participantes foram os seguintes: disponibilidade de tempo para comparecer ao local da pesquisa nos horários determinados pelo protocolo experimental; disposição de cumprir as determinações requeridas pelo protocolo experimental; ausência de necessidade de tratamento odontológico, assim como de próteses fixas, removíveis ou aparelhos ortodônticos.

3.3 - ASPECTOS ÉTICOS

Os participantes selecionados receberam todas as informações correspondentes à execução da pesquisa, esclarecendo seus riscos e benefícios (ANEXO 1). Ao concordarem em participar da mesma, assinaram um termo de consentimento informado, autorizando a realização do experimento (ANEXO 2).

O estudo foi conduzido de acordo com as regulamentações sobre pesquisas em seres humanos do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Resolução nº 196, de 10 de Outubro de 1996), com o Código de Ética Profissional Odontológico, segundo a Resolução do Conselho Federal de Odontologia 179/93, com a Declaração de Helsinque II e aprovado pela Comitê de Ética em Pesquisa, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP (ANEXO 3).

3.4 - CONFECÇÃO DOS DISPOSITIVOS INTRA - BUCAIS

Cada voluntário selecionado teve as arcadas superior e inferior moldadas com hidrocolóide irreversível[□], em moldeiras de estoque[∇]. Os moldes foram vazados em gesso - pedra^³, obtendo-se, assim, os respectivos modelos de trabalho. Foram confeccionados

[□] Jeltrate. Dentsply Ind. e Com. Ltda. Petrópolis. RJ

[∇] Tenax. Tecnodent Ind. e Com. Ltda.

^³ Herodent. Vigodent S.A. Ind. e Com. Rio de Janeiro. RJ

dispositivos em resina acrílica auto-polimerizável[≠], constituídos de uma placa palatina retida por grampos do tipo gota. Foram preparados nichos na superfície externa dos dispositivos, para permitir o correto posicionamento dos corpos-de-prova.

3.5 - CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Os materiais restauradores utilizados, sua classificação, cor, lote e respectivos fabricantes são apresentados no Quadro 1.

A composição de cada material e as recomendações de manipulação dos fabricantes são apresentados no Quadro 2.

Quadro 1- Materiais restauradores estudados e respectivas classificações, cores, lotes e fabricantes.

| Material | Classificação | Cor | Lote | Fabricante |
|------------------------|--|-----|------------|------------------------------------|
| Compoglass F | Resina Composta Modificada por Poliácidos | A3 | 919769 | Vivadent,Ets. Liechtenstein |
| Dyract AP | Resina Composta Modificada por Poliácidos | A3 | 9809000407 | Dentsply De Trey GmbH / Germany |
| Fuji II LC Improved | Ionômero de Vidro Modificado por Resina | A3 | 9804405 | GC America Inc. Chicago, IL |

[≠] Clássico. São Paulo. SP.

Quadro 2 - Materiais restauradores estudados, suas respectivas composições e recomendações para manipulação.

| Material | Composição* | Manipulação |
|---|---|--|
| Compoglass F | Matriz: UDMA; TEGDMA; Dimetacrilato de ácido dicarboxílico cicloalifático (22,75% p/p) Carga: Trifluoreto de Itérbio; Vidro de Fluorsilicato de Ba- Al; Óxidos mistos esferoidais (77% p/p) Catalisadores, estabilizadores e pigmentos | Aplicar camadas de até 3mm, diretamente da cápsula pré- dosada, por meio de pistola ("Cavifill") Fotopolimerização por 40" |
| Dyract AP | Matriz:UDMA; Resina TCB Carga: Vidro de Fluorsilicato de Alumínio e Estrôncio; Fluoreto de Estrôncio, Fotoiniciadores e estabilizadores | Aplicar camadas de até 3 mm, diretamente da cápsula pré-dosada, por meio de pistola Fotopolimerização por 40" |
| Fuji II LC Improved** | Pó: Vidro de Fluoraluminosilicato; Líquido: copolímero de ácido acrílico e maleico; HEMA; água; canforoquinona; fotoativador | Dispensar Pó e Líquido na proporção de 3,2:1,0 (g/g), sobre bloco de papel. Dividir o pó em duas partes iguais e espalhar o líquido, com espátula plástica, sobre o papel. Incorporar a primeira porção do pó ao líquido e misturar por cerca de 10". Incorporar o restante do pó e misturar completamente por 10-15". O tempo total de mistura não deve exceder 20- 25". Fotopolimerizar por 20". |
| * Composição aproximada fornecida pelo fabricante | | |
| ** Inserção com seringa Centrix (Centrix, Inc.) | | |

Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções de seus respectivos fabricantes e inseridos em matrizes cilíndricas de acrílico com dimensões de aproximadamente 4,0 mm de diâmetro interno e 2,0 mm de altura, posicionadas sobre placa de vidro. Imediatamente após a inserção do material, as matrizes foram cobertas com uma tira de poliéster^π e uma lâmina de vidro, sobre a qual foi aplicada uma carga de 500g, durante 30 segundos. Após a remoção da carga e da lâmina de vidro, foi realizada a fotopolimerização do material, por meio de luz visível[∇] de intensidade entre 620-760 mW/cm².

A seqüência de inserção dos materiais nas matrizes foi previamente aleatorizada, dentro de cada bloco.

3.6 - ACABAMENTO E POLIMENTO DOS CORPOS-DE-PROVA

Os corpos-de-prova confeccionados com os três materiais restauradores estudados foram submetidos aos seguintes procedimentos de acabamento e polimento:

a) - *Controle*: nenhum procedimento foi executado. O acabamento superficial foi proporcionado pela polimerização do material de encontro a uma tira de matriz de poliéster^π.

b) - *Enhance*: o procedimento foi realizado com pontas Enhance^Ω, em forma de disco, montadas em contra-ângulo[∫], durante 30 segundos, sob constante refrigeração com jato de água. Foi utilizada uma ponta para cada corpo-de-prova.

^π Vigodent SA. Ind. e Com. Rio de Janeiro. RJ.

[∇] Optilux 500. Demetron

^Ω Dentsply Ind. e Com. Ltda. Petrópolis. RJ

[∫] Dabi Atlante S.A. Ribeirão Preto. SP.

c) - *Sof-Lex*: o procedimento foi realizado com discos de granulação média, fina e extra-fina do Sistema Sof-Lex Pop-on[#], montados em contra-ângulo^f. Cada disco foi aplicado sobre o corpo-de-prova, durante 10 segundos, sob constante refrigeração com jato de água. No intervalo de cada aplicação foi realizada irrigação com jato de ar / água, por 5 segundos. Utilizou-se um disco para cada corpo-de-prova.

A composição, o lote e os fabricantes dos sistemas abrasivos utilizados são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Sistemas abrasivos estudados, seus respectivos fabricantes, lotes e composição.

| Sistemas Abrasivos | Fabricante | Lote | Composição* |
|---|----------------------------|--|--|
| Enhance (pontas em forma de disco) | Dentsply Ind. e Com. Ltda. | 43620 | Tripolímero (Estireno-Butadieno-Metacrilato de Metila); Sílica Pirolítica Silanizada; UDMA; canforoquinona N-metil dietanolamina e Óxido de Alumínio (45 µm) |
| Sof-Lex Pop-on (discos de 1/2" de diâmetro) | 3M do Brasil Ltda. | Médio: H 4108 Fino: 06708 Superfino: H4590 | Poliuretano Óxido de Alumínio (médio - 40 µm; fino - 24 µm; superfino - 8 µm) |
| *Composição genérica fornecida pelos fabricantes. A informação específica sobre o tamanho de partícula do abrasivo foi obtida de HONDRUM & FERNÁNDEZ, JR, R. Contouring, finishing and polishing class 5 restorative materials. Oper Dent 1997 22: 30-36. | | | |

[#] 3M do Brasil Ltda. Sumaré. SP

^f Dabi Atlante S.A. Ribeirão Preto. SP.

Previamente à execução dos procedimentos de acabamento e polimento, uma marcação foi realizada sobre o bordo externo das matrizes acrílicas, com o objetivo de padronizar a direção do movimento do instrumento rotatório. Ao final do procedimento, os corpos-de-prova foram lavados por 10 segundos com jato de ar/água, secados com papel absorvente e acondicionados em meio úmido. A seqüência de aplicação dos tratamentos foi aleatorizada dentro de cada grupo de material. Todos os procedimentos laboratoriais foram executados em ambiente climatizado, à temperatura de 21 ± 2 °C.

3.7 - INSTALAÇÃO DOS DISPOSITIVOS INTRA-BUCAIS

Após 24 horas de armazenamento em meio úmido, em estufa a 37 ± 1 °C, os corpos-de-prova foram posicionados nos nichos confeccionados na superfície externa dos dispositivos acrílicos e fixados com cera branca para escultura^x. Em cada dispositivo, foram posicionados nove corpos-de-prova, correspondentes a todas as combinações entre os três materiais e os três tratamentos, em locais determinados previamente, por aleatorização. Os dispositivos foram instalados nos respectivos participantes, após a verificação da adaptação intra-bucal dos mesmos e a realização dos ajustes, quando necessários. Foram fornecidos escova dental^z e dentifrício^v, além de instruções específicas sobre a utilização e higienização do dispositivo intra - bucal (ANEXO 4).

Os participantes foram orientados a retornar ao laboratório de pesquisa, nos horários determinados, para a realização das leituras de rugosidade superficial (ANEXO 4).

^x Odame. Odontologia Americana Ltda. Rio de Janeiro. RJ.

^z Oral B 35 Indicator Macia. Composição: Cabo plástico; cerdas de nylon com pontas arredondadas e polidas, âncora metálica, pigmento e corante alimentar.

^v Sorriso 2 em 1 - Kolynos do Brasil Ltda. Composição: 1500 ppm de Flúor (monofluorofosfato de sódio), Bicarbonato de sódio; Sorbitol; Carboximetilcelulose; Carragena; Sacarina Sódica; Carbonato de Cálcio; Lauril Sulfato de Sódio; Silicato de Sódio; Corante Azul CI 74160; Composição aromática; Água

3.8 - AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL

Foram realizadas medidas repetidas da rugosidade superficial dos materiais, nos mesmos corpos-de-prova, nos seguintes tempos:

T_0 - imediatamente após o procedimento de acabamento e polimento.

T_1 - após 1 dia de permanência no meio bucal.

T_2 - após 2 dias de permanência no meio bucal.

T_3 - após 3 dias de permanência no meio bucal.

T_7 - após 7 dias de permanência no meio bucal.

T_{14} - após 14 dias de permanência no meio bucal.

T_{21} - após 21 dias de permanência no meio bucal.

T_{28} - após 28 dias de permanência no meio bucal.

A cada intervalo de tempo determinado para as leituras de rugosidade, foi retirada a cera branca, permitindo a remoção dos corpos-de-prova, que, em seguida, foram lavados com jatos de água, durante 15 segundos e secos com papel absorvente. Após a realização das leituras, os corpos-de-prova foram novamente posicionados em seus respectivos nichos, nos dispositivos acrílicos, retornando imediatamente à cavidade bucal.

Foram efetuadas nove leituras em cada corpo-de-prova, sendo três paralelas, três perpendiculares e três transversais à direção do movimento realizado durante o acabamento. Foi utilizado o rugosímetro Surfcomer SE 1700*. A ponta sensora de 2 μm de diâmetro, exercendo pressão de contato de 0,7 mN, realizou um percurso de palpamento de 1,64 mm. O comprimento de amostragem ou *cut-off* empregado foi 0,08 mm. A rugosidade

* Kosaka Laboratory Ltd.

superficial foi registrada como o desvio médio aritmético dos pontos do perfil, em relação à linha média (R_a), expressa em micrometro (μm). Os valores obtidos foram anotados, tabulados e submetidos a análise estatística.

3.9 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o cálculo estatístico, foi considerada como unidade experimental a média dos valores das nove leituras de rugosidade superficial obtidas para cada corpo-de-prova. Foi empregada uma análise de covariância, segmentada de acordo com os tempos estudados. Considerou-se o tempo (T_0) - *baseline* - como covariável das respostas observadas nos tempos subsequentes. A decisão pelo uso da Análise de Covariância considerou os Coeficientes de Correlação observados entre o *baseline* e os tempos 1, 2, 3, 7, 14, 21 e 28.

Tais coeficientes correspondem, respectivamente, a: 0,9552; 0,9424; 0,9365; 0,9242; 0,8961; 0,8213; 0,7862. Em cada tempo, foi realizada uma Análise de Covariância, considerando o modelo de ANOVA com 2 fatores e a interação desses.

Foram feitas avaliações visuais das distribuições dos erros do modelo por meio de diagramas de dispersão dos resíduos. Não foram encontrados indícios de heterogeneidade de variâncias ou de ausência de normalidade (Cochran e Cox, 1957)^a que pudessem contra-indicar o uso do modelo proposto.

^a COCHRAN, WG & COX, GM. (1957) *Experimental Designs*. 2nd edition, New York, John Wiley & Sons. 612p.

Foi empregado o método de decomposição da soma de quadrados para estudar as interações material-acabamento significativas, usando a diferença mínima significativa de Tukey nas comparações pareadas (Cochran e Cox, 1957^a; Montgomery, 1991^b).

Foi adotado o nível de significância de 5% para os testes estatísticos.

^a COCHRAN, WG & COX, GM. (1957) *Experimental Designs*. 2nd edition, New York, John Wiley & Sons. 612p.

^b MONTGOMERY, DC. (1991) *Design and Analysis of Experiments* 3rd edition, Singapore, John Wiley & Sons, Inc. 649p.

Figura 1 - Fluxograma representativo dos passos envolvidos na execução do experime

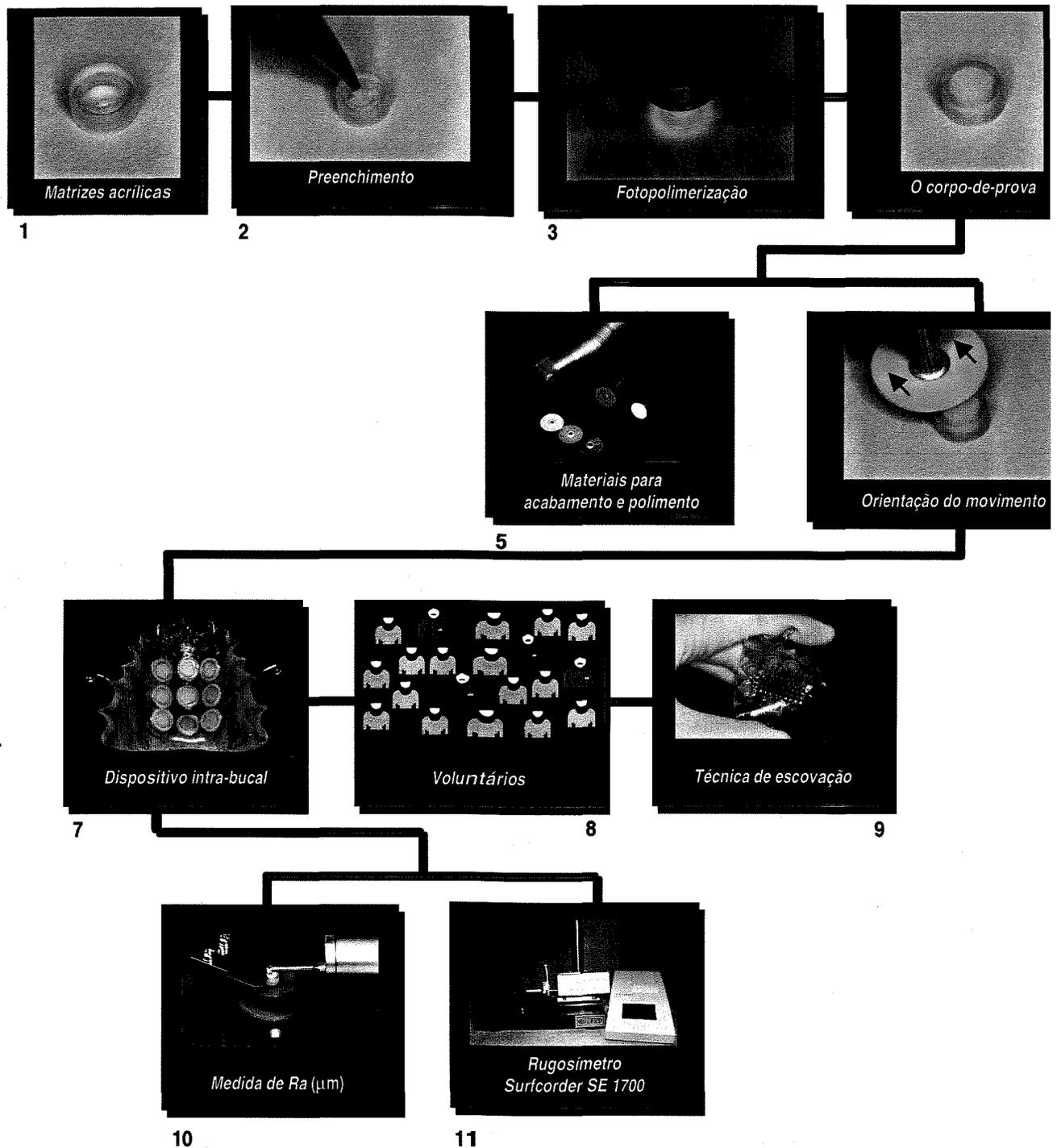


Fig.1 : Os corpos-de-prova (4) foram confeccionados, a partir do preenchimento (2) de matrizes acrílicas (1) com os materiais em estudo, seguido fotopolimerização (3). O acabamento e polimento foi realizado com pontas Enhance ou discos Sof-Lex (5), em baixa rotação, seguindo uma orientação ú 30 segundos (6). Um espécimen representativo de cada combinação material-tratamento foi aleatoriamente posicionado em dispositivos intra-bucais (7), aj e instalados em 20 voluntários (8), que receberam instruções relativas à utilização e higienização do mesmo (9). Medidas de Ra (μm) foram re imediatamente após os procedimentos de acabamento e polimento e após 1, 2, 3, 7, 14, 21 e 28 dias de permanência no meio bucal, em rugosímetro Su SE 1700 (Kosaka Lab. Ltda) (10 e 11).

4-RESULTADOS

Os resultados obtidos pela análise exploratória dos dados são apresentados no Quadro 4, no qual se observam as médias originais e as médias ajustadas ao modelo.

