

LEILY MACEDO FIROOZMAND

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DO COMPORTAMENTO DE RESINAS
COMPOSTAS, QUANTO À MICRODUREZA, SORÇÃO E ANÁLISE EM
MEV, APÓS DESAFIO ÁCIDO E/OU APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES
FLUORETADAS**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

LEILY MACEDO FIROOZMAND

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DO COMPORTAMENTO DE RESINAS
COMPOSTAS, QUANTO A MICRODUREZA, SORÇÃO E ANÁLISE EM
MEV, APÓS DESAFIO ÁCIDO E/OU APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES
FLUORETADAS**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos
Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em
ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

Orientadora: Prof^a Titular Maria Amélia Máximo de Araújo

São José dos Campos
2007

FOLHA DE APROVAÇÃO

Firoozmand LM. Avaliação *in vitro* do comportamento de resinas compostas, quanto à microdureza, sorção e análise em MEV, após desafio ácido e/ou aplicação de soluções fluoretadas [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista - UNESP, São José dos Campos, 2007.

São José dos Campos, 07 de dezembro de 2007.

Banca examinadora

1. Prof^a. Titular Maria Amélia Máximo de Araújo
Faculdade de Odontologia de São José dos campos
Universidade Estadual Paulista – UNESP
2. Prof^a. Adj. Luzia da Glória Corrêa Coelho
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juíz de Fora.
3. Prof. Adj. Marcos Vinícius Queiroz de Paula
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juíz de Fora.
4. Prof. Adj. Clovis Pagani
Faculdade de Odontologia de São José dos campos
Universidade Estadual Paulista – UNESP
5. Prof. Dr. César Rogério Pucci
Faculdade de Odontologia de São José dos campos
Universidade Estadual Paulista – UNESP

“ A origem dos ofícios, das ciências e artes é o poder da reflexão. Fazer todo esforço para que reluzam dessa mina perfeita tais pérolas de sabedoria e expressão que promovam o bem-estar e a harmonia de todas as raças da terra.”

Bahá'u'lláh

“O conhecimento é como asas para a vida do homem; é como uma escada pela qual ele possa ascender. Incube a cada um adquiri-lo. Deve-se, porém, adquirir o conhecimento das ciências que possam prestar benefícios aos povos da terra e não daquelas que por meras palavras começam e assim também terminam.”

Bahá'u'lláh

DEDICATÓRIA

À **Deus**, o Santíssimo, o Clemente, o Todo-Poderoso, a fonte de luz e sabedoria.

Aos meus Pais,

Farhad e **Izaura** cujos esforços dispenderam para a minha educação intelectual, moral e espiritual. Acreditando ser eu e minhas irmãs potencialmente capazes de progredirmos e fazermos algo de bom para a humanidade. Sacrificaram-se e tiveram como objetivo de suas vidas, nos dar o melhor para o nosso desenvolvimento como seres humanos.

A eles o meu mais sincero obrigado!

À minhas irmãs,

Lília e **Leila** que acompanham a minha trajetória, dividindo os momentos de nossas vidas. Pela admiração e carinho com que têm demonstrado. Obrigado por tudo que vocês têm me ensinado e ajudado.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À querida professora

Maria Amélia Maximo de Araujo

O meu profundo agradecimento, pela orientação precisa, disponibilidade e dedicação durante o período do mestrado, doutorado e na condução deste trabalho; pelo exemplo de capacidade, iniciativa e organização. Agradeço pelo carinho recebido, e pela contribuição na minha vida pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Às grandes amigas **Andressa da Silva Kuwana** e **Lia Alves da Cunha**, pelo companherismo, constante apoio, e sobre tudo pela inestimável amizade.

Ao Prof. **Clóvis Pagani** pelo auxílio e constante incentivo para o nosso crescimento profissional e pessoal, desempenhando de forma ímpar, com dedicação e carinho a coordenação da pós-graduação.

Às Profas. **Rebéca Di Nicoló** e **Karen Yui** que com as suas valiosas contribuições enriqueceram este trabalho na avaliação do Exame Geral de Qualificação.

Ao Professor **Ivan Balducci**, pela paciência e pronta colaboração para a análise estatística dos dados deste trabalho e de inúmeras outras pesquisas.

À querida amiga **Márcia Okamoto Patriota** que dividiu muito dos momentos, acompanhando minhas dificuldades, os obstáculos a serem vencidos bem como as alegrias. Muito obrigada pela sua amizade.

Aos queridos amigos **André Valdestilhas**, **Pascalys Santos Riveros** e **Alexandre Hiane** pelo apoio, amizade e carinho, e além disso, por contribuir com sua experiência profissional na área de computação, enriquecendo os meus conhecimentos nesta área.

À querida amiga **Márcia Maciel Menezes**, pelos momentos de incentivo força e sobretudo nossa duradoura e muito estimada amizade. Tenho muito a agradecer por tudo que aprendi com a tua amizade e a tua pessoa.

As amigas **Alessandra S. Carvalho, Paula Elaine, Lílian Maekawa** que na “salinha da pós-graduação” dividiram inúmeros momentos de correria, alegrias, sempre prestativas e prontas a ajudar.

Aos **professores do Departamento de Odontologia Restauradora** que sempre estiveram dispostos a auxiliar e transmitir os seus conhecimentos contribuindo com a minha formação como profissional.

À **Maria Lúcia** (INPE) pelo auxílio na análise da microscopia eletrônica de varredura deste estudo e pronta disponibilidade a a sua execução.

Ao amigo **Alexandre Rodrigues Silva**, pelo auxílio nas inúmeras horas em que surgiram problemas no computador durante a redação deste trabalho.

À todos os meus colegas e amigos da turma de doutorado, **Lia, Andressa, Rodrigo, Maristela e Caio** pela amizade com que compartilhamos diversos momentos durante este período, bem como, por todos os momentos de apreensão e descontração que passamos juntos.

Aos meus tios e tias que admiram o meu trabalho, me apoiam e demonstram o seu singelo carinho e atenção.

Aos meus queridos avós, que mesmo morando distante nunca deixaram de demonstrar o seu amor, acreditando no meu potencial sempre incentivando e torcendo pelo meu progresso.

A todos os meus amigos que direta ou indiretamente colaboraram com a execução desse trabalho e/ou acompanham a minha trajetória, tendo a sua importante influência em minha vida.

OUTROS AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, na pessoa do **Diretor Prof. José Roberto Rodrigues** e do **Vice-Diretor Prof. Carlos Augusto Pavanelli** que além de admirá-los como profissionais e como pessoa, representam oficialmente esta faculdade que tanto admiro.

Aos todos os **docentes desta Universidade**, que acompanharam meu desempenho na graduação e agora também presentes nesta etapa do meu desenvolvimento acadêmico, pela dedicação e pelos valiosos ensinamentos.

À **Silvana Alvarez**, Diretora dos Serviços de Biblioteca e Documentação, pelo auxílio na revisão das normas de apresentação deste trabalho.

Às funcionárias da secretaria de Pós Graduação, **Rosemary, Erena e Maria Aparecida, Lílian** pela atenção e constantes esclarecimentos durante todo o curso.

Às funcionárias do Departamento de Odontologia Restauradora, em especial **Josi, Michelle, Nair e Rosângela**, por todos os auxílios prestados durante a execução de pesquisas.

Às todas funcionárias da Biblioteca "**Profa. Leila Novaes**", que tanto auxiliaram durante a aquisição de materiais literários, a fim de que sempre pudéssemos realizar pesquisas com um alto nível de qualidade.

A todos os funcionários e pacientes da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos da UNESP por terem auxiliado na minha formação como cirurgiã-dentista, colaborando para que, a cada dia, eu pudesse me tornar uma profissional melhor.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE ABREVIATURAS	15
LISTA DE QUADROS E TABELAS	17
RESUMO	19
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	25
2.1 Considerações gerais sobre o flúor	25
2.2 O efeito tópico dos fluoretos em materiais restauradores híbridos ..	36
2.3 Sorção em resinas compostas.....	63
2.4 Ciclos de des-remineralização	69
3 PROPOSIÇÃO.....	83
4 MATERIAL E MÉTODO	84
4.1 Descrição da matriz	84
4.2 Confeção das pastilhas de resina composta.....	84
4.3 Armazenagem dos corpos-de-prova.....	90
4.4 Leitura em microdurômetro	90
4.5 Manutenção em solução des-remineralizante	91
4.6 Aplicação de soluções fluoretadas sobre a superfície e análise final em microdurômetro.....	93
4.7 Análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV)	94

4.8	Análise estatística.....	96
5	RESULTADOS	98
5.1	Alteração de peso dos corpos-de-prova	98
5.2	Análise estatística: Microdureza	103
5.2.1	Microdureza: Influência meio X resina composta.....	109
5.2.2	Microdureza: influência das soluções fluoretadas.....	110
5.3	Análise: Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	114
6	DISCUSSÃO	119
6.1	Discussão da metodologia.....	119
6.2	Discussão dos resultados	129
7	CONCLUSÕES.....	140
8	REFERÊNCIAS*	141
	ABSTRACT	155

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Matriz metálica (a) e fotopolimerizador utilizados para a confecção dos corpos-de-prova (b).	86
FIGURA 2- Corpo-de-prova confeccionado a partir da matriz metálica (c) e análise em microdurômetro (d).	87
FIGURA 3- Esquema do delineamento experimental da metodologia de microdureza	88
FIGURA 4- Esquema do delineamento experimental da metodologia de MEV.	89
FIGURA 5- Desenho esquemático da pastilha de resina composta, divisão em quadrantes e endentações realizadas.	91
FIGURA 6- Representação do ensaio de microdureza Vickers e diagrama esquemático da endentação	91
FIGURA 7- Aparelho metalizador Denton Vaccum – Desk II.	95
FIGURA 8- Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) utilizado para a análise de superfície das resinas compostas.	96
FIGURA 9- Gráfico de colunas (média±desvio padrão) dos valores diferença de peso em relação ao valor inicial, segundo o tipo de resina composta e o tratamento realizado.	100
FIGURA 10- Gráfico das médias ganho de peso (% GP) estabelecidas pelas variáveis: resina composta e meio de armazenamento.	102
FIGURA 11- Gráfico de pontos (Dot plot) dos valores de microdureza (HV) segundo os tratamentos em corpos-de-prova de resina composta Estelite Σ.	106

- FIGURA 12-** Gráfico de pontos (Dot plot) dos valores de microdureza (HV) segundo os tratamentos em corpos-de-prova de resina composta Z100. **107**
- FIGURA 13-** Gráfico de pontos (Dot plot) dos valores de microdureza (HV) segundo os tratamentos em corpos-de-prova de resina composta Filtek Supreme. **108**
- FIGURA 14-** Gráfico de médias dos valores de HV segundo as condições experimentais. **110**
- FIGURA 15-** Gráfico das médias de microdureza (HV) estabelecidas pelas variáveis: resina composta e meio de armazenamento. **111**
- FIGURA 16-** Gráfico de pontos (Dot plot) dos valores de microdureza (HV) segundo a aplicação das soluções fluoretadas; Flúor Neutro (FN) e Flúor fosfato acidulado (FFA) sobre as resinas compostas. **112**
- FIGURA 17-** Gráfico das médias de microdureza (HV) das resinas compostas estabelecidas pela variável: solução fluoretada (FN e FFA). **113**
- FIGURA 18-** Visualização em MEV da forma, tamanho e distribuição das partículas das diferentes resinas compostas. **115**
- FIGURA 19-** Visualização em MEV da superfície da resina composta microhíbrida Estelite Σ (partículas esféricas) após os tratamentos de superfície. **116**
- FIGURA 20-** Visualização em MEV da superfície da resina composta microhíbrida Z100 (partículas irregulares) após os tratamentos de superfície. **117**
- FIGURA 21-** Visualização em MEV da superfície da resina composta Filtek Supreme (nanopartículas) após os tratamentos de superfície. **118**

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA	= Análise de variância
B/S	= Base / Superfície
BIS-GMA	= Bisfenol A glicidil metacrilato
BME	= Benjoin-metiler
°C	= Grau Celsius
CIV (s)	= Cimento (s) de Ionômero de Vidro
CIVMR	= Cimento de Ionômero de Vidro modificado por resina
Compômero	= Resina composta modificada por poliácido
cp	=corpo-de-prova
CPOD	= Dente cariado, perdido e obturado
d	= Dias
Des/re	= Desmineralização/remineralização
FFA	= Flúor Fosfato Acidulado
FN	= Flúor Neutro
g	= Grama (s)
h	= Hora (s)
H₃PO₄	= Ácido fosfórico
HV	= Dureza Vickers
HK	= Dureza Knoop
IL	= Intensidade de luz
IC	= Intervalo de confiança
min	= Minuto (s)
MEV	= Microscopia Eletrônica de Varredura
MFP	= Monofluorofosfato
ml	= Mililitro (s)
mm	= Milímetro (s)
Mpa	= Mega Pascal
mW/ cm²	= Miliwatts por centímetro quadrado
N	= Newton
NaF	= Fluoreto de Sódio
nm	= Nanômetro
pH	= Potencial hidrogeniônico
QTH	= Quartzo Tungstênio Halogênio
RAAQ	= Resina Acrílica Ativada Quimicamente
RC	= resina composta
rpm	= Rotações por minuto
s	= Segundo (s)

SnF₂	= Fluoreto estanhoso
TEGDMA	= Trietileno glicol dimetacrilato
TMPTMA	= Trimetilopropano-trimetacrilato
UDMA	= Uretano-dimetacrilato
V	= Volume
W	= Watts

LISTA DE QUADROS e TABELAS

Quadro 1- Resinas compostas estudadas	85
Quadro 2- Soluções utilizadas para a simulação das condições de alto desafio cariogênico (des-remineralizante).....	92
Quadro 3- Géis fluoretados utilizados.....	93
Tabela 1 - Média (\pm desvio padrão) dos dados de ganho de peso (%) das diferentes resinas compostas sob as condições experimentais de armazenamento em água destilada após 24h, após ciclo de des-remineralização (desafio ácido).....	99
Tabela 2 - ANOVA para os dados de ganho de peso obtidos a partir dos corpos-de-prova confeccionados.....	101
Tabela 3 - Teste de Tukey (5%), comparação dos valores médios de ganho de peso (%) obtidos em 6 condições experimentais estabelecidas pelas 2 variáveis em estudo: resina composta e meio de armazenamento.....	103
Tabela 4 - RESINAS COMPOSTAS - Média (\pm desvio padrão) dos dados de microdureza sob as condições experimentais de armazenamento em água destilada após 24h, após ciclo de des-remineralização e aplicação de flúor neutro.....	104
Tabela 5 - RESINAS COMPOSTAS - Média (\pm desvio padrão) dos dados de microdureza sob as condições experimentais de armazenamento em água destilada após 24h, após ciclo de des-remineralização e aplicação de FFA.....	104
Tabela 6 - ANOVA 2 fatores para os dados (HV) obtidos	109

Tabela 7- ANOVA de parcelas subdivididas (Split-plot) para os dados de microdureza Vickers obtidos.....	112
Tabela 8- Teste de Tukey (5%) para as condições experimentais referentes às variáveis: resinas compostas e soluções fluoretadas.....	114

Firoozmand LM. Avaliação *in vitro* do comportamento de resinas compostas, quanto à microdureza, sorção e análise em MEV, após desafio ácido e/ou aplicação de soluções fluoretadas [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista - UNESP, São José dos Campos, 2007.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi o de avaliar *in vitro* o comportamento de resinas compostas (RC) submetidas ao desafio ácido e/ou aplicação de soluções fluoretadas, através dos testes de microdureza, sorção e análise morfológica em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foram empregadas as RCs: **microhíbridas** – Z100 (3M), Estelite Σ (J Morita) e **nanoparticulada** - Filtek™ Supreme (3M), na cor A3, inseridas em matriz de aço-inoxidável com cavidades de 5mm de diâmetro e 2mm de profundidade, fotopolimerizadas por aparelho de luz halógena, XL 3000 (3M) por 40s. Formaram-se 3 grupos contendo 25 corpos-de-prova (cps) de cada RC, num total de 75 cps. Estes foram pesados após a sua confecção em Balança Digital inicialmente e após armazenamento em água destilada por 24h, para a verificação da sorção de água. O teste de microdureza foi realizado com o Microdurômetro Digital Vickers, utilizando 50g de carga por 15s de permanência para a mensuração inicial dos 75 cps. Destes 20 cps de cada RC foram submetidos ao desafio ácido em uma solução des-remineralizante por 10 dias, e 5 permaneceram como controle em água destilada. Os cps foram novamente pesados e submetidos a 2ª leitura da microdureza. Em cada grupo de RC metade dos cps (n=10) foi submetida à aplicação tópica do flúor neutro e na outra metade ao FFA 1,23% por 48 min realizando-se posteriormente a 3ª leitura da microdureza. Para a avaliação em MEV foram confeccionados outros 6 cps de cada tipo de RC e submetidos ao desafio ácido e soluções fluoretadas sendo que em cada fase, procedia-se a visualização morfológica da superfície. Para os dados de sorção de água foram utilizados os testes ANOVA e Tukey e para os dados de microdureza os testes ANOVA de medidas repetidas, ANOVA split plot e Tukey. Todas as RCs apresentaram sorção de água, sem diferença estatística entre estas, porém o armazenamento em água destilada, o desafio ácido, e o efeito interação com as RC apresentaram diferença estatística significativa. Quanto à microdureza, as RCs apresentaram diferenças estatísticas entre si, e os valores em ordem crescente foram Z100 > Filtek Supreme > Estelite Σ . O desafio ácido não promoveu alterações na microdureza das RCs, as soluções fluoretadas reduziram significativamente os valores de microdureza, mais evidentes com a aplicação do FFA na Z100 e Filtek Supreme. Na avaliação em MEV verificou-se degradação severa das RCs com a aplicação do FFA. Concluiu-se que o tipo de RC pode influenciar na sorção de água, microdureza e grau de alteração morfológica, quando submetidas a diferentes condições experimentais.

PALAVRAS-CHAVES: Resinas compostas; desmineralização, compostos de flúor; testes de dureza; microscopia eletrônica de varredura.

1 INTRODUÇÃO

O advento das resinas compostas representou uma importante mudança na filosofia restauradora de algumas escolas, tornando-se gradativamente uma opção ao amálgama dental (ROETERS et al.⁷⁵, 2004). Assim, observamos uma valorização na utilização das resinas compostas capazes de satisfazer as necessidades estéticas no tratamento restaurador (BAYNE et al.⁸, 1994). Entretanto, para o êxito do tratamento, diversos requisitos devem ser observados, garantindo a longevidade e sucesso clínico do tratamento adesivo restaurador direto.

Além dos imperativos estéticos, a redução da necessidade de preparo da estrutura dental em algumas situações, o fortalecimento do remanescente dental obtido pela técnica adesiva (ROETERS et al.⁷⁵, 2004) e a preocupação com as reações adversas causadas pelo mercúrio do amálgama dental (ESPELID et al.²⁸, 2006) levaram diversos países como Dinamarca (ESPELID et al.²⁸, 2006), Noruega (ESPELID et al.²⁸, 2006) e Países Baixos (ROETERS et al.⁷⁵ 2004; OPDAM et al.⁶⁴ 2006) a adotarem o uso das resinas compostas, como material restaurador direto tanto para dentes anteriores como posteriores.

Seguindo-se uma técnica adesiva criteriosa e com a habilidade do operador é possível confeccionar restaurações de resina composta com uma longevidade satisfatória (REZWANI-KAMINSKI et al.⁷⁴, 2002; OPDAM et al.⁶⁴, 2006). Desta forma, a crescente procura por restaurações de resina composta, levou ao aumento de pesquisas e desenvolvimento de novos materiais, com modificação no tamanho e distribuição de partículas de carga, assim como introdução de novos

componentes de carga (CHRISTENSEN et al.¹⁵, 1991; BAYNE et al.⁸, 1994; TERRY⁹², 2004).

Atualmente, observa-se um grande entusiasmo em relação à tecnologia desenvolvida em escala de um bilionésimo do metro (nano), visto que, a pesquisa das nanopartículas para a confecção de materiais nos diversos campos da ciência torna-se cada vez mais freqüente. Na odontologia, a introdução de resinas compostas nanoparticuladas, vem ganhando espaço em relação às resinas microhíbridas já bastante difundidas (TERRY⁹², 2004). Ernst et al.²⁷, em 2006, mesmo com a recente introdução da nano tecnologia, já observaram resultados clínicos satisfatórios das resinas compostas nanoparticuladas diante de condições de stress em cavidade dentinárias de dentes posteriores.

O crescente uso das resinas compostas exige constantes estudos relativos à técnica adesiva e às inovações que surgem no mercado a fim de se obter um melhor emprego das mesmas. Uma técnica sensível e criteriosa implica na realização adequada de diversos passos, que compreendem: escolha do tipo de resina composta (CUNHA et al.¹⁹, 2001; LEONARD et al.⁵⁰, 2002; KOUPIS et al.⁴³, 2004), técnica de inserção do material restaurador direto (PIRES et al.⁷², 1993; RUEGGERBERG et al.⁷⁶, 1993; VICENTINI et al.⁹⁵, 1996), correto uso das unidades polimerizadoras (MOSELEY et al.⁵⁹, 1986; PIRES et al.⁷², 1993), eficiência das fontes polimerizadoras (MOSELEY et al.⁵⁹, 1986; BARGHI et al.⁷, 1994) e correta aplicação dos sistemas adesivos (JOHNSON et al.⁴⁰, 1991, BAYNE et al.⁸, 1994).

Porém, mesmo seguindo corretamente os passos para a confecção de restaurações diretas, a manutenção e longevidade das restaurações exige uma correta orientação ao paciente em relação aos fatores capazes de promover a alteração de cor (VILLALTA et al.⁹⁷, 2006) e degradação da superfície das resinas compostas.

Diversos ácidos são produzidos no meio bucal, devido ao metabolismo bacteriano e, conseqüentemente, há uma variação no pH. Os ácidos orgânicos predominantemente produzidos pelo metabolismo bacteriano são os ácidos acético, propiônico e láctico (GUEDES³⁵, 1975). Asmussen³, em 1984 e Chadwick et al.¹³, em 1990 estudaram o comportamento da resina composta diante de soluções acídicas, verificando uma redução nos valores de microdureza. A influência do baixo pH nas propriedades da resina composta pode promover a hidrólise dos grupos “éster” presentes em sua matriz (CHADWICK et al.¹³, 1990).

A utilização de soluções fluoretadas tem se mostrado um método favorável na prevenção de lesões cárias (MEDEIROS e BRUM⁵⁷, 1998; ASSIS et al.⁴, 1999; MARINHO et al.⁵⁵, 2003; JIANG et al.³⁹, 2005), principalmente em pacientes com alto risco de cárie (SHANNON⁸⁰, 1982; HAWKINS et al.³⁷, 2003) sendo que o efeito de inibição da cárie pode ser de até 21% como verificado nos estudos de Marinho et al.⁵⁵, em 2003. Benson et al.¹⁰, em 2004, verificaram que a aplicação diária do NaF (Fluoreto de sódio) reduziu severamente a desmineralização em pacientes que utilizam aparelhos ortodônticos. Porém, devemos estar atentos aos possíveis efeitos adversos, tais como toxicidade do material sobre o organismo (DUXBURY²⁴, 1982) e ação deletéria sobre os materiais restauradores (DIONYSOPOULOS et al.²², 2003).

Dentre as soluções fluoretadas o Flúor Fosfato Acidulado (FFA) tem sido amplamente utilizado em programas de prevenção em diversos países (HAWKINS et al.³⁷, 2003, MARINHO et al.⁵⁵, 2003) e o seu efeito sobre a prevenção de cárie tem sido estatisticamente confirmado (MARINHO et al.⁵⁵, 2003).

Observam-se inúmeros estudos em relação à degradação dos materiais restauradores, sendo que dentre eles os cimentos de ionômero de vidro (CIVs) são bastante apontados em relação à

deterioração em presença de solução ácida (CRISP et al.¹⁷, 1980) e aplicação do FFA (CRUZ et al.¹⁸, 1992, EL-BADRAWY et al.²⁶, 1993; YIP et al.¹⁰³, 2001; DIONYSOPOULOS²² et al., 2003). A degradação dos CIV pode ser verificada após 6 meses, ao se utilizar o gel ácido de fluoreto de sódio como medida preventiva (WOOD et al.⁹⁹, 1993).

A fim de melhorar as propriedades mecânicas dos CIVs, alguns grupos funcionais polimerizáveis foram adicionados à formulação do material atuando no processo de polimerização (ANUSAVICE², 1996). Estudos sobre o efeito dos fluoretos sobre os cimentos de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) (MOURA et al.⁶⁰, 1995; EL-BADRAWY et al.²⁵, 1998; YIP et al.¹⁰², 1999; ABATE et al.¹, 2001; TURSSI et al.⁹⁴, 2001; DIONYSOPOULOS et al.²², 2003, BENDERLI et al.⁹, 2005) e resina composta modificada por poliácidos (compômero) (EL-BADRAWY et al.²⁵, 1998, YIP et al.¹⁰², 1999, ABATE et al.¹, 2000, TURSSI et al.⁹⁴, 2001, DIONYSOPOULOS et al.²², 2003, BENDERLI et al.⁹, 2005) são verificados na literatura.

A degradação da superfície de materiais restauradores estéticos tratados com FFA pode comprometer a cor das restaurações (TANOUE et al.⁹⁰, 2004), além de favorecer a adesão bacteriana mesmo em materiais que incorporam e liberam flúor, não sendo estes capazes de reduzir a colonização bacteriana (MONTANARO et al.⁵⁸, 2004). Materiais odontológicos que possuem a característica inerente de liberar flúor, demonstram a adesão de *Streptococcus mutans* sobre a sua superfície (PEDRINI et al.⁶⁹, 2001; KIM et al.⁴¹, 2005), como consequência da irregularidade superficial.

Na literatura, há grande quantidade de estudos em relação à alteração superficial dos materiais à base de CIV (CRISP et al.¹⁷, 1980; GARCIA-GODOY e PEREZ³⁴, 1993, EL-BADRAWY et al.²⁵, 1998 YIP et al.¹⁰², 1999; YIP et al.¹⁰³, 2001; DE WITTE et al.²¹, 2003; GARCIA-GODOY et al.³³, 2003). Entretanto, quanto à degradação da superfície

das resinas compostas, os estudos têm apontado que devido às suas propriedades físicas e químicas, apresentam maior resistência e durabilidade sem, contudo deixar de responder à ação de substâncias ácidas, dependendo de sua constituição e intensidade do desafio ácido (ASMUSSEN³,1983).

Diante dos resultados encontrados na literatura consultada, consideramos oportuno avaliar o comportamento de resinas compostas microhíbridas e nanoparticuladas, em meios de alto desafio ácido e tratamentos intensivos de fluoretos. Elaboramos, então, uma pesquisa avaliando a sorção das resinas compostas e suas alterações superficiais por meio de testes de microdureza e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para melhor compreensão do assunto abordado, este capítulo versará sobre os temas que serão avaliados no estudo e para facilitar a consulta do leitor serão divididos em subitens: **considerações gerais sobre o flúor**, abrangendo pesquisas que avaliaram a sua efetividade na prevenção da cárie dental; **efeito tópico dos fluoretos em materiais restauradores híbridos**, verificando as inovações tecnológicas com vistas ao aperfeiçoamento das propriedades e durabilidade dos materiais híbridos e sua correlação com os fluoretos; **sorção em resinas compostas**, analisando a sua influência após a fotopolimerização do material restaurador e **ciclos de des-remineralização**, verificando as técnicas que simulam as condições bucais em laboratório, porém de maneira acelerada, permitindo a avaliação relativamente rápida dos resultados.

2.1 Considerações gerais sobre o flúor

Shannon⁸⁰, em 1982, relata que os pacientes com alto índice de cárie devem realizar uma meticulosa higienização e estarem envolvidos em um vigoroso e intensivo programa de tratamento com fluoretos. O tratamento diário com gel de fluoreto estanhoso (SnF_2) 0,4% é fortemente efetivo na prevenção da desmineralização em paciente em tratamento ortodôntico; na prevenção de cáries rampantes, em pacientes com xerostomia, irradiados na região de cabeça e pescoço, e na prevenção de cáries em dentina exposta à cavidade bucal. Uma saliva

artificial com significativo potencial remineralizante, pode promover um alívio dos tecidos moles em pacientes com xerostomia, desde que esta saliva substituta seja utilizada várias vezes ao dia para combater a secura da cavidade bucal. A saliva pode ser utilizada como veículo para o tratamento com fluoretos, mesmo em pacientes que não cooperem com o tratamento a base de gel de SnF₂.

A influência *in vitro* de baixos níveis de flúor na desmineralização do esmalte foi estudado por Margolis et al.⁵⁴, em 1986. Os corpos-de-prova formados a partir de dentes humanos extraídos foram expostos a 0.1 M de soluções desmineralizantes de lactato (pH 4.3) que foram parcialmente saturadas e continham entre 0.004 a 1 ppm de flúor. A desmineralização do esmalte foi monitorada utilizando-se o MEV e microscópio de luz polarizada, e as condições minerais do esmalte foram determinadas utilizando espectroscopia de absorção atômica. Foi observado que na ausência de flúor o esmalte desmineralizava-se de forma mais acelerada, resultando na formação de cavidades dentro de 72h. Utilizando-se a mesma solução desmineralizante contendo porém, 0,024 e 0,054 ppm de flúor, foi observado uma notável proteção do esmalte. Uma desmineralização subsuperficial do esmalte foi observada sob estas condições, bem como, em soluções contendo 0,154 ppm de flúor. Quando a solução desmineralizante contendo 1 ppm de flúor foi utilizada, não foi detectada perda mineral. A inibição da desmineralização do esmalte esteve associada a uma significativa captação de flúor pelo esmalte. Os resultados deste estudo apóiam o desenvolvimento de procedimentos clínicos para o estabelecimento e manutenção de baixas concentrações de flúor na placa. Os autores concluíram que diante das condições dinâmicas presentes na cavidade bucal, o flúor é capaz de reduzir a taxa de desmineralização do esmalte, bem como aumenta a resistência superficial do esmalte a um subsequente ataque ácido, através da incorporação do flúor.

Chow et al.¹⁴, em 1992, avaliaram a habilidade de lesões de cárie de esmalte remineralizarem-se com a aplicação do flúor quando submetidas a um modelo dinâmico *in vitro* de ciclo de pH. A partir do esmalte de molares humanos foram induzidas lesões de cárie utilizando uma solução desmineralizante (3 mmol/L CaCl_2 1,8 mmol/L K_2HPO_4 e carboximetilcelulose (pH 4)). Cinquenta e um corpos-de-prova com espessura de 120 μm contendo lesões de cárie foram aleatoriamente divididos em grupos; 1- controle, 2- armazenada em NaF, e 3- armazenada em uma solução de fluoreto. O grupo controle (1) foi imerso em uma solução remineralizante de pH 7 por 12 dias, e 2 vezes por dia os corpos-de-prova foram também expostos a uma solução desmineralizante de pH 4, por 30 min. Os corpos-de-prova do grupo (2) receberam uma aplicação adicional de solução de NaF (12 mmol/L) 2 vezes ao dia. No grupo (3) foi realizado o tratamento com solução de flúor (12 mmol/L) preparada pela combinação de Na_2SiF_6 e uma solução contendo fosfato com cálcio. O conteúdo mineral das lesões foram observadas através da microrradiografia quantitativa. Os resultados demonstraram que no grupo: (1) não foi encontrada significativa des-ou remineralização nos corpos-de-prova controle, (2) uma redução de 46% no conteúdo mineral das lesões foi observada quando houve a aplicação do NaF, e (3) houve uma diminuição de 94% na perda mineral produzindo uma superfície mineral densa (20 μm de espessura) com o tratamento do esmalte através da aplicação da solução de fluoreto. Os autores concluíram que existe um grande potencial das soluções fluoretadas promoverem a remineralização do esmalte.