Quadro 4 - Valores descritivos do conjunto de dados obtidos no experimento, apresentando as médias originais, os desvios padrão, e as médias ajustadas ao modelo adotado, em cada período de tempo estudado.

| | Compoglass F | | | Dyract AP | | | Fuji II LC Improved | | |
|--------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
| Tempo | Controle | Enhance | Sof-lex | Controle | Enhance | Sof-lex | Controle | Enhance | Sof-lex |
| | MÉDIAS ORIGINAIS E OS DESVIOS PADRÃO | | | | | | | | |
| 0 | 0,0904 (0,0616) | 0,2694 (0,1021) | 0,1155 (0,0508) | 0,0662 (0,0246) | 0,2748 (0,0912) | 0,1237 (0,0252) | 0,0819 (0,01573) | 0,4277 (0,0662) | 0,3797 (0,0553) |
| 1 | 0,0884 (0,0437) | 0,2536 (0,0842) | 0,1265 (0,0723) | 0,0662 (0,0136) | 0,2608 (0,07244) | 0,1280 (0,0275) | 0,0707 (0,0104) | 0,4272 (0,0635) | 0,3759 (0,0452) |
| 2 | 0,1002 (0,0864) | 0,2400 (0,0824) | 0,1132 (0,0435) | 0,0622 (0,0058) | 0,2475 (0,06224) | 0,1274 (0,0250) | 0,0832 (0,0208) | 0,4057 (0,0459) | 0,3709 (0,0250) |
| 3 | 0,8360 (0,0616) | 0,2538 (0,0902) | 0,1012 (0,0220) | 0,0753 (0,0494) | 0,2537 (0,0883) | 0,13287 (0,0282) | 0,0949 (0,0373) | 0,4421 (0,0629) | 0,3795 (0,0638) |
| 7 | 0,0958 (0,0926) | 0,2236 (0,0794) | 0,0958 (0,0172) | 0,0695 (0,0144) | 0,2408 (0,0795) | 0,1316 (0,0274) | 0,1106 (0,0445) | 0,4241 (0,0431) | 0,3872 (0,0537) |
| 14 | 0,1097 (0,0925) | 0,1979 (0,0684) | 0,1061 (0,0462) | 0,0820 (0,0563) | 0,2238 (0,0727) | 0,1369 (0,0323) | 0,1497 (0,0563) | 0,4225 (0,0560) | 0,3919 (0,0484) |
| 21 | 0,1077 (0,07273) | 0,1774 (0,0617) | 0,0943 (0,0169) | 0,1057 (0,0540) | 0,2023 (0,0632) | 0,1330 (0,0312) | 0,1749 (0,0765) | 0,4160 (0,0480) | 0,3903 (0,0605) |
| 28 | 0,1262 (0,0943) | 0,1718 (0,0705) | 0,0934 (0,0177) | 0,1142 (0,0371) | 0,1934 (0,0692) | 0,1367 (0,0353) | 0,2099 (0,0973) | 0,4153 (0,0690) | 0,3925 (0,0540) |
| | MÉDIAS AJUSTADAS | | | | | | | | |
| 1 | 0,1626 | 0,2101 | 0,1842 | 0,1564 | 0,2137 | 0,1803 | 0,1505 | 0,2796 | 0,2599 |
| 2 | 0,1658 | 0,2016 | 0,1642 | 0,1419 | 0,2059 | 0,1737 | 0,1537 | 0,2752 | 0,2684 |
| 3 | 0,1565 | 0,2111 | 0,1579 | 0,1639 | 0,2074 | 0,1843 | 0,1733 | 0,2971 | 0,2655 |
| 7 | 0,1612 | 0,1852 | 0,1467 | 0,1491 | 0,1993 | 0,1777 | 0,1809 | 0,2940 | 0,2850 |
| 14 | 0,1777 | 0,1580 | 0,1590 | 0,1647 | 0,1807 | 0,1848 | 0,2228 | 0,2872 | 0,2855 |
| 21 | 0,1502 | 0,1525 | 0,1274 | 0,1574 | 0,1753 | 0,1630 | 0,2206 | 0,3314 | 0,3238 |
| 28 | 0,1851 | 0,1373 | 0,1391 | 0,1858 | 0,1560 | 0,1783 | 0,2732 | 0,2982 | 0,3004 |

Os resultados da Análise de Covariância, para cada período de tempo estudado, considerando o modelo com dois fatores, sua interação (Material e Acabamento) e a covariável (Tempo 0), são apresentados nos ANEXOS 5 a 11.

Exceto para o Tempo 28, as Análises de Covariância apresentaram resultados significativos para o efeito da interação, o que justificou o uso da decomposição da soma de quadrados, para medir a contribuição de cada fator, seguida pelo teste de Tukey, que comparou os grupos e identificou as diferenças (ANEXOS 5 a 11).

Análise dos fatores no tempo 1

A ANACOVA revelou efeito de fatores significativos para Material ($p=0.0000$), Acabamento ($p=0,0000$) e para a interação desses ($p=0,0000$) (ANEXO 5).

A verificação do efeito da interação pela decomposição da soma de quadrados permite afirmar que não houve diferença significativa entre os materiais no grupo Controle ($p=0,5888$), mas houve diferenças entre os materiais quando foram utilizados Enhance ($p=0,0000$) e Sof-Lex ($p=0,0000$). Também foram detectadas diferenças entre os acabamentos para cada material (ANEXO 5).

A TAB. 1 apresenta as diferenças obtidas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, considerando a diferença mínima significativa ($dms=0,0392$). O GRAF. 1 ilustra os achados. Os resultados do teste de Tukey revelaram que para os materiais Compoglass F e Dyract AP, o acabamento com Sof-Lex não diferiu de Controle nem de Enhance, que apresentou rugosidade superficial maior que Controle. Para o material FUJI II LC Improved, Controle apresentou menor rugosidade superficial que Enhance e Sof-Lex, que não diferiram entre si. Não foi encontrada diferença estatística significativa entre os materiais quando não foram submetidos aos procedimentos de acabamento e polimento. Quando foi

realizado acabamento com Enhance ou Sof-Lex, Fuji II LC Improved apresentou maior rugosidade superficial que Compoglass F e Dyract AP, que não diferiram entre si (TAB. 1).

Tabela 1- Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 1, com os respectivos agrupamentos de Tukey.

| ACABAMENTO | MATERIAL | | |
|------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | COMPOGLASS F | DYRACT AP | FUJI II LC IMPROVED |
| CONTROLE | A 0,1626 ^a | A 0,1564 ^a | A 0,1505 ^a |
| ENHANCE | B 0,2101 ^a | B 0,2137 ^a | B 0,2796 ^b |
| SOF-LEX | AB 0,1842 ^a | AB 0,1803 ^a | B 0,2599 ^b |

AS LETRAS DO LADO DIREITO DAS MÉDIAS MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE MATERIAIS POR ACABAMENTO (POR LINHA).
AS LETRAS DO LADO ESQUERDO MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE ACABAMENTOS POR MATERIAL (POR COLUNA).

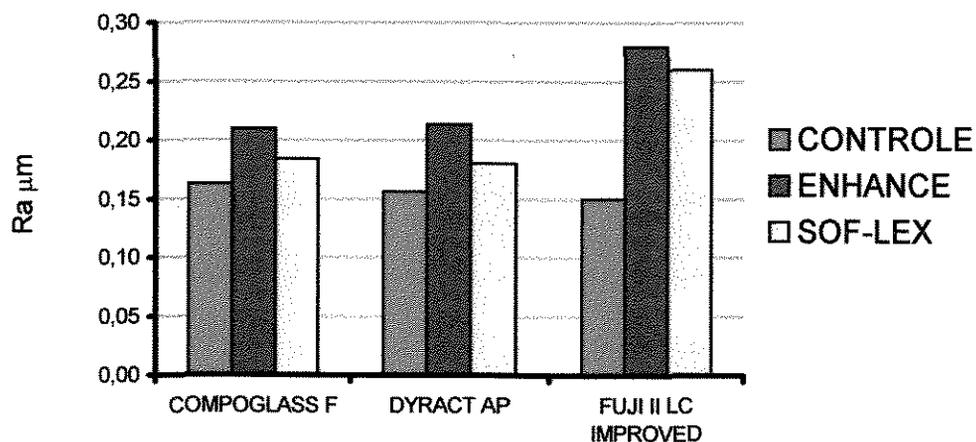


Gráfico 1 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 1.

Análise dos fatores no tempo 2

A ANACOVA revelou efeito de fatores significativos para Material ($p=0,0000$), Acabamento ($p=0,0000$) e para a interação desses ($p=0,0000$) (ANEXO 6).

A verificação do efeito da interação pela decomposição da soma de quadrados permite afirmar que não houve diferença significativa entre os materiais no grupo Controle ($p=0,1666$), mas houve diferenças entre os materiais quando foram utilizados Enhance ($p=0,0000$) e Sof-Lex ($p=0,0000$). Também foram detectadas diferenças entre os acabamentos para cada material (ANEXO 6).

A TAB. 2 apresenta as diferenças obtidas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, considerando a diferença mínima significativa ($dms=0,0419$). O GRAF. 2 ilustra os achados. Os resultados do teste de Tukey revelaram que para o material Compoglass F não houve diferença estatística significativa entre os acabamentos e o controle. Para o material Dyract AP, o acabamento com Sof-Lex não diferiu de Controle e de Enhance, que apresentou rugosidade superficial maior que Controle. Para o material FUJI II LC Improved, Controle apresentou menor rugosidade superficial que Enhance e Sof-Lex, que não diferiram entre si. Não foi encontrada diferença estatística significativa entre os materiais quando não foram realizados procedimentos de acabamento e polimento. Quando foi realizado acabamento com Enhance ou Sof-Lex, Fuji II LC Improved apresentou maior rugosidade superficial que Compoglass F e Dyract AP, que não diferiram entre si (TAB. 2).

Tabela 2 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 2, com os respectivos agrupamentos de Tukey.

| ACABAMENTO | MATERIAL | | |
|------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| | COMPOGLASS F | DYRACT AP | FUJI II LC IMPROVED |
| CONTROLE | A 0,1658 ^a | A 0,1419 ^a | A 0,1537 ^a |
| ENHANCE | A 0,2013 ^a | B 0,2059 ^a | B 0,2752 ^b |
| SOF-LEX | A 0,1642 ^a | AB 0,1737 ^a | B 0,2684 ^b |

AS LETRAS DO LADO DIREITO DAS MÉDIAS MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE MATERIAIS POR ACABAMENTO (POR LINHA).
AS LETRAS DO LADO ESQUERDO, MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE ACABAMENTOS POR MATERIAL (POR COLUNA).

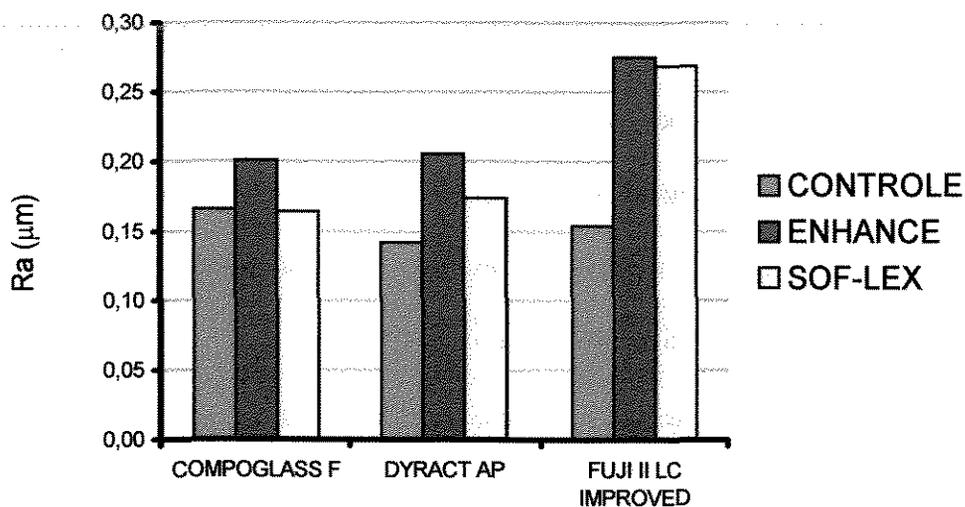


Gráfico 2 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 2.

Análise dos fatores no tempo 3

A ANACOVA revelou efeito de fatores significativos para Material ($p=0.0000$), Acabamento ($p=0,0001$) e para a interação desses ($p=0,0013$) (ANEXO 7).

A verificação do efeito da interação pela decomposição da soma de quadrados permite afirmar que não houve diferença significativa entre os materiais no grupo Controle ($p=0,5099$), mas houve diferenças entre os materiais quando foram utilizados Enhance ($p=0,0000$) e Sof-Lex ($p=0,0000$). Também foram detectadas diferenças entre os acabamentos para cada material (ANEXO 7).

A TAB. 3 apresenta as diferenças obtidas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, considerando a diferença mínima significativa ($dms=0,0482$). O GRAF. 3 ilustra os achados. Os resultados do teste de Tukey revelaram que para o material Dyract AP não houve diferença estatística significativa entre os acabamentos e Controle. Para o material Compoglass F, o acabamento com Enhance promoveu rugosidade superficial maior que Sof-Lex e Controle, que não diferiram entre si. Para o material FUJI II LC Improved, Controle

apresentou menor rugosidade superficial que Enhance e Sof-Lex, que não diferiram entre si. Não foi encontrada diferença estatística significativa entre os materiais quando não foram realizados procedimentos de acabamento e polimento. Quando foi realizado acabamento com Enhance ou Sof-Lex, Fuji II LC Improved apresentou maior rugosidade superficial que Compoglass F e Dyract AP, que não diferiram entre si (TAB. 3).

Tabela 3- Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 3, com os respectivos agrupamentos de Tukey.

| ACABAMENTO | MATERIAL | | |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | COMPOGLASS F | DYRACT AP | FUJI II LC IMPROVED |
| CONTROLE | ^A 0,1565 ^a | ^A 0,1639 ^a | ^A 0,1733 ^a |
| ENHANCE | ^B 0,2111 ^a | ^A 0,2074 ^a | ^B 0,2971 ^b |
| SOF-LEX | ^A 0,1579 ^a | ^A 0,1843 ^a | ^B 0,2655 ^b |

AS LETRAS DO LADO DIREITO DAS MÉDIAS MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE MATERIAIS POR ACABAMENTO (POR LINHA).
AS LETRAS DO LADO ESQUERDO MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE ACABAMENTOS POR MATERIAL (POR COLUNA).

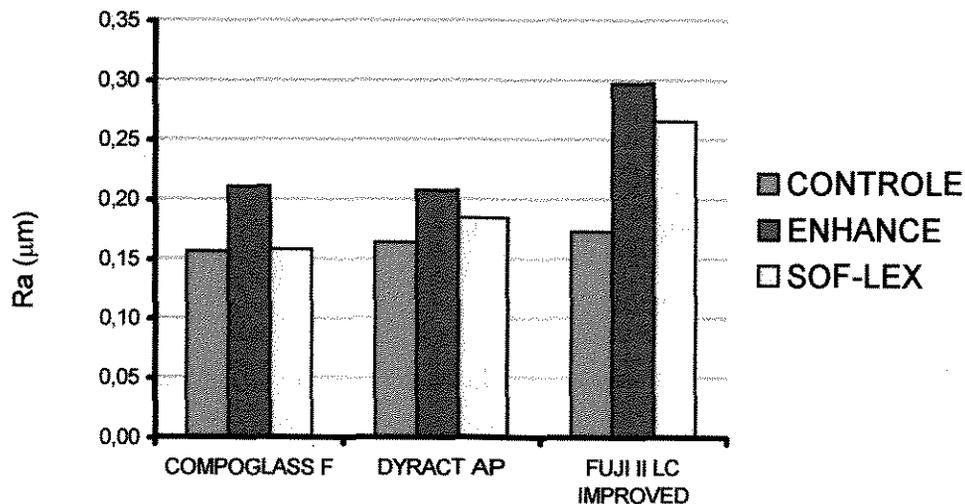


Gráfico 3 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 3.

Análise dos fatores no tempo 7

A ANACOVA revelou efeito de fatores significativos para Material ($p=0.0000$), Acabamento ($p=0,0003$) e para a interação desses ($p=0,0001$) (ANEXO 8).

A verificação do efeito da interação pela decomposição da soma de quadrados permite afirmar que não houve diferença significativa entre os materiais no grupo Controle ($p=0,0768$), mas houve diferenças entre os materiais quando foram utilizados Enhance ($p=0,0000$) e Sof-Lex ($p=0,0000$). Também foram detectadas diferenças entre os acabamentos para cada material (ANEXO 8).

A TAB. 4 apresenta as diferenças obtidas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, considerando a diferença mínima significativa ($dms=0,0470$). O GRAF. 4 ilustra os achados. Os resultados do teste de Tukey revelaram que para o material Compoglass F não houve diferença estatística significativa entre os acabamentos e Controle. Para o material Dyract AP, o acabamento com Sof-Lex não diferiu de Controle e de Enhance, que apresentou rugosidade superficial maior que Controle. Para o material FUJI II LC Improved, Controle apresentou menor rugosidade superficial que Enhance e Sof-Lex, que não diferiram entre si. Não foi encontrada diferença estatística significativa entre os materiais quando não foram submetidos aos procedimentos de acabamento e polimento. Quando foi realizado acabamento com Enhance ou Sof-Lex, Fuji II LC Improved apresentou maior rugosidade superficial que Compoglass F e Dyract AP, que não diferiram entre si (TAB. 4).

Tabela 4 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 7, com os respectivos agrupamentos de Tukey.

| ACABAMENTO | MATERIAL | | |
|------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| | COMPOGLASS F | DYRACT AP | FUJI II LC IMPROVED |
| CONTROLE | A 0,1612 ^a | A 0,1491 ^a | A 0,1809 ^a |
| ENHANCE | A 0,1852 ^a | B 0,1993 ^a | B 0,2940 ^b |
| SOF-LEX | A 0,1467 ^a | AB 0,1777 ^a | B 0,2850 ^b |

AS LETRAS DO LADO DIREITO DAS MÉDIAS MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE MATERIAIS POR ACABAMENTO (POR LINHA).
AS LETRAS DO LADO ESQUERDO, MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE ACABAMENTOS POR MATERIAL (POR COLUNA).

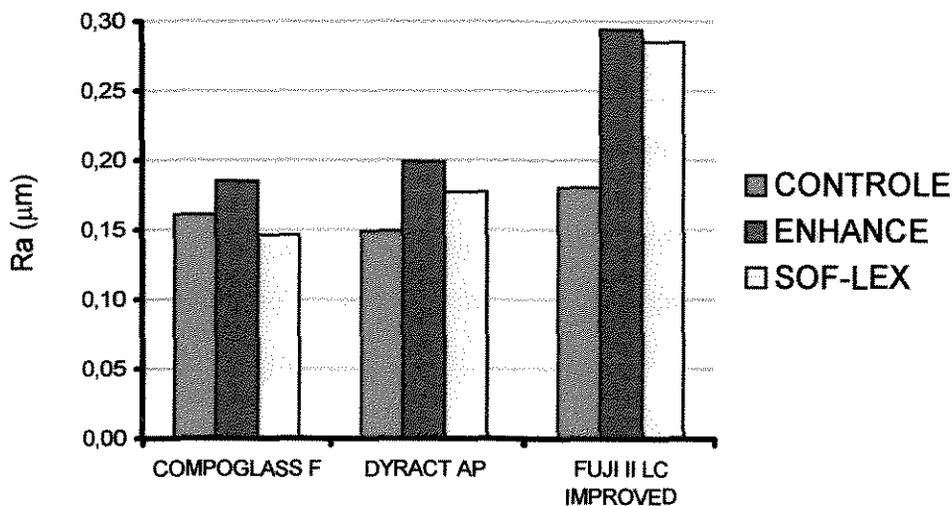


Gráfico 4 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 7.

Análise dos fatores no tempo 14

A ANACOVA revelou efeito de fatores significativos para Material ($p=0.0000$) e para a interação Material - Acabamento ($p=0,0047$) (ANEXO 9).

A verificação do efeito da interação pela decomposição da soma de quadrados permite afirmar que houve diferença significativa entre os materiais em cada acabamento

(Controle: $p=0,0002$; Enhance: $p=0,0000$; Sof-Lex: $p=0,0000$). Também foram detectadas diferenças significativas entre os acabamentos para o material Fuji II LC Improved ($p=0,0000$). Não houve diferença entre os acabamentos para Compoglass F ($p=0,3101$) e Dyract AP ($p=0,3433$) (ANEXO 9).

A TAB. 5 apresenta as diferenças obtidas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, considerando a diferença mínima significativa ($dms=0,0483$). O GRAF. 5 ilustra os achados. Os resultados do teste de Tukey revelaram que para os materiais Compoglass F e Dyract AP, não houve diferença estatística significativa entre os acabamentos e Controle. Para o material FUJI II LC Improved, Controle apresentou menor rugosidade superficial que Enhance e Sof-Lex, que não diferiram entre si. No grupo Controle, Dyract AP apresentou menor rugosidade superficial que Fuji II LC Improved, que não diferiu de Compoglass F, que não diferiu de Dyract AP. Quando foi realizado acabamento com Enhance ou Sof-Lex, Fuji II LC Improved apresentou maior rugosidade superficial que Compoglass F e Dyract AP, que não diferiram entre si (TAB. 5).

Tabela 5 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 14, com os respectivos agrupamentos de Tukey.

| ACABAMENTO | MATERIAL | | |
|------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | COMPOGLASS F | DYRACT AP | FUJI II LC IMPROVED |
| CONTROLE | ^A 0,1777 ^{ab} | ^A 0,1647 ^a | ^A 0,2228 ^b |
| ENHANCE | ^A 0,1580 ^a | ^A 0,1807 ^a | ^B 0,2872 ^b |
| SOF-LEX | ^A 0,1590 ^a | ^A 0,1848 ^a | ^B 0,2855 ^b |

AS LETRAS DO LADO DIREITO DAS MÉDIAS MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE MATERIAIS POR ACABAMENTO (POR LINHA).
AS LETRAS DO LADO ESQUERDO, MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE ACABAMENTOS POR MATERIAL (POR COLUNA).

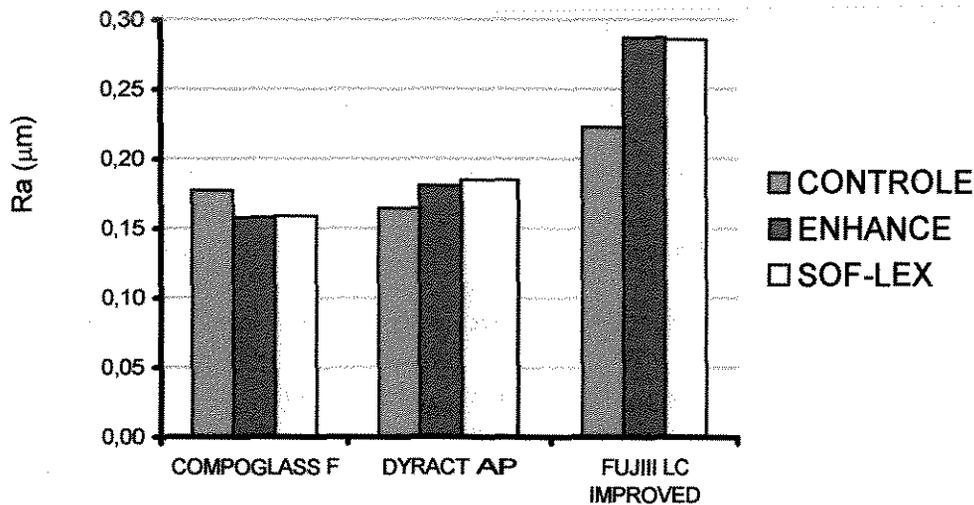


Gráfico 5 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 14.

Análise dos fatores no tempo 21

A ANACOVA revelou efeito de fatores significativos para Material ($p=0,0000$), Acabamento ($p=0,0486$) e para a interação desses ($p=0,0001$) (ANEXO 10).

A verificação do efeito da interação pela decomposição da soma de quadrados permite afirmar que houve diferenças significativas entre os materiais em cada acabamento (Controle: $p=0,0000$; Enhance: $p=0,0000$; Sof-Lex: $p=0,0000$). Também foram detectadas diferenças significativas entre os acabamentos para o material Fuji II LC Improved ($p=0,0000$). Não houve diferença entre os acabamentos para Compoglass F ($p=0,2444$) e Dyract AP ($p=0,5397$) (ANEXO 10).

A TAB. 6 apresenta as diferenças obtidas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, considerando a diferença mínima significativa ($dms=0,0550$). O GRAF. 6 ilustra os achados. Os resultados do teste de Tukey revelaram que para os materiais Compoglass F e Dyract AP, não houve diferença estatística significativa entre os acabamentos e Controle.

Para o material FUJI II LC Improved, Controle apresentou menor rugosidade superficial que Enhance e Sof-Lex, que não diferiram entre si. Quando não foram submetidos ao acabamento e polimento, Fuji II LC Improved apresentou maior rugosidade superficial que Compoglass F e Dyract AP, que não diferiram entre si. Quando foi realizado acabamento com Enhance ou Sof-Lex, Fuji II LC Improved apresentou maior rugosidade superficial que Compoglass F e Dyract AP, que não diferiram entre si (TAB. 6).

Tabela 6 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 21, com os respectivos agrupamentos de Tukey.

| ACABAMENTO | MATERIAL | | |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | COMPOGLASS F | DYRACT AP | FUJI II LC IMPROVED |
| CONTROLE | ^A 0,1502 ^a | ^A 0,1574 ^a | ^A 0,2206 ^b |
| ENHANCE | ^A 0,1525 ^a | ^A 0,1753 ^a | ^B 0,3314 ^b |
| SOF-LEX | ^A 0,1274 ^a | ^A 0,1630 ^a | ^B 0,3238 ^b |

AS LETRAS DO LADO DIREITO DAS MÉDIAS MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE MATERIAIS POR ACABAMENTO (POR LINHA).
AS LETRAS DO LADO ESQUERDO, MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE ACABAMENTOS POR MATERIAL (POR COLUNA).

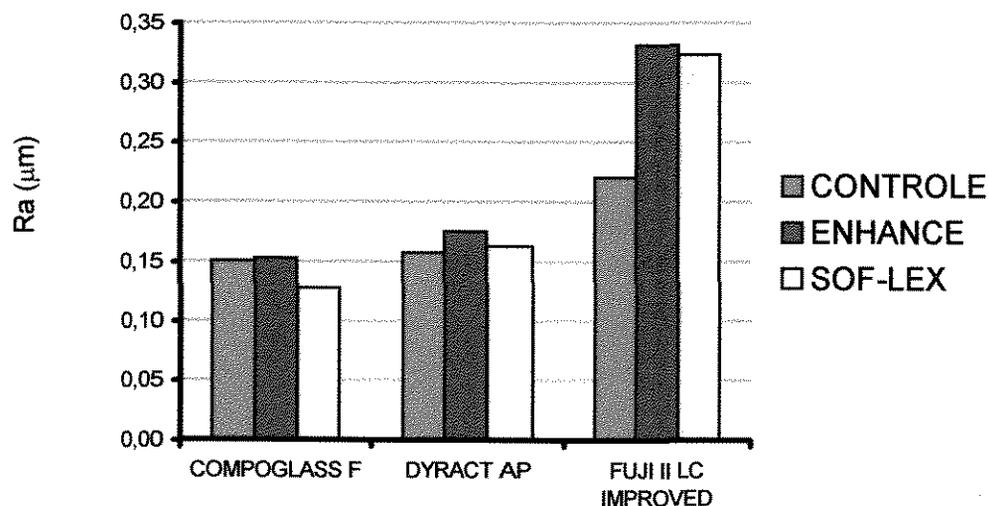


Gráfico 6 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 21.

Análise dos fatores no tempo 28

A ANACOVA revelou efeito de fatores significativos para Material ($p=0.0000$) (ANEXO 11). Apesar de não ter revelado efeito significativo para a interação Material x Acabamento, apresentou valor de $p=0,0758$ muito próximo do nível de significância adotado de 5%. Assim, foi verificado o efeito da interação pela decomposição da soma de quadrados, permitindo afirmar que houve diferenças significativas entre os materiais em cada acabamento (Controle: $p=0,0000$; Enhance: $p=0,0000$; Sof-Lex: $p=0,0000$). Não foram detectadas diferenças significativas entre os acabamentos para os materiais Fuji II LC Improved ($p=0,2554$) e Dyract AP ($p=0,2368$). Houve diferença entre os acabamentos para Compoglass F ($p=0,0132$) (ANEXO 11).

A TAB. 7 apresenta as diferenças obtidas pelo teste de comparações múltiplas de Tukey, considerando a diferença mínima significativa ($dms=0,0608$). O GRAF. 7 ilustra os achados. Os resultados do teste de Tukey revelaram que não houve diferença estatística significativa entre os acabamentos e Controle para nenhum dos materiais estudados. Quando não foram submetidos ao acabamento e polimento, Fuji II LC Improved apresentou maior rugosidade superficial que Compoglass F e Dyract AP, que não diferiram entre si. Quando submetidos ao acabamento com Enhance ou Sof-Lex, foi observado esse mesmo comportamento (TAB. 7).

Tabela 7 - Médias ajustadas de rugosidade superficial - Ra (μm) - dos materiais estudados, em relação ao tipo de acabamento utilizado, no tempo 28, com os respectivos agrupamentos de Tukey.

| ACABAMENTO | MATERIAL | | |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | COMPOGLASS F | DYRACT AP | FUJI II LC IMPROVED |
| CONTROLE | ^A 0,1851 ^a | ^A 0,1859 ^a | ^A 0,2732 ^b |
| ENHANCE | ^A 0,1373 ^a | ^A 0,1560 ^a | ^A 0,2982 ^b |
| SOF-LEX | ^A 0,1391 ^a | ^A 0,1783 ^a | ^A 0,3004 ^b |

AS LETRAS DO LADO DIREITO DAS MÉDIAS MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE MATERIAIS POR ACABAMENTO (POR LINHA), AS LETRAS DO LADO ESQUERDO MOSTRAM OS AGRUPAMENTOS DE ACABAMENTOS POR MATERIAL (POR COLUNA).

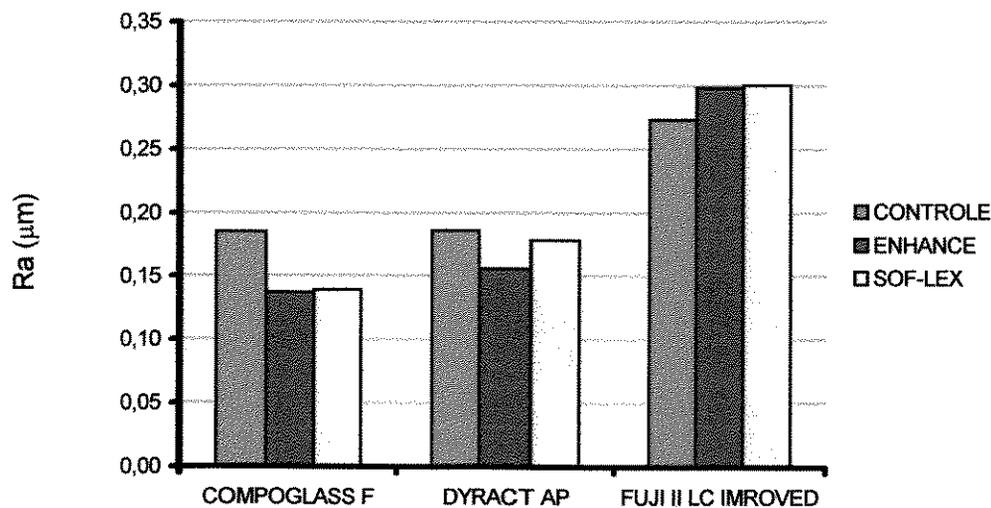


Gráfico 7 - Diagrama de barras das médias ajustadas de cada material estudado, segundo o tipo de acabamento utilizado, no tempo 28.

Estudo de Regressão Linear Quadrática

Adotou-se um modelo linear do 2º grau (quadrático) para ajustar o comportamento de rugosidade em função do tempo. Os gráficos e as regressões lineares quadráticas para as combinações Material-Acabamento estudadas em relação ao tempo de observação estão apresentadas nos ANEXOS 12 a 20.

O modelo tem o seguinte formato:

$$RA_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot t_i + \beta_2 \cdot t_i^2$$

onde t_i 's são os valores dos tempos e RA_i a variável dependente. As estimativas dos parâmetros (β 's), obtidos pelos ajustes por regressões lineares quadráticas, são apresentados pela TAB. 8.

Tabela 8 – Estimativas dos parâmetros dos modelos lineares quadráticos, dos valores de Ra em função de tempo.

| Grupo Estudado | Parâmetro | Estimativa |
|------------------------------|-----------|------------------------|
| Compoglass F-Controle | β_0 | 0,1640383 |
| | β_1 | -0,0000303 |
| | β_2 | $7,73 \times 10^{-8}$ |
| Dyract AP-Controle | β_0 | 0,1548709 |
| | β_1 | -0,0000314 |
| | β_2 | $1,08 \times 10^{-7}$ |
| Fuji II LC Improved-Controle | β_0 | 0,1507589 |
| | β_1 | 0,0001835 |
| | β_2 | $-1,77 \times 10^{-8}$ |
| Compoglass F-Enhance | β_0 | 0,2159891 |
| | β_1 | -0,0002003 |
| | β_2 | $1,27 \times 10^{-7}$ |
| Dyract AP-Enhance | β_0 | 0,2132044 |
| | β_1 | -0,0000887 |
| | β_2 | $9,06 \times 10^{-9}$ |
| Fuji II LC Improved-Enhance | β_0 | 0,2762719 |
| | β_1 | 0,0001317 |
| | β_2 | $-1,3 \times 10^{-7}$ |
| Compoglass F-Soflex | β_0 | 0,1748289 |
| | β_1 | -0,0001343 |
| | β_2 | $1,17 \times 10^{-7}$ |
| Dyract AP-Soflex | β_0 | 0,1805979 |
| | β_1 | -0,0000171 |
| | β_2 | $1,07 \times 10^{-8}$ |
| Fuji II LC Improved-Soflex | β_0 | 0,2557792 |
| | β_1 | 0,0001860 |
| | β_2 | $-1,65 \times 10^{-7}$ |

O GRAF. 8 apresenta os valores observados em cada grupo estudado, combinando materiais com acabamentos distintos e considerando o fenômeno longitudinalmente, em cada tempo comparado anteriormente.

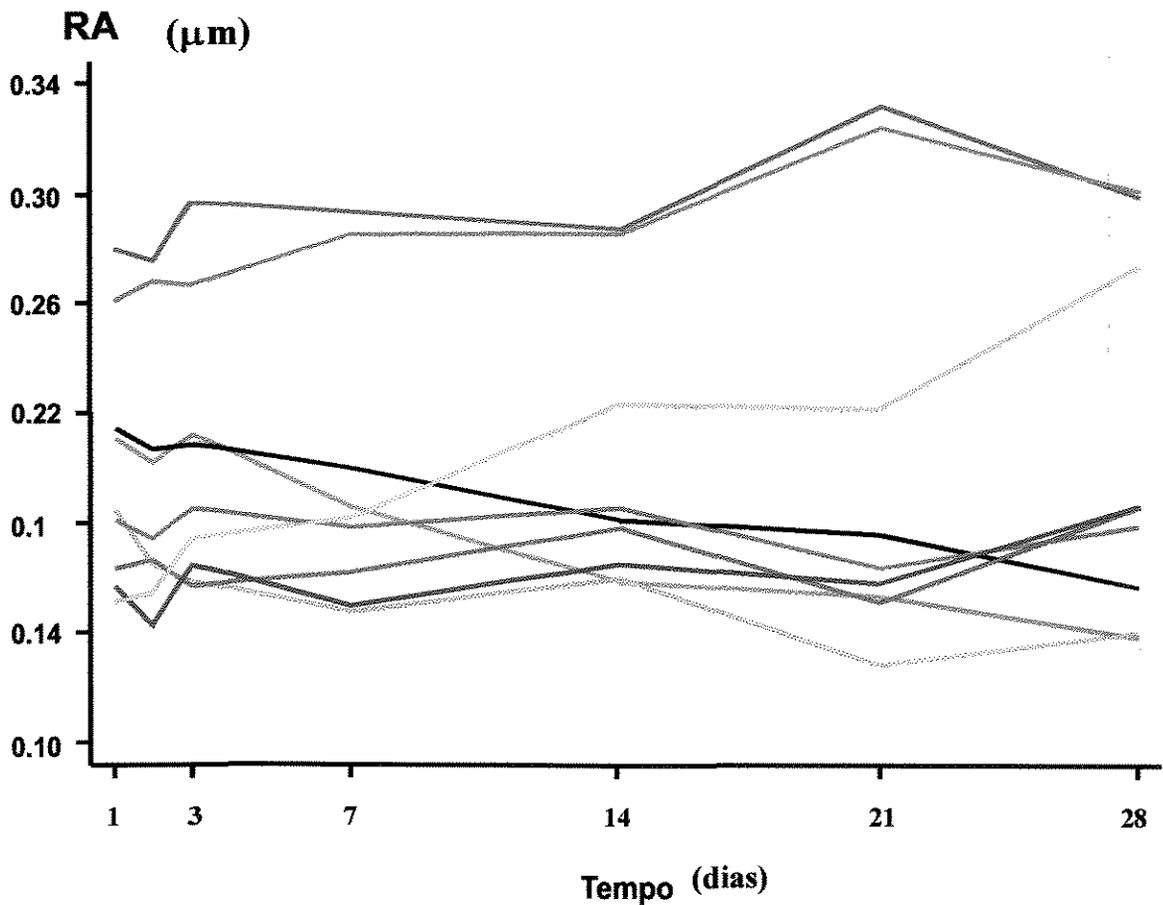


Gráfico 8 - Diagrama de linhas representando as tendências de cada grupo estudado em relação ao tempo de observação

- ▬ Dyract - controle
- ▬ Dyract - Enhance
- ▬ Dyract - Soflex
- ▬ Compoglass - controle
- ▬ Compoglass - Enhance
- ▬ Compoglass - Soflex
- ▬ Fuji - controle
- ▬ Fuji - Enhance
- ▬ Fuji - Soflex

O GRAF. 9 representa o diagrama de linhas dos modelos matemáticos obtidos pela regressão polinomial, que ajustou o comportamento da rugosidade superficial em função do tempo.