Okida et al.⁶³, 1997, avaliaram *in vitro* a liberação e a incorporação de flúor ao esmalte íntegro e cariado por meio de ciclagens de desmineralização e remineralização. Foram confeccionados preparos cavitários com pontas diamantadas esféricas n.1014 em 36 dentes. Estes foram divididos em 3 grupos e restaurados com os materiais; **G1** - Delton

(J&Johnson), **G2** - Fluroshield (Dentsply), **G3** – CIV Vitrebond (3M). Foram confeccionados em uma fita adesiva 3 furos circulares, com 4 mm de diâmetro, o orifício central foi posicionado sobre a cavidade restaurada e os 2 outros posicionados lateralmente, um à direita e outro à esquerda, distando em 2 mm do orifício. Os corpos-de-prova foram encerados e fixou-se um fio de náilon para facilitar a sua manipulação. Posteriormente, em uma das áreas laterais ao preparo foi removida a fita adesiva, imergindo assim, os corpos-de-prova, em uma solução de ácido láctico por 60 h a 37°C, para obtenção de uma zona cariada. Em seguida, os corpos-de-prova foram removidos, lavados com água deionizada, secos e foram confeccionadas restaurações, na área cariada, com os materiais acima descritos. Posteriormente, as áreas que ainda estavam protegidas foram liberadas e os corpos-de-prova imersos em 0,25 ml da solução que eram trocadas diariamente. Os corpos-de-prova permaneceram 6 h em solução desmineralizante e 18 h em solução remineralizante, simulando ciclagens de pH de alto risco de cárie durante 10 dias. Em seguida, cada corpo-de-prova foi dividido em 3 partes e a área restaurada desprezada. As áreas e as camadas dentinárias foram analisadas individualmente, removendo-se as camadas seqüenciais de esmalte com 0,25 ml de ácido clorídrico, agitados durante 60 s, totalizando a quantidade de 30 µm de esmalte de cada dente. Nas soluções des-remineralizante (des-re) trocadas diariamente, foi realizada a determinação de íon flúor tamponando-se com TISAB II. Nas soluções removidas foi realizada a determinação de íon flúor tamponando-se as soluções com TISAB, 20 g de NaOH/l. Os resultados permitiram verificar que o CIV Vitrebond nas soluções des-re liberou maior quantidade de flúor, decrescendo e permanecendo constante com o passar do tempo. O selante Fluroshield apresentou discreta liberação de flúor, demonstrando nas soluções des-re, incapacidade de liberar íons de flúor por um tempo prolongado. Analisando os 3 materiais avaliados apenas o Vitrebond foi capaz de diminuir ou reduzir a instalação e/ou progressão das lesões artificiais de

cárie em condições de alto desafio cariogênico. Quanto à incorporação de flúor para o esmalte íntegro aconteceu somente na primeira camada (10 µm) para o material Vitrebond, visto que a incorporação para o esmalte cariado ocorreu para o Vitrebond nas 3 camadas analisadas (10, 20 e 30 µm) e para o material Fluroshield, a incorporação foi significativa somente aos 10 e 30 µm. Os autores concluíram que o CIV foi o mais importante na prevenção ou remineralização de lesões de cárie de esmalte em situações que simulem alto desafio cariogênico.

Estudando o efeito erosivo de um refrigerante tipo cola (Coca-Cola[®]) na superfície do esmalte humano, Medeiros e Brum⁵⁷, em 1998, se propuseram a verificar a proteção à erosão do esmalte quando submetido ao tratamento com gel de FFA e verniz fluoretado. Foram selecionados 20 terceiros molares inclusos, sem vestígios de descalcificação. As raízes foram separadas das coroas, e a partir de cada coroa obteve-se 3 fragmentos de 0,5 cm², totalizando 60 fragmentos. Foram separados os corpos-de-prova controle, ou seja, sem tratamento e os demais foram divididos em: tratados com gel de FFA (Odacham) e gel de controle, e, tratados com verniz fluoretado Duraphat (Wöel & Pharma) e verniz de controle. Foi aplicado o verniz fluoretado em 20 corpos-de-prova com o auxílio de um pincel e mantido por 5 h em meio úmido e temperatura ambiente. Decorrido este período os corpos-de-prova foram escovados por 2 min, com escova macia e água destilada, visando a remoção mecânica do verniz e os fragmentos foram posicionados sobre cera pegajosa em frascos plásticos. O mesmo procedimento foi adotado para o grupo tratado com o flúor gel, sendo que a remoção do gel foi feita com um *spray* suave de ar/água por 10 s. Posteriormente, os corpos-de-prova foram expostos a 1.050 ml do refrigerante Coca-Cola[®], pH 2,10; por 5, 15, 30 e 60 min e lavados por 3 min com água deionizada e secos à temperatura ambiente. Os corpos-de-prova foram metalizados para análise em MEV. Os resultados permitiram observar que tanto o gel de

FFA quanto o verniz fluoretado oferecem proteção ao esmalte dental humano, em relação à erosão ocasionada pelo refrigerante utilizado. Comparando a efetividade dos produtos fluoretados empregados, observaram que o verniz fluoretado oferece maior proteção ao esmalte do que o FFA, que ocasionou menor erosão por ação do refrigerante. Concluíram que ambas as formas de fluoretos oferecem proteção quanto ao ataque ácido, entretanto, o verniz fluoretado mostrou-se mais efetivo ao aumento da resistência do esmalte contra a erosão.

Assis et al.⁴, em 1999, preocupados com a efetividade do flúor na prevenção da cárie dentária, realizaram uma revisão de literatura com o objetivo de discutir os mecanismos biológicos e a influência dos fatores ambientais na fluorose dentária. Neste estudo, a participação do flúor na prevenção da cárie foi discutido abordando a desmineralização e remineralização dentária e seu efeito inibitório sobre a placa bacteriana. O íon flúor tem sido associado com a inibição da desmineralização e a aceleração da remineralização durante o processo cariioso. A presença constante do flúor nos fluidos bucais constitui o principal fator na prevenção da cárie. Além disso, tem-se demonstrado que o flúor na placa bacteriana pode inibir a produção de ácidos pelas bactérias cariogênicas. Entretanto, fluorose dentária pode ocorrer se as concentrações de flúor forem excessivas no interior ou nas proximidades do esmalte em formação, durante a fase de desenvolvimento pré-eruptiva. A prescrição da terapia com flúor, bem como os fatores ambientais podem influenciar a sua absorção e aumentar a incidência e gravidade da fluorose dentária.

Takagi et al.⁸⁸, em 2000, avaliaram o efeito do flúor aderido ao dente na formação de cáries de esmalte investigando condições onde o flúor estava basicamente ausente. Foram preparadas 18 secções de esmalte, preparadas a partir das superfícies linguais ou vestibulares de molares humanos extraídos. Estes foram embutidos em

resina acrílica expondo a superfície de esmalte. Os corpos-de-prova foram armazenados em uma solução remineralizante com pH 7 (RS; 1.2 mmol/l Ca, 0.72 mmol/l P, 30 mmol/l KCl, 50 mmol/l HEPES) por 5 dias, e divididos aleatoriamente em 3 grupos: **G1** – grupo controle que não recebeu tratamento, **G2** – grupo tratado com FFA que recebeu 5 ciclos com 4 min de gel de FFA seguida pela imersão na solução remineralizante por 2 dias (a solução foi trocada diariamente) e **G3** – grupo tratado com FFA que recebeu 5 ciclos de 4 min e foi armazenado em pH 2,1 em uma solução de Dicalcio Fosfato Dihidrato (DCPD) seguido da aplicação por 4 min de gel de FFA e posteriormente armazenamento em solução remineralizante por 2 dias. Após o tratamento, os corpos-de-prova foram lavados em uma composição de titulação de flúor constante a fim de remover o flúor não aderido ao esmalte dentário. O modelo *in vitro* que consiste em ciclos de 6 h de demineralização e 18 h de remineralização por dia, num total de 5 dias, foi utilizado para produzir lesões “tipo-cárie” nos espécimes. Os valores de perda mineral, foram medido quantitativamente por microradiografia, das lesões formando 3 grupos (n=6) onde tiveram a média \pm desvio padrão de respectivamente: $91,2 \pm 12,3 \mu\text{m}$ para o grupo controle, $41,3 \pm 10,1 \mu\text{m}$ para o grupo de FFA e $21,2 \pm 4,8 \mu\text{m}$ para o grupo tratado com DCPD- FFA. O mesmo sistema produziu lesões no esmalte não tratado com média de perda mineral de $4,4 \pm 0,3 \mu\text{m}$ (n=12). O teste estatístico ANOVA (1 fator) indicou diferença estatisticamente significativa entre os diferentes grupos (p<0,05). Os autores concluíram que o esmalte apresentou maior resistência à formação de lesão de cárie com o aumento da captação do flúor pelo esmalte.

Delbem et al.²⁰, em 2002, avaliaram o efeito *in vitro* do tempo de aplicação do flúor gel, acidulado ou neutro, na resistência do esmalte à desmineralização e absorção do flúor. A partir de 45 terceiros molares impactados foram confeccionados 192 blocos de esmalte

humano, sendo estes distribuídos em 4 grupos de 36 blocos e um grupo com 48 blocos. O grupo com 48 corpos-de-prova foi utilizado como controle e os demais grupos foram tratados com flúor gel, acidulado ou neutro, por 1 ou 4 min. Noventa e seis blocos tratados com soluções fluoretadas e 24 blocos de controle foram submetidos a um alto desafio cariogênico através da utilização de soluções des-remineralizantes com pHs diferentes. Depois de serem submetidos ao ciclo de pH, a desmineralização do esmalte foi avaliada por um microdurômetro com 50 g de carga aplicada e 30 s de permanência, na superfície e em corte transversal da amostra. A concentração do flúor nos blocos de esmalte foi também determinada depois da remoção de uma camada de esmalte através do condicionamento ácido. Em seus resultados, verificaram que o flúor acidulado em gel liberou mais flúor para o esmalte que o gel neutro ($p < 0,05$), e foi mais eficiente na redução da desmineralização dos blocos de resina contendo o esmalte submetido ao desafio cariogênico que o gel neutro ($p < 0,05$). Concluíram que o tempo de aplicação foi significativo em relação à absorção do flúor, mas isto não se traduziu em maior resistência do esmalte em relação à desmineralização.

Uma revisão literária a respeito da aplicação tópica profissional do flúor na prevenção de cárie foi realizada por Hawkins et al.³⁷, 2003. A aplicação tópica de flúor é indicada para crianças e adultos com uma ou mais superfícies lisas com cárie e/ou aqueles que possuam alto índice de cárie. A frequência da administração depende do risco à cárie do paciente. A efetividade do verniz fluoretado e aplicações do gel têm sido estabelecidas nos experimentos de prevenção de cárie envolvendo dente permanente. Entretanto, ambos os tipos são efetivos, o verniz fluoretado pode ser uma opção preferida devido à sua fácil aplicação, reduzindo o risco de ingestão do flúor e com grande aceitação pelo paciente. As espumas fluoretadas são produtos similares ao gel. Em conclusão, quando aplicado apropriadamente, o flúor tópico é seguro,

sendo um efetivo meio de redução de cárie entre populações com alto índice de cárie.

Marinho et al.⁵⁵, em 2003, realizaram uma revisão na literatura a fim de avaliar a efetividade e segurança dos géis fluoretados na prevenção da cárie dental em crianças, e examinar os fatores modificantes de sua efetividade. Foram identificados experimentos relevantes e padronizados, sem restrição de idioma, em diversas bases de dados de pesquisa (MEDLINE, EMBASE, BIOSIS, SCISEARCH, LILACS/BBO), e quando necessário contatando os autores e fabricantes selecionados. Foram avaliados ensaios com resultado cego, comparando o grupo tratado com flúor gel com grupo placebo ou não tratado, por ao menos 1 ano, e, envolvendo crianças abaixo dos 17 anos de idade. Os critérios de inclusão, e modo de obtenção dos dados, tal como a qualidade da análise foi realizada por um revisor e reavaliada por um segundo revisor em aproximadamente um terço dos estudos. Obteve-se, posteriormente, o consenso por discussão ou a opinião de uma terceira pessoa. Os estudos foram analisados e onde possível os dados foram agrupados. O aumento de cárie foi o principal resultado analisado, através da progressão para dentes cariados, perdidos e obturados (CPOD). A primeira mensuração do efeito foi a fração de prevenção que é a diferença da média do aumento de cárie entre o grupo tratado e grupo controle expresso com a porcentagem do aumento médio do grupo controle. Potenciais efeitos adversos e a não aceitação do tratamento também foram registrados. Foram incluídos 25 estudos envolvendo 7747 crianças. O agrupamento da fração de prevenção CPOD estimada foi 28% (95% intervalo de confiança (IC), 19 a 37%; $p < 0,0001$). Observou-se clara heterogeneidade, confirmada estatisticamente ($p < 0,0001$). O efeito do gel fluoretado variou de acordo com o tipo do grupo controle usado, com a fração de prevenção CPOD sendo em média 19% (95% IC, 5 a 33%, $p < 0,009$) maior para os experimentos sem grupo placebo.

Somente 2 experimentos relataram efeitos adversos. Existe uma clara evidência do efeito do flúor gel na inibição da cárie. A melhor estimativa da magnitude deste efeito, baseado nos 14 experimentos com grupo placebo, é uma redução de 21% (95% IC, 14 a 28%) no índice CPOD. Isto corresponde ao número de crianças que precisam de 2 tratamentos (95% IC, 18 a 36) para evitar um CPOD numa população com um aumento de cárie de 2,2 CPOD/ano, ou um número de crianças precisando de 24 tratamentos (95% IC, 18 a 36) baseado num aumento de 0,2 CPOD/ano. Entretanto, futuros trabalhos precisam ser identificados e os efeitos adversos do gel fluoretado potencialmente quantificados.

Paes Leme et al.⁶⁷, em 2004, analisaram o efeito da combinação da aplicação do FFA e dentifrício fluoretado no esmalte desmineralizado e na composição da placa. Foram confeccionadas placas palatais contendo blocos de esmalte bovino que foram utilizadas por 16 voluntários. Estes foram divididos em 4 grupos onde realizou-se os tratamentos; **1-** uso de dentifrício sem flúor, **2-** uso de dentifrício fluoretado, **3-** associação do dentifrício sem flúor com FFA, **4-** associação de dentifrício fluoretado e FFA. O FFA foi aplicado no esmalte por 4 min pelo tempo experimental de 14 dias. Durante este período, os dentifrícios foram utilizados 3 vezes ao dia e uma solução de sacarose foi aplicada por 4 e 8 vezes ao dia, sobre os blocos de esmalte. Decorrido este período, o biofilme formado na superfície do esmalte foi coletado para análise, e a perda mineral do esmalte avaliada. Foram realizados testes bioquímicos, bacteriológicos e de microdureza Knoop utilizando 50 ou 25 g de carga com 5 s de permanência. Os resultados permitiram observar que a aplicação do FFA foi capaz tanto de aumentar a concentração do flúor na placa ou reduzir a porcentagem de *S. mutans*. Porém a combinação do FFA com o dentifrício fluoretado tão pouco reduziu a perda mineral do esmalte como alterou qualquer outra variável da placa dental em relação ao grupo tratado apenas com dentifrício fluoretado.

Concluiu-se que o tratamento com a aplicação do gel de FFA combinado pelo uso diário do dentífrico fluoretado não é estatisticamente mais efetivo em relação à aplicação exclusiva do FFA ou dentífrico fluoretado.

Jiang et al.³⁹, em 2005, avaliaram o efeito da aplicação profissional bi-anual da espuma do FFA no aumento de cárie da dentição decídua pelo período de 2 anos em pacientes da República da China. Foi realizado um experimento duplo cego, com grupo placebo de 392 crianças com idade de 3 a 4 anos. Estas crianças foram aleatoriamente distribuídas em 2 grupos, a partir de 15 classes, de uma escola da República da China. O grupo experimental (8 classes) recebeu a aplicação bi-anual da espuma de FFA 1,23% por 4 min, e o grupo controle (7 classes) recebeu o tratamento placebo. A média de CPOD no grupo tratado foi 24,2% menor que no grupo controle ($p < 0,05$). A significativa redução de cárie foi observada nas superfícies proximais do grupo tratado comparado com o grupo controle ($p < 0,01$), porém não houve diferença estatisticamente significativa quando avaliada a superfície oclusal ($p < 0,05$). Uma aplicação profissional bi-anual da espuma de FFA foi efetiva na redução do desenvolvimento de cáries na dentição decídua.

Lynch et al.⁵³, em 2006, estudaram o efeito do flúor, em concentrações encontradas no fluido da placa dental e na des-mineralização da subsuperfície de lesões cariosas, em condições de baixo pH. Lesões artificiais de cárie produzidas no esmalte humano foram microradiografadas para quantificar a perda mineral, sendo posteriormente imersas em sistemas “ácido-gel” em pH 4,8; 5,0 e 5,2. Inicialmente o cálcio e fosfato foram adicionados às soluções des-mineralizantes e soluções de fluoreto de sódio foram também acrescentadas a fim de fornecer concentrações iniciais de 1, 2 ou 5 ppm, sendo que no grupo controle não foi acrescentado o flúor. Após 10 dias o conteúdo mineral da subsuperfície da lesão foi avaliado através de

microradiografias. A análise procedeu-se através de um microscópio integrado a um sistema de análise de imagem computadorizado. Os corpos-de-prova pertencentes ao grupo controle (onde não havia exposição ao flúor) apresentaram desmineralização. Aqueles expostos ao flúor apresentaram remineralização da superfície. A quantidade de remineralização aumentou com o acréscimo da concentração de flúor apresentando um valor máximo de aproximadamente 75%. A atividade do cálcio nos géis foi reduzida significativamente, a níveis similares àqueles reportados para os do fluido da placa em baixo pH. A atividade do flúor foi também reduzida, embora em menor extensão. Achados divergentes na literatura, refletem a necessidade de outros estudos de des-remineralização em condições que simulem aquele encontrado no fluido da placa dental. Em conclusão, o flúor em concentrações encontradas no fluido da placa tem o potencial de promover a remineralização do esmalte durante o desafio cariogênico.

2.2 O efeito tópico dos fluoretos em materiais restauradores híbridos

O efeito da solução de FFA em restaurações de resina composta (RC) foi estudado por Yaffe e Zalkind¹⁰⁰, em 1981, através da observação em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Foram preparadas cavidades de classe V em 160 dentes extraídos, que foram divididos em 4 grupos. Estes foram restaurados com as seguintes RCs; G-1 Restodent (Lee Pharmaceuticals), G-2 Estilux (Kulzer), G-3 Estilux com glaze (Kulzer), G-4 Adaptic (Johnson & Johnson). As resinas quimicamente ativadas foram manipuladas, inseridas nas cavidades de classe V, sendo utilizada uma matriz de celulóide durante a polimerização. Não foi utilizado nenhum instrumento rotatório para o acabamento da restauração. Após a restauração cada grupo foi subdividido a fim de prover 20 corpos-de-prova para o grupo experimental, imerso por 10 min

em uma solução de fluoreto (2% NaF \pm 0,1M H₃PO₄ pH 4,5) e 20 corpos-de-prova para o grupo controle imerso em solução salina pelo mesmo período. Todos os corpos-de-prova foram enxaguados e armazenados em solução salina até serem examinadas em MEV. As superfícies das restaurações de RC imersas em solução fluoretada apresentaram-se consideravelmente mais rugosas que aquelas imersas em solução salina. Os autores concluíram que o fluoreto acidulado aplicado sobre as restaurações de RC produziu rugosidade irregular na superfície do material.

Kula et al.⁴⁶, em 1983, analisaram o efeito *in vitro* do gel de FFA 1,23% sobre resinas compostas variando o tipo, a porcentagem e o tamanho de suas partículas. Foram selecionadas as RCs Silar (3M), Concise (3M) e Profile (SSWhite). Todas as RCs foram manipuladas seguindo as orientações do fabricante e inseridas em blocos com 20 mm de diâmetro e 2 mm de espessura que ficaram dispostos entre placas de vidro. Os corpos-de-prova foram polidos com discos abrasivos em ambos os lados e armazenados em água destilada em temperatura ambiente. Todos os corpos-de-prova foram parcialmente cobertos com uma dupla camada de verniz. Dez corpos-de-prova de cada resina utilizada foram secos, pesados e imersos em 20 ml de gel de FFA 1,23% por 4 min. Os corpos-de-prova foram enxaguados com água destilada, limpos com ultrassom por 5 min, secos e pesados novamente. O processo de imersão foi repetido por 5 vezes. O grupo controle foi imerso em água destilada, e realizadas as mensurações do peso dos corpos-de-prova. Corpos-de-prova adicionais de cada RC foram confeccionados para serem analisados em MEV. A perda total de peso foi significativamente maior para todas as RCs quando imersas em FFA em comparação com os seus grupos controle ($p < 0,01$). A perda de peso entre as RCs também foi estatisticamente significativa ($p < 0,01$), sendo os valores decrescentes entre as de cargas: de vidro de estrôncio > quartzo > sílica. Ao MEV a RC

com carga de sílica apresentou pequena alteração de superfície, a RC com carga de quartzo apresentou uma menor alteração associada a discretas áreas com perdas de partículas, e a RC com carga de estrôncio exibiu extensas alterações quando expostas ao FFA 1,23%. Os autores concluíram que o gel de FFA 1,23% *in vitro* causou significativa perda de peso nas RC analisadas comparadas com os seus grupos controle e uma maior rugosidade superficial foi encontrada na RC com carga de estrôncio do que as RC com carga de quartzo ou sílica. Estas diferenças devem ser devido a variação de tamanho, tipo e porcentagem de partículas de carga.

Em 1986, Kula et al.⁴⁵, analisaram através de inspeção visual e MEV a degradação de diferentes tipos de RC. As RCs com diferentes partículas de carga empregadas foram: P-30 (3M), Prisma-Fil (Caulk/ Dentsply), Ful-Fil (Caulk), Command Ultrafine (Kerr), Visar-Fil (Den-Mat, Inc.), Command (Kerr), Estilux (3M), Profile, Silar (3M), Silux (3M), Durafill (Kulzer), Heliosit (Vivadent) e Aura-Fill (Johnson & Johnson), seguindo-se as orientações do fabricante. As RCs foram inseridas em blocos metálicos de 20 mm de diâmetro por 2 mm de altura ou 6 mm de diâmetro por 2 mm de altura. As RCs de polimerização química, permaneceram sobre pressão entre 2 placas de vidro em temperatura de 22 a 24°C, pelo tempo preconizado pelo fabricante e as resinas fotopolimerizáveis foram fotoativadas por 40 s em cada lado. Os corpos-de-prova foram polidos após 24 h, para expor as partículas de carga e permitir uma melhor avaliação das superfícies ao microscópio. Metade da superfície de cada corpo-de-prova foi vedado com esmalte de unha. Dois corpos-de-prova de cada material foram imersos em FFA gel 1,23% por 4 min para simular clinicamente a aplicação tópica do fluoreto, irrigados com água e limpos com ultra-som por 5 min. Este procedimento foi realizado por 5 vezes e posteriormente os corpos-de-prova foram analisados em MEV. Corpos-de-prova de estudos anteriores foram selecionados para estabelecer o grau das variações visuais, sendo estas estabelecidas

como; a) sem alteração, b) questionável alteração, c) visível alteração, porém menos que d), e d) visível alteração. Verificaram que após a imersão em FFA 1,23% houve alterações na refletividade da resina composta que variaram de acordo com as partículas de carga presentes nas RCs. As resinas com partículas de vidro de zinco, vidro de bário boroaluminiosilicato, e misturas de vidro bário boroaluminiosilicato e sílica ou lítioaluminiosilicato e vidro de bário apresentaram as maiores alterações visuais. Enquanto que as resinas com sílica, lítioaluminiosilicato, vidro de estrôncio e uma mistura de bário boroaluminiosilicato e lítioaluminiosilicato mostraram visível, porém mais limitada, alteração superficial. Concluíram que 4 min de imersão em gel de FFA 1,23% causaram perceptível alteração na refletividade superficial das resinas compostas testadas, sendo que o grau de alteração visual esteve aparentemente relacionado com o tipo e tamanho de partículas de cargas da RC.

Cruz et al.¹⁸, em 1992, se propuseram a estudar as conseqüências da aplicação tópica de géis fluoretados *in vitro* sobre materiais não-metálicos, auto e fotopolimerizáveis utilizados comumente em clínica odontopediátrica. Foram utilizadas as resinas compostas auto e fotopolimerizáveis Concise (3M) e Helioprogress (Ivoclar-Vivadent), os selantes auto e fotopolimerizáveis Delton (J&Johnson) e Helioseal (Ivoclar-Vivadent) e CIVs auto e fotopolimerizáveis Vidrion-R (SSWhite) e Vitrebond (3M). Foram também obtidos corpos-de-prova de porcelana fundida, confeccionados em laboratório de prótese, para devida comparação. Dez corpos-de-prova de cada material foram confeccionados, seguindo as instruções do fabricante, utilizando-se os casulos de manipulação do selante Delton a fim de padronizar o tamanho. A porcelana ficou sob forma de blocos retangulares, com a área de superfície de 12 mm² e espessura de 2 mm, em média. Os corpos-de-prova foram divididos e colocados em 1 ml de; **a)** água destilada, **b)** gel

fluoretado (pH neutro) Nupro Gel Neutro (J&Johnson), **c)** gel fluoretado, (pH ácido) Nupro Gel Fluoretado (J&Johnson) e **d)** gel fluoretado (pH ácido) Flutop (SSWhite), durante 5 min. Este procedimento foi repetido utilizando-se o tempo de aplicação tópica de 24 h. O material não tratado serviu de controle negativo e os corpos-de-prova imersos em água destilada representaram o controle positivo. Decorrido este período, os corpos-de-prova foram lavados em água destilada por 2 min e deixados para secar a temperatura ambiente. Os corpos-de-prova foram colocados em 40 ml de uma solução evidenciadora de placa dental - Replak (Herpo Prod), por 2 min. Posteriormente, foram lavados, secos e tratados para serem fotografados. Os resultados possibilitaram verificar que os materiais não-metálicos empregados na clínica pediátrica são em maior ou menor grau, susceptíveis à ação “corrosiva” do tratamento tópico com FFA sob a forma de géis, e a reação será mais significativa quanto maior o tempo de aplicação. O FFA promoveu uma reação superficial nos corpos-de-prova confeccionados com resina composta e porcelana, interferindo também na integridade do CIV autopolimerizável.

Kula et al.⁴⁷, em 1992, estudaram através de inspeção visual e por análise em MEV a influência da aplicação tópica do FFA e NaF sobre a superfície de 5 selantes. Foram avaliados diferentes tipos de selantes: sem carga - Concise White (3M) e Delton (Johnson & Johnson); com carga - Nuvacote (Caulk) e Prismashield (Caulk) e selante à base de CIV - ASPA (Caulk). Todos os materiais foram preparados de acordo com as especificações do fabricante e colocados em moldes metálicos com 16 mm de diâmetro e 2 mm de altura e mantidos a 22-24°C (para os materiais autopolimerizáveis), os materiais fotopolimerizáveis polimerizados por 40 s com o aparelho Comand light (Kerr). Os corpos-de-prova foram polidos após 24 h com discos de papel. Metade dos corpos-de-prova foram cobertos com verniz. Dois corpos-de-prova de cada material foram mantidos no gel de FFA 1,23%, no gel de NaF 2,0%

ou água (grupo controle) por 4 min a fim de simular o tratamento de aplicação tópica de flúor e, posteriormente lavadas com água e aplicado o ultra-som. Este procedimento foi repetido por um total de 5 vezes. Os corpos-de-prova foram preparados para a análise em MEV. Os selantes com carga e o selante de CIV apresentaram alterações visíveis de acordo com o tratamento realizado, através da análise em MEV foi possível observar que o selante com carga apresentou superfícies com perda de partículas de carga, enquanto o CIV apresentou destruição tanto da matriz como das partículas de carga. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os corpos-de-prova tratados com ultra-som e os não tratados. Entretanto, significativa perda de peso foi encontrada nos corpos-de-prova de selante com carga, porém, esta perda de peso não ocorreu no selante sem carga tratado com FFA 1,23% quando comparado com os corpos-de-prova armazenados em água. Foi possível concluir, através deste estudo *in vitro*, que a terapia preventiva que combina o uso tópico de fluoretos e selantes pode causar deterioração dos selantes com carga e selante a base de CIV, porém isto não ocorre nos selantes sem carga.

Com o uso do MEV Garcia-Godoy e Perez³⁴, em 1993, avaliaram o efeito micromorfológico do gel de FFA 1,23% e do gel de fluoreto de sódio neutro na superfície de CIVs fotopolimerizáveis. Foram confeccionados corpos-de-prova cilíndricos com o CIV Fuji II LC (GC) em moldes de Nylon e armazenados em água destilada por 48 h. O cimento de ionômero de vidro foi fotopolimerizado com o aparelho Optilux 400 (Demetron) com 2 exposições de 40 s. Estes foram divididos em 6 grupos, contendo 5 corpos-de-prova cada: **G1** - (controle) sem tratamento adicional, **G2** - tratamento com gel de FFA 1,23% Oral-B (Oral-B) por 4 min, **G3** - aplicação do glaze, Ketac-Glaze (Espe-Premier), **G4** - aplicação do glaze e FFA por 4 min, **G5** – sem aplicação do glaze, tratamento com o gel neutro de fluoreto de sódio 1,1% Thera-Flur (colgate-Hoyt) por 4 min,

G6 – aplicação do glaze e do gel de flúor neutro por 4 min. Nos grupos em que foi utilizado o glaze sobre a superfície do corpo-de-prova, este foi polimerizado por 30 s. Os corpos-de-prova que receberam a aplicação do flúor neutro ou FFA, após o período de 4 min, foram lavados por 20 s e secos com ar comprimido. Todos os corpos-de-prova foram metalizados com alumínio, cobertos com paládio, ouro e avaliados em MEV. Os resultados indicaram que o gel de FFA condiciona consideravelmente a superfície do CIV, sendo que o glaze o protege do FFA. O flúor neutro não apresentou alteração significativa na superfície do CIV com ou sem aplicação do glaze.

El-Bradrawy et al.²⁶, em 1993, propuseram verificar, em MEV, o efeito da aplicação tópica caseira do flúor na integridade superficial de 2 CIVs e uma RC. Foram confeccionadas 100 cavidades de classe V em dentes humanos extraídos, com dimensões de 4 mm de comprimento, 2 mm de largura e 1,5 mm de profundidade. Em 25 cavidades foi realizado um bisel, o esmalte foi condicionado e restaurado com a RC Prisma APH (Caulk Dentsply) seguindo as especificações do fabricante. Os demais 75 corpos-de-prova foram divididos em 3 grupos, sendo restaurados com: CIV Fuji-Cap II (GC), protegido com verniz, CIV Ketac-fil (ESPE), protegido com verniz da ESPE e o terceiro grupo restaurado com CIV Ketac-fil (ESPE), protegido com o adesivo Durafil bond (Kulzer). Todos os corpos-de-prova foram cobertos por uma matriz de poliéster e guardados por 8 min. Posteriormente, os corpos-de-prova foram imersos em 20 ml de água destilada por 24 h após o acabamento com discos de Sof-Lex (3M). Os grupos de materiais foram subsequentemente divididos em 5 subgrupos, contendo 5 corpos-de-prova cada, sobre os quais foram utilizados: FFA 0,5% (pH 5) - Karigel E 260 (Lorvic Corp.), fluoreto de estanho 0,4% (pH 4.5) - Gel Kam H1001 (Scherer Lab.), fluoreto de sódio 0,5% (pH 7) - Neutral Sodium Fluoride Gel (Germiphene Lim.), fluoreto de sódio 1,0% (pH 5.8) e o grupo controle

armazenado em água destilada. Cada grupo experimental foi tratado com um dos géis pelo período de 24 h, o que equivale ao período de 1 ano de uso diário de flúor por 4 min. Por 3 dias consecutivos, cada corpo-de-prova foi seco e armazenado em 20 ml do gel fluoretado por 8 h. A cada 1h o gel era misturado a fim de manter o equilíbrio químico na superfície da restauração. Decorridas às 8 h, os corpos-de-prova foram removidos e lavados por 1 min e armazenados em água destilada. Estes foram armazenados à 37°C durante o estudo. No final do período os corpos-de-prova foram secos, cobertos com uma camada de ouro, examinados em MEV e analisados pelo teste de Wilcoxon (Rank Sums). A partir dos resultados obtidos foi verificado que o FFA e o fluoreto de sódio manipulado tiveram um significativo efeito na matriz e nas partículas do CIV e também, nas partículas da RC ($p < 0,01$). O fluoreto de sódio neutro não promoveu efeito significativo sobre os materiais restauradores ($p < 0,01$). Os resultados demonstraram que a erosão do CIV depende não somente do pH do gel, mas da habilidade da complexa formação do ácido presente. Os autores concluíram que o gel neutro de fluoreto de sódio é preferido para o tratamento caseiro de pacientes que possuam restaurações de CIV e RC. O uso do FFA e fluoretos contendo ácido cítrico são contra-indicados.