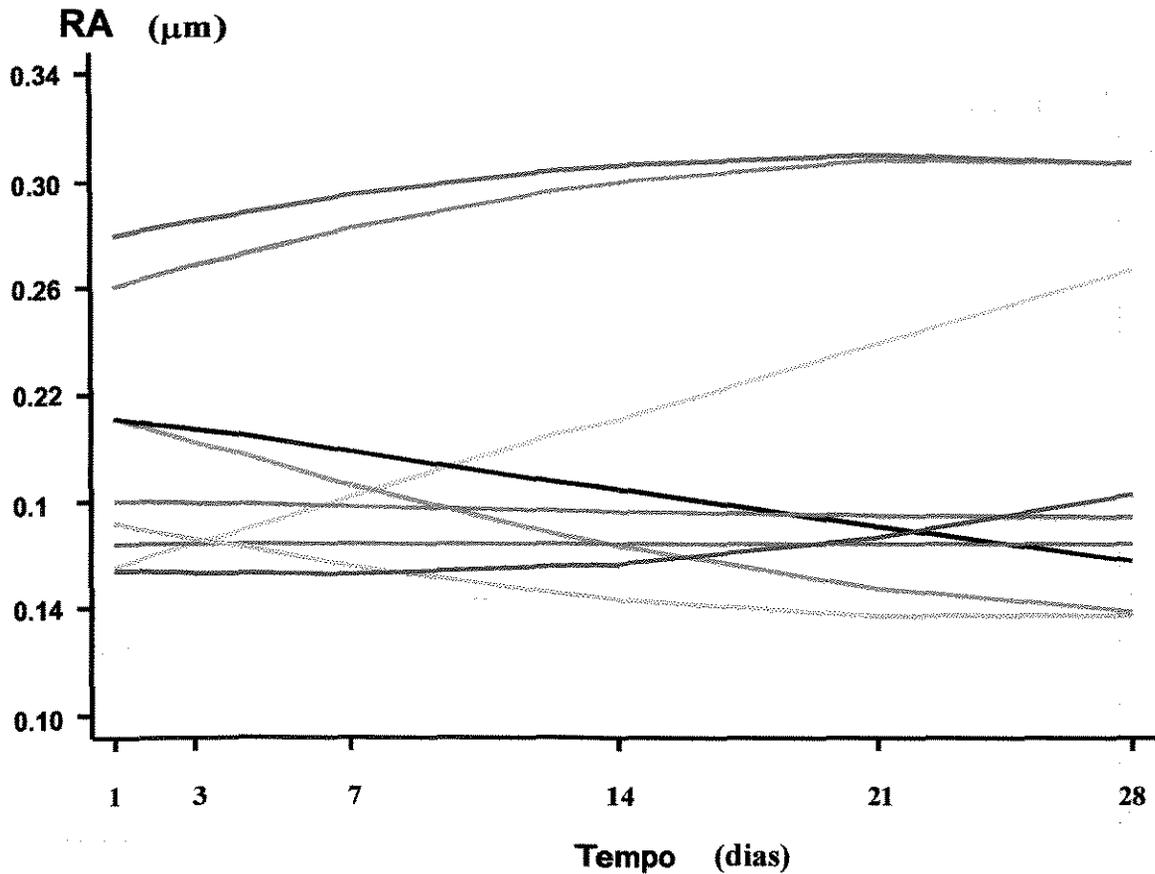


Gráfico 9 - Diagrama de linhas dos modelos matemáticos obtidos pelo estudo de regressão polinomial, de cada grupo estudado em relação ao tempo de observação.

- Dyract - controle
- Dyract - Enhance
- Dyract - Soflex
- Compoglass - controle
- Compoglass - Enhance
- Compoglass - Soflex
- Fuji - controle
- Fuji - Enhance
- Fuji - Soflex

5-DISCUSSÃO

As resinas compostas e os cimentos de ionômero de vidro são os principais grupos de materiais estéticos utilizados para a confecção de restaurações diretas. Esses materiais possuem propriedades significativamente diferentes, que determinarão sua aplicação clínica. Combinar as características vantajosas de ambos materiais em um único produto seria interessante, tanto do ponto de vista prático quanto econômico²⁹.

A primeira tentativa de produzir um material híbrido de ionômero de vidro e resina composta consistiu apenas na mistura dos componentes de um ionômero de vidro comercial e uma resina²⁷. Apesar de não ter apresentado propriedades clinicamente aceitáveis, o material obtido demonstrou que era possível combinar a reação ácido-base de presa dos ionômeros com a polimerização da resina²⁹.

Atualmente, os materiais híbridos disponíveis apresentam composições e métodos de aplicação substancialmente diferentes dos materiais que os originaram. Os híbridos de ionômero de vidro e resina composta podem ser classificados de acordo com uma escala que se inicia com produtos de matriz puramente resinosa e estende-se até os produtos de matriz composta exclusivamente por sais. Tal variação acarreta diferenças significativas em suas propriedades, determinando um desempenho clínico particular para cada produto^{17, 29}.

Restaurações feitas com materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta têm demonstrado um desempenho clínico satisfatório^{1, 4, 9, 26}. No entanto, ao longo do tempo, foram observadas alterações em sua textura superficial^{19, 38} que podem acarretar maior pigmentação e descoloração externa¹⁸. O aumento da rugosidade das

restaurações promove grande impacto sobre a retenção de microorganismos orais, acelerando a colonização das superfícies e a maturação da placa. Isso implica maior risco de desenvolvimento de lesões de cárie e de inflamação periodontal em pacientes com maior risco^{6,43}.

A dificuldade de definir e estudar a rugosidade superficial é representada pelo grande número de parâmetros utilizados para descrever e medir esse fenômeno³³. A real geometria da superfície é tão complexa que exige a representação de múltiplos parâmetros para fornecer uma avaliação abrangente e completa descrição. No entanto, entre os parâmetros e técnicas de investigação para avaliação da rugosidade superficial, poucos são freqüentemente utilizados, incluindo a inspeção rotineira da superfície usando rugosímetros ou instrumentos que fazem o traçado do perfil³⁸. O parâmetro mais comumente empregado para medir rugosidade superficial é o (Ra)^{8, 17, 21, 22, 36, 38, 40, 41, 47}, definido como o desvio médio aritmético das irregularidades do perfil superficial, a partir da linha central, dentro do comprimento de medição³³.

A medida das alterações na rugosidade superficial, dentro do modelo experimental empregado, pode fornecer informações sobre a biodegradação dos materiais no meio bucal. Nenhum teste *in vitro* seria capaz de reproduzir a complexidade desse processo, que inclui desintegração e dissolução em saliva, desgaste por abrasão e atividade bacteriana³⁴. A presença de bactérias e saliva pode levar à degradação bioquímica dos materiais restauradores³⁷. Os polímeros odontológicos podem sofrer hidrólise catalisada por enzimas, o que resulta na diminuição da dureza superficial e aumento do desgaste¹³. Assim, o meio bucal deve ser o ambiente de teste final para qualquer material dentário³⁸. Estudos *in situ* não substituem testes clínicos controlados, porém, quando apropriadamente

delineados, são muito úteis para indicar possíveis tendências, constituindo um elo de ligação entre estudos laboratoriais e clínicos⁴². Experimentos *in situ* podem ser utilizados para verificar os resultados de estudos *in vitro*, permitindo maior compreensão dos mecanismos envolvidos, além de servirem para adequar modelos laboratoriais⁴². Os espécimens utilizados em modelos experimentais *in situ* podem ser submetidos a técnicas de avaliação avançadas, as quais permitem a observação de alterações que ocorrem mais precocemente, ao contrário dos estudos clínicos⁴². Assim, podem ser obtidos resultados em períodos de tempo mais curtos, exigindo menor quantidade de recursos financeiros do que a utilizada em estudos clínicos⁴².

Alterações na rugosidade superficial dos materiais restauradores estéticos podem ocorrer mesmo sob condições que excluem o trauma mecânico da escovação, devido a processos químicos que levam a dissolução e perda de substância³⁶. No entanto, as restaurações de classes III e V - principais indicações dos híbridos de ionômero de vidro e resina composta - sofrem abrasão predominantemente pela escovação com dentífrício, ao contrário das restaurações oclusais, que são submetidas à abrasão principalmente pela compressão do bolo alimentar durante a mastigação². Por isso, foi incluído no modelo experimental um regime de escovação para melhor simular os desafios presentes no meio bucal. A abrasão produzida pela escovação está condicionada a fatores como: o agente abrasivo presente no dentífrício, o vigor e a frequência com os quais ela é realizada³². Para fins de padronização, foi fornecido o mesmo tipo de escova e dentífrício aos participantes do experimento, além de orientações específicas sobre a técnica e a frequência de escovação dos dispositivos intra-buciais.

Considerando o delineamento experimental proposto e o espaço disponível para o posicionamento dos corpos-de-prova no dispositivo palatal empregado neste estudo, foi necessário restringir o número de materiais e técnicas avaliados. Foram selecionados, entre os materiais híbridos disponíveis no mercado nacional, um ionômero de vidro modificado por resina e duas resinas compostas modificadas por poliácidos.

Diferenças entre as resinas compostas modificadas por poliácidos e o ionômero de vidro modificado por resina são esperadas, já que esses materiais apresentam em sua composição diferentes quantidades e tipos de monômeros resinosos. O comportamento particular de cada produto também depende da quantidade, do tamanho, do tipo e da forma das partículas de carga ³⁸.

A despeito da técnica de acabamento e polimento empregada, o material Fuji II LC Improved apresentou os maiores valores de rugosidade superficial, ao longo de todo o período experimental. Isso pode ser explicado por diferentes fatores associados à sua composição e manipulação. Fuji II LC Improved apresenta maior tamanho médio de partículas e presença de porosidades, decorrentes da inclusão de bolhas de ar, inerentes ao sistema de mistura manual. Seus componentes apresentam diferenças na dureza e não sofrem abrasão uniformemente ⁴⁷. Durante o acabamento, o desgaste preferencial das matrizes resinosa e de polissais expõe as partículas irregulares de vidro e as porosidades internas, resultando na maior rugosidade do material ^{17, 32, 40}. A maior sensibilidade do ionômero modificado por resina aos procedimentos de acabamento de polimento está relacionada com a estrutura da matriz formada durante sua polimerização. A presa dos ionômeros de vidro modificados por resina envolve a polimerização do monômero HEMA e a clássica reação ácido-base entre um ácido polialcenoico e as partículas de vidro ³⁹, que

se processa mais lentamente pois parte da água presente no sistema foi substituída por HEMA ⁴⁶. Sua integridade estrutural resulta da rede formada pela interpenetração das cadeias de poli-HEMA e de polialcenoato. É provável que a união dentro das matrizes e entre elas e as partículas de vidro seja incompleta, e que as propriedades elásticas do polímero HEMA reduzam a rigidez da rede de polialcenoato ^{16, 17}, tornando o material mais vulnerável ao desgaste abrasivo e permitindo que as partículas sejam facilmente deslocadas da matriz ¹⁶ durante os procedimentos de acabamento e polimento.

As resinas compostas modificadas por poliácidos não diferiram entre si, quando submetidas aos diferentes procedimentos de acabamento e polimento e apresentaram maior lisura superficial que o ionômero modificado por resina, em todos os períodos de tempo estudados. O tamanho e a distribuição das partículas de carga, assim como o tipo de matriz formada, podem ter sido responsáveis pelo desgaste mais uniforme sofrido por esses materiais. As resinas compostas modificadas por poliácidos apresentam menor tamanho médio e distribuição mais homogênea do tamanho de partículas de carga ¹⁷. Essas são parcialmente silanizadas para se unirem diretamente à matriz de resina, a qual se forma principalmente durante a fotoativação da reação de polimerização dos monômeros. Esses são, essencialmente, metacrilatos modificados (UDMA, Bis-GMA) e monômeros bifuncionais (TCB, DCDMA), capazes de reagir simultaneamente com metacrilato por polimerização e com cátions liberados das partículas de vidro por reação de neutralização ácido-base, se houver água disponível absorvida da estrutura dental ou do meio bucal ³¹. Por constituírem sistemas de pasta única, acondicionados em cápsulas pré-dosadas, Compoglass F e Dyract AP dispensam mistura, apresentando níveis de porosidade muito

inferiores aos do sistema pó-líquido¹⁷. Tais características proporcionam maior lisura superficial a esses materiais, mesmo quando submetidos ao acabamento e polimento.

A FIG. 2 apresenta as fotomicrografias da superfície dos materiais submetidos aos procedimentos de acabamento e polimento, após 28 dias de permanência no meio bucal, ilustrando suas diferenças.

Embora os fabricantes forneçam diferentes recomendações para o acabamento de seus respectivos materiais, a aplicabilidade clínica de se estabelecer uma seqüência de acabamento e polimento para cada material híbrido de ionômero de vidro e resina composta parece questionável⁴⁰. Considerando a ausência de dados clínicos que corroborem a seleção de uma seqüência apropriada para os materiais em estudo, a escolha dos sistemas abrasivos utilizados baseou-se em resultados de experimentos laboratoriais composta^{8, 21, 22, 25, 40, 41, 47}. A aplicação dos discos a base de óxido de alumínio, seqüencialmente ou após o contorno da superfície com instrumentos cortantes rotatórios, proporcionou os melhores resultados em diversos estudos que empregaram materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta^{8, 21, 22, 25, 40, 41}. As pontas de resina impregnadas com óxido de alumínio também mostraram resultados satisfatórios em estudos *in vitro*^{21, 25, 47} e têm a vantagem de serem apresentadas em formato de disco, cone ou taça, permitindo o acabamento em áreas de difícil acesso²⁵.

Os resultados do presente estudo sugerem que, inicialmente, os discos Sof-Lex foram superiores às pontas Enhance para o acabamento das resinas compostas modificadas por poliácidos. A rugosidade superficial de Dyract AP e Compoglass F tratados com Sof-Lex não diferiu significativamente do Controle em nenhum dos períodos de tempo avaliados. Enhance apresentou diferença significativa de Controle para Compoglass F, nos

tempos 1 e 3, e para Dyract AP, nos tempos 1, 2 e 7, embora, em algumas situações, não tenha diferido de Sof-Lex. A aplicação seqüencial dos discos Sof-Lex, com granulações decrescentes (40, 24 e 8 μm)²², pode justificar esses achados, se comparada com a granulação do abrasivo presente nas pontas Enhance (45 μm)²². No entanto, esse efeito parece ter sido diluído, ao longo do tempo, pela ação abrasiva do dentífrico, pois, a partir do 14º dia até o final do experimento, não houve diferença significativa entre os acabamentos e Controle para as resina compostas modificadas por poliácidos. Não foi encontrada diferença estatística significativa entre pontas Enhance e discos Sof-Lex, para o material FUJI II LC Improved, em nenhum período de tempo avaliado. Pode-se sugerir que as partículas de carga desprendidas da matriz, durante os procedimentos de acabamento e polimento, tenham desempenhado uma ação abrasiva coadjuvante, tornando os resultados similares.

A análise dos gráficos de comportamento das combinações Material x Acabamento, que consideraram o efeito longitudinalmente (GRAF. 8 e 9), permite observar que, quando submetidos a acabamento e polimento, Fuji II LC Improved apresentou maior rugosidade superficial que Compoglass F e Dyract AP durante todo o período de observação. Porém, a observação do comportamento dos três materiais nos grupos Controle demonstra que, inicialmente, eles não apresentaram diferenças significativas entre si. A partir do 14º dia de permanência no meio bucal, o ionômero de vidro modificado por resina, Fuji II LC Improved, tornou-se significativamente mais rugoso que Dyract AP e somente após 21 dias, ele diferiu das duas resinas compostas modificadas por poliácidos, mantendo essa diferença até o final do período de tempo estudado. Durante a confecção dos corpos-

de-prova, ocorre intrusão das partículas de carga e formação de uma camada superficial mais lisa, rica em matriz resinosa²³. A matriz de Fuji II LC Improved é constituída de poli-HEMA, que absorve elevadas quantidades de água, cuja ação plastificante reduz as propriedades físicas, criando uma superfície mais macia^{23, 32}. Essa camada foi removida quando submetida às condições impostas pelo modelo experimental, deixando exposta uma superfície com rugosidade similar à dos espécimens que sofreram acabamento e polimento. Tais diferenças não foram tão evidentes nas resinas modificadas por poliácidos, sugerindo que as matrizes resinosas de Compoglass F e Dyract AP são mais resistentes ao desgaste abrasivo da escovação, à umidade e aos desafios bioquímicos presentes na cavidade bucal.

Tais observações são de relevância clínica potencial, quando se considera a longevidade das restaurações, pois a execução dos procedimentos de acabamento e polimento, a despeito da técnica utilizada, pode ser importante para expor ao meio bucal a superfície de um material com propriedades mais adequadas para proporcionar a manutenção da estética, forma e função.

Figura 2 - Fotomicrografias obtidas em microscópio eletrônico de varredura de pressão variável da superfície dos materiais estudados, submetidos aos procedimentos de acabamento e polimento, após 28 dias de permanência na cavidade bucal.

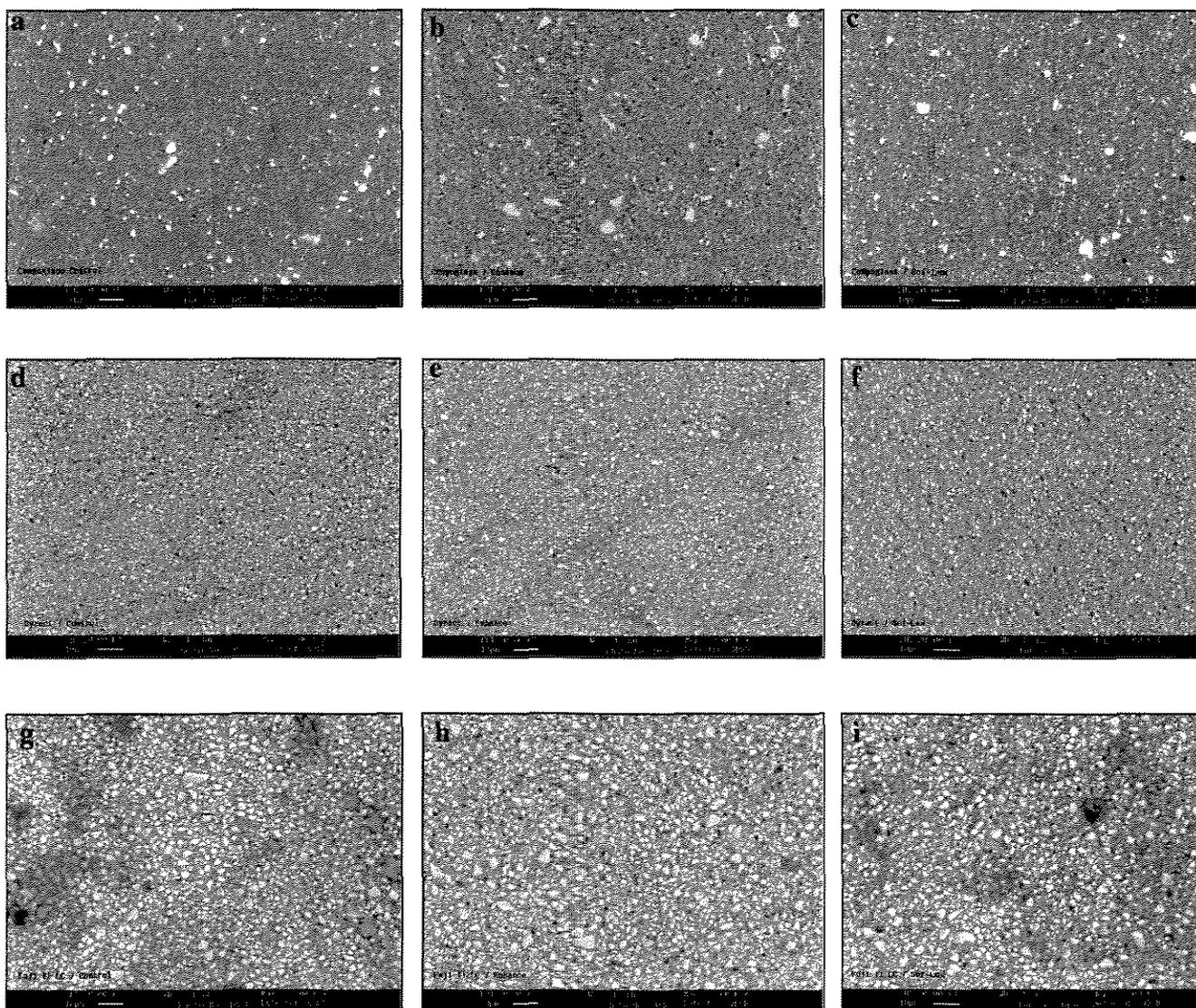


Fig.2. Superfície de Compoglass F sem acabamento e polimento (a), polido com Enhance (b) e com Sof-Lex (c). Superfície de Dyract AP sem acabamento (d), polido com Enhance (e) e com Sof-Lex (f). Superfície de Fuji II LC Improved sem acabamento (g), polido com Enhance (h) e com Sof-Lex (i). Observa-se o maior tamanho médio das partículas de carga, com uma distribuição menos homogênea, presença de degradação superficial e partículas protruídas para Fuji II LC Improved.

6-CONCLUSÃO

Sob as condições experimentais utilizadas neste estudo, pode-se concluir que:

- o ionômero de vidro modificado por resina apresentou maior sensibilidade aos procedimentos de acabamento e polimento que as resinas compostas modificadas por poliácidos;
- ambos os métodos de acabamento e polimento aplicados à superfície do ionômero de vidro modificado por resina produziram aumento da rugosidade, no entanto, no 28º dia, as superfícies tratadas apresentaram o mesmo grau de lisura que as superfícies não tratadas.
- o acabamento e polimento com discos a base de óxido de alumínio proporcionou às resinas compostas modificadas por poliácidos uma lisura superficial, inicialmente, maior que aquela obtida com as pontas de resina impregnadas com óxido de alumínio. No entanto, a partir do 14º dia, as superfícies tratadas apresentaram o mesmo grau de lisura que as superfícies não tratadas, a despeito do método empregado.
- a manutenção da lisura superficial originalmente obtida variou mais em função do material que do método de acabamento e polimento empregados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1- ABDALLA, A.I. & ALHADAINY, H.A. (1997) Clinical evaluation of hybrid ionomer restoratives in Class V abrasion lesions: Two - year results. *Quintessence International* 28 255-258.
- 2- ATTIN, T.; BUCHALLA, W.; TRETT, A. & HELLWIG, E. (1998) Toothbrushing abrasion of polyacid-modified composite in neutral and acidic buffer solutions. *Journal of Prosthetic Dentistry* 80 148-150.
- 3- ATTIN, T.; VATASCHKI, M. & HELLWIG, E. (1996) Properties of resin-modified glass-ionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. *Quintessence International* 27 203-209.
- 4- BARNES, D.M.; BLANK, L.W.; GINGELL, J.C. & GILNER, P.P. (1995) A clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer restorative material. *Journal of the American Dental Association* 126 1245-1253.
- 5- BERRY, L.L.; BERRY III, E. A & POWERS, J.M. (1994) Prophylaxis abrasives affect surface roughness of composites and hybrid ionomers. *Journal of Dental Research* 73 220 [Abstract 948].
- 6- BOLLEN, C.M.L.; LAMBRECHTS, P. & QUIRYNEN, M. (1997) Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dental Materials* 13 258-269.
- 7- BOURKE, A.M.; WALLS, A.W. & McCABE, J.F. (1992) Light-activated polyalkenoate (ionomer) cements: the setting reaction. *Journal of Dentistry* 20 115-120.
- 8- BOUVIER, D.; DUPREZ, J.P. & LISSAC, M. (1997) Comparative evaluation of polishing systems on the surface of three aesthetic materials. *Journal of Oral Rehabilitation* 24 888-894.

* De acordo com as normas exigidas para a publicação no periódico Operative Dentistry. Seattle - WA.

- 9- BRACKETT, W.W.; GILPATRICK, R.O.; BROWNING, W.D. & GREGORY P.N. (1999) Two - year clinical performance of a resin-modified glass-ionomer restorative material. *Operative Dentistry* 24 9-13.
- 10- CHAN, K.C.; FULLER, J.L. & HORMATI, A A. (1980) The ability of foods to stain two composite resins. *Journal of Prosthetic Dentistry* 43 542-545.
- 11- EIDE, R. & TVEIT, A B. (1990) Finishing and polishing glass-ionomer cements. *Acta Odontologica Scandinavica* 48 409-413.
- 12- FORSS, H.; SEPPA, L. & ALAKUIJALA, P. (1991) Plaque accumulation on glass ionomer filling materials. *Proceedings of the Finnish Dental Society* 87 343-350.
- 13- FREUND, M. & MUNKSGAARD, E.C. (1990) Enzymatic degradation of Bis-GMA/TEGDMA-polymers causing decreased microhardness and greater wear in vitro. *Scandinavian Journal of Dental Research* 98 351-355
- 14- FRUITS, T.J.; MIRANDA, F.J. & COURY, T. L. (1996) Effects of equivalent abrasive grit sizes utilizing differing polishing motions on selected restorative materials. *Quintessence International* 27 279-285.
- 15- de GEE, A.J.; ten HARKEL-HAGENAAR, H.C. & DAVIDSON, C.L. (1985) Structural and physical factors affecting the brush wear of dental composites. *Journal of Dentistry* 13 60-70.
- 16- de GEE, A.J.; LELOUP, G.; WERNER, A.; VREVEN, J. & DAVIDSON, C.L. (1998) Structural integrity of resin-modified glass ionomers as affected by the delay or omission of light activation. *Journal of Dental Research* 77 1658-1663.
- 17- GLADYS, S.; VAN MEERBEEK, B.; BRAEM, M.; LAMBRECHTS, P. & VANHERLE, G. (1997) Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *Journal of Dental Research* 76 883-894.
- 18- GLADYS, S.; VAN MEERBEEK, B.; LAMBRECHTS, P. & VANHERLE, G. (1999) Evaluation of esthetic parameters of resin-modified glass-ionomer materials and a polyacid-modified resin composite in Class V cervical lesions. *Quintessence International* 30 607-614.

- 19- GLADYS, S.; VAN MEERBEEK, B.; LAMBRECHTS, P. & VANHERLE, G. (1998) Marginal adaptation and retention of a glass-ionomer, resin-modified glass-ionomers and a polyacid-modified resin composite in cervical Class-V lesions. *Dental Materials* 14 294-306.
- 20- GOLDSTEIN, G.R. & LERNER, T. (1991) The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. *Journal of Prosthetic Dentistry* 66 498-500.
- 21- HOELSCHER, D.C.; NEME, A.M.L.; PINK, F.E. & HUGHES P.J. (1998) The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. *Operative Dentistry* 23 36-42.
- 22- HONDRUM, S.O & FERNÁNDEZ, JR., R. (1997) Contouring, finishing, and polishing class 5 restorative materials. *Operative Dentistry* 22 30-36.
- 23- KANCHANAVASITA, W.; ANSTICE, H.M. & PEARSON, G.J. Long-term surface micro-hardness of resin-modified glass ionomers. (1998) *Journal of Dentistry* 26 707-712.
- 24- LAMBRECHTS, P. & VANHERLE, G. (1982) Observation and comparison of polished composite surfaces with the aid of SEM and profilometer. II. Following tooth cleaning procedures. *Journal of Oral Rehabilitation* 9 203-216.
- 25- LIPORONI, P.C.S. (1997) *Avaliação de deposição superficial de corante em ionômeros de vidro modificados por resina submetidos a tratamentos superficiais*. Piracicaba. Tese (Mestrado) - FOP - UNICAMP.
- 26- MANEENUT, C. & TYAS, M.J. (1995) Clinical evaluation of resin-modified glass-ionomer restorative cements in cervical abrasion lesions: one-year results. *Quintessence International* 26 739-743.
- 27- MATHIS, R.S. & FERRACANE, J.L. (1989) Properties of glass-ionomer/ resin composite hybrid material. *Dental Materials* 5 355-358.
- 28- MATIS, B.A; CARLSON, T.; COCHRAN, M. & PHILLIPS, R.W. (1991) How finishing affects glass-ionomers. Results of a five-year evaluation. *Journal of the American Dental Association* 122 43-46.
- 29- McCABE, J.F. (1998) Resin-modified glass-ionomers. *Biomaterials* 19 521-527.

- 30- McLEAN, J.W.; NICHOLSON, J.W. & WILSON, A D. (1994) Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence International* 25 587-589.
- 31- MEYER, J.M.; CATTANI-LORENTE, M.A. & DUPUIS, V. (1998) Compomers: between glass-ionomer cements and composites. *Biomaterials* 19 529-539.
- 32- MOMOI, Y.; HIROSAKI, K; KOHNO, A. & McCABE J.F. (1997) *In vitro* toothbrush-dentifrice abrasion of resin-modified glass ionomers. *Dental Materials* 13 82-88.
- 33- NOWICKI, B. (1985) Multiparameter representation of surface roughness. *Wear* 102 161-176.
- 34- ØILO, G. (1992) Biodegradation of dental composites / glass-ionomer cements. *Advances in Dental Research* 6 50-54.
- 35- PAULILLO, L.A.M.S.; CORADAZZI, J.L.; LOVADINO, J.R. & SERRA, M.C. (1997) Surface finishing of glass ionomer. *American Journal of Dentistry* 10 137-140.
- 36- ROULET, J-F. & WÄLTI, C. (1984) Influence of oral fluid on composite resin and glass-ionomer cement. *Journal of Prosthetic Dentistry* 52 182-189.
- 37- SANTERRE, J.P.; SHAJII, L. & TSANG, H. (1999) Biodegradation of commercial dental composites by cholesterol esterase. *Journal of Dental Research* 78 1459-1468.
- 38- SIDHU, S.K.; SHERRIFF, M. & WATSON, T.F. (1997) *In vivo* changes in roughness of resin-modified glass ionomer materials. *Dental Materials* 13 208-213.
- 39- SIDHU, S.K. & WATSON, T.F. (1995) Resin modified glass-ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry. *American Journal of Dentistry* 8 59-67.
- 40- ST GERMAIN, Jr, H. A. & MEIERS, J.C. (1996) Surface roughness of light-activated glass-ionomer cement restorative materials after finishing. *Operative Dentistry* 21 103-109.
- 41- TATE, W.H. & POWERS, J.M. (1996) Surface roughness of composites and hybrid ionomers. *Operative Dentistry* 21 53-58.

- 42- ten CATE, J.M. (1992) Patient selection and appliance design in intra-oral models. *Journal of Dental Research* 71 (Special Issue) 908-910.
- 43- van DIJKEN, J.W.V. & SJÖSTROM, S. (1995) Gingival reactions around and plaque formation on resin composites and glass-ionomer cements. *Advances in Dental Research* 9 363-366.
- 44- WAERHAUG, J. (1956) Effect of rough surfaces upon gingival tissue. *Journal of Dental Research* 35 323-325.
- 45- WEITMAN, R.T. & EAMES, W.B. (1975) Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *Journal of American Dental Association* 91 101-106.
- 46- WILSON, A. D. (1990) Resin-modified glass-ionomer cements. *International Journal of Prosthodontics* 3 425-429.
- 47- YAP, A.U.J.; LYE, K.W. & SAU, C.W. (1997) Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Operative Dentistry* 22 260-265.

ANEXO 1

ESCLARECIMENTOS AOS VOLUNTÁRIOS.

1- JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Existem poucas informações a respeito das técnicas de acabamento e polimento para materiais híbridos de ionômero de vidro e resina composta. Em geral, são realizados estudos laboratoriais a fim de avaliar o efeito de tais procedimentos sobre a superfície dos materiais restauradores. Estudos laboratoriais que simulam a ação da escovação sobre a lisura superficial dos materiais também são relatados. Porém, acredita-se que mudanças de pH, deposição de película adquirida e de placa bacteriana possam também afetar a lisura da superfície. Assim, estudos in situ são importantes pois permitem a avaliação dos materiais submetidos às condições presentes na cavidade bucal.

Considerando a ausência de estudos que observem essas condições, o objetivo deste trabalho será avaliar a rugosidade superficial de três materiais restauradores submetidos a dois tratamentos superficiais de acabamento e polimento sob as condições do meio bucal.

2 - PROCEDIMENTOS A SEREM REALIZADOS DURANTE A PESQUISA

Poderão participar do experimento adultos jovens, saudáveis, de ambos os sexos, exceto voluntárias do sexo feminino em período de gestação. Todos os participantes deverão apresentar: disponibilidade de tempo para comparecer ao local da pesquisa nos horários determinados pelo protocolo experimental; disposição de cumprir as determinações requeridas pelo protocolo experimental; ausência de necessidades de tratamento odontológico, assim como ausência de próteses fixas ou removíveis e de aparelhos ortodônticos.

Os voluntários terão suas arcadas superior e inferior moldadas com hidrocolóide irreversível, a fim de obter modelos de gesso para a confecção de dispositivos intra-bucais, constituídos de uma placa palatina de resina acrílica retida por grampos, em dentes posteriores. Nove corpos-de-prova confeccionados com os materiais restauradores e

• Os voluntários foram selecionados entre alunos dos cursos de graduação e pós-graduação da FOP-UNICAMP. Considerando esse fato, os termos técnicos utilizados nos esclarecimentos foram mantidos, por acreditarmos serem de fácil entendimento, para os mesmos.

submetidos aos procedimentos de acabamento e polimento serão posicionados em cada dispositivo intra-bucal.

A cada voluntário serão fornecidos escova dental e dentífrico, além de instruções específicas sobre a utilização e higienização do dispositivo intra-bucal. Esse deverá ser utilizado por 28 dias consecutivos, durante todo o dia, inclusive para dormir. Durante as refeições, ele deverá ser removido e mantido, obrigatoriamente, em ambiente úmido, dentro de um recipiente a ser fornecido. O dispositivo deverá ser higienizado três vezes ao dia, através de escova e dentífrico fornecidos, com dez movimentos de vai-e-vem, sem exercer pressão exagerada. Os voluntários deverão retornar para a leitura da rugosidade superficial 1, 2, 3, 7, 14, 21 e 28 dias após a instalação dos dispositivos intra-bucais.

3 - DESCONFORTO E RISCOS POSSÍVEIS E BENEFÍCIOS ESPERADOS

A utilização dos dispositivos intra-bucais não oferece riscos permanentes aos participantes. A possibilidade de ocorrer desconforto e inflamação gengival estará descartada se o dispositivo for adequadamente adaptado e se as instruções para higiene bucal forem seguidas corretamente. O dispositivo intra-bucal deverá ser removido durante as refeições, o que evitará desconforto durante a mastigação, gustação e deglutição.

Os benefícios oferecidos pelo experimento não serão observados diretamente para os indivíduos nela envolvidos, pois não será oferecido nenhum tipo de tratamento aos mesmos. O benefício poderá ser observado indiretamente, ao final da pesquisa, se pudermos concluir sobre as vantagens de determinada técnica de acabamento e polimento para os materiais estudados, proporcionando a confecção de restaurações mais lisas e polidas. Tais restaurações permitirão menor acúmulo de placa, com menor risco à cárie secundária e à doença periodontal, além de melhor estética, devido à menor deposição de corantes, aumentando sua longevidade.

4 - FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA

Qualquer desconforto decorrente da utilização do aparelho deverá ser imediatamente comunicado ao pesquisador responsável, para que seja solucionado adequadamente. A cada período de avaliação determinado (1, 2, 3, 4, 14 21 e 28 dias), a adaptação dos dispositivos será verificada e ajustada, se necessário.

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO PARA TRATAMENTO E PESQUISA

Por este instrumento particular declaro, para efeitos éticos e legais, que eu (nome) _____, (nacionalidade) _____, (profissão) _____, portador(a) do R.G. nº. _____, C.I.C. nº. _____, residente e domiciliado(a) à Rua/Av. _____,

na cidade de _____, telefone () _____ concordo, em absoluta consciência, com os procedimentos a que vou me submeter para a realização do experimento correspondente ao Projeto de Pesquisa da Área de Dentística, do Departamento de Odontologia Restauradora, da FOP/UNICAMP, intitulado "Avaliação da rugosidade superficial de materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta submetidos a procedimentos de acabamento e polimento: estudo in situ", nos termos abaixo relacionados:

1- Declaro que recebi todas as informações sobre minha participação neste experimento, possuindo plena liberdade para me abster de fazer parte da referida pesquisa, em qualquer momento, sem prejuízo financeiro ou de qualquer outra natureza;

2 - Declaro que fui amplamente informado por um profissional não envolvido na pesquisa, sobre os possíveis benefícios e riscos aos quais me submeterei durante a mesma, tomando conhecimento de que o meu consentimento não exime de responsabilidades o profissional que a executará.

3 - Declaro, também, ter conhecimento de que todas estas normas estão de acordo com o Código de Ética Profissional Odontológica, segundo a Resolução do Conselho Federal de Odontologia 179/93, com a Declaração de Helsinque II e com a Resolução no. 196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde. Por estar de pleno acordo com o teor de presente termo, assino abaixo o mesmo.

Piracicaba, _____ de _____ de 199__.