Triana et al.⁹³, em 1994, em um estudo utilizando a análise em MEV avaliaram o efeito micromorfológico do gel de FFA 1,23% na superfície de 2 CIVs fotopolimerizáveis com ou sem proteção de resina sem carga. Foram utilizados os CIVs Vitrebond (3M) e Variglass (L.D.Calk), manipulados de acordo com as recomendações do fabricante, para a confecção de corpos-de-prova cilíndricos em moldes de nylon. Os corpos-de-prova foram fotopolimerizados por 40 s na superfície e na base utilizando o fotopolimerizador Visilux 2 (3M) e armazenados em água destilada por 48 h. A partir de cada grupo de CIV estudado, os corpos-de-prova foram divididos em 4 grupos; G1 – CIV sem tratamento adicional da

superfície após a polimerização (controle), G2 – tratamento da superfície com FFA por 4 min, G3 – tratamento da superfície com resina sem carga, G4 – aplicação de resina sem carga e FFA por 4 min. Todos os corpos-de-prova foram metalizados com alumínio e cobertos com ouro/paládio para avaliação em MEV. Os resultados indicaram que o gel de FFA condiciona consideravelmente as superfícies de ambos os CIVs e que a resina sem carga quando polimerizada sobre a superfície protege os CIVs dos efeitos erosivos do gel de FFA.

Moura et al.⁶⁰, em 1995, avaliaram, *in vitro*, por meio de MEV, a influência de aplicações de flúor sobre materiais odontológicos. Foram confeccionados 9 corpos-de-prova de 3 mm de diâmetro x 0,5 mm de profundidade com os seguintes materiais odontológicos: selante Fluorshield (Dentsply), RC Herculite (Kerr), CIVMR Vitremer (3M). Os materiais foram manipulados de acordo com as orientações do fabricante, polimerizados por 40 s com o auxílio de uma tira de poliéster e polidos com discos seqüenciais Sof-Lex (3M). Os corpos-de-prova foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos experimentais: G1- controle, G2- FFA aplicado por 1 min e G3- FFA aplicado por 4 min. Após a aplicação do flúor este foi removido com *spray* ar/água até a sua completa remoção. Foi realizada a metalização dos corpos-de-prova para análise em MEV e realizadas fotomicrografias para análise comparativa dos resultados, avaliando as diferenças superficiais entre os grupos controle e experimentais. Observou-se através dos resultados obtidos que o gel de FFA produziu alterações nas superfícies dos 3 materiais estudados. O efeito mais deletério foi sobre a RC, seguido pelo CIVMR e selante, sendo que a alteração observada foi proporcional ao tempo de aplicação do flúor.

A influência das soluções fluoretadas na rugosidade superficial de resinas compostas polidas e não polidas com discos de Sof-

Lex (3M) foi estudada por Sousa et al.⁸⁵, em 1995. As RCs Concise (3M), com partículas inorgânicas de silício, e Herculite XR (Sybron/Kerr), com carga de bário, silício e alumínio, foram inseridas em um molde de polietileno (8,5 mm de diâmetro e 1,5 mm de altura) posicionado sobre uma placa de vidro. Outra placa de vidro foi posicionada sobre a superfície do corpo-de-prova a fim de remover o excesso de material durante a polimerização com o fotopolimerizador Heliomat (Vivadent) por 60 s. Trinta corpos-de-prova foram confeccionados para cada tipo de RC utilizada, sendo que os corpos-de-prova do grupo experimental foram polidos com discos de Sof-Lex e no grupo controle não foi realizado o polimento. Para cada RC estudada, 5 corpos-de-prova do grupo experimental e controle foram imersos em soluções fluoretadas de FFA 1,23% para bochecho, flúor neutro 0,2% para bochecho e FFA 1,23% gel, por 4 min à temperatura ambiente. Os corpos-de-prova foram armazenados em saliva natural por 30 min e após este período foram lavados em água destilada por 30 s. Corpos-de-prova aleatoriamente selecionados dos grupos controle e experimental foram analisados em MEV para a observação da rugosidade superficial antes e após o tratamento com o flúor. Verificou-se que todas as soluções fluoretadas produziram alterações na superfície das RCs Concise e Herculite XR. O grupo que não recebeu o polimento da superfície, a maior rugosidade foi observada na RC Concise tratada com o gel de FFA 1,23% e no grupo polido, o gel de FFA 1,23% produziu maior alteração na RC Herculite XR. Já o flúor neutro causou maior alteração na RC Concise.

Papagiannoulis et al.⁶⁸, em 1997, propuseram-se a avaliar o efeito da aplicação tópica de agentes fluoretados, utilizados em consultório ou em tratamento caseiro, nas características morfológicas superficiais e de composição das RCs. Foram utilizados os fluoretos: a) Act (Johnson & Johnson) - 0,05% NaF; b) Phosflur (Colgate) - 0,44% NaF; c) Gel II (Colgate) - 0,5% NaF + 0,75% H₃PO₃; d) Prevident (Oral-B) -

1,1% NaF; e) Stop (Oral-B) - 0,4% SnF₂; f) Butler FFA (Butler) - 1,23% FFA; g) Nupro (Johnson & Johnson) - 2,0% NaF; h) Omni Gel & Rinse (Omni Prod.) - 0,31% FFA + 1,64% SnF₂. As RCs testadas foram Brilliant DI (Coltene), Heliomolar Ro (Vivadent), Herculite XRV (Kerr) e P-50 (3M). O pH dos fluoretos foi mensurado quando recebido e depois da diluição em água na proporção de volume de 1:3. As RCs foram submetidas ao tratamento com fluoretos até um número total de aplicações, simulando o equivalente a 4 anos de tratamento. As mudanças produzidas nas características morfológicas da superfície e de composição das restaurações foram avaliadas pela Reflectância Espectroscópica Infravermelha de Fourier, MEV e Microanálise Radiográfica. Verificaram que todos os fluoretos apresentavam pH ácido que não foi alterado após a diluição, exceto o Stop, que exibiu uma significativa redução no pH. Todos os fluoretos aumentaram a quantidade de água frouxamente ligada à matriz da resina composta. O gel de FFA Butler foi o mais agressivo para as RCs Brilliant DI e Herculite XRV, levando a excessiva degradação da superfície, porosidade, destruição da interface da matriz/ carga, dissolução da carga e desaglutinação. Uma redução na extensão das ligações remanescentes C=C foram observadas em Herculite XRV depois do tratamento com o FFA Butler, entretanto, o Phosflur, Gel II, e Prevident apresentaram um leve efeito. O tratamento do Brilliant DI e Herculite XRV com Omni Gel & Rinse resultaram na formação de uma estável camada precipitada rica em bário, fósforo, estanho, oxigênio e flúor. A resina P-50 foi severamente afetada na interface matriz-resina depois do tratamento com Stop, enquanto Omni Gel & Rinse induziram menores alterações na superfície. Heliomolar Ro foi o material menos afetado independente do tipo de fluoreto utilizado.

Kula et al.⁴⁴, em 1997 realizaram um estudo *in vitro* a fim de comparar o efeito da aplicação caseira tópica e profissional de fluoretos, no peso, resistência ao desgaste e aparência superficial de uma

RC contendo partículas de carga de bário, boroaluminosilicato e vidro. Foram confeccionados 50 corpos-de-prova com a resina Ful-Fil (Caulk) que possui partículas de vidro de bário boroaluminosilicato e sílica. A RC foi inserida em um molde metálico com 2,5 mm de altura e 18 mm de diâmetro e fotopolimerizada por 40 s com o aparelho Elipar (ESPE). Os corpos-de-prova foram polidos e armazenados em água destilada, a 22-24°C. Foram formados 5 grupos controle contendo 10 corpos-de-prova cada, que foram secos, pesados individualmente e imersos em 0,5% FFA; 1,1% NaF; 0,4% SnF₂; 1,23% FFA ou água por 6 min. Decorrido este período, os corpos-de-prova foram lavados com água destilada, secos e re-pesados. Este procedimento foi repetido por 10 vezes. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada até que fossem analisados. Foram realizados estudos de desgaste utilizando um aparelho automático formado por pino/disco, agindo por aproximadamente 30 h em cada corpo-de-prova. O pino agia em média com uma carga de 10 Mpa e os discos rotacionavam a 27 rpm. A profundidade do desgaste foi medida por 2 sondas de pontas de rubi ligadas a transformadores. Seguindo os estudos de desgaste, as superfícies dos corpos-de-prova foram visualmente avaliados utilizando o MEV. As mudanças no peso foram analisadas utilizando o teste estatístico ANOVA e teste de variação múltipla de Duncan ($p = 0,01$). Em seus resultados, observaram significativa diferença na perda de peso dos corpos-de-prova tratados com os diferentes agentes fluoretados: FFA 1,23% = FFA 0,5% > SnF₂ 0,4% > NaF 1,1% = água ($p \leq 0,0001$). Diferença significativa na profundidade de desgaste inicial (S_1) ocorreu nos seguintes corpos-de-prova: FFA 1,23% > NaF 1,1% = FFA 0,5% ($p = 0,04$). A análise por MEV permitiu observar trajetórias variáveis de desgaste na superfície dos corpos-de-prova. As superfícies dos corpos-de-prova fora da trajetória de desgaste foi suave para aqueles tratados com água ou com NaF; as superfícies fora da trajetória de desgaste dos corpos-de-prova tratados com FFA 1,23% mostraram extensiva perda de partículas de carga. A aplicação tópica de

FFA 1,23% causou extensa perda de partículas da RC, enquanto NaF 1,1% causou menores perdas. Embora diferenças estatisticamente significantes tenham sido detectadas após os testes de resistência ao desgaste, estudos clínicos fazem-se necessários para determinar o efeito dos fluoretos tópicos nas propriedades clínicas das RCs.

El-Badrawy et al.²⁵, em 1998, realizaram um estudo a fim de verificar o efeito do gel de FFA e neutro nos CIVMRs e compômero através da análise em MEV. Foram confeccionadas 75 cavidades de classe V com dimensões de 2x3x1,5 mm, em dentes permanentes extraídos. Estes foram lavados, secos e realizados preparos cavitários. A seguir, foram divididos em grupos com 15 dentes aleatoriamente escolhidos e restaurados com os materiais: Ketac-Fil (ESPE), Photac-Fil (ESPE), Fuji II LC (GC), Variglass LD (Caulk/Dentsply) e Vitremer (3M). Para todos os materiais estudados foram obedecidas as orientações dos fabricantes, e quando indicado, fotopolimerizados por 40 s utilizando o aparelho Heraeus (Kulzer). O acabamento e polimento foi realizado com pontas multilaminadas e discos de Sof-Lex (3M) e os corpos-de-prova foram posteriormente armazenados em água destilada por 24 h a 37°C. No grupo do Ketac-Fil a superfície da restauração foi protegida com o verniz indicado pelo fabricante (ESPE). Cada um dos grupos de materiais estudados foram posteriormente subdivididos em 3 subgrupos contendo 5 dentes cada: G1 - armazenado em água destilada para controle, G2 - tratado com fluoreto de sódio neutro 0,5%, Neutragel (Germiphene Corp.) e G3 - tratado com FFA 0,5%, Karigel (Lorvic). Os grupos tratados com gel fluoretado foram armazenados por 8 h diárias num total de 3 dias, o que equivale ao período de 1 ano e 4 min de uso diário do flúor. O flúor utilizado foi misturado a fim de manter o equilíbrio químico na superfície da restauração. No final do dia os corpos-de-prova eram removidos, lavados por 1 min, secos e armazenados em 20 ml de água destilada. No final do tratamento os corpos-de-prova foram metalizados e levados para

a análise em MEV (500x e 1000x) e as microfotografias avaliadas. O fluoreto de sódio neutro apresentou pequeno efeito na integridade superficial do CIVMR o qual apresentou maior resistência ao FFA em relação ao CIV convencional. Uma tendência de absorção de água e expansão foi observada no CIVMR, sendo particularmente evidente com o uso do gel de FFA e com menor magnitude quando utilizado o flúor neutro. Um padrão comportamental de erosão semelhante ao da resina composta foi encontrado ao se utilizar o compômero atribuindo a sua diferenciação dos materiais híbridos contendo uma preponderância de resina. O FFA apresentou efeito deletério em todos os materiais examinados, enquanto que um mínimo efeito foi observado com o flúor neutro comparado ao grupo controle.

Em 1999, Yip et al.¹⁰², avaliaram a rugosidade superficial de 8 materiais restauradores estéticos e a sua relação com a alteração de peso durante a liberação e captação de flúor. Foram confeccionados 5 corpos-de-prova para cada tipo de material restaurador testado: CIV - ChemFil Superior (Dentsply), Fuji IX (GC); CIV reforçado por metal - Ketac-Silver (ESPE); CIVMR - Fuji II LC (GC), Vitremer (3M), Photac-Fil (ESPE); compômero - Dyract (Dentsply) e resina composta - Z100 (3M). Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes, inseridos em moldes de Teflon de 3 mm de diâmetro por 2,7 mm de altura e pressionados por duas tiras de poliéster posicionadas sobre 2 placas de vidro. Foi utilizado o fotopolimerizador VCL 200 (Demetron) por 40 s nas duas extremidades dos materiais para a sua polimerização. Após 1 h de armazenagem em ambiente úmido, os corpos-de-prova foram pesados e armazenados em 2 ml de saliva artificial à 37°C. A solução de saliva artificial foi renovada com 6 h, 1 dia, 2 dias e então, semanalmente por 12 semanas. O peso dos corpos-de-prova e quantidade de liberação de flúor foi medida nos mesmos períodos nas primeiras 5 semanas, e então com 8 semanas e 12 semanas. Os corpos-

de-prova foram cobertos com 2 ml de gel de FFA 1,23% (John O-Butler) por 4 min e posteriormente lavados com água deionizada. Estes foram novamente armazenados em saliva artificial à 37°C. As soluções de saliva artificial foram trocadas seguindo o mesmo tempo citado acima e os mesmos períodos de troca foram utilizados para a mensuração do peso e da quantidade de flúor liberado durante as 12 semanas. Três corpos-de-prova tratados foram escolhidos aleatoriamente e um novo corpo-de-prova confeccionado a partir de cada material testado, e preparados para análise em MEV. Para a mensuração da rugosidade superficial, 2 corpos-de-prova de cada material testado foram escolhidos aleatoriamente e um novo corpo-de-prova foi confeccionado, sendo que a rugosidade superficial foi analisada por meio do aparelho Talysurf 10 Surface Roughness Tester. Os resultados permitiram observar que houve uma significativa perda de peso para todos os corpos-de-prova de CIVs após a aplicação do gel de FFA ($p < 0,01$) e que houve uma boa correlação (0,89 a 0,98) entre a perda de peso de cada CIV e pós liberação acumulativa do gel de FFA. A análise da rugosidade superficial e em MEV confirmaram o efeito erosivo do gel de FFA principalmente nos CIV convencionais. A análise da superfície mostrou ter uma tendência geral de aumento gradual da média de rugosidade da superfície da RC, para o compômero, para os CIVMRs, para os CIVs convencionais. Esta tendência tornou-se mais visível após a aplicação do gel de FFA, porém neste estudo, Photac-Fil (CIVMR) foi afetado na mesma extensão que os CIVs convencionais.

Abate et al.¹, em 2000, avaliaram a microdureza de diversas RCs e CIVs expostos a espuma de FFA. Quatro moldes de 6x2 mm foram preparados para cada um dos materiais restauradores estudados: resinas compostas - Filtek P 60 (3M), Silux Plus (3M) e Ariston pHc (Vivadent), compômero - F2000 (3M) e CIVMR - Vitremer Restorative (3M) e Ionofil Molar (Voco). Uma tira de acetato e uma lâmina de vidro foram posicionadas nos 2 extremos do molde e pressionadas, a fim de se

obter uma superfície lisa. Todos os materiais foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante e fotopolimerizados em 2 incrementos de 1 mm cada por 40 s com o aparelho XL 2500 (3M) equipado com uma ponta de fibra óptica de 7 mm de diâmetro. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada ou em Um-Minuto-Espuma de FFA (Oral-B flúor fosfato acidulado 1,23% com pH 3,5) a 37°C. Foram formados 5 grupos: **G1**- espuma de FFA por 7 dias, **G2** – espuma de FFA por 24 h, **G3** – espuma de FFA por 1 min, **G4** – água destilada por 7 dias, **G5** – água destilada por 24 h. A leitura da microdureza Barcol foi realizada em 3 diferentes pontos de cada uma das superfícies (superfície e base) imediatamente, após 1 min, 24 h e 7 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de perda de microdureza calculados de acordo com a expressão: (perda de microdureza (%) = $\frac{\text{microdureza inicial} - \text{microdureza final}}{\text{microdureza inicial}} \times 100$). Três fatores (material, tempo de armazenagem e profundidade) foram considerados para a análise estatística efetuada com a ANOVA e teste de Tukey. A perda de microdureza durante a aplicação do FFA foi de 42,6%; 23,71% e 16,96% com 7 dias, 24 h e 1 min de armazenamento, respectivamente. Quando armazenado em água destilada a perda de microdureza foi de 16,36% e 4,63% nos períodos de 7 dias e 24 h. A maior perda de dureza foi registrada com Ionofil Molar (34,13%) e Vitremer Restorative (31,65%); e os materiais F2000, Ariston pHc, Filtek P60 e Silux Plus não apresentaram diferenças estatísticas entre si. O tratamento com a espuma de FFA pode ser material dependente, sendo preferível sua aplicação por períodos menores a fim de reduzir os efeitos adversos.

Soeno et al.⁸³, em 2000 investigaram as alterações na superfície de RCs quando expostas ao FFA. Uma RC de micropartículas, Silux Plus (3M), e 4 híbridas, Clearfil AP-X (J. Morita); Lite-Fil IIA (Shofu); Palfique Estelite (Tokuyama); Progress (Kanebo) foram separadamente

tratadas com 2 agentes de FFA, Fluorident Gel (Premier Dental) e Floden A (Sunstar Corp.). Foram confeccionados 75 corpos-de-prova, sendo que para cada material foram realizados 15 corpos-de-prova. Um terço dos corpos-de-prova foi tratado com Fluordent Gel o outro terço com Floden por 30 min e o terço restante foi considerado como controle. Alterações superficiais da rugosidade foram determinadas com um analisador de superfície, e padrões de relevo foram observados usando um MEV. Os valores obtidos foram comparados utilizando o teste de ANOVA e de Duncan. Nas superfícies dos materiais resinosos híbridos contendo carga de macropartículas inorgânicas foram encontradas, geralmente, maiores rugosidades do que nas resinas microparticuladas apesar do tratamento com FFA. Os materiais de macropartículas inorgânicas em 2 dos compósitos híbridos demonstraram visível padrão de condicionamento gerados pela utilização do FFA.

Moura et al.⁶¹, em 2001, realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito de aplicações tópicas de flúor sobre a microdureza de 3 RCs com diferentes tamanhos e porcentagem de partículas de carga. Foram inseridas as resinas Durafill VS (Kulzer), Herculite XRV (Kerr) e Z100 (3M) em matrizes de acrílico com 5 mm de diâmetro e 2 mm de profundidade e fotopolimerizadas sob tira de poliéster (3M) de acordo com as instruções dos fabricantes. Posteriormente, os corpos-de-prova foram armazenados em um vidro âmbar, em estufa a $37 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 1 semana. Decorrido este período, 40 corpos-de-prova de cada material foram polidos em politriz com lixas d'água e discos de feltro. Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 5 grupos: 1 – sem tratamento (controle); 2 – FFA Nupro-Dentsply aplicado por 4 min; 3 – FFA aplicado por 16 min; 4 – Flúor Neutro Nupro-Dentsply aplicado por 4 min e 5- Flúor Neutro aplicado por 16 min. Com o auxílio de uma lâmina de bisturi os corpos-de-prova foram divididos em 4 quadrantes e levados ao microdurômetro equipado com diamante Vickers e carga de 100g com

30 s de permanência. Em cada quadrante foram realizadas 3 impressões na superfície da resina composta, perfazendo um total de 12 endentações. Foi utilizado o modelo estatístico de análise de variância paramétrico a 2 critérios fixos para a avaliação dos dados obtidos. Os resultados obtidos evidenciaram que a resina Durafill VS apresentou os menores valores de microdureza e esses não foram afetados pela aplicação tópica do flúor, seja neutro ou acidulado; a resina Herculite XRV apresentou valores intermediários de microdureza e esses foram reduzidos quando da aplicação do FFA, não havendo diferença quanto ao tempo de aplicação de 4 ou 16 min e a resina Z100 apresentou os maiores valores de microdureza, sendo que estes foram reduzidos quando da aplicação do FFA, e com o tempo de aplicação do flúor. O flúor neutro não alterou a microdureza das resinas avaliadas.

Pedrini et al.⁶⁹, em 2001, se propuseram a avaliar a atividade antimicrobiana do Vitremer e a adesão de *Streptococcus mutans* ATCC 25175 sobre a sua superfície, bem como a influência da aplicação tópica do flúor neutro e FFA sobre os parâmetros microbiológicos e as características ultramicroscópicas deste material. Foram confeccionados corpos-de-prova em uma matriz metálica com 5 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, utilizando o Vitremer (3M) manipulado de acordo com as instruções do fabricante. Foi posicionada uma placa de vidro sobre uma tira matriz e fotopolimerizado o material por 40 s. Os corpos-de-prova foram divididos para os ensaios de adesão de microrganismos e de atividade antimicrobiana e os demais corpos-de-prova armazenados em saliva artificial e utilizados após diferentes períodos de tempo de imersão em saliva artificial. Foi utilizada a cepa *Streptococcus mutans* ATCC 25175 em difusão em ágar Mueller-Hinton. Três corpos-de-prova foram posicionados equidistantemente na superfície do meio de cultura e incubados em condições de microaerofilia a 37°C por 48 h. Após este período, foi realizada a leitura dos resultados medindo-se o halo de

inibição do crescimento bacteriano. A fim de se determinar a atividade antimicrobiana do Vitremer, os corpos-de-prova foram armazenados em saliva artificial por 7 dias e os testes foram repetidos, com a realização de 10 repetições para os testes empregados. Após a armazenagem de 4 dias, em saliva artificial, os corpos-de-prova perderam a capacidade de inibir o crescimento do *Streptococcus mutans*, sendo submetidos ao tratamento com a aplicação tópica do gel FFA– Sultan Topex (DFL) ou neutro Nupro (Dentsply) por 1 min. A seguir, foram transferidos para as placas com meio de cultura, para avaliar a capacidade dos géis fluoretados devolverem a atividade antimicrobiana ao Vitremer. Foram realizados ainda, testes; imediatamente após a presa (Grupo 1), após 7 dias em saliva artificial (Grupo 2), após permanência em saliva artificial e gel de FFA (Grupo 3) ou gel neutro (Grupo 4), a fim de se verificar a adesão do *S. mutans* ao material. As alterações produzidas pelos géis fluoretados foram verificadas na análise em MEV. Empregando-se o teste de Kruskal-Wallis ($p < 5$) foi possível verificar que a atividade antimicrobiana do Vitremer foi temporária, mantendo-se por apenas 4 dias, e a aplicação do gel de flúor neutro e FFA não foi capaz de restabelecer a atividade antimicrobiana do material restaurador. Observou-se também que o *S. mutans* aderiu ao material restaurador testado sendo que a aplicação tópica do flúor não influenciou esta adesão. As características superficiais e retenção de placa não são significativamente modificadas, uma vez que os efeitos deletérios são proporcionais ao tempo de aplicação do flúor.

Em 2001, Turssi et al.⁹⁴, preocupados com a alteração morfológica da superfície dos CIVMR e dos compômeros frente à aplicação tópica do flúor, analisaram a influência da aplicação tópica do fluoreto de sódio (NaF) neutro e do gel de FFA, por 4 min, sobre estes materiais. Trinta corpos-de-prova cilíndricos padronizados foram aleatoriamente obtidos a partir de 2 CIVMRs, Fuji II LC Improved (GC) e

Photac-Fill Aplicap (ESPE) e de 2 compômeros, Dyract (Dentsply/ Caulk) e F2000 (3M), resultando num total de 120 corpos-de-prova. Após 1 semana, foi realizado o acabamento e polimento dos corpos-de-prova com discos de óxido de alumínio e realizado o tratamento da superfície com os géis de fluoreto, ou água destilada como controle. Estas manobras foram realizadas por 4 vezes, intercaladas a 8 ciclos de pH, ou seja, ciclos de des-remineralização, simulando elevados desafios cariogênicos. A avaliação micromorfológica da superfície foi realizada através de fotomicrografias realizadas por 5 avaliadores previamente calibrados. O teste de Kruskal-Wallis não mostrou diferença significativa entre o grupo controle e o grupo experimental do Fuji II LC Improved e Dyract. Já o Photac-Fil Aplicap mostrou menor alteração micromorfológica do que o grupo tratado com água destilada, ao contrário dos tratados com NaF neutro e FFA que não revelaram diferenças estatísticas entre si. Para F2000, não houve diferença estatística entre as superfícies tratadas com NaF neutro e água destilada, a maior degradação ocorreu com a aplicação do FFA. Os autores concluíram que ambos, os CIVMR e os compômeros mostraram comportamento irregular em relação a sua micromorfologia, quando submetidos à aplicação do FFA.

Yip et al.¹⁰³, em 2001, estudaram o efeito do FFA gel sobre a superfície de 8 materiais restauradores estéticos. Foram confeccionados corpos-de-prova de 3 tipos de CIVs; Chem Flex (Dentsply), Fuji IX GP (GC), Ionofil Molar (Voco), 4 compômeros; Compoglass F (Vivadent), Dyract AP (Dentsply), Freedom (SDI), F2000 (3M) e uma RC Ariston pHc (Vivadent). Estes materiais foram manipulados de acordo com as orientações dos fabricantes e inseridos em moldes cilíndricos de Teflon, com 3 mm de diâmetro por 2,7 mm de altura, pressionados por 2 tiras de poliéster posicionadas sobre 2 placas de vidro. Foi utilizado o fotopolimerizador VCL 200 (Demetron) por 40 s nas 2 extremidades dos materiais para a sua polimerização. Os corpos-

de-prova foram armazenados em saliva artificial a 37°C. A solução de saliva artificial foi renovada com 6 h, 1 dia, 2 dias e então, semanalmente por 6 semanas. Decorrido este período, os corpos-de-prova foram cobertos com 2 ml de gel de FFA 1,23% (John O-Butler) por 4 min e posteriormente lavados com água deionizada. Cada corpo-de-prova foi novamente armazenado em saliva artificial à 37°C e renovada da mesma forma a qual fora descrito anteriormente, pelo período de 6 semanas. Após 12 semanas, um novo corpo-de-prova de cada material foi confeccionado e realizadas as análises da rugosidade superficial e MEV. Observou-se que após a aplicação do FFA 1,23% por 4 min, a média das medidas de rugosidade superficial e análise em MEV de todos os materiais estudados resultaram em um significativo aumento da rugosidade, cujo efeito foi menos pronunciado para os 4 compômeros e para a RC. Os autores concluíram que o gel de FFA não deve ser aplicado rotineiramente nos materiais restauradores analisados neste estudo. As superfícies mais lisas têm o potencial de diminuir a susceptibilidade de adesão bacteriana, sendo que os compômeros e RC são materiais restauradores mais apropriados.

Os efeitos da aplicação tópica de fluoretos na microdureza da RC TPH Spectrum (Dentsply), de um compômero Dyract AP (Dentsply) e um CIVMR Reactmer (Shofu) foram estudados por Yap e Mok¹⁰¹, em 2002. Trinta corpos-de-prova de cada material foram confeccionados e armazenados em água destilada a 37°C por 1 semana. Estes foram aleatoriamente divididos em 5 grupos formados por 6 corpos-de-prova cada e tratados por 36h a 37°C com um dos seguintes materiais: água destilada, espuma de FFA 1,23%, gel de FFA 1,23% e gel de fluoreto estanhoso 0,4%. Os corpos-de-prova tratados foram subseqüentemente submetidos ao teste de microdureza Knoop com carga de 500 g por 15 s de permanência. Os resultados foram analisados usando o teste de ANOVA e teste de Scheffe ($p < 0,05$). Os efeitos da

aplicação tópica do flúor na microdureza superficial foi material dependente. Para todos os materiais, tratados com gel e espuma de FFA, foi encontrada significativa redução na microdureza da superfície quando comparado com o grupo controle. Valores de dureza Knoop (HK) após exposição ao gel de FFA foram consistentemente menores e variaram de 4,53 a 15,97 HK comparados aos valores de dureza Knoop do grupo controle que variaram de 32,88 a 47,47 HK. A microdureza superficial do compômero foi também significativamente reduzida após a exposição da espuma de flúor neutro. As RCs contendo bário boroalumínio silicato parecem ser mais susceptíveis ao efeito do FFA. Portanto, o uso da aplicação profissional tópica dos fluoretos, especialmente espuma e gel de FFA, podem em longo prazo, deteriorar a durabilidade de materiais restauradores a base de resina composta.

De Witte et al.²¹, em 2003, analisaram o efeito de aplicações da solução de NaF neutro sobre a rugosidade superficial de CIV convencionais - ChemFil Superior (Dentsply), Fuji Cap II (GC), Ketac-Fil (ESPE); CIV reforçado por metal - Hi Dense (Shofu); CIVMR – Fuji II LC capsule (GC), Photac-Fil (ESPE), Vitremer (3M); compômero – Dyract (Dentsply). Foram confeccionados 12 corpos-de-prova cilíndricos a partir de cada material estudado utilizando-se moldes de aço inoxidável. Desta forma, foi posicionada uma tira de poliéster sobre o material manipulado, de acordo com as orientações do fabricante, e fotopolimerizado com o aparelho Elipar (ESPE) quando necessário. Após a confecção dos corpos-de-prova, estes foram removidos do molde e armazenados em uma atmosfera de 85% de umidade relativa à 37°C por 14 dias. Os corpos-de-prova de cada material foram agrupados em 2 grupos de 6 espécimes cada, sendo que um grupo foi utilizado como controle e o outro para o estudo do efeito das aplicações de NaF. No grupo controle a solução aquosa foi renovada freqüentemente após a imersão inicial. Após 21 dias, de acordo com o esquema utilizado para o grupo controle, os corpos-de-

prova do grupo experimental foram imersos em uma solução de NaF 2% neutro. Após 1 h, sempre agitando a solução, os corpos-de-prova foram lavados, secos com papel, imersos em 25 ml de água e trocados seguindo o mesmo esquema estabelecido para o grupo controle. Este procedimento de fluoretação dos corpos-de-prova foi realizado por 4 vezes. Decorrido este período, a rugosidade superficial foi quantitativamente avaliada utilizando rugosímetro a laser de não contato. Em cada corpo-de-prova a superfície foi escaneada pelo rugosímetro e alguns corpos-de-prova do grupo controle e experimental foram metalizados e examinados em MEV. Os dados foram submetidos à análise estatística onde foi utilizado o teste-t e ANOVA. Exceto para o compômero, a rugosidade aumentou drasticamente para o grupo tratado com o flúor comparado ao grupo controle, a alteração superficial foi mais pronunciada para o CIV. Os autores concluíram que a rugosidade aparentemente é causada pela progressiva desintegração ou erosão química da matriz de polissais do CIVMR.