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador

Assinatura do profissional
que efetuou o esclarecimento do paciente



ANEXO 3

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



Piracicaba, 05 de fevereiro de 1998

De : CEP - FOP/UNICAMP
Para : Profa. Dra. Mônica Campos Serra
Departamento de Odontologia Restauradora

Prezado(a) Professor(a)

O CEP-FOP reunido em 04/02/98, após análise do projeto *"Avaliação da rugosidade superficial de materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta a procedimentos de acabamento e polimento: Estudo in situ"* emitiu o parecer "APROVADO".


Prof. Dr. Antonio-Bento Alves De Moraes
- Coordenador do CEP/FOP -

ANEXO 4

INSTRUÇÕES AOS VOLUNTÁRIOS

NOME: _____ No _____

O objetivo deste trabalho de pesquisa é avaliar a rugosidade superficial de três materiais restauradores submetidos a dois procedimentos de acabamento e polimento, sob as condições presentes no meio bucal. Para tal é necessária a colaboração dos voluntários, que utilizarão um dispositivo intra - bucal, durante 28 dias consecutivos. A fim de obter resultados confiáveis e de não oferecer qualquer tipo de risco decorrente de seu uso, cada voluntário deverá seguir as instruções abaixo:

- 1- Realizar a higiene bucal habitual com o dentifrício e a escova dental fornecidos, após cada refeição.*
- 2- Higienizar o aparelho acrílico, escovando-o com o dentifrício e a escova dental fornecidos, realizando dez movimentos de vai-e-vem sobre os corpos de prova, sem exercer pressão exagerada , três vezes ao dia.*
- 3- Utilizar o aparelho fornecido durante todo o dia, retirando-o somente durante as refeições, quando, então, ele deverá ser mantido envolto gaze úmida, em recipiente fechado.*
- 4- Anotar o tempo de permanência do aparelho fora da boca.*
- 5- Para solucionar quaisquer dúvidas ou problemas, contatar o pesquisador responsável pelo telefone 430-5340 (Laboratório de Dentística - FOP) ou 434-0609 (CLÁUDIA).*
- 6- Comparecer ao laboratório de pesquisa da Área de Dentística, desta Faculdade, nas seguintes datas e horários:*

| | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| Data _____ | Hora _____ | Data _____ | Hora _____ |
| Data _____ | Hora _____ | Data _____ | Hora _____ |
| Data _____ | Hora _____ | Data _____ | Hora _____ |
| Data _____ | Hora _____ | Data _____ | Hora _____ |

ANEXO 5

Análise para o Tempo 1

Analysis of CoVariance for T1

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------------------|----------------|-----|-------------|---------|---------|
| COVARIATES TO MAIN EFFECTS | 0,279638 | 1 | 0,279638 | 202,89 | 0,0000 |
| A: MATERIAL | 0,0373899 | 2 | 0,018695 | 13,56 | 0,0000 |
| B: TRATAMENTO | 0,0536795 | 2 | 0,0268398 | 19,47 | 0,0000 |
| AB | 0,0381863 | 4 | 0,00954659 | 6,93 | 0,0000 |
| RESIDUAL | 0,234306 | 170 | 0,00137827 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 3,44999 | 179 | | | |

Table of Least Squares Means for T1 with 95,0 Percent Confidence Intervals

| Level | Count | Mean | Std. Error | Lower Limit | Upper Limit |
|--------------------|-------|----------|------------|-------------|-------------|
| compoglas controle | 20 | 0,162618 | 0,00980073 | 0,143271 | 0,181965 |
| compoglas enhance | 20 | 0,210148 | 0,00884514 | 0,192688 | 0,227609 |
| compoglas soflex | 20 | 0,184199 | 0,00923661 | 0,165966 | 0,202432 |
| dyract controle | 20 | 0,156407 | 0,0104423 | 0,135794 | 0,17702 |
| dyract enhance | 20 | 0,21374 | 0,00893538 | 0,196101 | 0,231379 |
| dyract soflex | 20 | 0,180292 | 0,00907724 | 0,162374 | 0,198211 |
| fuji controle | 20 | 0,15046 | 0,0100152 | 0,13069 | 0,170231 |
| fuji enhance | 20 | 0,279549 | 0,0132787 | 0,253337 | 0,305761 |
| fuji soflex | 20 | 0,259876 | 0,0116305 | 0,236917 | 0,282835 |

***** DECOMPOSIÇÃO DA SOMA DE QUADRADOS *****

| | gL | SQ | QM | F | PROB>F |
|------------------------|-----|----------|--------|-------|--------|
| MATERIAIS NO CONTROLE | 2 | 0,001464 | 0,0007 | 0,53 | 0,5888 |
| MATERIAIS NO ENHANCE | 2 | 0,061240 | 0,0306 | 22,22 | 0,0000 |
| MATERIAIS NO SOFLEX | 2 | 0,080546 | 0,0403 | 29,22 | 0,0000 |
| TRATAMENTO NO COMPOGL. | 2 | 0,022624 | 0,0113 | 8,21 | 0,0004 |
| TRATAMENTO NO DYRACT | 2 | 0,033134 | 0,0166 | 12,02 | 0,0000 |
| TRATAMENTO NO FUJI | 2 | 0,193488 | 0,0967 | 70,19 | 0,0000 |
| SQ RESÍDUO | 170 | 0,2343 | 0,0014 | | |

***** TESTE DE TUKEY *****

Q(A, F) = 3,34

dms = 0,039211523

médias ajustadas

| COMP | DYRACT | FUJI | materiais dentro do CONTROLE | | |
|--------|--------|---------|------------------------------|------|-----|
| | | | DY | FUJI | |
| CONTR | 0,1626 | 0,15640 | 0,1505 | | |
| ENHAN | 0,2101 | 0,21370 | 0,2796 | NS | |
| SOFLEX | 0,1842 | 0,18030 | 0,2599 | NS | |
| | | | FUJI | --- | --- |

tratamentos dentro do COMPOGLASS

| ENHAN | SOFLEX | materiais dentro do ENHANCE | | |
|--------|--------|-----------------------------|------|-----|
| | | DY | FUJI | |
| CONTR | SIG | NS | | |
| ENHAN | --- | NS | SIG | |
| SOFLEX | --- | --- | SIG | |
| | | FUJI | --- | --- |

tratamentos dentro do DYRACT

| ENHAN | SOFLEX | materiais dentro do SOFLEX | | |
|--------|--------|----------------------------|------|-----|
| | | DY | FUJI | |
| CONTR | SIG | NS | | |
| ENHAN | --- | NS | SIG | |
| SOFLEX | --- | --- | SIG | |
| | | FUJI | --- | --- |

tratamentos dentro do FUJI

| ENHAN | SOFLEX |
|--------|--------|
| CONTR | SIG |
| ENHAN | --- |
| SOFLEX | --- |

ANEXO 6

Análise para o Tempo 2

Analysis of Variance for T2 - Type III Sums of Squares

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------------------|----------------|-----|-------------|---------|---------|
| COVARIATES TO MAIN EFFECTS | 0,218504 | 1 | 0,218504 | 138,82 | 0,0000 |
| A:MATERIAL | 0,0588686 | 2 | 0,0294343 | 18,70 | 0,0000 |
| B:TRATAMENTO | 0,0475074 | 2 | 0,0237537 | 15,09 | 0,0000 |
| AB | 0,046809 | 4 | 0,0117022 | 7,43 | 0,0000 |
| RESIDUAL | 0,267585 | 170 | 0,00157403 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 3,09635 | 179 | | | |

Table of Least Squares Means for T2 with 95,0 Percent Confidence Intervals

| Level | Count | Mean | Std. Error | Lower Limit | Upper Limit |
|--------------------|-------|----------|------------|-------------|-------------|
| compoglas controle | 20 | 0,1658 | 0,0104736 | 0,145125 | 0,186475 |
| compoglas enhance | 20 | 0,201572 | 0,00945244 | 0,182913 | 0,220232 |
| compoglas soflex | 20 | 0,164157 | 0,00987079 | 0,144672 | 0,183642 |
| dyract controle | 20 | 0,141922 | 0,0111592 | 0,119894 | 0,163951 |
| dyract enhance | 20 | 0,205917 | 0,00954887 | 0,187067 | 0,224767 |
| dyract soflex | 20 | 0,173672 | 0,00970047 | 0,154523 | 0,192821 |
| fuji controle | 20 | 0,153734 | 0,0107028 | 0,132607 | 0,174862 |
| fuji enhance | 20 | 0,275174 | 0,0141904 | 0,247162 | 0,303186 |
| fuji soflex | 20 | 0,268371 | 0,012429 | 0,243836 | 0,292906 |

***** decomposição da soma de quadrados *****

| | gL | SQ | QM | F | PROB>F |
|-----------------------|-----|----------|--------|-------|--------|
| MATERIAIS NO CONTROLE | 2 | 0,005702 | 0,0029 | 1,81 | 0,1666 |
| MATERIAIS NO ENHANCE | 2 | 0,068531 | 0,0343 | 21,77 | 0,0000 |
| MATERIAIS NO SOFLEX | 2 | 0,132793 | 0,0664 | 42,18 | 0,0000 |
| TRATAMENTO NO COMOGL. | 2 | 0,017590 | 0,0088 | 5,59 | 0,0045 |
| TRATAMENTO NO DYRACT | 2 | 0,040954 | 0,0205 | 13,01 | 0,0000 |
| TRATAMENTO NO FUJI | 2 | 0,186237 | 0,0931 | 59,16 | 0,0000 |
| SQ RESÍDUO | 170 | 0,2676 | 0,0016 | | |

***** teste de tukey *****

Q(A,F) = 3,34
dms = 0,04190375

| médias ajustadas | | | materiais dentro do CONTROLE | | |
|----------------------------------|---------|--------|------------------------------|-----|------|
| CONTR | ENHAN | SOFLEX | COMP | DY | FUJI |
| 0,1658 | 0,14192 | 0,1537 | NS | NS | NS |
| 0,2013 | 0,20592 | 0,2752 | --- | --- | --- |
| 0,1642 | 0,17367 | 0,2684 | --- | --- | --- |
| tratamentos dentro do COMPOGLASS | | | materiais dentro do ENHANCE | | |
| CONTR | ENHAN | SOFLEX | COMP | DY | FUJI |
| NS | NS | NS | NS | SIG | SIG |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| tratamentos dentro do DYRACT | | | materiais dentro do SOFLEX | | |
| CONTR | ENHAN | SOFLEX | COMP | DY | FUJI |
| SIG | NS | NS | NS | SIG | SIG |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| tratamentos dentro do FUJI | | | | | |
| CONTR | ENHAN | SOFLEX | | | |
| SIG | SIG | NS | | | |
| --- | --- | --- | | | |
| --- | --- | --- | | | |

ANEXO 7

Análise para o Tempo 3

Analysis of Variance for T3

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|-----|-------------|---------|---------|
| COVARIATES TO | 0,269908 | 1 | 0,269908 | 129,49 | 0,0000 |
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:MATERIAL | 0,0803464 | 2 | 0,0401732 | 19,27 | 0,0000 |
| B:TRATAMENTO | 0,0435114 | 2 | 0,0217557 | 10,44 | 0,0001 |
| AB | 0,0392526 | 4 | 0,00981314 | 4,71 | 0,0013 |
| RESIDUAL | 0,354347 | 170 | 0,00208439 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 3,64475 | 179 | | | |

Table of Least Squares Means for T3 with 95,0 Percent Confidence Intervals

| Level | Count | Mean | Std. Error | Lower Limit | Upper Limit |
|--------------------|-------|----------|------------|-------------|-------------|
| compoglas controle | 20 | 0,156503 | 0,0120526 | 0,13271 | 0,180295 |
| compoglas enhance | 20 | 0,211112 | 0,0108775 | 0,18964 | 0,232585 |
| compoglas soflex | 20 | 0,157909 | 0,0113589 | 0,135486 | 0,180332 |
| dyract controle | 20 | 0,163932 | 0,0128416 | 0,138582 | 0,189281 |
| dyract enhance | 20 | 0,207437 | 0,0109884 | 0,185746 | 0,229129 |
| dyract soflex | 20 | 0,18425 | 0,0111629 | 0,162214 | 0,206286 |
| fuji controle | 20 | 0,173256 | 0,0123163 | 0,148943 | 0,197569 |
| fuji enhance | 20 | 0,297107 | 0,0163297 | 0,264872 | 0,329342 |
| fuji soflex | 20 | 0,265514 | 0,0143028 | 0,23728 | 0,293748 |

***** decomposição da soma de quadrados *****

| | gL | SQ | QM | F | PROB>F |
|------------------------|-----|----------|--------|-------|--------|
| MATERIAIS NO CONTROLE | 2 | 0,002819 | 0,0014 | 0,68 | 0,5099 |
| MATERIAIS NO ENHANCE | 2 | 0,102996 | 0,0515 | 24,71 | 0,0000 |
| MATERIAIS NO SOFLEX | 2 | 0,125843 | 0,0629 | 30,19 | 0,0000 |
| TRATAMENTO NO COMPOGL. | 2 | 0,038765 | 0,0194 | 9,30 | 0,0001 |
| TRATAMENTO NO DYRACT | 2 | 0,018954 | 0,0095 | 4,55 | 0,0119 |
| TRATAMENTO NO FUJI | 2 | 0,165658 | 0,0828 | 39,74 | 0,0000 |
| SQ RESÍDUO | 170 | 0,3543 | 0,0021 | | |

***** teste de Tukey *****

Q(A,F) = 3,34
dms = 0,048221019

| médias ajustadas | | | materiais dentro do CONTROLE | | |
|----------------------------------|--------|---------|------------------------------|------|-----|
| COMP | DYRACT | FUJI | DY | FUJI | |
| CONTR | 0,1565 | 0,16393 | 0,1733 | COMP | NS |
| ENHAN | 0,2111 | 0,20744 | 0,2971 | DY | --- |
| SOFLEX | 0,1579 | 0,18425 | 0,2655 | FUJI | --- |
| tratamentos dentro do COMPOGLASS | | | materiais dentro do ENHANCE | | |
| ENHAN | SOFLEX | | DY | FUJI | |
| CONTR | SIG | NS | COMP | NS | SIG |
| ENHAN | --- | SIG | DY | ... | SIG |
| SOFLEX | --- | --- | FUJI | --- | --- |
| tratamentos dentro do DYRACT | | | materiais dentro do SOFLEX | | |
| ENHAN | SOFLEX | | DY | FUJI | |
| CONTR | NS | NS | COMP | NS | SIG |
| ENHAN | --- | NS | DY | --- | SIG |
| SOFLEX | --- | --- | FUJI | --- | --- |
| tratamentos dentro do FUJI | | | | | |
| ENHAN | SOFLEX | | | | |
| CONTR | SIG | SIG | | | |
| ENHAN | --- | NS | | | |
| SOFLEX | --- | --- | | | |

ANEXO 8

Análise para o Tempo 7

Analysis of Variance for T7

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------------------|----------------|-----|-------------|---------|---------|
| COVARIATES TO MAIN EFFECTS | 0,217229 | 1 | 0,217229 | 109,48 | 0,0000 |
| A:MATERIAL | 0,130433 | 2 | 0,0652163 | 32,87 | 0,0000 |
| B:TRATAMENTO | 0,0331284 | 2 | 0,0165642 | 8,35 | 0,0003 |
| AB | 0,0495765 | 4 | 0,0123941 | 6,25 | 0,0001 |
| RESIDUAL | 0,337301 | 170 | 0,00198413 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 3,33099 | 179 | | | |

Table of Least Squares Means for T7 with 95,0 Percent Confidence Intervals

| Level | Count | Mean | Stnd. Error | Lower Limit | Upper Limit |
|--------------------|-------|----------|-------------|-------------|-------------|
| compoglas controle | 20 | 0,161172 | 0,0117591 | 0,137959 | 0,184385 |
| compoglas enhance | 20 | 0,18524 | 0,0106126 | 0,16429 | 0,206189 |
| compoglas soflex | 20 | 0,146694 | 0,0110823 | 0,124817 | 0,168571 |
| dyract controle | 20 | 0,149075 | 0,0125289 | 0,124343 | 0,173808 |
| dyract enhance | 20 | 0,199286 | 0,0107209 | 0,178122 | 0,220449 |
| dyract soflex | 20 | 0,177734 | 0,0108911 | 0,156235 | 0,199234 |
| fuji controle | 20 | 0,180924 | 0,0120164 | 0,157203 | 0,204645 |
| fuji enhance | 20 | 0,293956 | 0,0159321 | 0,262505 | 0,325406 |
| fuji soflex | 20 | 0,28495 | 0,0139545 | 0,257403 | 0,312496 |

***** decomposição da soma de quadrados *****

| | gL | SQ | QM | F | PROB>F |
|------------------------|-----|----------|--------|-------|--------|
| MATERIAIS NO CONTROLE | 2 | 0,010339 | 0,0052 | 2,61 | 0,0768 |
| MATERIAIS NO ENHANCE | 2 | 0,139859 | 0,0699 | 35,24 | 0,0000 |
| MATERIAIS NO SOFLEX | 2 | 0,210490 | 0,1052 | 53,04 | 0,0000 |
| TRATAMENTO NO COMPOGL. | 2 | 0,015165 | 0,0076 | 3,82 | 0,0238 |
| TRATAMENTO NO DYRACT | 2 | 0,025380 | 0,0127 | 6,40 | 0,0021 |
| TRATAMENTO NO FUJI | 2 | 0,157858 | 0,0789 | 39,78 | 0,0000 |
| SQ RESÍDUO | 170 | 0,3373 | 0,0020 | | |

***** teste de Tukey *****

Q(A, F) = 3,34
dms = 0,047046879

| médias ajustadas | | | materiais dentro do CONTROLE | | |
|----------------------------------|--------|---------|------------------------------|------|-----|
| COMP | DYRACT | FUJI | DY | FUJI | |
| CONTR | 0,1612 | 0,14908 | 0,1809 | COMP | NS |
| ENHAN | 0,1852 | 0,19929 | 0,2940 | DY | --- |
| SOFLEX | 0,1467 | 0,17773 | 0,2850 | FUJI | --- |
| tratamentos dentro do COMPOGLASS | | | materiais dentro do ENHANCE | | |
| ENHAN | SOFLEX | | DY | FUJI | |
| CONTR | NS | NS | COMP | NS | SIG |
| ENHAN | --- | NS | DY | ... | SIG |
| SOFLEX | --- | --- | FUJI | --- | --- |
| tratamentos dentro do DYRACT | | | materiais dentro do SOFLEX | | |
| ENHAN | SOFLEX | | DY | FUJI | |
| CONTR | SIG | NS | COMP | NS | SIG |
| ENHAN | --- | NS | DY | --- | SIG |
| SOFLEX | --- | --- | FUJI | --- | --- |
| tratamentos dentro do FUJI | | | | | |
| ENHAN | SOFLEX | | | | |
| CONTR | SIG | SIG | | | |
| ENHAN | --- | NS | | | |
| SOFLEX | --- | --- | | | |