Dionysopoulos et al.²², em 2003, analisaram a resistência à dissolução, através do uso caseiro de 2 géis fluoretados, na integridade da superfície do CIV, compômero e restaurações de RC. Foram preparadas 75 cavidades de classe V em dentes permanentes extraídos com as dimensões de 2x3x1,5 mm. Estes dentes foram divididos em 5 grupos e restaurados com CIV - Fuji II (G.C), CIVMR - Vitremer (3M), compômero - Dyract (Caulk/ Dentisply) e F-2000 (3M), e RC - Z-100 (3M) seguindo as orientações do fabricante. Os materiais foram fotopolimerizados por 40 s com o aparelho Elipar Visio (ESPE). Foi realizado o acabamento das restaurações com pontas multi-lâminadas 7901 (SSW) e o polimento com discos de Sof-Lex (3M). Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada por 24 h à 37°C. Cada grupo de material restaurador foi subdividido em 3 grupos contendo 5 corpos-de-prova cada. Os subgrupos foram tratados com Nupto FFA

(1,23% FFA) (Dentsply), Nupto Neutro (2% NaF) (Dentsply) e água destilada (grupo controle) por 24 h, tempo equivalente a 1 ano e 4 min de aplicação diária. Os corpos-de-prova foram armazenados em recipientes contendo 20 ml de água destilada, e por 3 dias consecutivos. Os espécimes eram retirados diariamente, secos e colocados em 20 ml do gel fluoretado por 8 h. Durante o período de tratamento, os dentes armazenados no gel eram manualmente misturados à cada hora a fim de manter o equilíbrio químico na superfície da restauração. Decorrido este período, os corpos-de-prova foram lavados, secos e examinados em MEV. A imersão dos corpos-de-prova no gel neutro de NaF apresentou pequeno efeito sobre a integridade da superfície de todos os materiais testados. O FFA apresentou o efeito mais deletério dentre as 2 soluções estudadas em todos os grupos experimentais. O gel neutro NaF é preferido ao se utilizar para o tratamento diário caseiro em pacientes que possuam restaurações de CIV, CIVMR, compômeros e RC, sendo o uso do gel de FFA contra-indicado.

Em 2003, Garcia-Godoy et al.³³, avaliaram a rugosidade, microdureza e morfologia da superfície de CIVs quando expostos ao FFA. Foram utilizados os CIVs de alta viscosidade; Fuji IX GP (GC) e Ketac-Molar (ESPE), CIVMR; Vitremer (3M) e CIV convencional; Fuji II (GC). Todos os materiais foram manipulados de acordo com as especificações do fabricante e inseridos em um molde de Teflon com 6 mm de diâmetro e 3 mm de espessura. Foram confeccionados 14 corpos-de-prova para cada material e armazenados por 48 h em água a temperatura ambiente. Como parâmetro inicial foram realizadas as mensurações da perfilometria e microdureza knoop. Os corpos-de-prova foram divididos em grupos após a mensuração: **1** - a espuma de FFA 1,23% foi aplicada por 1 min, **2** - aplicação da espuma de FFA por 4 min, **3** – 4 aplicações de espuma de FFA 1,23% por 4 min, simulando 2 anos de tratamento (2 aplicações ao ano). Posteriormente, os corpos-de-prova foram lavados, secos e a

microdureza e a rugosidade superficial re-mensuradas. Os dados foram estatisticamente analisados utilizando o teste de ANOVA. O método de Newman-Keuls student e o teste de Bonferroni ($p=0,05$) foram utilizados para a comparação múltipla das médias. O MEV foi utilizado para avaliar os efeitos do FFA na micromorfologia da superfície dos materiais. Os resultados obtidos permitiram verificar que, em relação à rugosidade superficial, o tempo de aplicação da espuma do FFA não apresentou efeito estatisticamente significativo para o Ketac-Molar e Vitremer. Com o material Fuji IX GP exposto ao flúor por 1 e 4 min verificou-se menores valores de rugosidade do que após 2 anos de tratamento. Utilizando-se o Fuji II foi demonstrada rugosidade similar a dos grupos controle, de 1 e 4 min, porém maiores valores foram verificados após 2 anos de tratamento. Avaliando a microdureza dos materiais observou-se que; Fuji IX GP e Vitremer não apresentaram diferença significativa na microdureza após os diferentes tempos de aplicação, o Ketac Molar apresentou menor microdureza que os grupos controle, porém os grupos de 1 e 4 min apresentaram valores maiores após 2 anos de tratamento. O Fuji II demonstrou maior microdureza após 1 min do que aos 4 min e 2 anos, sendo que o grupo controle apresentou maiores valores que após 2 anos de aplicação da espuma de flúor. As observações ao MEV permitiram concluir que a micromorfologia superficial não foi significativamente afetada com o uso da espuma de FFA Oral-B. O tratamento com a espuma de FFA pode ser material dependente, desta forma, é preferível aplicá-lo por curtos períodos de tempo (1 versus 4 min) a fim de se evitar os efeitos adversos.

Tanoure et al.⁹⁰, em 2004, se propuseram a avaliar se o tratamento com FFA afeta a estabilidade de cor da resina composta quando esta é exposta a agentes corantes. As resinas indiretas Cesead II (Kuraray) e Newmetacolor (Sun Medical) foram inseridas em um molde metálico com 8 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, prensadas

manualmente e polimerizadas laboratorialmente. Foram confeccionados 20 corpos-de-prova de cada material e após a polimerização, estes foram polidos com pasta de diamante, lavados com água destilada e secos, a fim de se determinar a correta cor dos corpos-de-prova. Estes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 h. Posteriormente, metade dos corpos-de-prova (n=10) foi colocada em uma solução de FFA (2g de fluoreto de sódio e 1,73g de ácido fosfórico) com pH de 3,2 a 3,8; por 4 min. Os corpos-de-prova foram lavados e secos e este procedimento foi repetido por 8 vezes para cada extremidade do corpo-de-prova (base e superfície). Uma solução de chá Day & Day (Mitsui Norin – Japão) foi preparada e os corpos-de-prova foram imersos ou em água destilada ou em chá à 37°C por 4 semanas, sendo que estas soluções foram trocadas freqüentemente, e em seguida a cor foi avaliada. Dez corpos-de-prova tratados e não tratados foram avaliados, destes, 5 estavam imersos em água e 5 imersos em chá. Uma pequena área com 3 mm de diâmetro foi conectada a um computador e os parâmetros de cor de cada corpo-de-prova expressos no CIE illuminat D65. A mensuração do croma foi calibrada no começo da sessão de mensuração a partir da calibração da cor branca fornecida pelo fabricante. Para avaliar a influência da solução de FFA os valores foram comparados após 4 semanas usando os testes de ANOVA e Sheffe. Os resultados obtidos permitiram observar que a diferença de cor de ambos os materiais quando imersos em chá foram significativamente influenciados pelo FFA ($p < 0.05$). A média dos valores colorimétricos das resinas tratadas com FFA e imersas no chá foi de $5,4 \pm 1,2$ e $4,5 \pm 1,3$; respectivamente, enquanto que a não tratada foi de $3,8 \pm 0,6$ e $3,0 \pm 0,1$, respectivamente. Quando imerso em água a cor dos materiais utilizados não foi alterada após o tratamento com FFA. Os autores concluíram que a cor de ambas as resinas testadas foram significativamente influenciadas após o tratamento com FFA quando imersas ao chá, indicando que a estabilidade de cor *in vitro* das resinas indiretas foi negativamente afetada pelas aplicações de FFA.

Benderli et al.⁹, em 2005, avaliaram a micromorfologia da superfície dos CIVMR e compômeros. Foram utilizados 2 CIVMR, Vivaglass liner (Ivoclar-Vivadent) e Vitrebond (3M ESPE) e 2 compômeros, Dyract Flow (Dentsply) e Compoglass Flow (Ivoclar-Vivadent) para a confecção de 20 corpos-de-prova cilíndricos com 5 mm de diâmetro e 3 mm de altura. Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante, inseridos em moldes cilíndricos em incrementos de 1,5 mm e fotopolimerizados por 40s. Os corpos-de-prova foram, então, divididos em 4 grupos experimentais: **GA** – grupo controle (água destilada); **GB** – aplicação de FFA gel 1,23% na superfície por 4 min e lavado com saliva artificial e armazenado a 37°C por 1 semana; **GC** – depois da aplicação do FFA gel 1,23% lavados com água e submetidos a um modelo dinâmico de ciclo de pH (simulando um alto desafio cariogênico) que consiste na imersão dos corpos-de-prova em 5ml de solução desmineralizante (ácido cítrico à 10%) por 6 h à 37%, lavagem dos corpos-de-prova com água deionizada e armazenagem em 5 ml de solução remineralizante (saliva artificial) por 17 h à 37°C. Este protocolo foi aplicado por 2 dias consecutivos e posteriormente os corpos-de-prova foram imersos em 5 ml de saliva artificial à 37°C por 1 semana; **GD** – antes da aplicação do gel de FFA, a solução tampão (0,2 M tampão de acetato, pH=7) foi aplicada na superfície dos materiais, sendo que os demais procedimentos foram os mesmos do que os realizados no grupo GC. A análise da micromorfologia dos materiais foi realizada através do uso do MEV, com um aumento de 2000 X. A avaliação da superfície foi realizada de acordo com o critério modificado de El-Badrawy et al.²⁵, 1998, onde a degradação das partículas de vidro e matriz resinosa foi avaliada atribuindo os escores: 0 = partículas e a matriz aparecem intactas, sem evidência de condicionamento, com as partículas de vidro embebidas pela matriz; 1 = moderada degradação com corrosão ou ligeira rachadura das partículas de vidro, a matriz resinosa mostrando uma

superfície irregular com partículas parcialmente sobressalentes; 2 = severa rachadura e corrosão das partículas de vidro, pouca ou nenhuma matriz ao redor das partículas e um considerável número de vazios na matriz. Os resultados demonstraram que no grupo GB todos os materiais exceto Compoglass Flow, no grupo GC todos os materiais mostraram um comportamento irregular. No grupo GD, severo efeito de irregularidade (score 2) foi observado na superfície do Vivaglassliner e Dyract Flow, e para os outros materiais, sinais compatíveis com escore 1. Moderada degradação foi observada somente com a aplicação do gel de FFA. A adição de ciclo de pH causou aumento nas alterações da micromorfologia na superfície de todos os materiais. O efeito da aplicação da solução tampão nas superfícies dos corpos-de-prova antes da aplicação do flúor, causou alterações de acordo com o material utilizado.

2.3 Sorção em resinas compostas

Bowen et al.¹¹, em 1982 mensuraram a contração de polimerização e expansão higroscópica de alguns materiais restauradores. Foram analisadas as RC comercializadas; Adaptic (Johnson & Johnson), Cervident (S.S.White) e Concise (3M) Nuva-Fil (L.D.Caulk) e experimentais, geradas a partir da manipulação de; BIS-GMA + TEGDMA, BIS-GMA +HEMA, BIS-GMA + Silano. Os materiais foram manipulados obedecendo às concentrações e especificações estabelecidas pelos fabricantes. Estes foram inseridos em um molde cônico com a altura de 0,488 cm e o diâmetro de 0,624 cm na porção mais profunda e 0,641 cm na superfície do molde. Uma matriz de poliéster foi utilizada sobre a superfície a fim de excluir a presença do oxigênio da atmosfera. Após a polimerização os corpos-de-prova foram removidos do molde, medidos com o auxílio de um microscópio, pesados e

armazenados em água destilada por 1 min. Posteriormente foram secos, e realizadas novas medidas e pesagens dos corpos-de-prova. Estes foram armazenados novamente em água destilada a $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e o seu peso e dimensões acompanhadas por 1 ano. Os autores verificaram que todos os materiais contraíram durante o processo de polimerização, aumentaram o peso e expandiram durante a imersão em água. Concluíram que as RCs podem ser formuladas para ter uma expansão higroscópica suficiente para compensar a contração de polimerização.

Soderholm et al.⁸², em 1984 estudaram a degradação hidrolítica de RC através do uso da espectroscopia de absorção atômica. Para cada uma das RC P-10 (3M), Profile (S.S.White), Class II (Dent-Mat) e Isopast (Vivadent) foram utilizadas 1g de pasta base e 1g de pasta catalizadora, inseridas em tubos de vidro com 50 mm de altura e 4mm de diâmetro e armazenadas em estufa a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24h. Posteriormente, foram removidas dos tubos e cortadas em 15 mm. Cinco corpos-de-prova de cada material foram armazenados em água destilada por 30 dias. Os corpos-de-prova foram analisados com o auxílio de um MEV equipado a um analisador radiográfico de energia dispersiva, e para avaliar a concentração de silício, estrôncio e bário foi utilizado um espectrofotômetro de absorção atômica. Os resultados confirmaram que a dissolução do silício nas diferentes RCs é fortemente dependente da composição das partículas de carga. Considerando a superfície total de carga das resinas compostas, verificou-se que quando havia quartzo, bem como, sílica pirolítica houve menos perda de silício do que quando as cargas de estrôncio e /ou bário estavam presentes. A correlação entre a dissolução e a formação de fendas na matriz parece existir para todos os materiais exceto para a resina microparticulada. Estas fendas foram explicadas como resultado da pressão osmótica exercida na interface matriz partículas devido à degradação hidrolítica da carga. Dentre os materiais avaliados, a resina microparticulada foi o material mais estável

quando submetido à ambiente úmido, em relação à formação de fendas, e estes achados são explicados pela composição, forma e estrutura das partículas.

Fan et al.²⁹, em 1985, estudaram as alternativas de interpretações dos valores de sorção, levando em consideração o conteúdo da matriz resinosa e o intervalo de tempo. Cinco corpos-de-prova com 20mm de diâmetro e 1mm de espessura foram confeccionados para cada grupo, utilizando as RCs Finesse (L.D. Caulk); Penetron MFR (Penetron) Silar (3M); Concise (3M) Simulate (Kerr); Vytol (L.D.Caulk); Delton (Johnson & Johnson). Os valores de sorção de água foram obtidos após 1, 7 e 30 dias. A sorção de água foi calculada através dos dados de mg/cm^2 , porcentagem de peso e mg/g da matriz orgânica, e a solubilidade foi calculada com os dados de mg/g da matriz orgânica. Os resultados de sorção de água para as RCs e resinas sem carga foram mais similares após os 30 dias quando expressos mg/g da matriz orgânica, do que os valores de mg/cm^2 ou porcentagem de peso. Quando considerados os valores de solubilidade, estes mostraram-se mais significativos que os de sorção. Concluiu-se que para os corpos-de-prova utilizados neste estudo, o efeito cinético de sorção de água pôde ser minimizado utilizando os dados obtidos após a imersão em água por 30 dias.

Oysaed e Ruyter⁶⁶, em 1986 se propuseram a avaliar a sorção de água e solubilidade, bem como a composição da carga e a degradação química em água das resinas compostas. As resinas compostas fotoativadas [P30 (3M), Occlusion (ICI), Ful-Fil (L.D.Caulk), Estilux Posterior L (Kulzer) e Heliomolar (Vivadent)] e as quimicamente ativadas [P10 (3M), Profile (S.S.White) e Isomolar (Vivadent)] foram utilizadas para a confecção de disco com 15mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Foi utilizado o aparelho de fotopolimerização Translux (Kulzer), por 40s, para os materiais fotopolimerizáveis. Os discos

confeccionados foram pesados, e, posteriormente, imersos em água destilada a $37 \pm 1^\circ\text{C}$. O peso foi mensurado após 7, 28, 56, 100 e 110 dias. A porção inorgânica das resinas compostas foi analisada por um espectroscópio de emissão óptica. Foram utilizadas as fórmulas; **[peso após imersão em água destilada menos peso padronizado da amostra seca, após imersão em água destilada dividido pelo volume da amostra (V)]** para avaliar a absorção de água; **(peso inicial padronizado da amostra seca menos peso padronizado da amostra seca, após imersão em água destilada dividido por V)** para avaliar a solubilidade. Os materiais com maior quantidade de carga tiveram uma menor sorção de água e solubilidade após 3 meses em água a $37 \pm 1^\circ\text{C}$. Os resultados de emissão espectroscópica mostraram que o silício foi o elemento mais encontrado, e todas exceto na RC Profile, teve ambos os silício e estrôncio como elementos mais encontrados. Outros componentes registrados em quantidades de 5-10% foram bário, alumínio, zinco e zircônia. A separação dos íons inorgânicos de carga na água variaram dependendo da composição e tratamento das cargas.

A sorção de água e solubilidade de resinas compostas foram avaliadas por Ortengren et al.⁶⁵, em 2001, identificando, também, os monômeros decantados da matriz orgânica após o armazenamento em água. Os materiais resinosos Alcaglass (Ivoclar/Vivadent), C&B Cement (Bisco), Sono-Cem (ESPE), Targis (Ivoclar/Vivadent), TPH Spectrum (Dentsply), Vario-Link (Ivoclar/Vivadent) foram utilizados neste estudo. Estes materiais foram inseridos em um molde de aço inoxidável, com as dimensões de $15 \pm 1\text{mm}$ de diâmetro e $0,5 \pm 1\text{mm}$ e fotopolimerizados por 40s com o aparelho Optilux 400 (Demetron). Os testes de sorção de água e solubilidade foram realizados durante os tempos de armazenamento de 4h, 24h, 7d, 60d e 180d. Após a armazenagem, a sorção de água e solubilidade das resinas compostas foram determinadas através da utilização das mesmas fórmulas apresentadas no estudo de Oysaed e

Ruyter, em 1986. A decantação dos monômeros foi analisada através da Cromatografia Líquida de Alta Execução. Os resultados demonstraram um aumento na sorção de água até que se atingisse um equilíbrio para a maioria dos materiais avaliados. A solubilidade dos materiais testados revelou variações, entre o decréscimo e aumento de massa. A RC influencia o grau de sorção de água e solubilidade das resinas compostas. A análise da Cromatografia Líquida de Alta Execução dos componentes decantados revelou que o TEGDMA (trietileno glicol dimetacrilato) foi o principal monômero liberado. A máxima concentração de monômero decantado foi observado após 7 dias. Durante o período teste houve a liberação de monômeros UDMA (uretano-dimetacrilato) e Bis-GMA (Bisfenol-A glicidilmetacrilato) em menor quantidade, porém não foi observada a liberação somente do bisfenol-A.

Lagouvardos et al.⁴⁸, em 2003 estudaram a sorção de água nas RC, Solitaire (Kulzer) e Wave (SDI) e em um compômero, F2000 (3M) através de medidas do equilíbrio de sorção isotérmica (ESI) e dinâmica de sorção (DS). Corpos-de-prova com 12 mm de diâmetro e 2 mm de espessura foram confeccionados a partir da inserção do material em um molde plástico. Na superfície do molde foram posicionadas uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro e os materiais polimerizados com o aparelho Visilux 2 (3M). A absorção de água dos corpos-de-prova foi calculada através da fórmula: **(peso após imersão em água destilada menos peso da amostra seca dividido pelo peso após imersão em água destilada multiplicado por 100)**. A mobilidade molecular destes materiais foi estudada através das medidas de Espectroscopia de Relação Dielétrica e de Corrente de Despolarização Simulada Termicamente. A partir dos resultados obtidos, as medidas do ESI indicaram que quando atingido o equilíbrio, a água é molecularmente distribuída entre os materiais restauradores e o efeito nas áreas hidrofílicas é insignificante. A absorção de água é maior na RC que no

compômero. A difusão dos coeficientes de água são aproximadamente $1 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$ na resina composta. A mobilidade molecular aumenta com a hidratação como sugerido nas medidas preliminares de Espectroscopia de Relação Dielétrica e Corrente de Despolarização Simulada Termicamente. As medidas dielétricas detalhadas são capazes de fornecer importantes informações para o entendimento, em nível molecular, da degradação induzida pela água em materiais restauradores.

Já Sideridou et al.⁸¹, em 2003 analisaram a sorção de água, solubilidade e módulo de elasticidade (medida da flexibilidade da rede resinosa) de RCs fotopolimerizáveis confeccionadas a partir de Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA e misturas destes monômeros, a fim de se analisar a estrutura química da RC nas propriedades físicas. Além das resinas composta Z100 e Z250 (3M), 9 misturas com os monômeros Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA foram realizadas. Foram confeccionados corpos-de-prova a partir da inserção dos materiais em moldes de alumínio com 12 mm de diâmetro e 1 mm de espessura. Estes foram fotopolimerizados por 200 s utilizando o aparelho fotopolimerizador XL 3000 (3M). Foram utilizadas as formulas mencionadas nos estudos de Oysaed e Ruyter, em 1986, para o cálculo da sorção de água e solubilidade. O teste do módulo de elasticidade foi determinado a partir de corpos-de-prova retangulares com 2x2x70 mm que após posicionados uma força foi aplicada promovendo a deflexão dos corpos-de-prova. Verificaram que o Bis-GMA conduz a formação de uma rede orgânica mais rígida, que absorve menos água que as resinas com TEGDMA, porém absorve mais água do que as resinas que contenham UDMA e Bis-EMA. Observaram, também, que a substituição do TEGDMA por UDMA e/ou Bis-EMA na copolimerização com Bis-GMA resulta em resinas compostas com maior resistência à flexão, menor sorção de água e maiores valores de solubilidade. A RC Z250 apresentou menor sorção de água e solubilidade que a resina Z100. Os autores concluíram que estas

diferenças nas propriedades das RC é resultado, provavelmente, da maior quantidade de partículas inorgânicas na resina Z250 e da diferente estrutura da matriz orgânica do material.

2.4 Ciclos de des-remineralização

Um estudo de erosão e absorção de água de materiais restauradores, nos meios neutro e ácido foi realizado por Crisp et al.¹⁷, em 1980. Foram estudados os CIVs ASPA I, II III e IV, cimento de silicato (Super Syntrex) e o cimento de policarboxilato de zinco (Durelon), sendo confeccionados 2 corpos-de-prova de cada material. Os cimentos foram espatulados, em placas de vidro a 23°C e 50% de umidade relativa seguindo as orientações do fabricante e colocados em moldes circulares de 20 mm de diâmetro e 1,5 mm de espessura. Cada molde foi coberto por uma placa de aço inoxidável e levada a um forno à temperatura de 37°C, 3 min após o início da espatulação e permanecendo à esta temperatura por 1 h. Posteriormente, os discos de cimento foram pesados (M_0) e armazenados em 50 ml de água desmineralizada a 37°C por 23 h. A solução foi guardada para análise química, e os corpos-de-prova foram secos e pesados (M_1). Os discos foram imersos por 6 dias em outros 50ml de água à 37°C. A solução foi novamente guardada para análise química e os discos pesados (M_7) como anteriormente. A subtração dos pesos final e inicial ($M_7 - M_0$) pelo período de 7 dias forneceu o valor de absorção de água. Os corpos-de-prova foram gentilmente escovados com uma escova de dente a fim de remover os resíduos perdidos, secos e pesados (M_{7E}). A subtração ($M_{7E} - M_7$) forneceu a quantidade de decomposição dos produtos insolúveis formados durante os 7 dias. Os discos foram, então, colocados em 50ml de ácido láctico-lactato de sódio solução tamponada (M/100, pH=4.0) por 24 h a 37°C. Decorrido este

período a solução foi removida e os discos foram lavados, secos e re-pesados (M_{A1}). Estes foram escovados, lavados, secos e re-pesados (M_{A1E}). A diferença entre ($M_{A1} - M_{7E}$) forneceram os valores de absorção de água do material quando armazenado em solução ácida por 1 dia, e, entre ($M_{A1} - M_{A1E}$) forneceu a quantidade de degradação dos produtos insolúveis formados durante o ataque ácido. Os corpos-de-prova foram armazenados em 200 ml de uma solução tamponada de lactato por 6 dias a 37°C e lavados, secos e pesados (M_{A7}). Em seguida foram escovados, pesados (M_{A7E}) e os valores de absorção de água foram novamente calculados. Os dados obtidos a partir dos pesos dos discos de cimento forneceram a soma da água absorvida mais a perda do material solúvel. Através da espectroscopia atômica de absorção realizou-se a análise química de metais, alumínio, cálcio, magnésio, sódio e zinco. A absorção inicial de água pelo CIV foi maior que a do cimento de silicato e cimento de policarboxilato de zinco, após 7 dias o cimento de ionômero de vidro absorve uma menor quantidade de água que os outros 2 tipos de cimentos estudados. A erosão dos produtos imersos na água pode ser dividida em solúveis (dissolução) e não solúveis (desintegração). O cimento de policarboxilato de zinco demonstrou menor dissolução inicial na água que os outros cimentos. Em condições ácidas, que são condições mais compatíveis às bucais, o CIV mostra a menor e o cimento de silicato a maior erosão. O cimento de policarboxilato de zinco apresentou a maior dissolução e o silicato a maior desintegração em solução ácida. Os autores concluíram que os produtos da erosão solúveis e insolúveis são formados, e a proporção de cada um depende da natureza do cimento e do teste aplicado. O CIV foi o menos afetado em soluções ácidas do que os cimentos de silicato e de policarboxilato de zinco.

Ten Cate e Duijsters⁹¹, em 1982, estudaram a perda e captação mineral em lesões artificiais de esmalte quando submetidos a

diferentes pHs. As superfícies vestibulares de incisivos bovinos foram regularizadas a fim de se obter uma superfície plana. Nestes corpos-de-prova foram produzidas lesões de cárie através do uso de soluções desmineralizantes. Por 10 dias as lesões foram submetidas a ciclos de pH e a fim de prevenir a exaustão ou saturação das soluções ou acumulação dos produtos na dissolução do esmalte nas soluções des-remineralizantes, estas foram trocadas freqüentemente. Nas trocas das soluções os corpos-de-prova de esmalte eram lavados por 10 s com água destilada e secos. Durante os períodos de ciclos de pH o efeito do intervalo de desmineralização (0, 3 ou 8 h por dia) e a presença de 2 ppm de flúor na solução remineralizante foi avaliado. Cada grupo consistiu em ao menos 4 corpos-de-prova de esmalte. O ganho e perda mineral foi monitorado e determinado através da alteração na concentração de cálcio, fosfato e flúor em cada solução des-remineralizante. Após os ciclos de pH cada lesão foi submetida a um segundo desafio desmineralizante por 14 dias. Esta segunda etapa foi realizada para determinar a concentração de flúor em função da profundidade da lesão. Esta avaliação foi realizada condicionando os corpos-de-prova em intervalos de 15 s com HClO_4 37%, e enxaguando-os em 1,0 ml de água destilada. A combinação das soluções de condicionamento e os utilizados para enxaguar os corpos-de-prova foram analisados quanto à concentração de cálcio, fosfato e flúor. Após secções transversais das lesões foram realizadas as mensurações da microdureza do corpo-de-prova e a análise da microradiografia em função da profundidade. Em todos os casos foi utilizada a espectroscopia de absorção atômica para a avaliação do cálcio; a absorvância óptica para a análise do fosfato e um eletrodo íon-seletivo para a verificação do flúor. Os resultados demonstraram uma diferença no mecanismo de remineralização contínua e os ciclos de pH (proporções de Ca/P). Com a presença do flúor, após algum tempo, havia a “contenção” de lesões de cárie. Os autores concluíram que estes

resultados estão de acordo com os achados clínicos de remineralização em áreas com fluoretação da água potável.

Baseados no fato de que as técnicas de análise da microdureza superficial e microradiografia do esmalte proporcionam uma excelente combinação para os estudos experimentais de cárie, Koulourides e Housch⁴², 1983, descreveram um estudo utilizado para avaliar os fatores envolvidos na des-remineralização do esmalte tanto intra-oral (*in vivo*) com extra-oral (*in vitro*). Foram utilizados corpos-de-prova de esmalte humano e bovino submetidos às condições que simulavam o desafio cariogênico, que ocorre na cavidade oral, pelo período de 1 semana e 1 mês. Para a realização dos testes intra-orais foram confeccionadas peças protéticas onde as superfícies de esmalte foram acopladas e assim, expostas as condições bucais. A avaliação *in vitro* foi realizada inserindo os corpos-de-prova em 20 ml de 0,01 M de ácido láctico a pH 4,0 em 5% de carboximetilcelulose a 37°C. A solução tampão foi parcialmente saturada com 3 mM de cálcio e 1,8 mM de fosfato e substância remineralizante. Posteriormente, realizou-se testes a fim de se verificar a alteração da microdureza knoop, incorporação do flúor, resistência ácida *in vitro* e características microradiográficas do desenvolvimento das lesões. A partir destas análises, foi possível verificar que no processo de remineralização, o esmalte parcialmente desmineralizado pode se tornar mais resistente que o esmalte original quando os fluídos bucais possuírem flúor em sua composição. Estes estudos experimentais com a análise da microdureza e de microradiografia confirmam as recomendações sugeridas em trabalhos clínicos da importância do flúor para o tratamento conservador de recentes lesões de cárie do esmalte.

Featherstone et al.³¹, em 1986, realizaram uma série de testes descrevendo onde; (1) utilizar os resultados dos experimentos *in*

vivo para o desenvolvimento da ciclagem *in vitro* do modelo de desmineralização e remineralização, a fim de mimetizar os resultados *in vivo*, e (2) utilizar este modelo des-remineralizante para analisar o efeito de baixas concentrações de flúor para o aumento da remineralização. Pacientes em tratamento ortodôntico foram utilizados para estudar a prevenção de cárie com o uso de dentifrício com fluoreto de sódio (1000 ppm F com NaF) e em combinação com bochechos de fluoreto de sódio (0,05 % de NaF) ou tratamento com aplicação tópica de FFA. A desmineralização foi avaliada em dentes extraídos após 1 mês de tratamento *in vivo*. Na análise reproduzida por um modelo cíclico *in vitro* de desmineralização foi utilizada uma solução contendo (2,0 mmol/l Ca, 2,0 mmol/l PO₄, 0,075 mol/l acetato, pH=4,3) por 6 h e solução remineralizante com saliva artificial contendo (1,5 mmol/l Ca, 0,9 mmol/l P, 150 mmol/l KCl e 20 mmol/l de tampão de cacodilato (pH= 7) por 17h por 14 dias. Foi realizado também um tratamento diário por 5 min com flúor. Os autores verificaram que o uso somente de dentifrícios de NaF permitiu a perda mineral de somente 5 -15 % para a profundidade de 75 µm, na região adjacente aos braquetes ortodônticos. O uso diário destes dentifrícios em combinação com o bochecho de NaF forneceram completa proteção contra desmineralização. O dentifrício com NaF (1000 ppm F) e um dentifrício com monofluorofosfato de sódio (MFP) (1000 ppm F) aumentaram dramaticamente a remineralização. O dentifrício de NaF produziu significativamente melhor proteção que o dentifrício com MFP. Um dramático aumento na remineralização foi observado, com o resultado sendo dependente da concentração de flúor. Estes estudos corroboram com o conceito de que a aplicação freqüente (diária) de produtos com baixa concentração de flúor auxiliam no controle de cáries. A presença contínua de baixas concentrações de flúor em toda a saliva parece inibir efetivamente a desmineralização e aumentam a remineralização, mesmo nos casos de alta susceptibilidade à cárie.