ANEXO 9

Análise para o Tempo 14

Analysis of Variance for T14

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|-----|-------------|---------|---------|
| COVARIATES TO | 0,234926 | 1 | 0,234926 | 112,40 | 0,0000 |
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:MATERIAL | 0,166431 | 2 | 0,0832155 | 39,81 | 0,0000 |
| B:TRATAMENTO | 0,00802721 | 2 | 0,0040136 | 1,92 | 0,1497 |
| AB | 0,0325425 | 4 | 0,00813562 | 3,89 | 0,0047 |
| RESIDUAL | 0,355324 | 170 | 0,00209014 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 3,07516 | 179 | | | |

Table of Least Squares Means for T14 with 95,0 Percent Confidence Intervals

| Level | Count | Mean | Std. Error | Lower Limit | Upper Limit |
|--------------------|-------|----------|------------|-------------|-------------|
| compoglas controle | 20 | 0,177703 | 0,0120692 | 0,153878 | 0,201528 |
| compoglas enhance | 20 | 0,158034 | 0,0108924 | 0,136532 | 0,179536 |
| compoglas soflex | 20 | 0,158953 | 0,0113745 | 0,1365 | 0,181407 |
| dyract controle | 20 | 0,164726 | 0,0128593 | 0,139341 | 0,19011 |
| dyract enhance | 20 | 0,180674 | 0,0110036 | 0,158953 | 0,202395 |
| dyract soflex | 20 | 0,184806 | 0,0111783 | 0,16274 | 0,206872 |
| fuji controle | 20 | 0,222842 | 0,0123333 | 0,198496 | 0,247188 |
| fuji enhance | 20 | 0,287208 | 0,0163522 | 0,254928 | 0,319487 |
| fuji soflex | 20 | 0,285469 | 0,0143225 | 0,257196 | 0,313741 |

***** decomposição da soma de quadrados *****

| | gL | SQ | QM | F | PROB>F |
|------------------------|-----|----------|--------|-------|--------|
| MATERIAIS NO CONTROLE | 2 | 0,037223 | 0,0186 | 8,90 | 0,0002 |
| MATERIAIS NO ENHANCE | 2 | 0,190320 | 0,0952 | 45,53 | 0,0000 |
| MATERIAIS NO SOFLEX | 2 | 0,178718 | 0,0894 | 42,75 | 0,0000 |
| TRATAMENTO NO COMPOGL. | 2 | 0,004929 | 0,0025 | 1,18 | 0,3101 |
| TRATAMENTO NO DYRACT | 2 | 0,004497 | 0,0022 | 1,08 | 0,3433 |
| TRATAMENTO NO FUJI | 2 | 0,053788 | 0,0269 | 12,87 | 0,0000 |
| SQ RESÍDUO = | 170 | 0,3553 | 0,0021 | | |

***** teste de Tukey *****

Q(A,F) = 3,34
dms = 0,048287451

| médias ajustadas | | | materiais dentro do CONTROLE | | |
|----------------------------------|--------|---------|------------------------------|------|-----|
| COMP | DYRACT | FUJI | DY | FUJI | |
| CONTR | 0,1777 | 0,16473 | 0,2228 | COMP | NS |
| ENHAN | 0,1580 | 0,18067 | 0,2872 | DY | --- |
| SOFLEX | 0,1590 | 0,18481 | 0,2855 | FUJI | --- |
| tratamentos dentro do COMPOGLASS | | | materiais dentro do ENHANCE | | |
| ENHAN | SOFLEX | | DY | FUJI | |
| CONTR | NS | NS | COMP | NS | SIG |
| ENHAN | --- | NS | DY | ... | SIG |
| SOFLEX | --- | --- | FUJI | --- | --- |
| tratamentos dentro do DYRACT | | | materiais dentro do SOFLEX | | |
| ENHAN | SOFLEX | | DY | FUJI | |
| CONTR | NS | NS | COMP | NS | SIG |
| ENHAN | --- | NS | DY | --- | SIG |
| SOFLEX | --- | --- | FUJI | --- | --- |
| tratamentos dentro do FUJI | | | | | |
| ENHAN | SOFLEX | | | | |
| CONTR | SIG | SIG | | | |
| ENHAN | --- | NS | | | |
| SOFLEX | --- | --- | | | |

ANEXO 10

Análise para o Tempo 21

Analysis of Variance for T21

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------------------|----------------|-----|-------------|---------|---------|
| COVARIATES TO MAIN EFFECTS | 0,0917943 | 1 | 0,0917943 | 33,83 | 0,0000 |
| A:MATERIAL | 0,360223 | 2 | 0,180112 | 66,38 | 0,0000 |
| B:TRATAMENTO | 0,0167053 | 2 | 0,00835265 | 3,08 | 0,0486 |
| AB | 0,0668809 | 4 | 0,0167202 | 6,16 | 0,0001 |
| RESIDUAL | 0,461269 | 170 | 0,00271335 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 2,89507 | 179 | | | |

Table of Least Squares Means for T21 with 95,0 Percent Confidence Intervals

| Level | Count | Mean | Stnd. Error | Lower Limit | Upper Limit |
|--------------------|-------|----------|----------------|----------------|----------------|
| compoglas controle | 20 | 0,150236 | 0,0137513 | 0,123091 | 0,177382 |
| compoglas enhance | 20 | 0,152451 | 0,0124105 | 0,127952 | 0,176949 |
| compoglas soflex | 20 | 0,127373 | 0,0129598 | 0,10179 | 0,152956 |
| dyract controle | 20 | 0,157367 | 0,0146514 | 0,128444 | 0,186289 |
| dyract enhance | 20 | 0,175284 | 0,0125371 | 0,150535 | 0,200033 |
| dyract soflex | 20 | 0,162985 | 0,0127362 | 0,137843 | 0,188126 |
| fuji controle | 20 | 0,22059 | 0,0140522 | 0,192851 | 0,24833 |
| fuji enhance | 20 | 0,331433 | 0,0186312 | 0,294655 | 0,368211 |
| fuji soflex | 20 | 0,323844 | 0,0163186 | 0,29163 | 0,356057 |

***** decomposição da soma de quadrados *****

| | gL | SQ | QM | F | PROB>F |
|------------------------|-----|----------|--------|-------|--------|
| MATERIAIS NO CONTROLE | 2 | 0,059985 | 0,0300 | 11,05 | 0,0000 |
| MATERIAIS NO ENHANCE | 2 | 0,379589 | 0,1898 | 69,95 | 0,0000 |
| MATERIAIS NO SOFLEX | 2 | 0,438298 | 0,2191 | 80,77 | 0,0000 |
| TRATAMENTO NO COMPOGL. | 2 | 0,007710 | 0,0039 | 1,42 | 0,2444 |
| TRATAMENTO NO DYRACT | 2 | 0,003359 | 0,0017 | 0,62 | 0,5397 |
| TRATAMENTO NO FUJI | 2 | 0,153368 | 0,0767 | 28,26 | 0,0000 |
| SQ RESÍDUO | 170 | 0,4613 | 0,0027 | | |

***** teste de Tukey *****

Q(A, F) = 3,34
dms = 0,055017283

| médias ajustadas | | | materiais dentro do CONTROLE | | |
|----------------------------------|--------|---------|------------------------------|------|-----|
| COMP | DYRACT | FUJI | DY | FUJI | |
| CONTR | 0,1502 | 0,15737 | 0,2206 | COMP | NS |
| ENHAN | 0,1525 | 0,17528 | 0,3314 | DY | --- |
| SOFLEX | 0,1274 | 0,16299 | 0,3238 | FUJI | --- |
| tratamentos dentro do COMPOGLASS | | | materiais dentro do ENHANCE | | |
| ENHAN | SOFLEX | | DY | FUJI | |
| CONTR | NS | NS | COMP | NS | SIG |
| ENHAN | --- | NS | DY | ... | SIG |
| SOFLEX | --- | --- | FUJI | --- | --- |
| tratamentos dentro do DYRACT | | | materiais dentro do SOFLEX | | |
| ENHAN | SOFLEX | | DY | FUJI | |
| CONTR | NS | NS | COMP | NS | SIG |
| ENHAN | --- | NS | DY | --- | SIG |
| SOFLEX | --- | --- | FUJI | --- | --- |
| tratamentos dentro do FUJI | | | | | |
| ENHAN | SOFLEX | | | | |
| CONTR | SIG | SIG | | | |
| ENHAN | --- | NS | | | |
| SOFLEX | --- | --- | | | |

ANEXO 11

Análise para o Tempo 28

Analysis of Variance for T28

| Source | Sum of Squares | Df | Mean Square | F-Ratio | P-Value |
|-------------------|----------------|-----|-------------|---------|---------|
| COVARIATES T0 | 0,176102 | 1 | 0,176102 | 53,23 | 0,0000 |
| MAIN EFFECTS | | | | | |
| A:MATERIAL | 0,305571 | 2 | 0,152786 | 46,18 | 0,0000 |
| B:TRATAMENTO | 0,00245149 | 2 | 0,00122575 | 0,37 | 0,6909 |
| AB | 0,0285652 | 4 | 0,00714129 | 2,16 | 0,0758 |
| RESIDUAL | 0,562424 | 170 | 0,00330838 | | |
| TOTAL (CORRECTED) | 2,98235 | 179 | | | |

Table of Least Squares Means for T28 with 95,0 Percent Confidence Intervals

| Level | Count | Mean | Std. Error | Lower Limit | Upper Limit |
|--------------------|-------|----------|------------|-------------|-------------|
| compoglas controle | 20 | 0,185132 | 0,0151844 | 0,155158 | 0,215107 |
| compoglas enhance | 20 | 0,137321 | 0,0137039 | 0,110269 | 0,164372 |
| compoglas soflex | 20 | 0,139138 | 0,0143104 | 0,110889 | 0,167388 |
| dyract controle | 20 | 0,185847 | 0,0161784 | 0,153911 | 0,217784 |
| dyract enhance | 20 | 0,156017 | 0,0138437 | 0,128689 | 0,183344 |
| dyract soflex | 20 | 0,178255 | 0,0140635 | 0,150493 | 0,206017 |
| fuji controle | 20 | 0,273218 | 0,0155167 | 0,242587 | 0,303848 |
| fuji enhance | 20 | 0,298192 | 0,0205729 | 0,257581 | 0,338803 |
| fuji soflex | 20 | 0,30037 | 0,0180193 | 0,264799 | 0,335941 |

***** decomposição da soma de quadrados *****

| | gL | SQ | QM | F | PROB>F |
|------------------------|-----|----------|--------|-------|--------|
| MATERIAIS NO CONTROLE | 2 | 0,102622 | 0,0513 | 15,51 | 0,0000 |
| MATERIAIS NO ENHANCE | 2 | 0,309618 | 0,1548 | 46,79 | 0,0000 |
| MATERIAIS NO SOFLEX | 2 | 0,282920 | 0,1415 | 42,76 | 0,0000 |
| TRATAMENTO NO COMPOGL. | 2 | 0,029364 | 0,0147 | 4,44 | 0,0132 |
| TRATAMENTO NO DYRACT | 2 | 0,009613 | 0,0048 | 1,45 | 0,2368 |
| TRATAMENTO NO FUJI | 2 | 0,009105 | 0,0046 | 1,38 | 0,2554 |
| SQ RESÍDUO | 170 | 0,562424 | 0,0033 | | |

***** teste de Tukey *****

Q(A,F) = 3,34
dms = 0,06075107

| médias ajustadas | | | materiais dentro do CONTROLE | | |
|----------------------------------|--------|---------|------------------------------|------|-----|
| COMP | DYRACT | FUJI | DY | FUJI | |
| CONTR | 0,1851 | 0,18585 | 0,2732 | COMP | NS |
| ENHAN | 0,1373 | 0,15602 | 0,2982 | DY | --- |
| SOFLEX | 0,1391 | 0,17826 | 0,3004 | FUJI | --- |
| tratamentos dentro do COMPOGLASS | | | materiais dentro do ENHANCE | | |
| ENHAN | SOFLEX | | DY | FUJI | |
| CONTR | NS | NS | COMP | NS | SIG |
| ENHAN | --- | NS | DY | ... | SIG |
| SOFLEX | --- | --- | FUJI | --- | --- |
| tratamentos dentro do DYRACT | | | materiais dentro do SOFLEX | | |
| ENHAN | SOFLEX | | DY | FUJI | |
| CONTR | NS | NS | COMP | NS | SIG |
| ENHAN | --- | NS | DY | --- | SIG |
| SOFLEX | --- | --- | FUJI | --- | --- |
| tratamentos dentro do FUJI | | | | | |
| ENHAN | SOFLEX | | | | |
| CONTR | NS | NS | | | |
| ENHAN | --- | NS | | | |
| SOFLEX | --- | --- | | | |

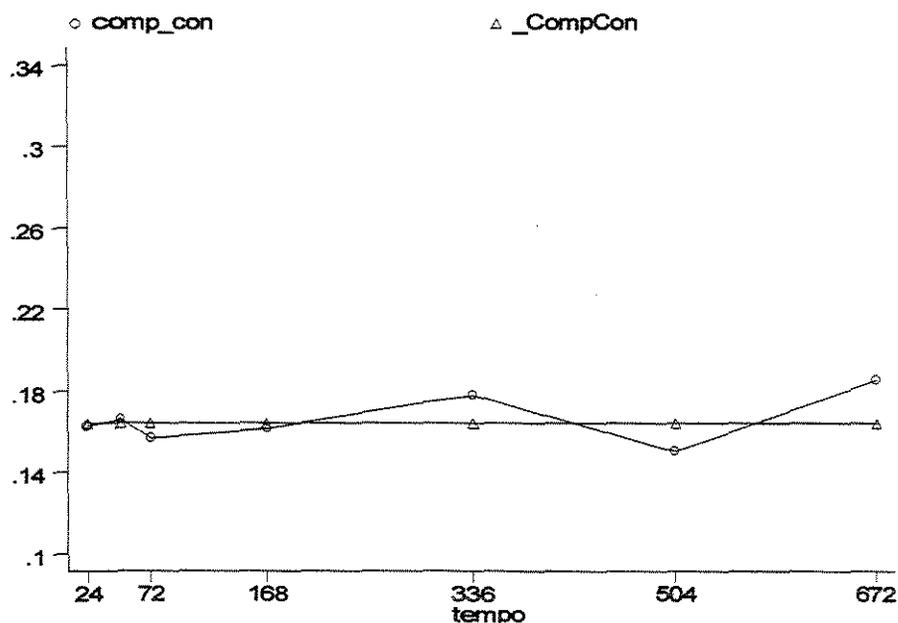
ANEXO 12

Gráfico e Regressão Linear Quadrática para as combinação Compoglass F-Controle estudada em relação ao tempo de observação.

COMPOGLASS-CONTROLE

| Source | SS | df | MS | Number of obs = | 7 |
|----------|------------|----|------------|-----------------|---------------|
| Model | .000229804 | 2 | .000114902 | F(2, 4) = | 0.71 |
| Residual | .000645225 | 4 | .000161306 | Prob > F = | 0.5437 |
| | | | | R-squared = | 0.2626 |
| | | | | Adj R-squared = | -0.1061 |
| Total | .000875029 | 6 | .000145838 | Root MSE = | .0127 |

| comp_con | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|----------|------------------|-----------|--------|-------|----------------------|----------|
| tempo | -.0000303 | .0000852 | -0.355 | 0.740 | -.0002668 | .0002062 |
| t2 | 7.73e-08 | 1.24e-07 | 0.621 | 0.568 | -2.68e-07 | 4.23e-07 |
| _cons | .1640383 | .009592 | 17.102 | 0.000 | .1374066 | .1906699 |



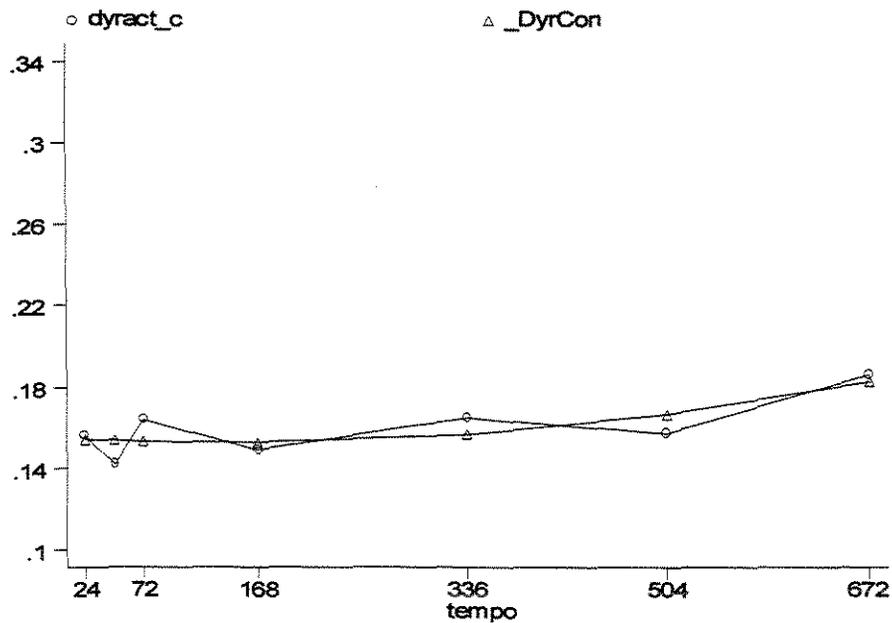
ANEXO 13

Gráfico e Regressão Linear Quadrática para as combinação Dyract AP-Controle estudada em relação ao tempo de observação.

DYRACT-CONTROLE

| Source | SS | df | MS | Number of obs = | 7 |
|----------|------------|----|------------|-----------------|---------------|
| Model | .000739112 | 2 | .000369556 | F(2, 4) = | 3.44 |
| Residual | .000429877 | 4 | .000107469 | Prob > F = | 0.1352 |
| | | | | R-squared = | 0.6323 |
| | | | | Adj R-squared = | 0.4484 |
| Total | .001168988 | 6 | .000194831 | Root MSE = | .01037 |

| dyract_c | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|----------|-----------|-----------|--------|-------|----------------------|----------|
| tempo | -.0000314 | .0000695 | -0.452 | 0.675 | -.0002244 | .0001616 |
| t2 | 1.08e-07 | 1.02e-07 | 1.063 | 0.348 | -1.74e-07 | 3.90e-07 |
| _cons | .1548709 | .0078293 | 19.781 | 0.000 | .1331332 | .1766086 |



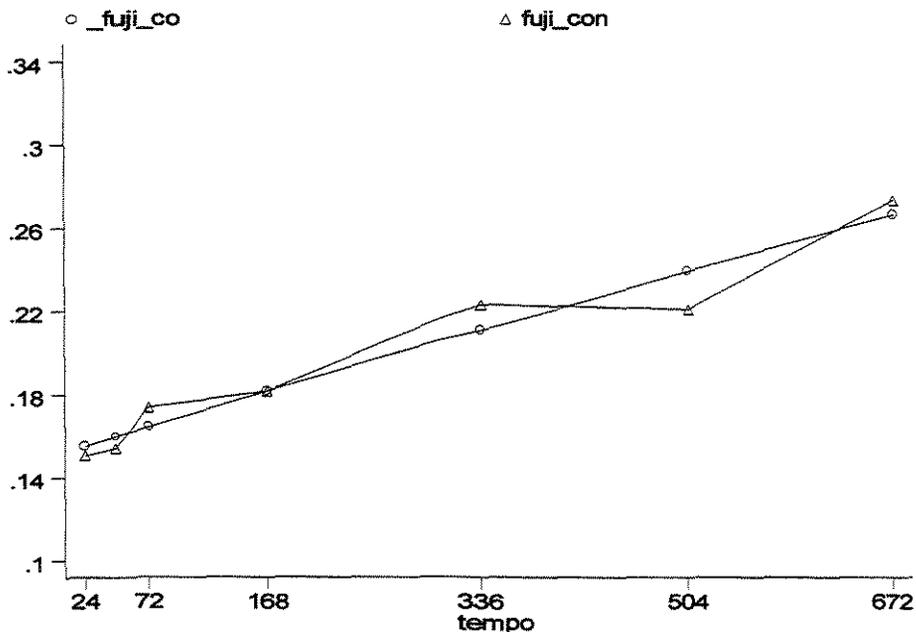
ANEXO 14

Gráfico e Regressão Linear Quadrática para as combinação Fuji II LC Improved- Controle estudada em relação ao tempo de observação.