Serra e Cury⁷⁹, em 1992 avaliaram as diferenças no início e progressão de lesões de cárie em volta das restaurações de esmalte. Foram utilizados 21 pré-molares hígidos, limpos e armazenados em solução salina após a extração. Duas cavidades circulares com 2 mm de diâmetro e 2 mm de profundidade foram preparadas no terço médio da face palatina. Foi realizado um bisel longitudinal entre os 2 preparos e cada metade da coroa foi aleatoriamente restaurada ou com a RC Herculite (Kerr) ou CIV Ceram-Fil (DFL), seguindo as especificações do fabricante. Após a realização das restaurações, foi realizado o acabamento e polimento com discos Sof-Lex (3M) e todos os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C com 100% de umidade relativa por 24 h. Cada metade da coroa foi coberta com cera n.7, exceto a área compreendida à restauração e a 1 mm de esmalte hígido ao redor da restauração. A indução de lesões “tipo cárie” foi realizada através de um modelo dinâmico de simulação de des-remineralização em condições *in vivo* de alto índice de cárie. Após o ciclo de des-remineralização cada metade da coroa foi seccionada longitudinalmente pelo centro da restauração, obtendo 2 espécimes de cada metade de coroa (um da porção central e outro da porção mesial ou distal do dente). Os corpos-de-prova obtidos da porção central foram embutidos em resina acrílica, de forma que a porção seccionada da restauração e da lesão ficassem expostas. Os corpos-de-prova foram polidos em politriz e levados ao microdurômetro com diamante Knoop com 20 g de carga por 30 s de permanência. Foram realizadas 12 endentações no esmalte em diferentes distâncias da parede oclusal do preparo, tanto no sentido vertical como horizontal ao esmalte subjacente. Para análise estatística foi utilizado teste de ANOVA e Tukey. A presença de restaurações de CIV interfere na formação da progressão das lesões “tipo cárie” no esmalte, mesmo em condições em que são simulados altos desafios cariogênicos. O uso da resina composta não previne o desenvolvimento de cáries artificiais no esmalte adjacente à restauração, sugerindo que se deve adotar medidas

preventivas adicionais. A indicação do CIV como material restaurador recebe uma importância particular na prevenção de cárie secundária, principalmente em pacientes com alto índice de cárie.

Asmussen³, em 1984, estudaram o efeito do etanol e ácidos orgânicos predominantes da placa bacteriana em polímeros à base de BISGMA. Polímeros originados a partir de aminas e peróxidos contendo misturas de BISGMA e TEGDMA. Em um grupo (G1) foi obtido misturas de monômeros BISGMA-TEGDMA contendo 20, 30, 40, 50 ou 70 mol% de TEGDMA. Em outro grupo (G2) de misturas de BISGMA-TEGDMA foi utilizado um conteúdo constante de 50 mol% TEGDMA, porém com diferença no sistema catalítico. Quantidades iguais de amina e peróxido contendo monômero foram misturadas a fim de produzir corpos-de-prova em forma de discos. Os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C por 7 dias e posteriormente desgastados até obter um diâmetro e espessura finais de 15 mm e 1,8 mm, respectivamente. Os corpos-de-prova foram armazenados em água desmineralizada por 37°C por 2 a 3 semanas onde posteriormente foi realizada a leitura da microdureza Wallace. Em um dos grupos (G1) os corpos-de-prova foram armazenados em etanol, ácido acético (100%), ácido propiônico (100%) ou ácido láctico (90%). No outro grupo (G2) o efeito dos componentes plastificante foi analisado, utilizando uma base de polímeros em uma mistura de TEGMA e armazenando os corpos-de-prova em uma mistura aquosa de etanol ou ácido acético nas concentrações de 100, 50, 25 ou 10% por volume. Após 1 e 2 dias os corpos-de-prova foram removidos das soluções e foi realizada a leitura da microdureza Wallace. Os corpos-de-prova foram re-colocados nas soluções e novas leituras foram realizadas após 1 e 5 dias de imersão. As soluções de etanol, ácido acético e ácido propiônico induziram uma diminuição da microdureza dos polímeros. A diminuição da microdureza foi mais pronunciada quando o polímero era originário a partir da mistura de monômeros, com baixo conteúdo de monômero

diluído. A diminuição da microdureza do polímero aumenta com o número de cadeias duplas não reagidas. Os achados deste estudo refletem na extensão de polimerização dos polímeros. Os autores concluíram que os ácidos orgânicos da placa podem influenciar a qualidade das restaurações de RC em relação ao desgaste e susceptibilidade de alteração de cor superficial.

Chadwick et al.¹³, em 1990, avaliaram o efeito de 3 meios de armazenamento na microdureza e desgaste de 3 RCs. Para cada uma das 3 RCs: Occlusin (ICI PLC), P-30 (3M) e FulFil (Dentsply), foram confeccionados, em moldes metálicos, 24 corpos-de-prova cilíndricos com 4 mm de diâmetro por 6 mm de profundidade para a avaliação do desgaste e 6 discos com 10 mm de diâmetro e 1,25 mm de profundidade para a avaliação da microdureza. Foram colocadas tiras de poliéster sobre os corpos-de-prova para a sua polimerização. Corpos-de-prova de amálgama foram também confeccionados com Amalcap (Vivadent), utilizados para determinar o fator de desgaste da RC quando comparado com as especificações da ADA. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 1 semana. Decorrido este período, a armazenagem, em longo prazo, ou seja, por 1 ano foi realizada utilizando-se 3 soluções: água destilada, solução tampão de lactato (pH=4,0) e solução tampão de citrato (pH=6,0). O pH destas soluções foi verificado a cada 2 dias, e trocado caso houvesse alguma alteração. O desgaste dos corpos-de-prova foi realizado colocando-os sobre uma máquina que rotacionava promovendo a abrasão da superfície e estes eram então pesados. A avaliação da microdureza foi realizada após 1 h, 1 dia, 1 semana, e com intervalos mensais de armazenamento pelo período de 1 ano. A leitura da microdureza foi realizada utilizando-se o aparelho de microdureza Vickers Leitz Miniload, aplicando 200 g de força por 20 s. Em cada disco foram realizadas 2 endentações na base e superfície dos corpos-de-prova e a média dos valores foi calculada. Não houve diferença

significante ($p > 0,05$) entre os valores de desgaste dos espécimes após 1 ano ou 1 semana de armazenagem em água destilada. Os corpos-de-prova de resina FulFil armazenados em citrato apresentaram maior desgaste que aqueles armazenados em água. Os outros materiais não foram afetados pela armazenagem nos meios de lactato e citrato. A redução na microdureza de alguns materiais não resultou no aumento dos valores de desgaste. Indicando que o efeito de diminuição de microdureza limita-se a uma fina camada superficial. Entretanto não significativa *in vitro*, este efeito deve provavelmente aumentar a taxa de desgaste *in vivo*, desde que o material amolecido se perca, expondo uma nova superfície para um ataque futuro, fator este que deve prejudicar a durabilidade em longo prazo por deteriorar a sua resistência à abrasão.

Featherstone e Zero³², em 1992, documentaram um modelo *in situ* que foi desenvolvido para ser utilizado simultaneamente para avaliar a inibição da desmineralização e aumento da remineralização ou a inversão deste fenômeno. Este modelo *in situ* foi desenvolvido combinando as experiências de diversos estudos. A partir de molares humanos hígidos recém-extraídos foram “pré-formadas” *in vitro*, lesões “tipo-cárie” imergindo os corpos-de-prova de esmalte de 3x2x2 mm por 5 dias em 40 ml de solução desmineralizante (0,1 mol/L de acetato, 0,1 mmol/L cálcio e fosfato, e 0,1 mol/L flúor) a 37°C, pH 5,0. Foi confeccionado um aparelho removível onde foram inseridos os corpos-de-prova de esmalte hígido e esmalte com lesões de cárie. Posteriormente, 5 pacientes do sexo masculino, com idade média de 39,2 anos foram recrutados para o estudo. Desta forma, diversos critérios foram avaliados nos pacientes a fim de padronizá-los para a execução do estudo. Os corpos-de-prova permaneceram na boca dos pacientes por 2 ou 4 semanas para avaliação. O desafio desmineralizante foi controlado pela imersão dos corpos-de-prova, extra-oralmente, em aplicações diárias de sacarose. Os corpos-de-prova foram, também, expostos aos produtos da

alimentação. Todo o fluxo salivar (não estimulado), placa acidogênica, e o flúor da saliva foram monitorados durante o período dos testes. No final dos testes, as fatias de esmalte foram analisadas quanto a sua alteração mineral, microdureza knoop e microradiografia. Neste modelo, a desmineralização ocorreu no esmalte hígido e no esmalte com lesões pré-formadas de cárie quando na ausência de flúor. Este modelo diferenciou, também, o efeito da prevenção de cárie pelos sistemas de liberação do flúor no fluxo salivar e a aplicação tópica de soluções fluoretadas.

O estudo da alteração da superfície de RC e CIV em um ambiente de alto desafio cariogênico, foi realizado por Vieira et al.⁹⁶, 1999. Foram confeccionados 100 corpos-de-prova com 10,5 mm de diâmetro por 2 mm de espessura, utilizando-se como molde matrizes de teflon, perfazendo um total de 20 corpos-de-prova para cada material utilizado. Os materiais restauradores, CIV- Chelon Fil (ESPE), CIVMR – Vitremer (3M), compômero – VariGlass VLC (Caulk/Dentsply) e Dyract (DeTrey/Dentsply) e a RC Heliomolar radiopaque (Vivadent) foram manipulados de acordo com as especificações do fabricante e fotopolimerizados quando necessário. Após a confecção dos corpos-de-prova estes foram mantidos a 37°C e 100% de umidade relativa por 24 h. Posteriormente, os corpos-de-prova foram submetidos ao desafio cariogênico. Quinze corpos-de-prova de cada material foram submetidos à simulação de alto desafio cariogênico por 14 dias. Cada corpos-de-prova foi armazenado em 2 ml de solução desmineralizante a 37°C por 6 h e lavado com água deionizada antes de ser transferido para 2 ml de solução remineralizante a 37°C onde permaneceram por 17 h. A solução desmineralizante continha 2 mmol/L de fosfato e 7,5 mmol/L de acetato no pH 4,3, e a solução remineralizante foi supersaturada com fosfato de cálcio. Decorrido este período, as superfícies dos corpos-de-prova foram avaliadas e comparadas com as 5 demais que serviram como controle,

permanecendo 14 dias a 37°C e umidade relativa a 100%. Estes foram, então, metalizados, avaliados em MEV e as imagens registradas por eletromicrografias. Todos os materiais estudados sob a ação de alto desafio cariogênico apresentaram erosão superficial com características distintas, devido às suas diferentes composições, após serem submetidos à simulação *in vitro*.

Hicks et al.³⁸, em 2004, realizaram um estudo de revisão de literatura avaliando os fatores biológicos da cárie dental, na estrutura do esmalte e o processo de cárie na dinâmica de desmineralização e remineralização. A cárie dental é uma complexa doença que aflige uma ampla proporção da população mundial, independente do gênero, idade e etnia, porém a doença cárie tende a afetar mais indivíduos com um baixo nível sócio-econômico. As propriedades físico-químicas do mineral abrangendo a superfície do dente e sub-superfície modulam o desenvolvimento, interrupção e remineralização da cárie dental. A maturação pós-eruptiva da superfície de esmalte e exposição da superfície radicular são importantes para a fase mineral, sendo mais susceptível de serem modificadas pela incorporação de flúor solúvel da placa para hidroxiapatita dental. As reações químicas que ocorrem durante as condições acídicas quando os componentes minerais dissolvem (pH crítico) são determinadas pela super saturação de cálcio e fosfato na placa e saliva, bem como com a presença de flúor.

Pin et al.⁷¹, em 2005, avaliaram o efeito cariostático de materiais restauradores estéticos quanto a capacidade de reduzir a desmineralização do esmalte bovino. Cavidades padronizadas foram confeccionadas no centro de blocos de esmalte bovinos hígidos ou contendo lesões artificiais de cárie. Os corpos-de-prova foram restaurados

com CIV com alta viscosidade; Molar Ketac (3M), CIVMR; Vitremer (3M), compômero; Dyract AP (Dentsply) e RC (Z-250). Foram confeccionados 4 grupos correspondentes a fim de servir como controle. Todos os grupos, exceto aqueles confeccionados para servirem como controle, foram submetidos a ciclos de des-remineralização por 14 dias, simulando a situação de severo desafio cariogênico. Os corpos-de-prova foram colocados em uma solução desmineralizante (pH 4,3) (2,0 mM cálcio, 2,0 mM fosfato, 75 mM acetato, e 0,02% de preservante) por 6 h armazenadas a 37°C. Posteriormente, os corpos-de-prova foram lavados com água deionizada, secos e colocados em uma solução remineralizante (1,5 mM cálcio, 0,9 mM fosfato, 150 mM de cloreto de potássio, 20 mM de tampão e 0,02% de preservante) por 18 h a 37°C, perfazendo um total de 10 ciclos, realizados em 14 dias. Os blocos com as restaurações foram longitudinalmente seccionados. A perda mineral dos corpos-de-prova foi analisada através da mensuração da microdureza Knoop, avaliada em 3 diferentes distâncias a partir do preparo cavitário e em 8 diferentes profundidades em relação a superfície externa do esmalte. Através da análise estatística dos dados observou-se diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os grupos, porém nenhum dos grupos foi capaz de inibir completamente o aparecimento da cárie. No esmalte hígido o Vitremer demonstrou o melhor efeito cariostático. Um efeito cariostático intermediário foi observado com a utilização do material Ketac Molar no esmalte intacto ou desmineralizado e o Vitremer no esmalte desmineralizado. Z250 e Dyract AP não demonstraram nenhum efeito cariostático. A partir dos resultados os autores concluíram que o CIV demonstrou a melhor ação cariostática em relação aos demais materiais restauradores estudados.

Em um estudo de revisão de literatura Prakki et al.⁷³, 2005, analisaram a influência de diferentes meios de pH na degradação

das propriedades dos materiais à base de polímero. Os autores realizaram um estudo identificando na literatura médica e odontológica, dados gerais e específicos sobre a alteração de pH. Avaliaram os estudos laboratoriais publicados considerando o efeito dos diferentes meios de pH nas propriedades dos materiais à base de resina. Concluíram, assim, que a partir dos estudos laboratoriais, meios com pH ligeiramente baixo são aqueles para melhor imitar algumas das condições *in vivo*, mas o efeito parece ter desempenho lento. Se o propósito é acelerar a hidrólise da resina dental e produzir rápidas alterações microestruturais para avaliar o desempenho mecânico *in vitro*, uma alternativa apropriada seria o uso de meios bastante alcalinos ou bastante ácidos.

Através dos testes de microdureza Knoop Lund et al.⁵², em 2006, estudaram o comportamento das RC quando armazenadas em ácido láctico e água destilada. Foram estudadas as RC condensáveis Alert (Jeneric-Pentron), Solitaire 2 (Heraeus/Kulzer) e Surefil (Dentsply/Caulk) em comparação à resina composta microhíbrida Filtek Z250 (3M/ ESPE). A partir destas RC, 16 discos com 8mm de diâmetro e 2mm de espessura foram confeccionados e fotopolimerizados durante 40 s a 450mW/ cm² (XL 3000-3M ESPE) e polidos com lixas d' água de granulação decrescente (600 e 1200). Os corpos-de-prova foram submetidos a 5 leituras de microdureza knoop com carga de 50 g por 30 s. Foi realizada uma leitura inicial, após 24h de polimerização e armazenamento em uma solução de ácido láctico a 2% (pH 5,0) ou água destilada a 37°C e outra leitura após 30 dias de armazenamento. Através dos testes de análise de variância (ANOVA) e comparações múltiplas com teste de Scheffee's (p<0,05) foi observado que as resinas Alert e Surefil apresentaram diminuição de microdureza após armazenamento em água destilada (p=0,034), enquanto que a resina condensável Solitaire 2 não sofreu alteração no HK, tanto em ácido láctico (p=0,076) quanto em água

destilada ($p=0,830$). A resina microhíbrida Z250 não revelou diferença de microdureza quando armazenada em ácido láctico ($p=1,000$) ou água destilada ($p=0,999$). Conclui-se que as resinas condensáveis Alert e Surefil apresentaram diferença de microdureza em água destilada. A resina microhíbrida Z250 não demonstrou variação do seu HK nos meios estudados.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo desta pesquisa foi o de verificar o comportamento de resinas compostas quanto à sorção, microdureza e análise morfológica em MEV submetidas à:

- a) Simulação de desafio ácido e/ ou
- b) Aplicação tópica de soluções fluoretadas (flúor neutro ou flúor fosfato acidulado).

4 MATERIAL E MÉTODO

Foram confeccionados 93 corpos-de-prova em forma de pastilhas, utilizando resinas compostas fotopolimerizadas por fonte de luz halógena conforme passaremos a descrever detalhadamente.

4.1 Descrição da matriz

Foi utilizada uma matriz de aço inoxidável para a confecção dos corpos-de-prova. Esta matriz bipartida possui uma divisão central que permite a movimentação das 2 porções e que quando unidas formam na superfície 6 pequenas cavidades circulares com 5mm de diâmetro por 2mm de profundidade (FIGURA 1.a). Em sua base, há uma fenda que permite a colocação de uma lâmina de vidro para microscopia, utilizada com o objetivo de se obter pastilhas de resina composta com superfícies planas e polidas.

4.2 Confecção das pastilhas de resina composta

As resinas compostas selecionadas, Quadro 1, foram: microhíbrida com partículas esféricas, Estelite Σ (J Morita); microhíbrida com partículas irregulares, Z100 (3M), e nanoparticulada com partículas irregulares, Filtek™ Supreme XT (3M). Estas foram inseridas no interior das cavidades, em uma única porção (CUNHA et al.¹⁹, 2001), com auxílio de uma espátula antiaderente. Foram confeccionados 31 corpos-de-

prova, na cor A3, a partir de cada resina estudada, para a avaliação da microdureza e observação em MEV.

Quadro 1- Resinas compostas estudadas

RESINA COMPOSTA	NOME COMERCIAL/ FABRICANTE	MONÔMEROS DA MATRIZ*	COMPOSIÇÃO*
Microhíbrida	Estelite Σ/ J Morita	Bis-GMA e TEGDMA	Carga: Sílica-Zircônio <i>71% de partículas inorgânicas em volume</i> Partículas esféricas Tamanho médio: 0,2 μm (variação de 0,1-0,3 μm)
	Z 100/ 3M ESPE	Bis-GMA e TEGDMA	Carga: Sílica-Zircônio <i>71% de partículas inorgânicas em volume</i> Partículas irregulares Tamanho máx.: 4,5 μm
Nanoparticulada	Filtek™ Supreme XT/ 3M ESPE	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA e Bis-EMA	Carga: Sílica-Zircônio <i>57,7% de partículas inorgânicas em volume</i> Nanopartículas irregulares (20 nm - agregados de 0,6 a 1,4 μm)

* Informações encontradas no folheto de instruções/informações gerais anexas ao produto, fornecidas pelo fabricante.

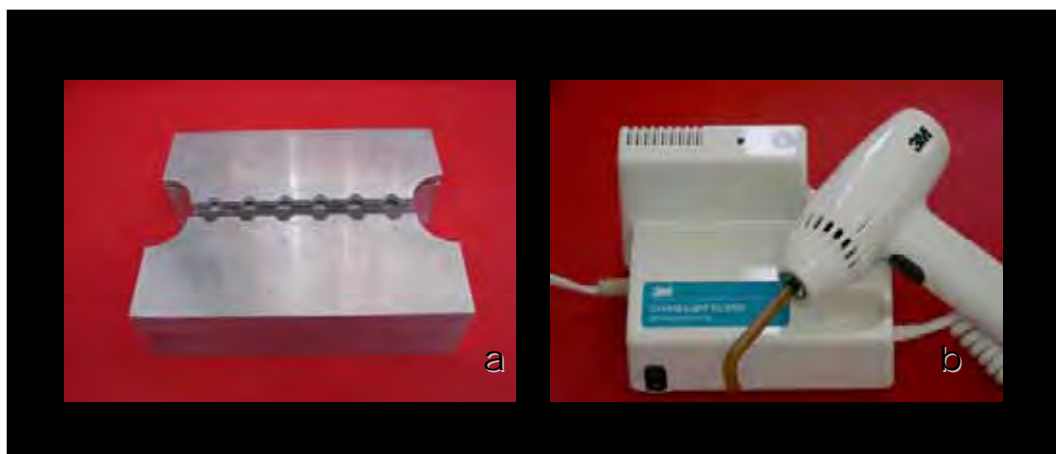


FIGURA 1 - Matriz metálica (a) e fotopolimerizador utilizados para a confecção dos corpos-de-prova (b).

Uma lâmina de vidro foi posicionada na fenda localizada na base da matriz e uma tira de poliéster posicionada sob outra lâmina de vidro foi inserida na superfície da cavidade do molde, preenchido pela resina composta (BOWEN et al.¹¹, 1982; LAGOUVARDOS et al.⁴⁸, 2003). Foram tomados cuidados para evitar a inclusão de bolhas de ar durante a inserção do material na cavidade a fim de obtermos uma superfície plana e uniforme do material, facilitando o registro da microdureza superficial.

O aparelho de luz halógena utilizado para a polimerização das pastilhas de resina composta foi o XL 3000 (3M Dental Materials) (FIGURA 1.b), com 550mW/cm^2 , medido pelo radiômetro Curing Radiometer Model 100 (Demetron Research Corporation – USA). A fotopolimerização foi realizada aplicando-se a ponta ativa do aparelho fotopolimerizador por 40 s sobre a lâmina de vidro.

As pastilhas confeccionadas com as resina compostas selecionadas apresentaram dimensões finais de 5mm de diâmetro e 2mm de profundidade (FIGURA 2.c). Desta forma, obteve-se a partir de cada resina composta estudada três grupos com 25 corpos-de-prova (FIGURA 3), que foram analisados isoladamente em microdurômetro (FIGURA 2.d) e 6 corpos-de-prova confeccionados para a análise em MEV (FIGURA 4).

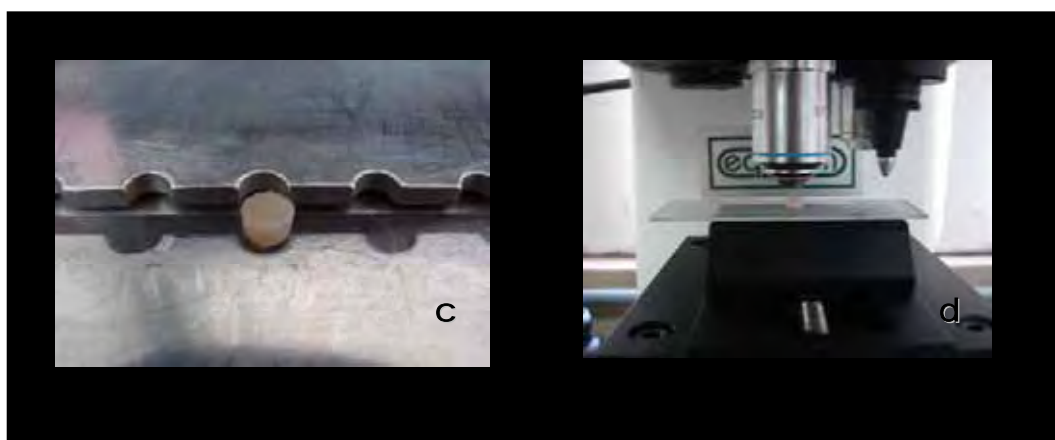


FIGURA 2 - Corpo-de-prova confeccionado a partir da matriz metálica (c) e análise em microdurômetro (d).

Após a confecção das pastilhas de resina composta, estas foram pesadas na Balança Digital (Mettler Toledo/ AB 2004, Switzerland) e os valores dos corpos-de-prova registrados em miligramas (mg).

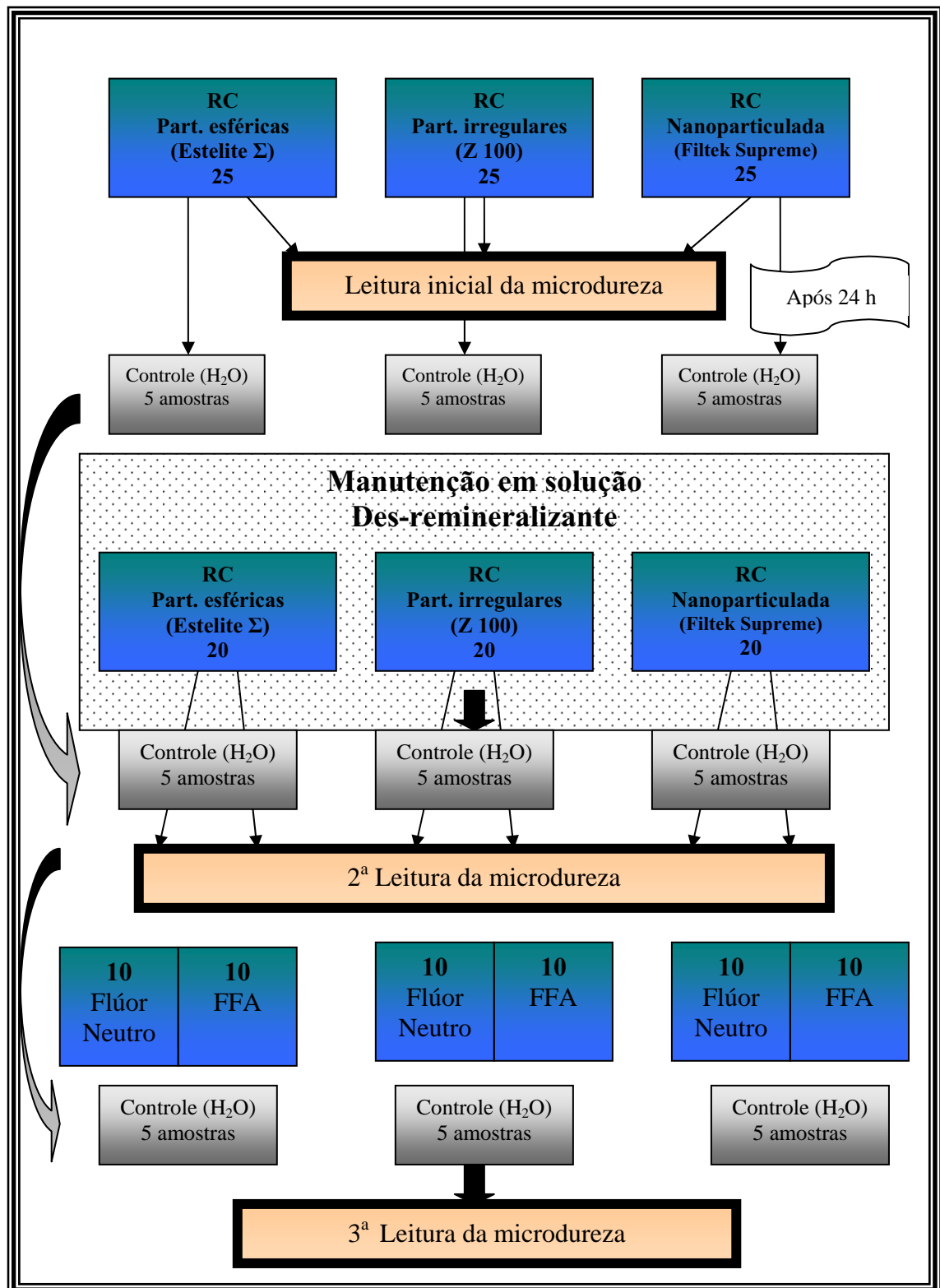


FIGURA 3 - Esquema do delineamento experimental da metodologia de microdureza

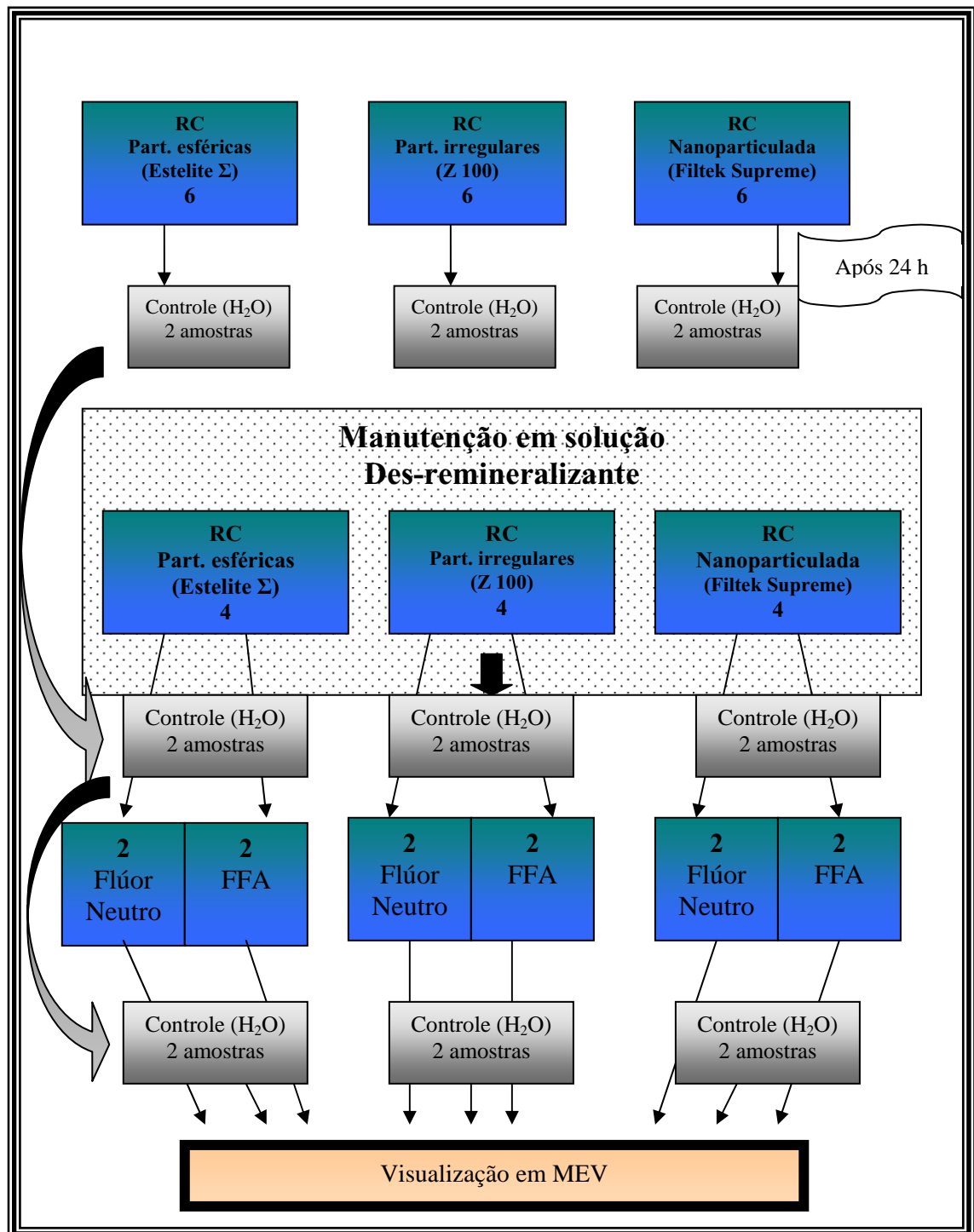


FIGURA 4 - Esquema do delineamento experimental da metodologia de MEV.

4.3 Armazenagem dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram mantidos em água destilada à temperatura ambiente, por 24h (CUNHA et al.¹⁹, 2001) em um recipiente plástico com paredes escuras a fim de evitar uma sobre polimerização do material pela iluminação ambiente. Decorridas às 24h, os corpos-de-prova foram secos, uma segunda medida do peso foi registrada.

Cinco corpos-de-prova, de cada resina composta analisada, permaneceram armazenados em água destilada durante todo o período de tratamento dos corpos-de-prova, servindo como controle para o teste de microdureza (FIGURA 3) e 2 corpos-de-prova armazenados para a análise morfológica em MEV (FIGURA 4).

4.4 Leitura em microdurômetro

Os corpos-de-prova devidamente identificados foram levados ao aparelho Microdurômetro Digital Vickers, modelo FM – Future Tech, equipado com diamante Vickers de forma piramidal (FIGURA 2.d). Para cada impressão utilizou-se uma carga de 50g, associada ao tempo de 15s de permanência. Foi mensurada a microdureza inicial da superfície dos 25 corpos de prova de resina composta, onde houve incidência direta da luz.

Os corpos-de-prova foram divididos em 4 quadrantes, delimitados com o auxílio de uma lâmina de bisturi. Em cada quadrante foram realizadas 3 endentações e obtida a média referente ao quadrante analisado (MOURA et al.⁶¹, 2001) (FIGURA 5).

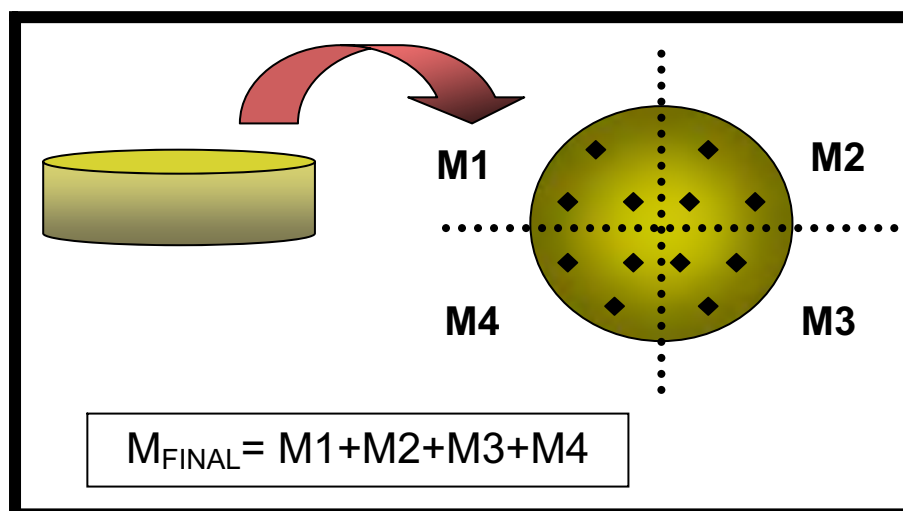


FIGURA 5 - Desenho esquemático da pastilha de resina composta, divisão em quadrantes e endentações realizadas.

Desta forma, a partir de 12 endentações realizadas, obteve-se a média da microdureza do corpo-de-prova (FIGURA 6). Os resultados de microdureza registrados foram analisados estatisticamente e as médias calculadas para cada grupo estudado.

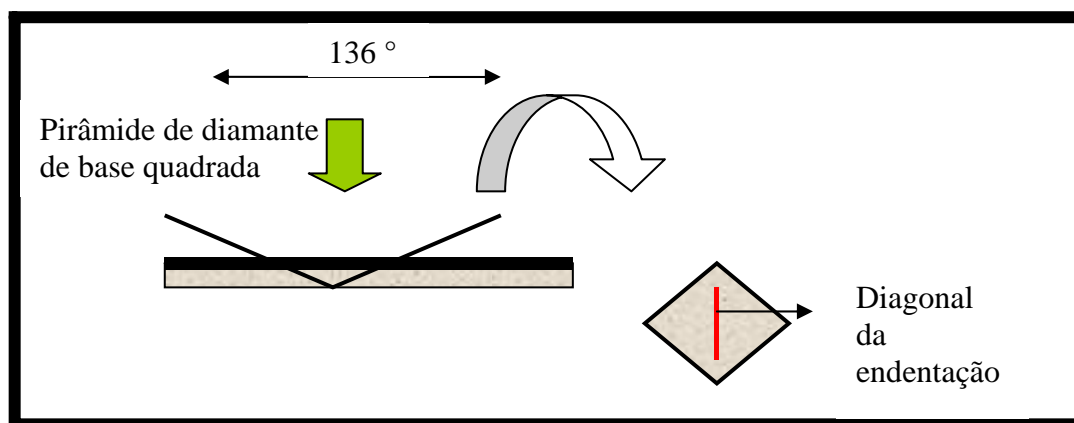


FIGURA 6 - Representação do ensaio de microdureza Vickers e diagrama esquemático da endentação

4.5 Manutenção em solução des-remineralizante

Posteriormente, realizou-se, através de um modelo dinâmico *in vitro*, a simulação de condições des-remineralizantes *in vivo* que ocorrem em pacientes com alto índice de cárie. Dos 31 corpos-de-prova confeccionados a partir de cada material, (FIGURA 3 e FIGURA 4) 24 destes permaneceram 6 h em solução desmineralizante e 18 h em solução remineralizante (Quadro 2), simulando ciclagens de pH de alto risco de cárie por 10 dias (TEN CATE e DUIJSTERS et al.⁹¹, 1982; SERRA e CURY⁷⁹, 1992; OKIDA et al.⁶³, 1997). Enquanto, 7 corpos-de-prova controle permaneceram armazenados em água destilada pelo mesmo período.

Durante o intervalo de trocas das soluções, estas foram enxaguadas em água corrente por 30s antes da imersão em uma nova solução. As soluções foram trocadas a cada ciclo, a fim de prevenir a exaustão ou saturação das soluções des-remineralizantes (TEN CATE e DUIJSTERS⁹¹, 1982). Os pHs das soluções desmineralizantes e remineralizantes foram conferidos a cada ciclo de imersão no pHmetro (Mettler Toledo/MP 220).

Quadro 2 - Soluções utilizadas para a simulação das condições de alto desafio cariogênico (des-remineralizante).

Solução Desmineralizante	Solução Remineralizante
2,2 mM de CaCl ₂	1,5 mM de CaCl ₂
2,2 mM de NaH ₂ PO ₄	0,9 mM de NaH ₂ PO ₄
0,05 M de ácido acético	0,15 M de ácido acético
pH ajustado de 4,5 com 1M da KOH	pH igual a 7,0

Após os 10 dias, os corpos-de-prova submetidos ao desafio ácido e os que permaneceram no grupo controle, foram secos e pesados pela 3ª vez e realizada nova leitura da microdureza.

4.6 Aplicação de soluções fluoretadas sobre a superfície e análise final em microdurômetro

Após a leitura da microdureza, os corpos-de-prova receberam a aplicação tópica do gel de fluoreto de sódio neutro, Top Gel (Vigodent.) e flúor fosfato acidulado (FFA) 1,23%, Top Gel Magic Kids (Vigodent) (Quadro 3). As soluções fluoretadas foram aplicadas com agitação a cada 12 min, por 48 min, sobre a superfície das pastilhas de resina composta na face onde houve exposição direta da luz halógena. Este procedimento foi realizado a fim de manter o equilíbrio químico do flúor conforme mencionado nos trabalhos de El-Bradrawy et al.²⁶, em 1993; El-Bradrawy et al.²⁵, em 1998 e De Witte et al.²¹, em 2003. O período de 48 min foi estipulado, simulando a condição de uso do FFA 1,23% num tratamento intensivo de prevenção durante um ano, ou seja, aplicações de 4 min por sessão, ao longo de 3 semanas com intervalos de 3 em 3 meses (GUEDES-PINTO³⁶, et al., 2000; CAMERON e WILMER¹², 2001; Mc DONALD e AVERY⁵⁶, 2001), resultando em um período final de 48 min/ ano. Desta forma, foi realizada a leitura final da microdureza a fim de obtermos os dados referentes à microdureza da superfície tratada com as soluções fluoretadas.

Quadro 3 - Géis fluoretados utilizados.

Solução Fluoretada	Nome comercial	pH (*)	Fabricante/ (Lote)
Fluoreto de sódio (neutro)	Top Gel	7.0	Vigodent S.A. (006/05)
FFA 1,23% Íon fluoreto (F ⁻) em veículo aquoso de ácido fosfórico a 0,1 Molar	Top Gel Magic Kids	3.6-3.9	Vigodent S.A. (002/07)

(*) dados fornecidos pelo fabricante

4.7 Análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV)

Em outros 4 corpos-de-prova, que foram submetidos aos ciclos des-remineralizante e ao tratamento com soluções fluoretadas (FIGURA 4), e em 2 corpos-de-prova armazenados em água destilada (controle) foi realizada a avaliação da morfologia superficial das resinas em MEV.

Estas pastilhas foram lavadas e limpas em aparelho de Ultrassom (Ultrasonic Cleaner – 1440 D, Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 10 min e secas em estufa $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24h.

Posteriormente, os corpos-de-prova foram levados ao aparelho metalizador Denton Vacuum – Desk II (serial n. 19539, NJ, USA) (FIGURA 7) formado por um cilindro de vidro composto por uma base para os *stubs* e na outra extremidade uma placa de ouro fixada, produzindo vácuo em uma atmosfera de argônio. As superfícies das pastilhas foram cobertas com uma fina camada de ouro servindo de anteparo aos elétrons, tornando a superfície condutora e permitindo a captação de imagens. Este procedimento realizado é conhecido como metalização ou *sputtering*. Desta forma, fecha-se o circuito, formando uma diferença de potencial entre a placa de ouro (cátodo) e a superfície dos corpos-de-prova (ânodo), suficiente para ionizar o gás dentro da câmara e originar uma “nuvem” violácea espalhando uma fina camada de ouro por toda a câmara inclusive sobre os corpos-de-prova, de espessura em torno de 100-200 Å em um período de 2 min de *sputtering*.

A obtenção das imagens foi possível através de um bombardeamento com um feixe de elétrons sobre a superfície dos corpos-de-prova, sob vácuo, gerando elétrons secundários emitidos por sua superfície e capturados por um coletor. Um sinal luminoso foi emitido, amplificado e convertido em um sinal eletrônico, permitindo a reprodução fiel ponto-a-ponto da superfície do corpo-de-prova.

Com a criteriosa análise dos corpos-de-prova, foram coletadas imagens através de um software específico acoplado ao MEV (*JSM-5310 Scanning Microscope* - Tóquio, Japão) (FIGURA 8) utilizando 20 KV de energia, permitindo a obtenção das fotomicrografias.

A avaliação da superfície foi realizada de acordo com a degradação das partículas inorgânicas e matriz resinosa através da atribuição de escores. Esta avaliação foi realizada de acordo com o critério modificado de El-Badrawy et al.²⁵,1998, onde a degradação das partículas de vidro e matriz resinosa foi avaliada atribuindo os escores: **0=** partículas e a matriz aparecem intactas, sem evidência de condicionamento, com as partículas inorgânicas embebidas pela matriz; **1=** moderada degradação com corrosão ou ligeira rachadura das partículas de vidro, a matriz resinosa mostrando uma superfície irregular com partículas parcialmente sobressalentes; **2=** severa rachadura e corrosão das partículas inorgânicas, pouca ou nenhuma matriz ao redor das partículas e um considerável número de vazios na matriz.

Foram realizadas fotomicrografias para análise comparativa dos resultados, avaliando as diferenças superficiais entre os grupos controle e experimentais.



FIGURA 7 - Aparelho metalizador Denton Vaccum – Desk II.



FIGURA 8 - Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) utilizado para a análise de superfície das resinas compostas.

4.8 Análise estatística

Os dados de peso e de microdureza obtidos são analisados e apresentados segundo as 2 variáveis em análise: variação do peso e resistência à penetração (microdureza) dos corpos-de-prova de resina composta.

A variação de peso dos corpos-de-prova foi a primeira variável estudada. Foram pesadas as pastilhas de resina composta (Estelite Σ , Z100 e Filtek Supreme) imediatamente após a confecção e após o armazenamento, em 2 diferentes meios [após manutenção em água destilada por 24h e após o desafio ácido (ciclos de des-mineralização)]. A variável em análise, alteração de peso foi calculada de forma percentual utilizando-se a fórmula (LAGOUVARDOS et al.⁴⁸, 2003):

$$(\% \text{ Ganho de Peso (GP)} = (\text{Peso Final} - \text{Inicial}) / \text{Inicial} \times 100)$$

Os resultados foram submetidos ao modelo estatístico da análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) e teste de Tukey (5%).

A segunda variável estudada foi a resistência à penetração (microdureza) dos corpos-de-prova de resina composta. Considerou-se, desta forma, como dado de análise, o valor médio das 3 leituras realizadas em cada quadrante obtendo-se posteriormente, a média total de cada corpo-de-prova (MOURA et. al.⁶¹, 2001). O cálculo do valor médio dos corpos-de-prova foi realizado após a leitura da microdureza em cada condições experimental proposta.

A análise estatística dos dados de microdureza foi efetuada em 2 partes; na primeira, foi considerada a influência do meio de alto desafio cariogênico nos diferentes tipos de resina composta, nanoparticulada e microhíbrida (partículas esféricas e partículas irregulares), e na segunda parte, a influência da aplicação tópica das soluções de flúor neutro e FFA.

Foram realizados os testes estatísticos (Minitab Inc., version. 14.1, 2004 e Statistix 8.0, Analytical Software, 2003) da análise de variância de medidas repetidas (ANOVA) para os dados de microdureza dos corpos-de-prova armazenados em diferentes meios e ANOVA (*Split-plot*) para os dados de microdureza dos corpos-de-prova submetidos às soluções fluoretadas. O estudo do efeito interação foi conduzido por meio do gráfico de médias e pelo teste de comparação múltipla de médias (teste de Tukey).

5 RESULTADOS

A análise dos dados obtidos será apresentada em partes onde serão analisados respectivamente os dados referentes à; **5.1-** alteração de peso dos corpos-de-prova (devido à sorção de água), **5.2-** a microdureza das resinas compostas após submetidas às diferentes condições experimentais. Para a visualização morfológica em MEV das resinas compostas após os tratamentos das superfícies e com caráter ilustrativo será apresentada a análise da morfologia superficial das resinas compostas após os tratamentos propostos.

5.1 Alteração de peso dos corpos-de-prova

A alteração dimensional dos corpos-de-prova de resina composta foi avaliada quando submetidas ao armazenamento em água destilada e submetidas ao desafio ácido.

A alteração de peso dos corpos-de-prova está expressa na, Tabela 1, considerando-se o tipo de resina composta, meios e tempo de armazenamento.

Tabela 1 - Média (\pm desvio padrão) dos dados de ganho de peso (%) das diferentes resinas compostas sob as condições experimentais de armazenamento em água destilada após 24h, após ciclo de des-mineralização (desafio ácido).

% Ganho de peso (GP) para as RC	Meio/ tempo armazenagem	Média \pm dp (%)
Estelite Σ^*	Água destilada (24h)	0,33 \pm 0,12
	Desafio ácido (10d)	0,40 \pm 0,16
Z100*	Água destilada (24h)	0,23 \pm 0,10
	Desafio ácido (10d)	0,40 \pm 0,12
Filtek Supreme*	Água destilada (24h)	0,18 \pm 0,09
	Desafio ácido (10d)	0,58 \pm 0,17

* n= 20

Para o cálculo da média e desvio padrão da porcentagem de ganho de peso dos corpos-de-prova nos períodos propostos empregou-se a seguinte fórmula:

$$\% \text{ Ganho de Peso (GP)} = (\text{Peso Final} - \text{Inicial}) / \text{Inicial} \times 100$$

Pode-se notar por meio da FIGURA 9, que, as resinas compostas apresentaram comportamentos diferentes em si, apresentando um ganho de peso (sorção de água) após 24h de armazenamento em água destilada e após serem submetidos ao desafio ácido (ciclos de des-mineralização).

Os grupos de corpos-de-prova confeccionados, servindo como controles, após os 10 dias de armazenamento em água destilada (período em que os corpos-de-prova tratados permaneceram sob o desafio ácido) apresentaram valores de ganho de água de $(0,41 \pm 0,11\%)$ para a Estelite Σ ; $(0,55 \pm 0,23\%)$ para a Z100 e $(0,47 \pm 0,13\%)$ para a resina composta Filtek Supreme.

Os valores médios de sorção, das resinas compostas, dos grupos controle não diferem estatisticamente dos valores médios dos corpos-de-prova dos grupos tratados (corpos-de-prova submetidos ao desafio ácido), conforme a aplicação do teste *t(Student)* de corpos-de-prova independentes*.

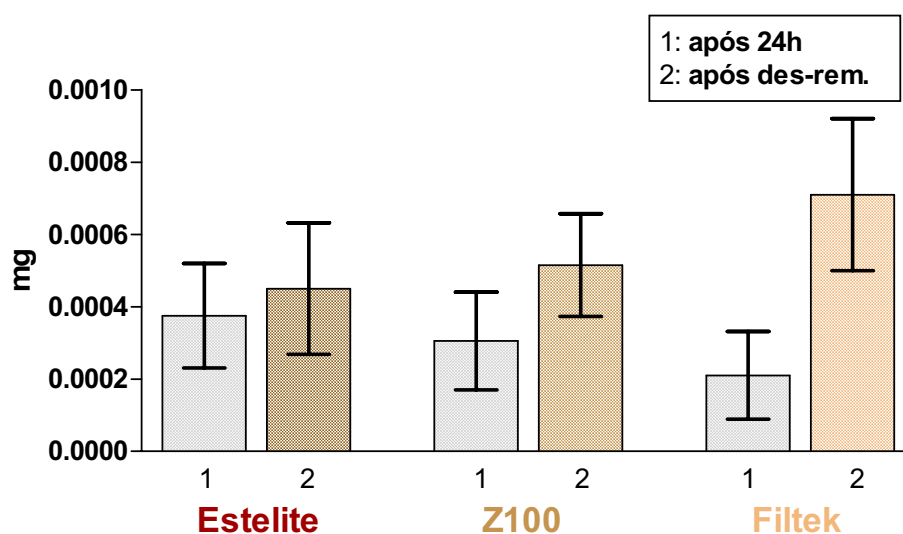


FIGURA 9 - Gráfico de colunas (média \pm desvio padrão) dos valores diferença de peso em relação ao valor inicial, segundo o tipo de resina composta e o tratamento realizado.

A fim de realizar a avaliação da influência dos 2 fatores estudados resina e meio (água destilada e desafio ácido) sobre o ganho

* Estelite Σ ($t = -0,16$; $gl = 8$; $p = 0,873$); Z100 ($t = -1,41$; $gl = 4$; $p = 0,231$); Filtek Supreme ($t = 1,58$; $gl = 7$; $p = 0,157$)

de peso dos corpos-de-prova, os dados (após transformação arco seno raiz quadrada da proporção¹) foram submetidos ao modelo estatístico ANOVA, de medidas repetidas (o fator meio é a medida repetida), Tabela 2.

Tabela 2 - ANOVA para os dados de ganho de peso obtidos a partir dos corpos-de-prova confeccionados.

Fonte de variação	gl	SQ	QM	F	p
Resina composta (RC)	2	0,0000111	0,0000055	2,88	0,0643
Resíduo I	57	0,0001097	0,0000019		
Meio (M)	1	0,0001334	0,0001334	92,21	0,0001*
RC x M	2	0,0000634	0,0000317	21,90	0,0001*
Resíduo II	57	0,0000825	0,0000014		
Total	119	0,0004001			

*p<0,05

Verificou-se na, Tabela 2, que o efeito interação foi significativo, indicando assim, que os valores médios que correspondem ao ganho de peso (mg), são maiores após o período de desafio ácido em todas as resinas compostas estudadas, sendo que a discrepância maior de sorção de água foi observada para a resina de nanopartículas (Filtek Supreme), seguida pelas resinas microhíbridas de partículas irregulares (Z100) e de partículas esféricas (Estelite Σ), respectivamente, como se pode observar na FIGURA 10.

¹ Para atender ao requisito de homocedasticidade (uniformidade dos valores resíduos do modelo).

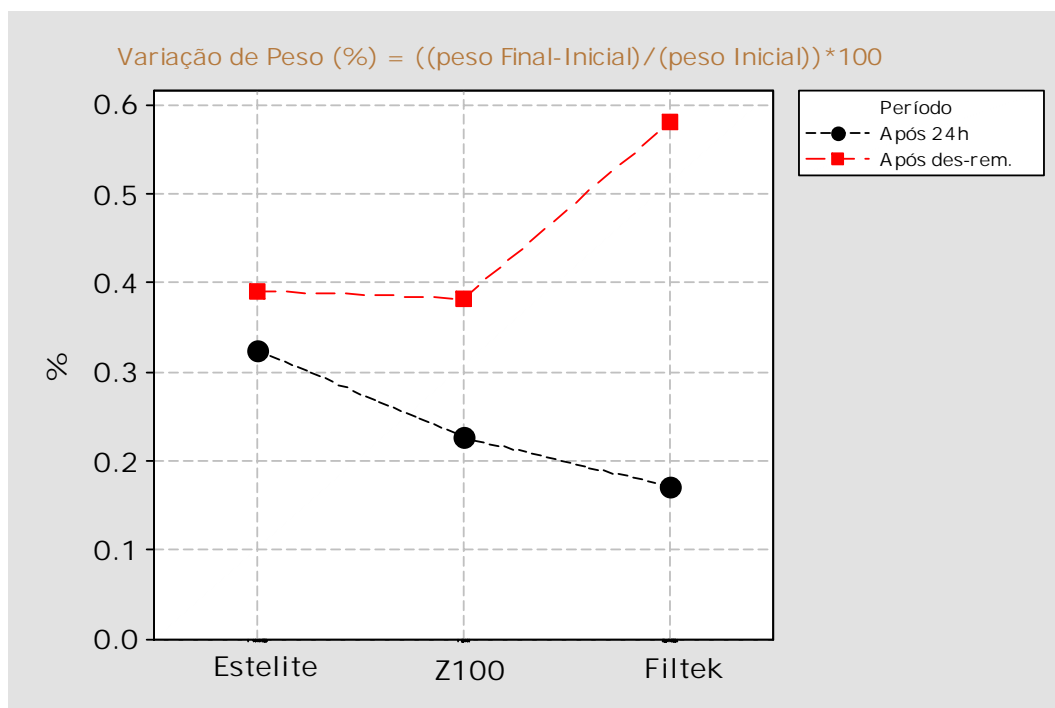


FIGURA 10 - Gráfico das médias ganho de peso (% GP) estabelecidas pelas variáveis: resina composta e meio de armazenamento.

Observou-se ainda, mediante Tabela 2, que o efeito principal **meio** (água destilada/ desafio ácido) foi estatisticamente significativo. Assim, o ganho de peso após desafio ácido (ciclos de des-mineralização) ($0,452 \pm 0,172$) é superior ao ganho de peso obtido após o armazenamento em água destilada ($0,241 \pm 0,125$). Quanto ao fator **resina composta**, por meio do teste ANOVA, Tabela 2, verifica-se que os níveis não diferem entre si.

Observa-se na FIGURA 10, que os valores médios que correspondem ao ganho de peso (%), são maiores após o desafio ácido em todas as resinas compostas estudadas, sendo que a discrepância maior de sorção de água foi observada para a resina de nanopartículas (Filtek Supreme), seguida pelas resinas microhíbridas de partículas irregulares (Z100) e de partículas esféricas (Estelite Σ), respectivamente.

Quando se comparam os valores médios das 6 condições experimentais, por meio do teste de Tukey (5%), Tabela 3, pode-se observar que há diferença significativa entre os valores médios de peso das resinas compostas quando submetida às diferentes condições experimentais.

Tabela 3 - Teste de Tukey (5%), comparação dos valores médios de ganho de peso (%) obtidos em 6 condições experimentais estabelecidas pelas 2 variáveis em estudo: resina composta e meio de armazenamento.

Resina	Meio	Média		Grupos Homogêneos			
Filtek	Desafio ácido	0,5817	0,7912*	A			
Estelite Σ	Desafio ácido	0,3921	0,7893		B		
Z100	Desafio ácido	0,3831	0,7892		B		
Estelite Σ	Água destilada	0,3252	0,7887		BC		
Z100	Água destilada	0,2272	0,7877			CD	
Filtek	Água destilada	0,1718	0,7871				D

* após transformação angular (arco seno)

5.2 Análise estatística: Microdureza

Considerando a influência das condições experimentais, meio de armazenamento, sobre os diferentes tipos de resinas compostas estudadas; Estelite Σ (microhíbrida, partículas esféricas), Z100 (microhíbrida, partículas irregulares) e Filtek Supreme (nanohíbrida, nanopartículas) foi realizada a análise estatística dos dados obtidos a partir da leitura da microdureza dos corpos-de-prova.

Além das condições experimentais de armazenamento em água destilada e simulação do desafio ácido, a leitura da microdureza das pastilhas de resina composta, foram ainda realizadas após a

aplicação tópica de soluções fluoretadas (flúor neutro e FFA) sobre a superfície destas.

A estatística descritiva dos dados obtidos nessas condições experimentais está apresentada nas tabelas mostradas a seguir (Tabela 4 e Tabela 5).

Tabela 4 - RESINAS COMPOSTAS - Média (\pm desvio padrão) dos dados de microdureza sob as condições experimentais de armazenamento em água destilada após 24h, após ciclo de des-remineralização e aplicação de flúor neutro.

Resinas	Armazenamento (média \pm dp)		
	Após 24h*	Após ciclo des-re*	Após flúor neutro *
Estelite Σ	38,70 \pm 3,71	39,40 \pm 3,17	37,40 \pm 2,63
Z100	95,70 \pm 1,70*	95,40 \pm 1,43	94,70 \pm 1,70
Filtek Supreme	60,70 \pm 0,95	59,40 \pm 1,65	58,60 \pm 1,65

* n =10 por célula

Tabela 5 - RESINAS COMPOSTAS - Média (\pm desvio padrão) dos dados de microdureza sob as condições experimentais de armazenamento em água destilada após 24h, após ciclo de des-remineralização e aplicação de FFA.

Resinas	Armazenamento (média \pm dp)		
	Após 24h *	Após ciclo des-re *	Após FFA *
Estelite Σ	37,70 \pm 1,06	37,60 \pm 1,17	35,70 \pm 1,89
Z100	97,30 \pm 1,49	97,20 \pm 1,48	86,00 \pm 2,00
Filtek Supreme	62,10 \pm 0,88	60,70 \pm 1,49	55,60 \pm 1,90

* n =10 por célula

Decorridos os 10 dias (período em que os corpos-de-prova tratados permaneceram sob o desafio ácido), os corpos-de-prova confeccionados para os grupos controle, ou seja, os que permaneceram somente em água destilada, apresentaram os valores de média e desvio padrão de $(36,00 \pm 1,63)$ para a Estelite Σ ; $(95,83 \pm 6,37)$ para a Z100 e $(61,83 \pm 1,33)$ Filtek Supreme.

Quando comparados os valores obtidos nos grupos controle (corpos-de-prova em água destilada) e tratados (corpos-de-prova submetidos ao desafio ácido), verifica-se que apenas a resina composta Z100 não apresenta diferença estatisticamente significativa** entre estes dois meios de armazenamento. Porém, nos grupos em que foram utilizadas as resinas compostas Estelite Σ e Filtek Supreme os resultados de microdureza variaram significativamente quando submetidos ao desafio ácido em comparação ao armazenamento apenas em água destilada, conforme a aplicação do teste t (*Student*) de corpos-de-prova independentes.

Avaliando-se cada uma das resinas compostas estudadas podemos observar a partir das figuras ilustradas abaixo a distribuição da média e do desvio padrão das resinas compostas de microhíbrida-partículas esféricas (Estelite Σ), FIGURA 11, microhíbrida-partículas irregulares (Z100), FIGURA 12, e nanohíbrida-nanopartículas (Filtek Supreme), FIGURA 13.

** Estelite Σ (t = 2,72; gl = 9; p = 0,024); Z100 (t = 0,23; gl = 4; p = 0,827); Filtek Supreme (t = -2,53; gl = 7; p = 0,039)

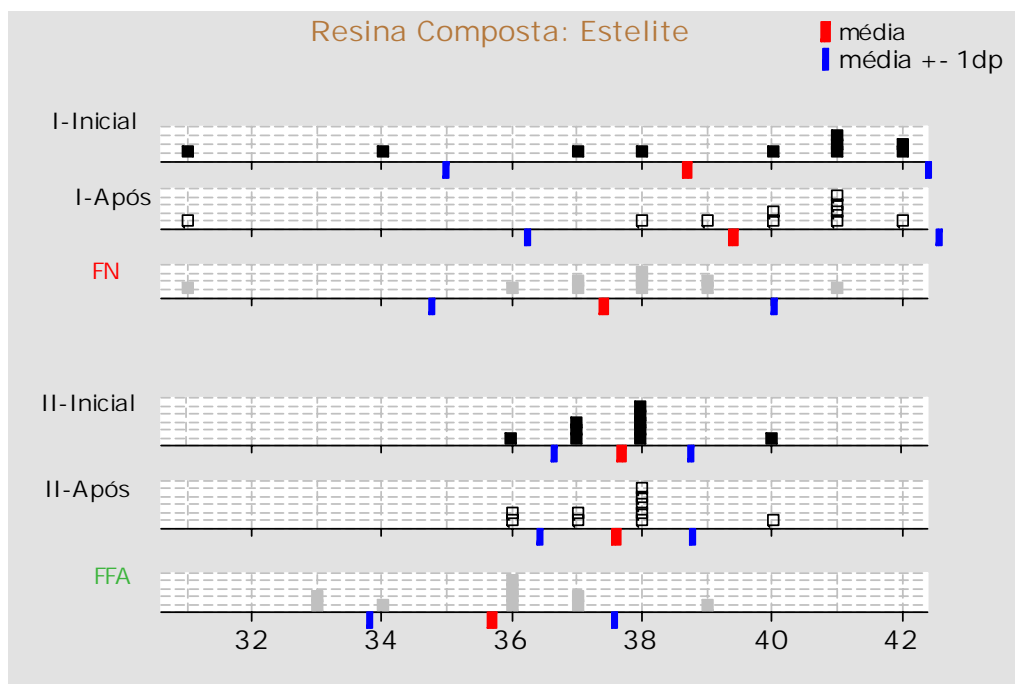


FIGURA 11 - Gráfico de pontos (Dot plot) dos valores de microdureza (HV) segundo os tratamentos em corpos-de-prova de resina composta Estelite Σ.

Observa-se no gráfico de pontos (Dot plot) acima, FIGURA 11 que a resina composta Estelite Σ apresenta uma dispersão dos dados e os valores médios de microdureza oscilam na faixa de 30 a 42HV. Os valores de microdureza inicial e após o desafio ácido da resina composta Estelite Σ apresenta-se com um comportamento semelhante em relação a amplitude de dispersão. Porém, com a aplicação tópica das soluções fluoretada (FFA e FN) a tendência central, ou seja, a média de microdureza apresenta uma ligeira redução.

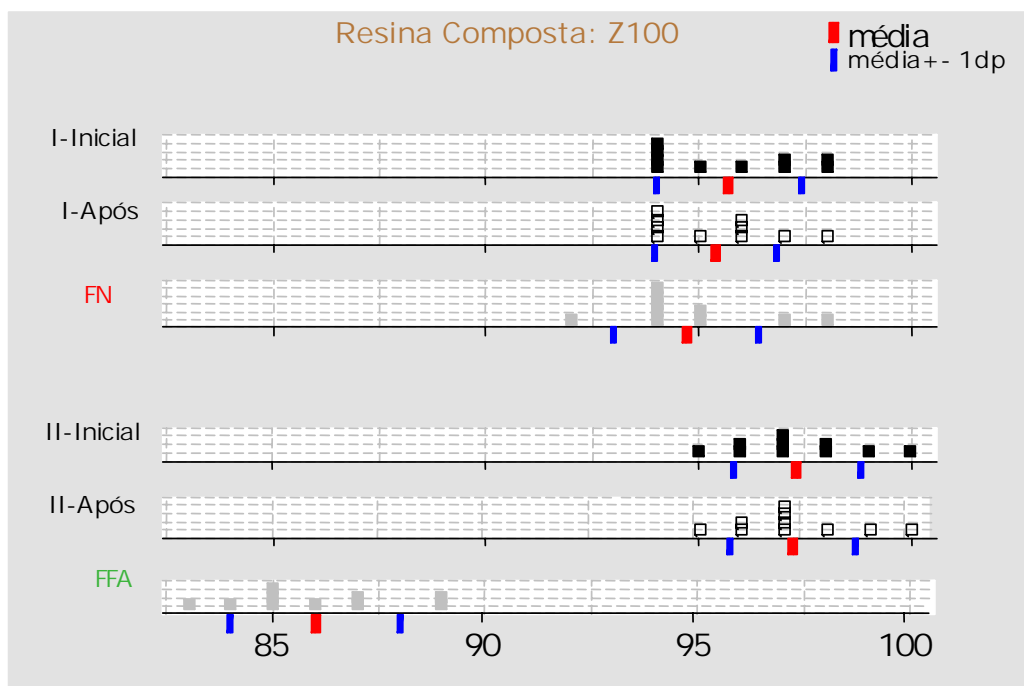


FIGURA 12 - Gráfico de pontos (Dot plot) dos valores de microdureza (HV) segundo os tratamentos em corpos-de-prova de resina composta Z100.