FUJI-CONTROLE

| Source | SS | df | MS | Number of obs = | 7 |
|----------|------------|----|------------|-----------------|---------------|
| Model | .011207041 | 2 | .00560352 | F(2, 4) = | 33.07 |
| Residual | .000677755 | 4 | .000169439 | Prob > F = | 0.0033 |
| | | | | R-squared = | 0.9430 |
| | | | | Adj R-squared = | 0.9145 |
| Total | .011884796 | 6 | .001980799 | Root MSE = | .01302 |

| fuji_con | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] |
|----------|------------------|-----------|--------|-------|----------------------|
| tempo | .0001835 | .0000873 | 2.102 | 0.103 | -.0000588 .0004259 |
| t2 | -1.77e-08 | 1.28e-07 | -0.138 | 0.897 | -3.72e-07 3.37e-07 |
| _cons | .1507589 | .0098308 | 15.335 | 0.000 | .1234642 .1780536 |



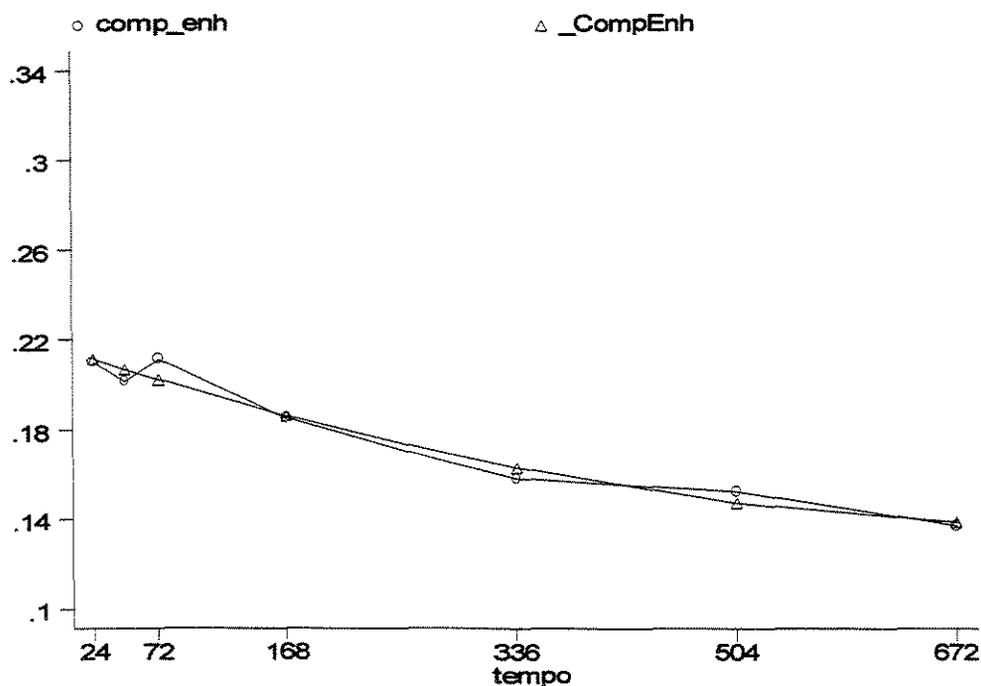
ANEXO 15

Gráfico e Regressão Linear Quadrática para as combinação Compoglass F-Enhance estudada em relação ao tempo de observação.

COMPOGLASS-ENHANCE

| Source | SS | df | MS | | | |
|----------|------------|----|------------|-----------------|---------------|--|
| Model | .005250836 | 2 | .002625418 | Number of obs = | 7 | |
| Residual | .00016376 | 4 | .00004094 | F(2, 4) = | 64.13 | |
| Total | .005414596 | 6 | .000902433 | Prob > F = | 0.0009 | |
| | | | | R-squared = | 0.9698 | |
| | | | | Adj R-squared = | 0.9546 | |
| | | | | Root MSE = | .0064 | |

| comp_enh | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|----------|-----------------|-----------|--------|-------|----------------------|-----------|
| tempo | -.0002003 | .0000429 | -4.667 | 0.010 | -.0003194 | -.0000811 |
| t2 | 1.27e-07 | 6.27e-08 | 2.031 | 0.112 | -4.68e-08 | 3.02e-07 |
| _cons | .2159891 | .0048323 | 44.697 | 0.000 | .2025724 | .2294058 |



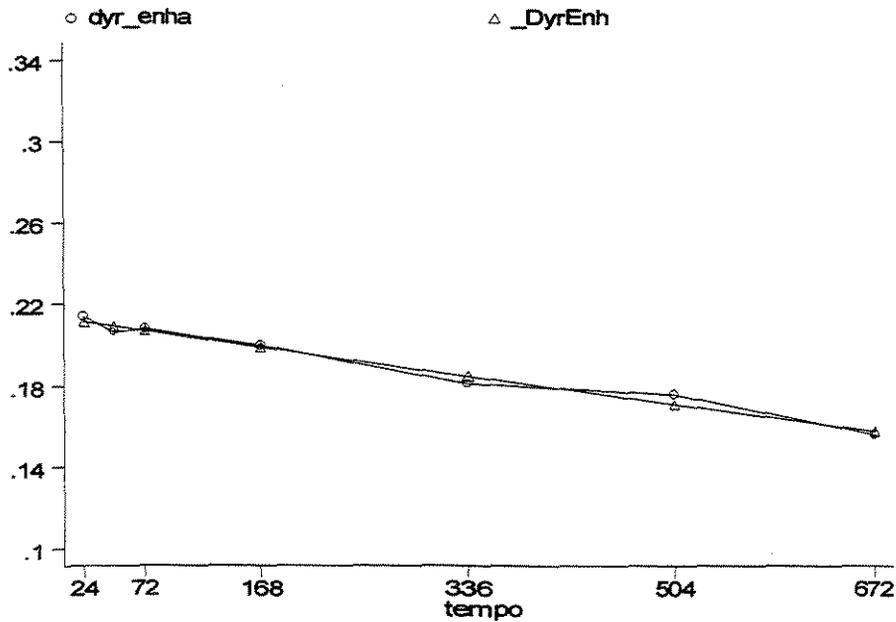
ANEXO 16

Gráfico e Regressão Linear Quadrática para as combinação Dyravt AP-Enhance estudada em relação ao tempo de observação.

DYRACT-ENHANCE

| Source | SS | df | MS | Number of obs = | 7 |
|----------|------------|----|------------|-----------------|---------------|
| Model | .00259842 | 2 | .00129921 | F(2, 4) = | 96.12 |
| Residual | .000054068 | 4 | .000013517 | Prob > F = | 0.0004 |
| Total | .002652488 | 6 | .000442081 | R-squared = | 0.9796 |
| | | | | Adj R-squared = | 0.9694 |
| | | | | Root MSE = | .00368 |

| dyr_enha | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|----------|------------------|-----------|--------|-------|----------------------|-----------|
| tempo | -.0000887 | .0000247 | -3.599 | 0.023 | -.0001572 | -.0000203 |
| t2 | 9.06e-09 | 3.60e-08 | 0.251 | 0.814 | -9.10e-08 | 1.09e-07 |
| _cons | .2132044 | .0027767 | 76.784 | 0.000 | .2054951 | .2209137 |



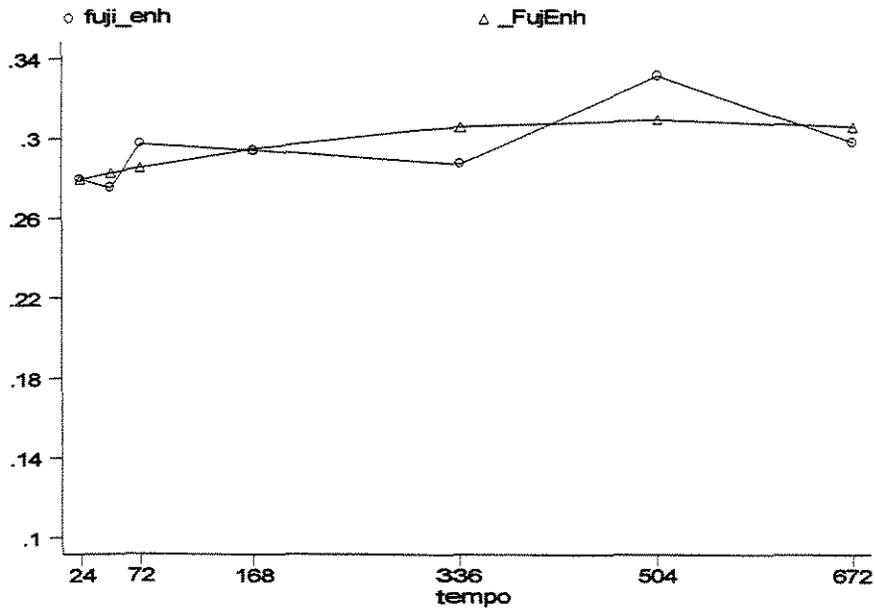
ANEXO 17

Gráfico e Regressão Linear Quadrática para as combinação Fuji II LC Improved-Enhance estudada em relação ao tempo de observação.

FUJI-ENHANCE

| Source | SS | df | MS | Number of obs = | 7 |
|----------|------------|----|------------|-----------------|---------------|
| Model | .000950859 | 2 | .000475429 | F(2, 4) = | 1.76 |
| Residual | .001079036 | 4 | .000269759 | Prob > F = | 0.2826 |
| | | | | R-squared = | 0.4684 |
| | | | | Adj R-squared = | 0.2026 |
| Total | .002029895 | 6 | .000338316 | Root MSE = | .01642 |

| fuji_enh | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] |
|----------|------------------|-----------|--------|-------|----------------------|
| tempo | .0001317 | .0001102 | 1.196 | 0.298 | -.0001741 .0004376 |
| t2 | -1.30e-07 | 1.61e-07 | -0.810 | 0.463 | -5.77e-07 3.17e-07 |
| _cons | .2762719 | .0124043 | 22.272 | 0.000 | .2418321 .3107116 |



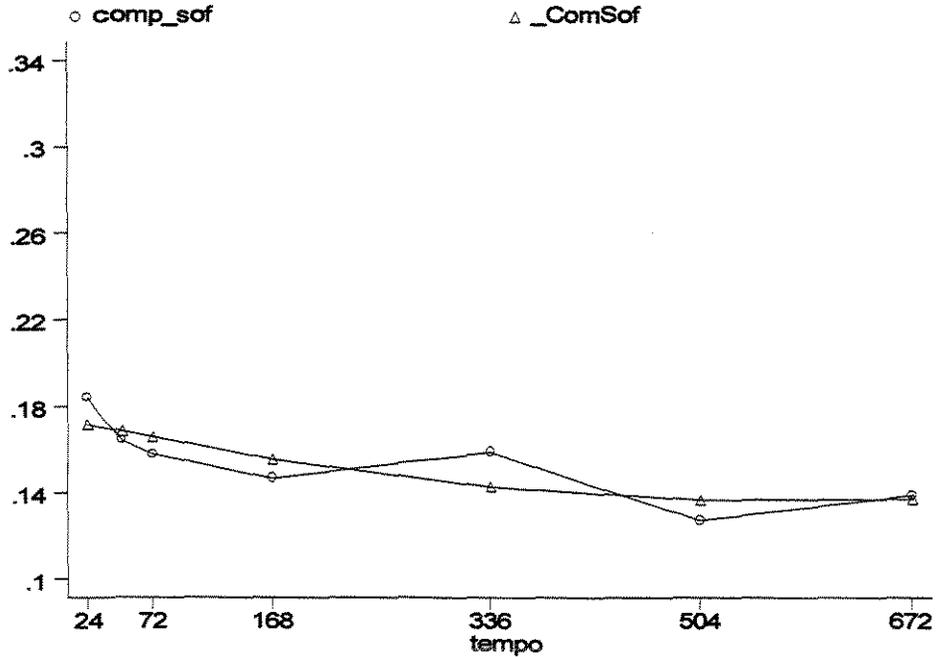
ANEXO 18

Gráfico e Regressão Linear Quadrática para as combinação Compoglass F-SofLex estudada em relação ao tempo de observação.

COMPOGLASS-SOFLEX

| Source | SS | df | MS | | | |
|----------|------------|----|------------|-----------------|---------------|--|
| Model | .001370741 | 2 | .00068537 | Number of obs = | 7 | |
| Residual | .000668374 | 4 | .000167093 | F(2, 4) = | 4.10 | |
| Total | .002039115 | 6 | .000339852 | Prob > F = | 0.1074 | |
| | | | | R-squared = | 0.6722 | |
| | | | | Adj R-squared = | 0.5083 | |
| | | | | Root MSE = | .01293 | |

| comp_sof | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|----------|------------------|-----------|--------|-------|----------------------|----------|
| tempo | -.0001343 | .0000867 | -1.549 | 0.196 | -.000375 | .0001064 |
| t2 | 1.17e-07 | 1.27e-07 | 0.919 | 0.410 | -2.35e-07 | 4.68e-07 |
| _cons | .1748289 | .0097625 | 17.908 | 0.000 | .1477238 | .2019341 |



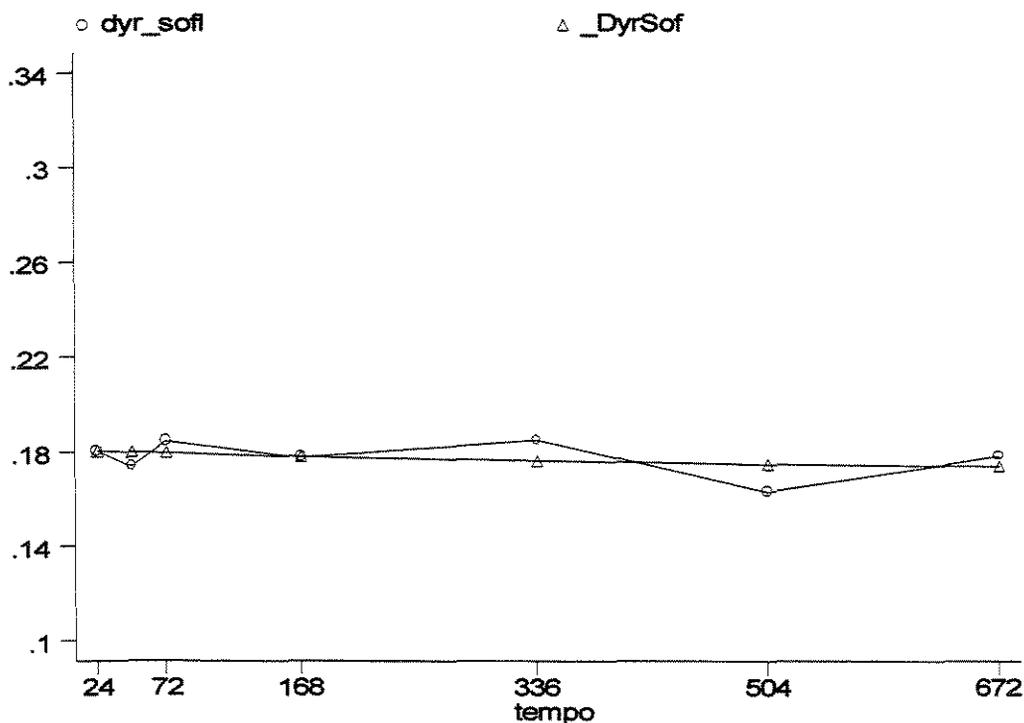
ANEXO 19

Gráfico e Regressão Linear Quadrática para as combinação Dyract AP-Soflex estudada em relação ao tempo de observação.

DYRACT-SOFLEX

| Source | SS | df | MS | Number of obs = | 7 |
|----------|------------|----|------------|-----------------|---------------|
| Model | .00003934 | 2 | .00001967 | F(2, 4) = | 0.27 |
| Residual | .000293377 | 4 | .000073344 | Prob > F = | 0.7775 |
| | | | | R-squared = | 0.1182 |
| | | | | Adj R-squared = | -0.3226 |
| Total | .000332717 | 6 | .000055453 | Root MSE = | .00856 |

| dyr_sofl | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|----------|------------------|-----------|--------|-------|----------------------|----------|
| tempo | -.0000171 | .0000574 | -0.298 | 0.781 | -.0001766 | .0001424 |
| t2 | 1.07e-08 | 8.39e-08 | 0.127 | 0.905 | -2.22e-07 | 2.44e-07 |
| _cons | .1805979 | .0064679 | 27.922 | 0.000 | .16264 | .1985558 |



ANEXO 20

Gráfico e Regressão Linear Quadrática para as combinação Fuji II LC Improved-Soflex estudada em relação ao tempo de observação.

FUJI-SOFLEX

| Source | SS | df | MS | | | |
|----------|------------|----|------------|---------------------------|--|--|
| Model | .002494567 | 2 | .001247284 | Number of obs = 7 | | |
| Residual | .000528065 | 4 | .000132016 | F(2, 4) = 9.45 | | |
| Total | .003022633 | 6 | .000503772 | Prob > F = 0.0305 | | |
| | | | | R-squared = 0.8253 | | |
| | | | | Adj R-squared = 0.7379 | | |
| | | | | Root MSE = .01149 | | |

| fuji_sof | Coef. | Std. Err. | t | P> t | [95% Conf. Interval] | |
|----------|------------------|-----------|--------|-------|----------------------|----------|
| tempo | .000186 | .0000771 | 2.414 | 0.073 | -.0000279 | .0004 |
| t2 | -1.65e-07 | 1.13e-07 | -1.467 | 0.216 | -4.78e-07 | 1.47e-07 |
| _cons | .2557792 | .0086775 | 29.476 | 0.000 | .2316865 | .2798719 |