Observa-se no gráfico de pontos (Dot plot) da FIGURA 12 que representa os dados para a resina composta Z100 que os valores médios de microdureza apresentam uma dispersão menor do que a verificada para a resina composta Estelite Σ (FIGURA 11).

Os valores de microdureza inicial e após o desafio ácido apresenta-se com um comportamento semelhante em relação à amplitude de dispersão para a resina composta Z100 (FIGURA 12).

A aplicação tópica das soluções fluoretada (FFA e FN) promoveu uma redução nos valores médios de microdureza, ou seja, um deslocamento à esquerda da tendência central, e este efeito foi mais acentuado para a resina composta Z100 quando aplicado o FFA (FIGURA 12).

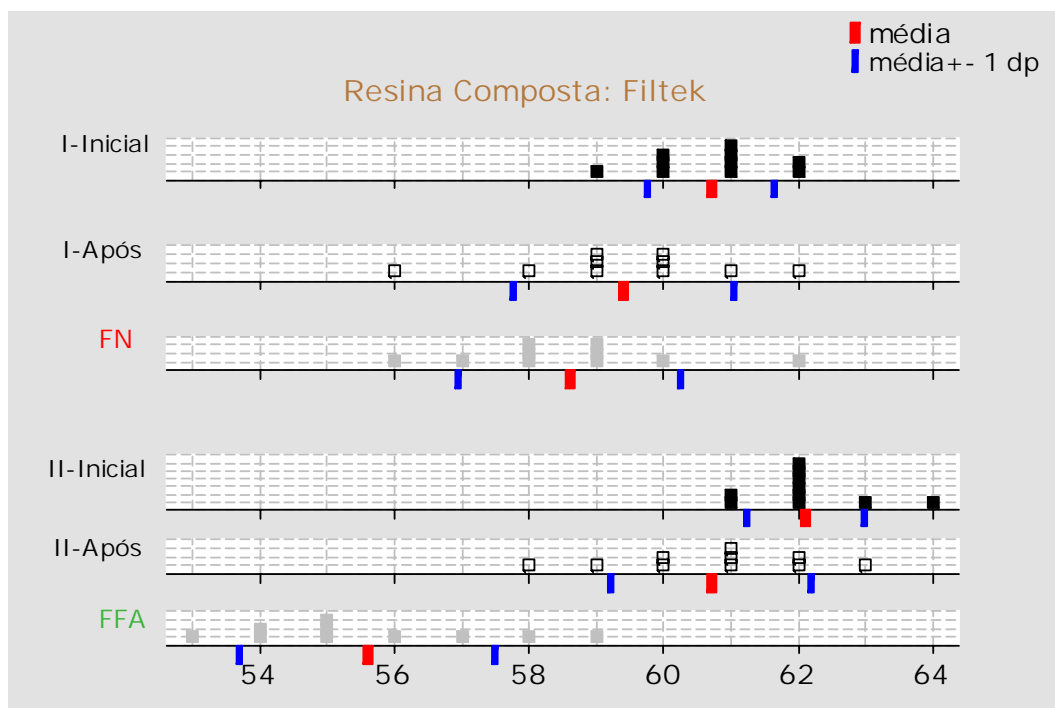


FIGURA 13 - Gráfico de pontos (Dot plot) dos valores de microdureza (HV) segundo os tratamentos em corpos-de-prova de resina composta Filtek Supreme.

O gráfico de pontos (Dot plot) representado na FIGURA 13 ilustra que a dispersão dos dados e os valores médios de microdureza da Filtek Supreme oscilam de forma diferente quando comparados aos valores iniciais dos corpos-de-prova e após o desafio ácido. Após submetidos ao desafio ácido houve uma diminuição da microdureza, deslocando à esquerda os valores de desvio padrão e tendência central.

Quanto a aplicação tópica das soluções fluoretadas, o flúor neutro promoveu uma semelhante amplitude de dispersão dos dados, porém com uma ligeira diminuição da tendência central. Já o FFA apresentou uma redução mais evidente dos valores de microdureza.

A resina composta Z100 (FIGURA 12) apresentou os maiores valores médios de microdureza seguidos pelas resinas Filtek Supreme (FIGURA 13) e Estelite Σ (FIGURA 11).

5.2.1 Microdureza: Influência meio X resina composta

A fim de avaliar a influência do meio de armazenamento sobre a microdureza da resina composta foi efetuado o teste ANOVA de medidas repetidas. Verifica-se que o efeito conjunto dos valores de microdureza iniciais e após submetido ao desafio ácido, a não é estatisticamente significante, Tabela 6.

Tabela 6 - ANOVA 2 fatores para os dados (HV) obtidos

Fonte de variação	gl	SQ	QM	F	p
Resina Composta (RC)	2	68575,3	34287,7	4761,56	0,001*
Resíduo I	18	194,4	7,2	2,46	
Meio	1	5,2	5,2	1,78	0,186
RC x Meio	2	14,3	7,2	2,44	0,093
Resíduo II	87	254,7	2,9		
Total	119	69044,0			

*p<0,05

Por meio do resultado do teste ANOVA, Tabela 6, não se verifica o efeito interação como estatisticamente significante ($p=0,093>0,05$). Tal fato indica que a alteração de HV atribuída à diferença entre os meios é a mesma em cada um dos três tipos de resina FIGURA 14.

Observa-se, ainda, por meio da Tabela 6, que o efeito principal RC é estatisticamente significante ($p=0,001<0,05$). Segundo a aplicação do teste de Tukey (5%) pode-se estabelecer que as 3 resinas compostas diferem estatisticamente entre si (Estelite Σ : $38,35\pm 2,58$ HV; Filtek Supreme: $60,72\pm 1,57$ HV e Z100: $96,40\pm 1,71$ HV).

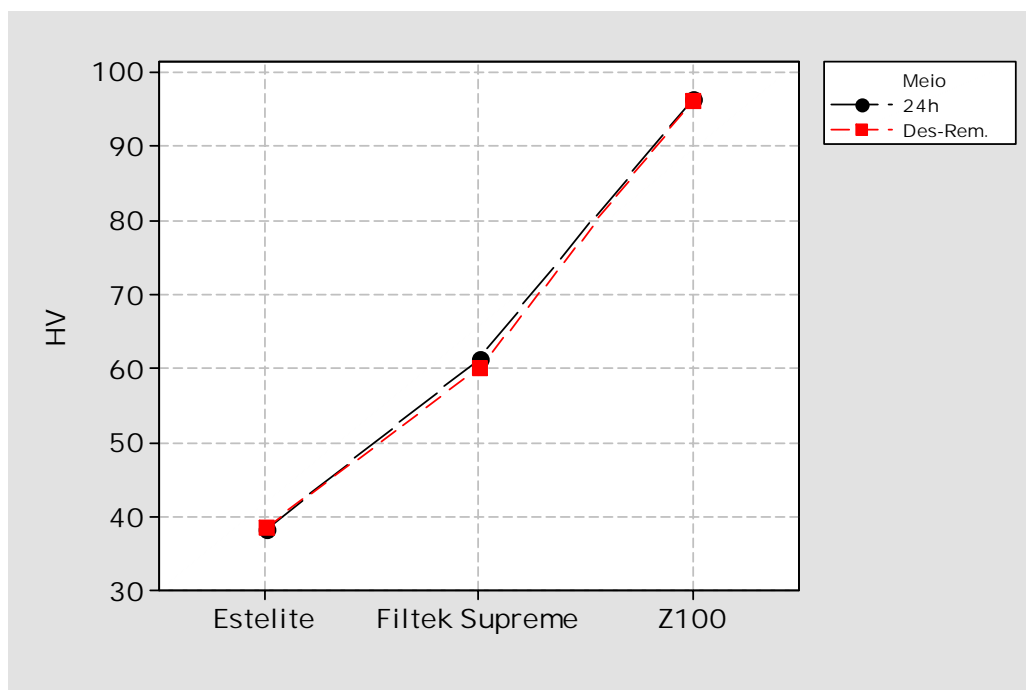


FIGURA 14 - Gráfico de médias dos valores de HV segundo as condições experimentais.

5.2.2 Microdureza: influência das soluções fluoretadas

Analisando a atuação do flúor na microdureza das resinas compostas, verifica-se que através da FIGURA 15, este promove uma ligeira redução nos valores de microdureza.

Ao avaliar, isoladamente, o comportamento das soluções fluoretadas (Flúor neutro e FFA) sobre as resinas compostas estudadas (FIGURA 16), utilizando o teste estatístico ANOVA Split-plot, podemos observar que as soluções fluoretadas com diferentes pHs apresentam comportamentos diferentes e que os valores são dependentes do tipo de resina composta empregada (Tabela 7).

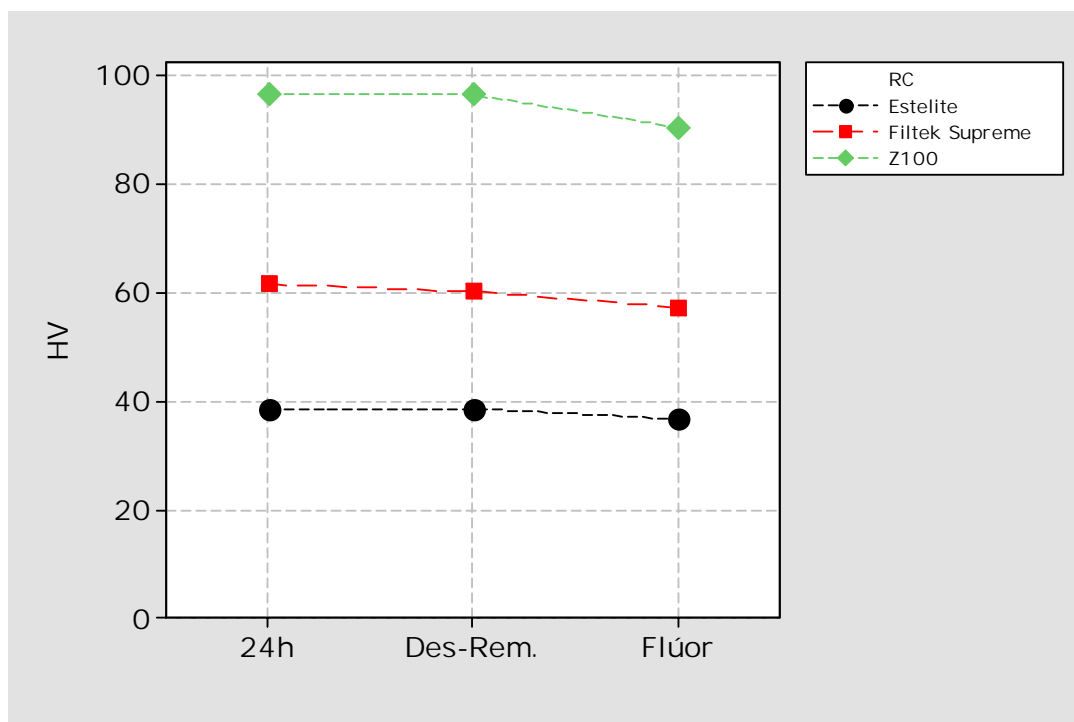


FIGURA 15 - Gráfico das médias de microdureza (HV) estabelecidas pelas variáveis: resina composta e meio de armazenamento.

Observa-se no gráfico de pontos (Dot plot) abaixo, FIGURA 16, que a amplitude da dispersão apresentou-se mais homogênea e simétrica, não havendo a presença de medidas discrepantes, ou seja, não maior que 3 vezes o valor da dispersão.

Mesmo as resinas compostas apresentando valores de microdureza diferentes, após o tratamento com a solução fluoretada (FFA) a tendência central nas resinas compostas estudadas representou uma redução dos valores de microdureza.

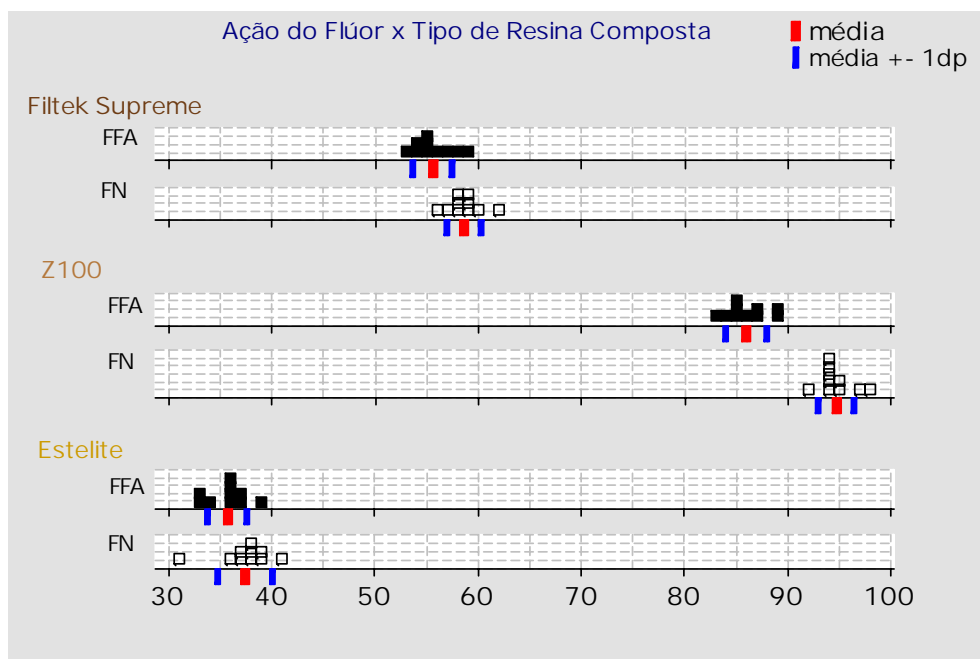


FIGURA 16 - Gráfico de pontos (Dot plot) dos valores de microdureza (HV) segundo a aplicação das soluções fluoretadas; Flúor Neutro (FN) e Flúor fosfato acidulado (FFA) sobre as resinas compostas.

Quando se aplica o teste estatístico ANOVA de parcelas subdivididas (split-plot), observa-se além da influência das variáveis: resina composta e meio, o estudo discriminado da aplicação tópica das soluções fluoretadas, Tabela 7.

Tabela 7 - ANOVA de parcelas subdivididas (Split-plot) para os dados de microdureza Vickers obtidos.

Fonte de variação	gl	SQ	QM	F	p
Corpo-de-prova	9	77,7	8,6		
Resina Composta (RC)	2	29482,0	14741,0	5570,43	0,0001*
Resíduo I	18	47,6	2,6		
Flúor	1	299,3	299,3	91,72	0,0001*
RC x meio	2	138,6	69,3	21,24	0,0001*
Resíduo II	27	88,1	3,3		
Total	59	30133,3			

*p<0,05

Pôde-se verificar na Tabela 7, que houve diferença estatística significativa entre o efeito interação (resina composta e meio), o tipo de resina composta e as soluções fluoretadas empregadas.

Na FIGURA 17, verifica-se que os valores médios correspondentes a microdureza da resina composta após aplicação do FFA são menores comparados aos obtidos na aplicação do flúor neutro, para todas as resinas avaliadas.

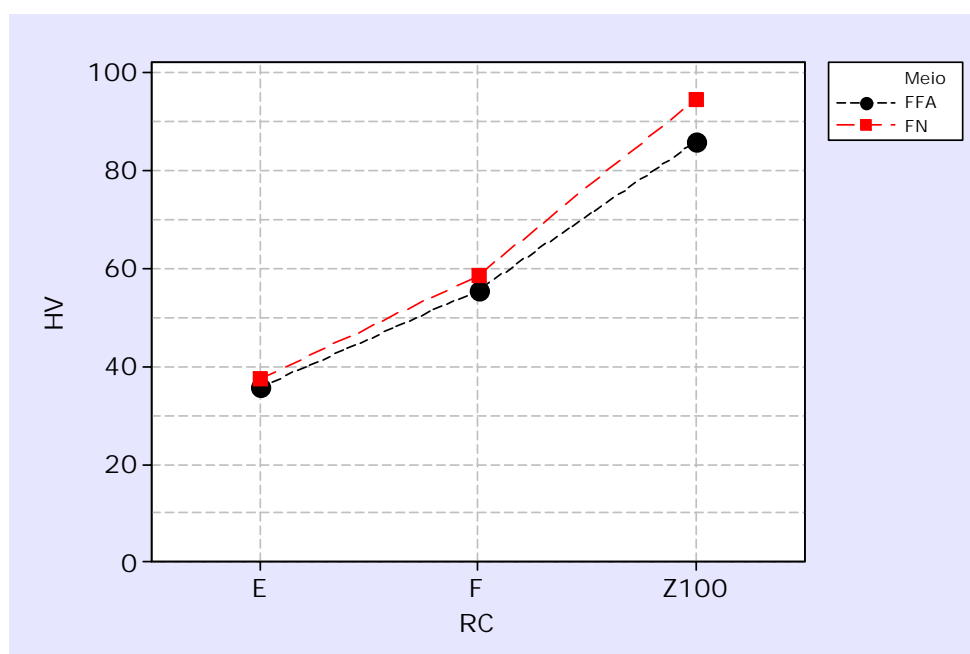


FIGURA 17 - Gráfico das médias de microdureza (HV) das resinas compostas estabelecidas pela variável: solução fluoretada (FN e FFA).

Quando se comparam os valores médios das condições experimentais, por meio do teste de Tukey (5%), Tabela 8, pode-se observar que há diferença significativa entre os valores médios de microdureza das resinas compostas quando submetida à aplicação tópica do Flúor Neutro e FFA, exceção feita a resina composta Estelite Σ .

Tabela 8 - Teste de Tukey (5%) para as condições experimentais referentes às variáveis: resinas compostas e soluções fluoretadas.

Resina	Flúor	Média	Grupos Homogêneos				
Z100	Neutro	94,70	A				
Z100	Acidulado	86,00		B			
Filtek Supreme	Neutro	58,60			C		
Filtek Supreme	Acidulado	55,60				D	
Estelite Σ	Neutro	37,40					E
Estelite Σ	Acidulado	35,70					E

5.3 Análise: Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Complementando os testes anteriormente descritos, realizou-se a visualização da superfície das resinas compostas, após armazenamento em água destilada, após o desafio ácido e após a aplicação do flúor neutro e do FFA. As pastilhas de resina composta foram metalizadas no aparelho Denton Vacuum – Desk II (serial n. 19539, NJ, USA), FIGURA 7, e analisadas em microscópio eletrônico de varredura JSM – 5310 – Scanning Microscope, FIGURA 8.

Através do aumento das fotomicrografias em 35000x, FIGURA 18, visualiza-se a disposição, forma e tamanho das partículas inorgânicas na matriz orgânica das respectivas resinas compostas Estelite Σ , Z100, Filtek Supreme.

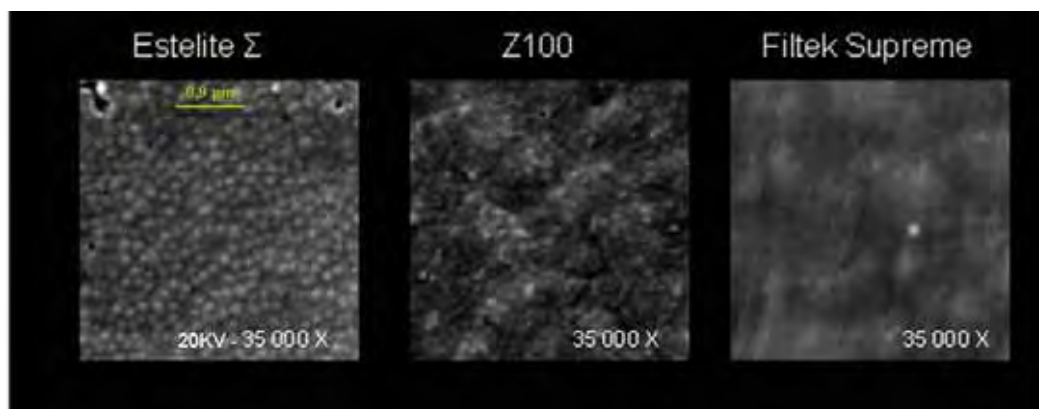


FIGURA 18 - Visualização em MEV da forma, tamanho e distribuição das partículas das diferentes resinas compostas.

As imagens das superfícies das resinas compostas após o desafio ácido, e o tratamento com as soluções fluoretadas foram analisadas e classificadas segundo o critério modificado de El-Badrawy et al.²⁵, em 1998, onde a degradação das partículas de vidro e matriz resinosa foi avaliada atribuindo os escores: **0**= partículas e a matriz aparecem intactas, sem evidência de condicionamento, com as partículas inorgânicas embebidas pela matriz; **1**= moderada degradação com corrosão ou ligeira rachadura das partículas de vidro, a matriz resinosa mostrando uma superfície irregular com partículas parcialmente sobressalentes; **2**= severa rachadura e corrosão das partículas inorgânicas, pouca ou nenhuma matriz ao redor das partículas e um considerável número de vazios na matriz.

A resina composta Estelite Σ , FIGURA 19, após o desafio ácido não apresentou visível alteração em sua morfologia superficial. Em relação a aplicação tópica de flúor, o flúor neutro promoveu um aumento na lisura superficial da resina com partículas esféricas (grau 0), enquanto o FFA promoveu uma visível degradação da matriz resinosa (grau 1).

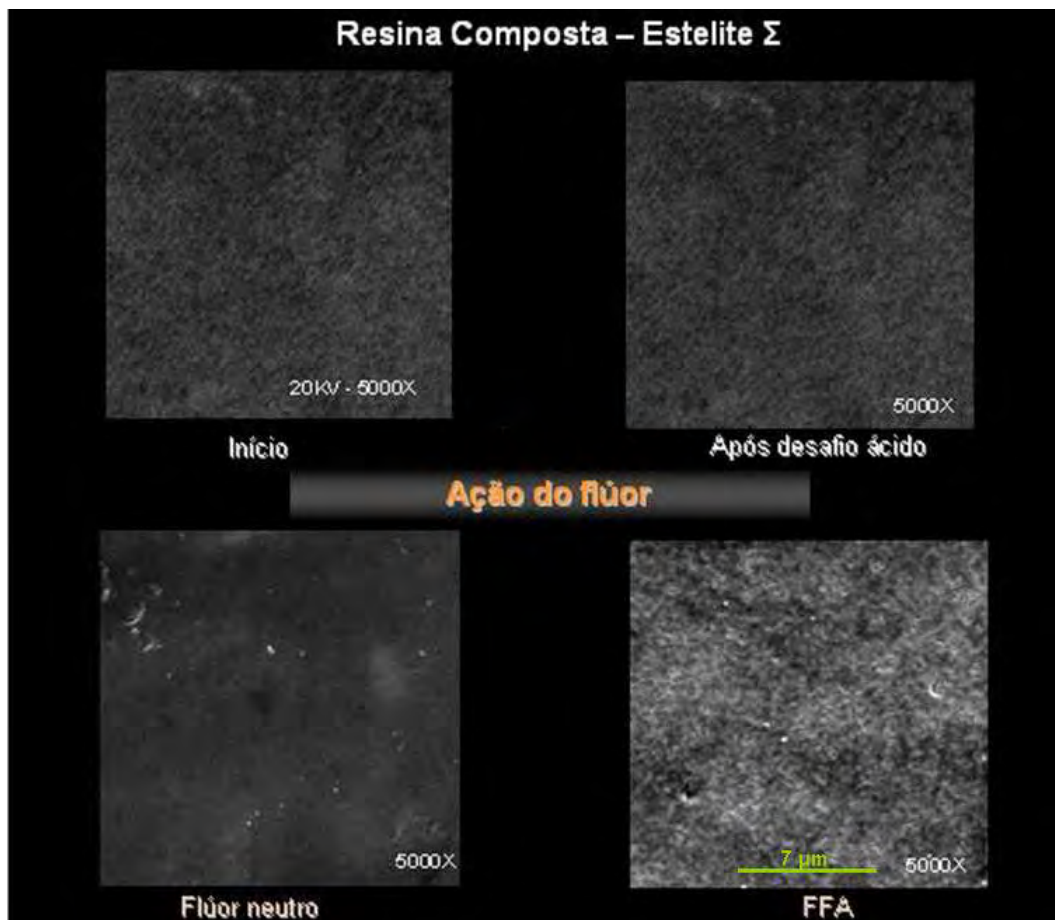


FIGURA 19 - Visualização em MEV da superfície da resina composta microhíbrida Estelite Σ (partículas esféricas) após os tratamentos de superfície.

Já a resina composta Z100, FIGURA 20, após o desafio ácido não apresentou visível alteração em sua morfologia superficial sendo que após a aplicação tópica de flúor, o flúor neutro promoveu um aumento na lisura superficial da resina com partículas esféricas (grau 0), enquanto o FFA promoveu uma severa degradação da matriz resinosa (grau 2).

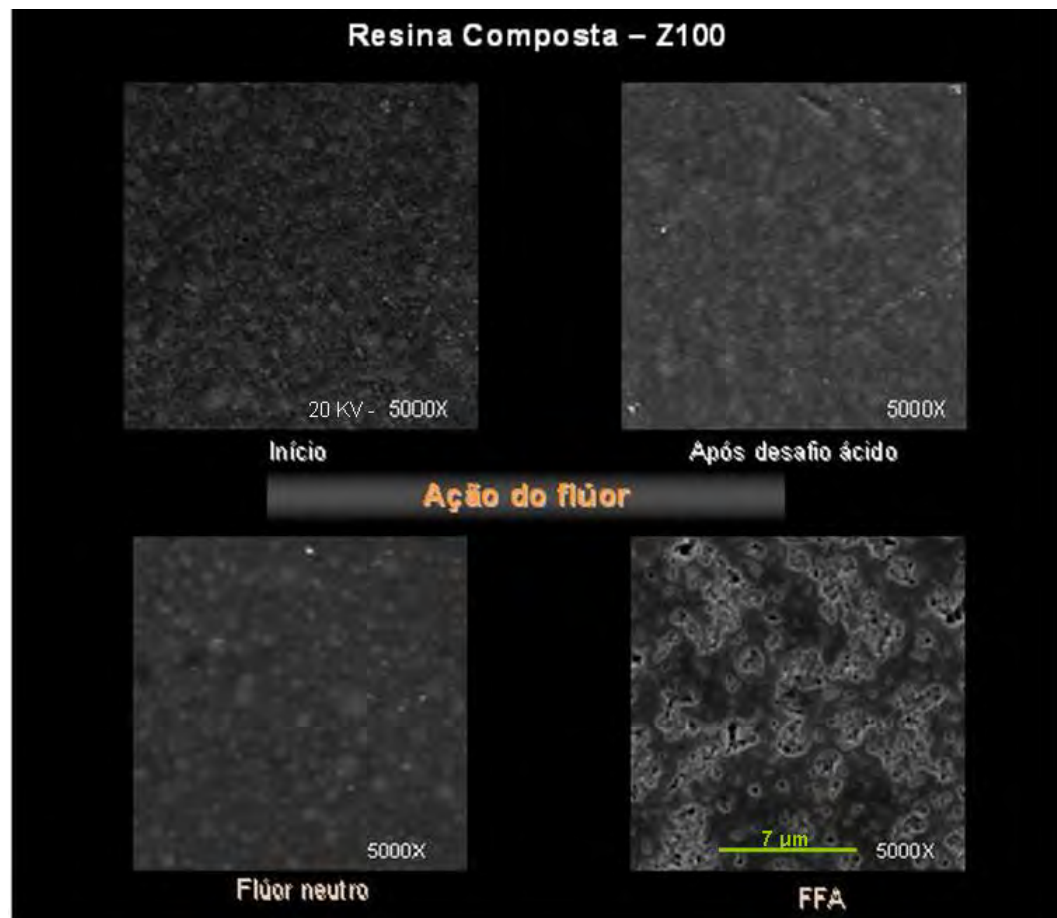


FIGURA 20 - Visualização em MEV da superfície da resina composta microhíbrida Z100 (partículas irregulares) após os tratamentos de superfície.

De acordo com as fotomicrografias representadas na FIGURA 21, a resina Filtek Supreme após o desafio ácido também não apresentou visível alteração em sua morfologia superficial. Com a aplicação tópica de flúor, o flúor neutro promoveu um aumento na lisura superficial da resina com partículas esféricas (grau 0), enquanto o FFA promoveu uma severa degradação da matriz resinosa (grau 2).

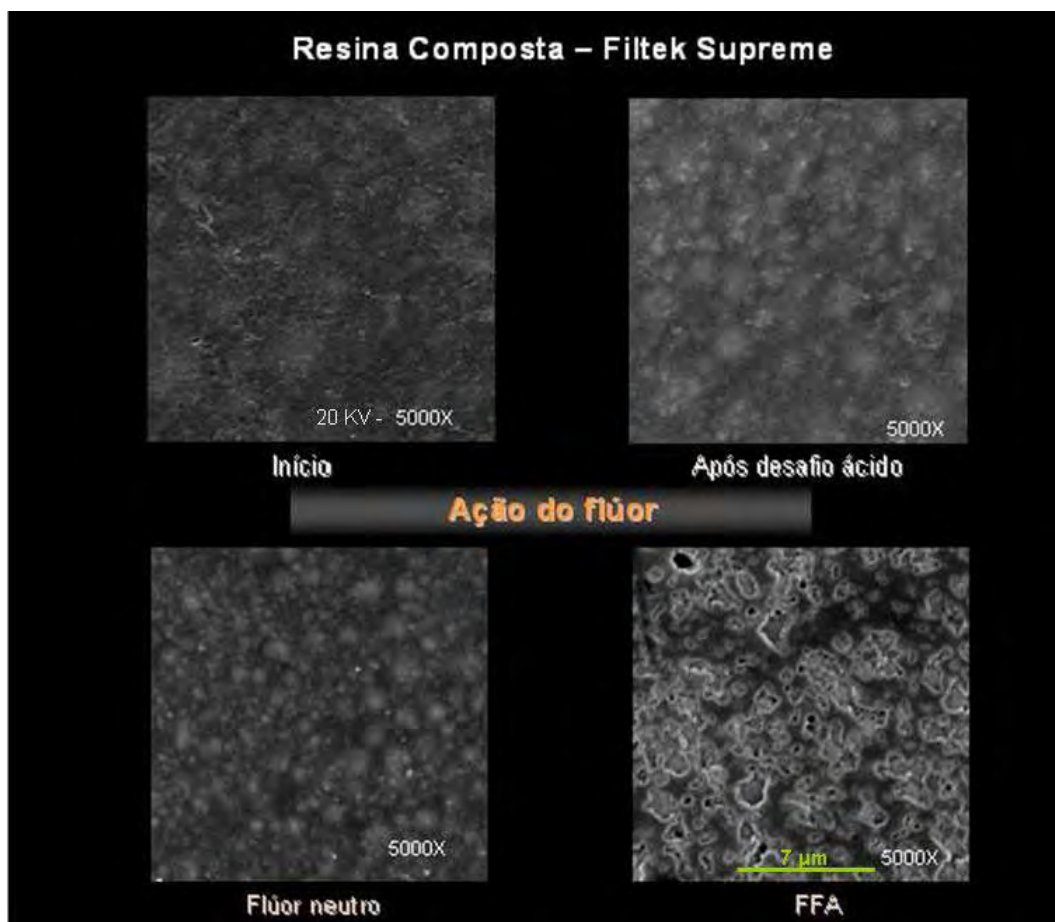


FIGURA 21 - Visualização em MEV da superfície da resina composta Filtek Supreme (nanopartículas) após os tratamentos de superfície.

6 DISCUSSÃO

6.1 Discussão da metodologia

O crescente aumento do número de opções de materiais restauradores estéticos diretos (CIV, CIVMR, compômero, RC), tem conduzido à elaboração e desenvolvimento de inúmeros estudos (CRUZ et al.¹⁸, 1991; SERRA e CURRY⁷⁹, 1992; WOOD et al.⁹⁹, 1993; PEDRINI et al.⁶⁹, 2001; DIONYSOPOULOS et al.²², 2003; MONTANARO et al.⁵⁸, 2004; PIN et al.⁷¹, 2005; OPDAM et al.⁶⁴, 2007), com a finalidade de avaliar o comportamento clínico e laboratorial destes.

Em comparação aos materiais restauradores estéticos diretos, tais como, CIV, CIVMR e compômero, a RC fotopolimerizável é, atualmente, um material restaurador direto amplamente utilizado (ESPELID et al.²⁸, 2006) e apresenta condições de promover uma maior longevidade devido à sua maior resistência à abrasão, degradação (YIP et al.¹⁰², 1999) e alteração de cor (SCHULZE et al.⁷⁸, 2003).

Diversas resinas compostas estão dispostas no mercado, porém o desconhecimento de suas específicas indicações pode levar, inúmeros profissionais, a uma opção de escolha e técnica menos adequada, comprometendo o sucesso do tratamento restaurador (BAYNE et al.⁸, 1994).

Avaliando as resinas compostas, quanto ao tipo, verifica-se que geralmente a mistura de partículas de diferentes tamanhos recebe a denominação de resina composta híbrida, sendo que atualmente os novos sistemas vêm desenvolvendo materiais com partículas cada vez menores (BAYNE et al.⁸, 1994).

Nesta pesquisa, a resina composta foi o material selecionado para estudo, devido à sua grande utilização e aplicabilidade para a confecção de restaurações estéticas diretas. Dentre os tipos de resinas compostas existentes, optou-se pela avaliação da microhíbrida com partículas irregulares ($4,5 \mu\text{m}$) (Z100), microhíbrida com partículas esféricas ($0,1-0,3 \mu\text{m}$) (Estelite Σ) e as nanohíbridas com nanopartículas de 20 nm perfazendo agregados de $0,6$ a $1,4 \mu\text{m}$ (Filtek Supreme), segundo as informações concedidas pelo fabricante.

Ao observarem *in vitro* a força de compressão, força de tensão diametral, força flexural, resistência ao desgaste e contração de polimerização das resinas compostas, Lu et al.⁵¹, em 2006, verificaram que a resina Estelite Σ (partículas esféricas) apresenta dentre as propriedades mecânicas, padrões de contração de polimerização e valores de resistência ao desgaste semelhante aos das resinas nanoparticulada (Filtek Supreme) e microhíbrida (Esthet-X).

Bayne et al.⁸, em 1994, relataram que em relação ao tamanho das partículas, recentemente os estudos estão sendo direcionados à avaliação do uso de “nanopartículas” que são ainda menores que as micropartículas. O tamanho extremamente reduzido das nanopartículas permite que estas se encaixem nos espaços formados entre si e aumentem globalmente o nível de partículas. As nanopartículas devem permitir uma quantidade total de partículas nos níveis de 90 a 95 % por peso o que irá reduzir significativamente a contração de polimerização e melhorar as propriedades físicas do material.

Comparando os resultados clínicos das resinas compostas nanoparticulada, Filtek Supreme (3M), e microhíbrida, Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent), em dentes posteriores Ernst et al.²⁷, em 2006, verificaram *in vivo*, que ambas apresentaram aceitável desempenho clínico, ao longo de 2 anos de acompanhamento, não havendo diferença estatística entre elas.

Neste estudo, a atenção foi focada ao comportamento das resinas compostas diante de condições de alto desafio cariogênico. Estudos encontrados na literatura analisam a influência das oscilações de pH em estruturas dentais (KOULOURIDES e HOUSCH⁴², 1983; FEATHERSTONE et al.³¹, 1986; CHOW et al.¹⁴, 1992; SERRA e CURRY⁷⁹, 1992; DELBEM et al.²⁰, 2002; HICKS et al.³⁸, 2004; PIN et al.⁷¹, 2005).

Na cavidade bucal em decorrência do metabolismo bacteriano são produzidos os ácidos; acético, propiônico e láctico (GEDDES³⁵, 1975) que reduzem o pH do meio. Desta forma, trabalhos como os de Crisp et al.¹⁷, em 1980; Asmussen³, em 1984 analisam o comportamento de materiais restauradores submetidos a ação de soluções ácidas.

Após a ingestão de açúcar, o pH da placa alcança o valor mínimo (5,5) durante os primeiros 30 min e a placa retorna ao seu valor original de pH após 2 ou 3 horas (STEPHAN⁸⁶, 1940). Assim sendo, são encontrados na literatura modelos dinâmicos que simulam as condições *in vivo* de des-remineralização, presentes em pacientes com alto índice de cárie (TEN CATE e DUIJSTERS⁹¹, 1982, FEATHERSTONE et al.³¹, 1986; FEATHERSTONE e ZERO³², 1992; SERRA e CURRY⁷⁹, 1992; OKIDA et al.⁶³, 1997; TAKAGI et al.⁸⁸, 2000; TURSSI et al.⁹⁴, 2001; DELBEM et al.²⁰, 2002; BERDELI et al.⁹, 2004; PIN et al.⁷¹, 2005).

A fim de simular condições de alto desafio cariogênico, os estudos encontrados na literatura, realizam ciclos de pH, com a manutenção dos corpos-de-prova por 6h em soluções desmineralizantes (pH 4,3 – 4,7) e 18h em soluções remineralizantes (pH 7), pelo período, que oscila de 10 dias (TEN CATE e DUIJSTERS⁹¹, 1982; OKIDA et al.⁶³, 1997; TAKAGI et al.⁸⁸, 2000; DELBEM et al.²⁰, 2002) à 14 dias (VIEIRA et al.⁹⁶, 1999; PIN et al.⁷¹, 2005).

Koulourides e Housch⁴², em 1983, consideram que se o conceito de “saúde-doença” pode ser traduzido pelo processo de

progressão da cárie no sistema saliva-placa-esmalte, onde considera-se que o esmalte num estado de perda mineral progride para o aparecimento da cárie e o ganho mineral do esmalte progride à um estado de recuperação, a alteração da microdureza é um indicador de balanço entre os dois estados. O teste de microdureza, assim, torna-se análogo à situação em que o explorador dental se prende a uma fóssula ou fissura.

A avaliação da microdureza do órgão dental, diante de condições de alteração de pH não fornece informações a respeito da química ou características da dissolução ou formação dos cristais minerais, porém indica que o mineral está sendo dissolvido ou reformado diante da superfície teste do esmalte. Essencialmente, o teste de microdureza caracteriza o potencial dos fluídos de dissolver ou formar mineral na superfície do esmalte (KOULOURIDES e HOUSCH⁴², 1983).

A resina composta é um material restaurador que não possui as características dinâmicas de des-remineralização, ou seja, não irá se comportar da mesma forma que o esmalte dental. Desta forma, optamos por avaliar a microdureza de resinas compostas diante destes processos de des-remineralização que, freqüentemente, são encontrados na cavidade oral.

A microdureza pode ser definida como a resistência de um material a um endentador ou penetrador (PHILLIPS⁷⁰, 1984; CRAIG¹⁶, 2004; NOORT⁶², 2004). A avaliação da microdureza foi o teste escolhido por se admitir que ela possa detectar pequenas alterações de superfície.

Diversos testes de microdureza têm sido adotados, a fim de avaliar alterações de superfície das resinas compostas, nas mais diversas situações. Dentre estes, podemos apontar estudos que avaliam a **dureza Vickers** (CHADWICH et al.¹³, 1990; MOURA et al.⁶¹, 2001), a **dureza Knoop** (SWARTZ et al.⁸⁷, 1983; SERRA e CURRY⁷⁹, 1992; PIRES et al.⁷², 1993; VICENTINI et al.⁹⁵, 1996; CUNHA et al.¹⁹, 2001; DELBEM e CURY²⁰, 2002; LEONARD et al.⁵⁰, 2002; YAP E MOK¹⁰¹, 2002; GARCIA-GODOY et al.³³, 2003; PIN et al.⁷¹, 2005; LUND et al.⁵²,

2006), a **dureza Barcol** (ABATE et al.¹, 2000) e a **dureza Wallace** (ASMUSSEN³,1983)

O ensaio de microdureza pode ser dividido em 3 tipos principais, dependendo da maneira como o ensaio é conduzido; a) por penetração; b) por choque; c) por risco (SOUSA⁸⁴, 1974). O teste envolve o uso de um endentador ou penetrador que quando na forma de pirâmide poderá fornecer dados a 2 tipos de microdureza: Vickers e Knoop (SOUSA⁸⁴, 1974; CRAIG¹⁶, 2004; NOORT⁶², 2004), e neste estudo, adotamos o teste de microdureza Vickers.

Willershausen et al.⁹⁸, em 1999, verificaram que microorganismos, tais como, *S. mutans*, *S. oralis* e *A. naeslundii* aderem firmemente a materiais restauradores resinosos. Como consequência da colonização bacteriana e uma higienização deficiente, pode haver a produção de ácidos e se desenvolverem falhas que levarão ao insucesso da restauração. Este fator pode ser agravado com a diminuição da microdureza e/ou alteração da rugosidade superficial da resina composta.

Craig¹⁶, em 2004 aponta ainda que os valores de microdureza Knoop para as resinas compostas (22 a 80Kg/mm²) são baixos, comparados aos valores de 343Kg/ mm² para o esmalte humano, e 110Kg/ mm² para o amálgama dental.

Completando a análise da microdureza das resinas compostas foi realizada também, neste estudo, a visualização da morfologia superficial das resinas compostas em MEV, pois corroborando com Koulourides e Housch⁴³, 1983, a microfotografia adiciona outra dimensão aos dados de microdureza. Reforçam ainda, que enquanto na avaliação do esmalte, a microdureza proporciona informações sobre o aumento de micro espaços com a desmineralização parcial, ou o seu preenchimento com material calcificante, a microfotografia mostra um padrão de densidade mineral dentro da lesão.

Outro fator que foi incluído na metodologia do trabalho refere-se ao uso de soluções fluoretadas e seu efeito sobre as resinas

compostas. A aplicação tópica de soluções fluoretadas apresenta-se como um efetivo método de prevenção de cárie dentária (ASSIS et al.⁴, 1999; HAWKINS et al.³⁷, 2003; MARINHO et al.⁵⁵, 2003), sendo a sua indicação bastante adequada à pacientes que apresentam alto risco de cárie (SHANNON⁸⁰, 1982). Desta forma, associamos a este estudo, a simulação de aplicações periódicas de soluções fluoretadas (fluoreto de sódio e FFA).

O Flúor é o elemento mais eletronegativo da tabela periódica e raramente existe no estado isolado, então, o encontramos associado, sendo conhecidos como fluoretos. Foram escolhidas as soluções de fluoreto de sódio e FFA na forma de gel, pois são indicados para a aplicação tópica, permanecendo mais tempo em contato com a superfície dental.

Analisando 25 estudos publicados na literatura envolvendo um total de 7747 crianças, Marinho et al.⁵⁵, 2003, constataram um evidente efeito de inibição de cárie ao utilizar gel fluoretado em comparação a um grupo placebo. No trabalho de revisão de literatura elaborado por Hicks et al.³⁸, em 2004, também foi verificado uma redução da cárie em dentes recém irrompidos com a aplicação tópica do flúor, sendo esta de aproximadamente 43% para o fluoreto de sódio, 36-63% para o FFA e 61-84% com o uso do fluoreto estanhoso.

Além de Paes Leme et al.⁶⁷, em 2004 observarem que a aplicação do FFA é capaz de aumentar a concentração de flúor na placa e reduzir a porcentagem de *S. mutans*. Este é um tópico bastante discutível, visto que em superfícies dentais o efeito de sua aplicação é benéfico, já que os processos de des-remineralização atuam constantemente modificando as características do esmalte que se altera de liso e brilhante para poroso e opaco de forma dinâmica.

Em superfícies dentais restauradas, os processos de des-remineralização integrados à aplicação de soluções fluoretadas atuam também sobre o material restaurador presente, sendo que a alteração

superficial do material não é um processo reversível como ocorre com o esmalte dental. Papagiannoulis et al.⁶⁸, em 1997, verificaram que muitos fluoretos oferecidos comercialmente, afetam as características morfológicas e a composição das resinas compostas. O padrão de alteração da composição e morfologia das resinas compostas é dependente do tipo de flúor utilizado e da composição do material restaurador.

Os fluoretos aumentam a quantidade de água frouxamente ligada a matriz da resina composta. Três possíveis mecanismos de ação do flúor podem explicar a trajetória de interação do flúor; a) rearranjo da camada única de água absorvida na carga onde os silanos formam ligação de hidrogênio b) hidrólise do grupo ester organosilício e c) desorganização da malha de siloxano formada a partir da condensação de grupos intermoleculares de silício, que estabilizam a interface (PAPAGIANNOULIS et al.⁶⁸, 1997).

Na metodologia deste estudo, os corpos-de-prova foram submetidos a um desafio intenso por um tempo de 48 min. de aplicação tópica de flúor, simulando a condição de uso da solução fluoretada num tratamento de prevenção durante um ano, ou seja, aplicações de 4min por sessão, ao longo de 3 semanas com intervalos de 3 em 3 meses (GUEDES-PINTO³⁶, et al., 2000; CAMERON e WILMER¹², 2001; Mc DONALD e AVERY⁵⁶, 2001), resultando assim, em um período total de 48min/ ano.

Jiang et al.³⁹, em 2005, verificaram que quando aplicado o FFA sobre os dentes, houve uma redução de 37,6% de cárie nas superfícies proximais, em comparação ao grupo controle placebo (p-value = 0,002) e não foi encontrada diferença estatística nos valores médios de cárie na superfície oclusal de ambos os grupos (p-value = 0,75). Este é um dos fatores pelo qual autores como Yap e Mok¹⁰¹, em 2002 utilizaram um tempo experimental do uso do fluoreto excessivo, justificam o uso da solução fluoretada, em seu estudo, por 36h afirmando ser esta uma

possível situação clínica, pois os géis que são menos fluidos podem se acumular nas áreas e margens interproximais por mais de um dia.

Em relação ao período experimental de armazenagem dos corpos-de-prova em soluções fluoretadas, a discrepância de tempo é bastante variada. Enquanto Yap e Mok¹⁰¹, em 2002, utilizaram 36h de armazenamento em solução fluoretada, Tanoure et al.⁹⁰, em 2004, mantiveram as resinas compostas por 32 min em solução de FFA a fim de estudar a estabilidade destes materiais. Já Papagiannoulis et al.⁶⁸, em 1997 optaram por simular o período de 4 anos mantendo as resinas compostas pelo tempo que variava desde 1440 min (1 min/dia), 24 min (3min/6meses) e 8 min de a aplicação tópica com gel de FFA.

O FFA gel foi uma das soluções fluoretadas de escolha para a execução desta pesquisa. Delbem e Cury²⁰, em 2002, observaram que o FFA promoveu uma maior captação do flúor na superfície do esmalte, do que o flúor neutro, sendo mais eficiente e reduzindo a desmineralização do esmalte submetido ao desafio ácido. Porém, de acordo com Sousa et al.⁸⁵, em 1995; Yip et al.¹⁰³, em 2001; Benderli et al.⁹, em 2005; é observada uma degradação micromorfológica superficial dos materiais restauradores após a aplicação tópica do gel de FFA, sendo que esta degradação varia de acordo com o tipo de material restaurador.

Empregou-se também o flúor neutro que dentre as soluções fluoretadas parece ser menos agressivo (EL-BADRAWY et al.²⁶, 1993; KULA et al.⁴⁴, 1997, DIONYSOPOULOS et al.²², 2003) aos materiais restauradores. A solução de fluoreto de sódio (Flúor neutro) estudada neste trabalho apresenta um pH 7,0, enquanto o FFA tem um pH que varia de 3,6-3,9, de acordo com as informações do fabricante.

Outro fator observado por Kula et al.⁴⁵, em 1986, em relação à ação do FFA sobre as resinas compostas, é que o resultado final de sua aplicação pode estar relacionado ao tipo de carga e tamanho das partículas.

Os corpos-de-prova confeccionados, nesta pesquisa, foram realizados a partir da inserção da resina composta em uma matriz de aço inoxidável com 2 mm de profundidade, que segundo Rueggeberg et al.⁷⁶, em 1993, representam uma quantia ideal para que o material seja devidamente polimerizado.

Sobre a resina composta, inserida em um único incremento na matriz, foi posicionada uma tira de poliéster acoplada a uma lâmina de vidro, a fim de permitir a formação de uma superfície lisa para a leitura da microdureza. A fotopolimerização das resinas compostas foi realizada com aparelho de luz halógena por 40s, com a ponta do aparelho posicionada sobre a lâmina de vidro, pois de acordo com Pires et al.⁷², em 1993, a distância da fonte de luz ao material a ser polimerizado influencia no seu grau de polimerização, e, assim este estudo foi padronizado.

Após a confecção dos corpos-de-prova estes permaneceram armazenados em água destilada por 24h em um recipiente à prova de luz, uma vez que a luz ambiente interfere significativamente na polimerização da resina composta (DLUGOKINSKI et al.²³, 1998).

O período de armazenagem em água destilada foi de 24h, corroborando com os trabalhos de Swartz et al.⁸⁷, em 1983; Atmadja e Bryant⁵, em 1990; Rueggeberg et al.⁷⁶, em 1993; Vicentini et al.⁹⁵, em 1996; Cunha et al.¹⁹, em 2001, a fim de permitir a complementação da polimerização da resina composta após a remoção da fonte de luz, pois conforme Swartz et al.⁸⁷, em 1983, um máximo de polimerização é alcançado após 24h. E, Atmadja e Bryant⁵, em 1990, concluíram que as resinas fotoativadas continuam a sua polimerização mesmo após a remoção da fonte de luz, sendo que não foram encontradas diferenças estatisticamente significante entre um dia e uma semana.

Considerando-se que as resinas compostas apresentam composições diferentes, variando suas porções orgânicas e inorgânicas, desta forma, a sorção de líquidos se conduzem de forma variada (BOWEN et al.¹¹, 1982; OYSAED e RUYTER⁶⁶, em 1986). Assim, uma das propostas deste trabalho foi avaliar a influência da sorção de água nas diferentes resinas compostas.

Acredita-se que a expansão associada à sorção de água dos fluídos orais pode aliviar as tensões de polimerização (CRAIG¹⁶, 2004). Diante disto, foi realizada a mensuração do peso (mg) dos corpos-de-prova; logo após a sua confecção, decorridas às 24h de armazenamento em água destilada e após os ciclos de des-remineralização.

Decorridas às 24h, procedeu-se o início dos testes experimentais desta pesquisa, sem o acabamento e polimento dos corpos-de-prova, que já apresentavam uma lisura superficial devido à utilização da tira de poliéster. De acordo com Attar⁶, 2007, ao estudar o eficácia dos procedimentos de acabamento e polimento em resinas compostas verificou que as superfícies mais lisas foram registradas nos grupos em que se utilizou a Enhance (Dentstply)/ Biscover (Bisco) e tira matriz de poliéster.

Em relação à polimerização da resina composta, sabe-se que a última camada deve ser polida, pois o contato com o oxigênio da última camada da resina pode levar a uma polimerização superficial insuficiente (RUYTER⁷⁷, 1980), porém em nosso estudo a resina composta, de acordo com a metodologia empregada no estudo de Bowen et al.¹¹, em 1982 e Lagouvardos et al.⁴⁸, em 2003, esteve coberta com tira de poliéster e a lâmina de vidro de microscopia evitando a exposição da resina composta com o oxigênio.

6.2 Discussão dos resultados

Os dados obtidos, nesta pesquisa, referem-se à sorção de água, microdureza e visualização ilustrativa da micromorfologia superficial de resinas compostas. Estes dados foram analisados estatisticamente e expressam o comportamento das resinas compostas diante de sua exposição a diferentes condições experimentais.

Nas situações em que ocorre tanto a adsorção quanto a absorção, não se sabendo qual o processo que predomina, o processo completo é conhecido como sorção (CRAIG¹⁶, 2004). Considerando-se a avaliação da sorção nas diferentes resinas compostas houve uma significativa diferença entre os grupos, quando armazenadas nos diferentes meios, ou seja, após 24h em água destilada e após o desafio ácido (10d). E ainda, o efeito interação, entre a associação dos meios de armazenamento e as resinas utilizadas, foi também estatisticamente diferente (Tabela 2).

A resina Filtek Supreme com nanopartículas, foi a que apresentou uma menor sorção de água após 24h em água destilada, porém maior após o desafio ácido, apresentando uma maior discrepância entre os valores de sorção (FIGURA 10). Já a resina microhíbrida Estelite Σ , partículas esféricas, apresentou a menor discrepância entre os valores de sorção após 24h horas e após o desafio ácido (FIGURA 10). Observou-se, também, que os corpos-de-prova confeccionados para controle da sorção (armazenados apenas em água destilada) se comportaram de forma semelhante, apresentando o mesmo padrão de sorção diante do tempo estipulado para os grupos tratados.

Através de seus estudos, Örtengren et al.⁶⁵, em 2001, concluíram que a composição da matriz da resina é importante para a sorção de água e solubilidade da resina composta. Verificaram ainda, que as reações químicas entre as partículas de carga e a água podem resultar em um aumento de massa do material restaurador.

A hidratação aumenta a mobilidade molecular nas resinas compostas como o sugerido pelos testes de **Espectroscopia de Relação Dielétrica** e de **Corrente de Despolarização Simulada Termicamente**. As medidas dielétricas detalhadas podem fornecer uma importante informação para o entendimento, em nível molecular, da degradação induzida pela água nos materiais restauradores. O coeficiente de difusão de água observado por Lagouvardos et al.⁴⁸, em 2003, foi de aproximadamente $1 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$ na resina composta.

A interação entre as resinas compostas e os meios de armazenamento demonstrou diferença estatisticamente significativa para o grau de sorção (Tabela 2), sendo que a resina com nanopartículas, Filtek Supreme, apesar de possuir agregados de partículas de carga, representam um total de 57,7% de volume inorgânico (Quadro 1). Esta apresentou maiores valores de sorção final (FIGURA 9) em relação às resinas microhíbridas, Estelite Σ e Z100, que possuem em sua composição 71% de volume inorgânico.

Conforme foi verificado no estudo de Sideridou et al.⁸¹, em 2003, a resina composta Z250 apresentou menor sorção de água e solubilidade que a resina Z100. Os autores concluíram que estas diferenças nas propriedades das resinas é resultado, provavelmente, da maior quantidade de partículas inorgânicas na resina Z250 e da diferente estrutura da matriz orgânica do material.

Em relação à constituição dos materiais resinosos, além de se observar a composição inorgânica (SODERHOLM et al.⁸², 1984 OYSAED e RUYTER⁶⁶, 1986), a influência dos componentes orgânicos foi estudado por Örtengren et al.⁶⁵, em 2001; Sideridou et al.⁸¹, em 2003.

Örtengren et al.⁶⁵, em 2001, durante 180 dias de análise dos materiais resinosos, através da análise da **Cromatografia Líquida de Alta Execução** observaram que o TEGDMA (Trietilenoglicol-dimetacrilato) foi o monômero mais liberado. Neste período de estudo, houve a liberação de monômeros UDMA (uretano-dimetacrilato) e Bis-GMA

(Bisfenol-A glicidilmetacrilato) em menor quantidade, porém não foi observada a liberação somente do bisfenol-A. Verificaram, ainda, que os materiais confeccionados a partir de monômeros hidrofílicos irão apresentar uma maior sorção de água.

O Bis-GMA é responsável por promover um aumento na resistência a esforços, estabilidade dimensional e de cor, menor contração de polimerização, menor volaticidade, diminuindo a formação de porosidades e melhorando a textura superficial (FARJADO³⁰, 1991). Já o TEG-DMA é responsável pela consistência e viscosidade, porém apresenta alta contração de polimerização, além de ser volátil. O UDMA (uretano-dimetacrilato) é outro sistema que apresenta baixa contração de polimerização e mais viscosidade, permitindo um aumento da resistência pela grande flexibilidade e ligação do uretano (TALIB⁸⁹, 1993).

Sideridou et al.⁸¹, em 2003 elucidou que o Bis-GMA conduz a formação de uma rede orgânica mais rígida, que absorve menos água que as resinas com TEGDMA, porém absorve mais água do que as resinas que contenham UDMA e Bis-EMA. Observaram, também, que a substituição do TEGDMA por UDMA e/ou Bis-EMA na copolimerização com Bis-GMA resulta em resinas compostas com maior resistência à flexão, menor sorção de água e maiores valores de solubilidade.

Estes resultados sugerem que a resina composta dependendo de sua composição química é passível de alterações diante de fatores externos (KULA et al.⁴⁵, 1986; SOENO et al.⁸³, 2000).

Na literatura, são encontrados diversos autores (ASMUSSEN³, 1984; ABATE et al.¹, 2000; MOURA et al.⁶¹, 2001; YAP e MOK¹⁰¹, 2002; GARCIA-GODOY et al.³³, 2003) que estudaram o comportamento dos materiais restauradores através da realização de testes de resistência à penetração, ou seja, avaliação da microdureza.

Diante das diferentes condições experimentais, (manutenção em água destilada, ciclos de desafio ácido e exposição a soluções fluoretadas) as resinas compostas, utilizadas neste trabalho,

apresentaram valores de microdureza diferentes entre si (Tabela 7, FIGURA 15).

Os valores médios de microdureza são variáveis de acordo com as características peculiares de cada material. Maiores valores de microdureza Vickers foram obtidos para a resina Z100 (95,70HV \pm 1,70) seguida pelas resinas Filtek Supreme (60,70HV \pm 0,95) e Estelite Σ (38,70HV \pm 3,71). Apesar da resina Filtek Supreme ser composta por nanopartículas e conter 57,7% de volume inorgânico, apresentou valores de microdureza superiores à resina microhíbrida Estelite Σ (71% de volume de partículas inorgânicas) (Quadro 1). Desta forma, uma das hipóteses para a maior microdureza na resina nanoparticulada pode ser devido a existência de aglomerados de nanopartículas que irão conferir um resultado final de partículas agregadas com 0,6 a 1,4 μ m, valor este, superior aos das partículas esféricas (0,1-0,3 μ m) encontradas na resina Estelite Σ . Conforme elucidado por Leinfelder e Lemons⁴⁹, em 1989 para aumentar a quantidade de carga, o fabricante pode empregar processos especiais em que agregam micropartículas e com a alteração da concentração de carga, muitas propriedades físicas e mecânicas, tais como dureza, resistência à abrasão à tração, coeficiente de expansão térmica, sorção de água e contração de polimerização podem ser comprometidas.

Diferentes valores médios de microdureza foram observados para cada resina composta conforme observado nos gráficos de estatística inferencial FIGURA 11, FIGURA 12 e FIGURA 13, e demonstram que de acordo com a dispersão, não foram encontradas medidas discrepantes (*outlier*) já que nenhum dos valores representam uma dispersão maior do que 3 vezes a medida do desvio padrão.

As partículas de carga exercem grande influência nas propriedades finais do material restaurador resinoso, não só na microdureza como na lisura de superfície. Attar⁶, em 2007 verificou que o

tipo de resina composta utilizada, por si própria, interfere no resultado da lisura superficial do material.

A mensuração da microdureza inicial das resinas compostas foi realizada após o armazenamento dos corpos-de-prova em água destilada por 24h. Observou-se, assim, após a comparação com os dados iniciais, que a exposição das resinas compostas ao desafio ácido por 10 dias não promoveu grandes alterações na microdureza das resinas compostas (FIGURA 14).

Os corpos-de-prova do grupo submetido ao desafio ácido, foram imersos ciclicamente em soluções com pHs de valores 4,3-4,7 e 7,0 (Quadro 2), corroborando com a metodologia de desafio ácido também empregada por (TEN CATE e DUIJSTERS⁹¹, 1982; FEATHERSTONE et al.³¹, 1986; SERRA e CURY⁷⁹, 1992; DELBEM et al.²⁰, 2002; PIN et al.⁷¹, 2005). Featherstone et al.³¹, em 1986, realizaram em seus estudos o modelo dinâmico de desafio ácido a partir da análise *in vivo* e *in vitro* dos padrões de des-remineralização.

Utilizando substâncias com um pH ácido, autores como Chadwick et al.¹³, em 1990; Lund et al.⁵², em 2006, verificaram a influência destas substâncias em materiais restauradores, tais como ácido láctico.

Através da mensuração da microdureza Wallace antes e após a manutenção por 24h em ácidos orgânicos da placa bacteriana (etanol, ácido acético, ácido propiônico ou ácido láctico), Asmussen³, em 1983, verificou que os ácidos acético, propiônico e láctico promovem a redução da microdureza em corpos-de-prova confeccionados a partir de misturas de aminas e monômeros de BISGMA e TEGDMA. Concluiu que os ácidos orgânicos da placa podem influenciar na qualidade das restaurações de resina composta, em relação ao desgaste e susceptibilidade à alteração de cor das restaurações.

Em relação à constituição das resinas compostas, Asmussen³, em 1983, verificou que a quantidade de monômero TEGDMA,

que fornece a consistência e viscosidade do material, não deve ser baixa nas resinas compostas, e, por outro lado, quando for alta a concentração de TEGDMA o risco de fendas marginais, induzidas pela polimerização, é aumentado, devido à contração de polimerização.

Chadwick et al.¹³, em 1990, através do teste de microdureza Vickers verificaram que após 1 ano de armazenamento de resinas compostas em solução de citrato (pH 6,0) a microdureza se manteve a mesma, e também não houve alteração da microdureza na maioria das resinas armazenadas em água destilada. Porém, em todos os corpos-de-prova armazenados em solução de lactato (pH 4,0) houve uma redução na microdureza superficial.

Mesmo após 30 dias de armazenamento em ácido láctico 2%, pH 5,0, Lund et al.⁵², em 2006 verificaram que não houve diferença estatística na microdureza das resinas composta Solitaire 2, Surefil, Filtek Z250 e Alert.

Como as soluções des-remineralizantes que foram utilizadas neste estudo, apresentaram valores de pH de 4,7 e 7,0, estas não promoveram significativas alterações nos valores de microdureza corroborando com os achados de Lund et al.⁵², 2006, apesar de termos empregado outras resinas compostas.

Prakki et al.⁷³, em 2005 elucidou que ao se comparar testes mecânicos *in vitro* utilizando a água ou soluções de baixo pH como meio de armazenamento, o último parece melhor simular melhor as situações clínicas.

Os corpos-de-prova, empregados neste estudo, mesmo após serem submetidos ao desafio ácido, não apresentaram diferenças estatísticas entre os valores de microdureza, nem visíveis alterações no padrão morfológico da resina quando observado em MEV. Porém, após a aplicação tópica do FFA observou-se um padrão mais severo de degradação superficial e a diminuição estatisticamente significativa dos valores de microdureza para todas as resinas estudadas. Um dos fatores

que poderiam explicar a visível influência do FFA sobre as resinas compostas, seria devido ao fato de seu pH oscilar entre os valores de 3,6 - 3,9 (conforme informações do fabricante), valor este, abaixo daquele encontrado na solução desmineralizante (pH 4,5-4,7) utilizada neste estudo para simular o desafio ácido.

A redução da microdureza pode desempenhar um importante papel na progressiva perda de material restaurador *in vivo*, o que pode interferir, em longo prazo, na durabilidade clínica do material (CHADWICK et al.¹³, 1990).

Papagiannoulis et al.⁶⁸, em 1997, verificaram que aplicação do gel de FFA foi mais agressivo para as resinas compostas contendo bário em sua composição, onde uma dissolução seletiva das partículas contendo bário foi observada. Observou-se também, uma redução na quantidade de ligação dupla de carbono residual na resina fotopolimerizável, contendo partículas de bário, possivelmente como resultado da oxidação a partir dos componentes ionizados do FFA. A resina composta com micropartículas foi a menos afetada independente do tipo de solução fluoretada utilizada.

Nesta pesquisa foram utilizadas apenas resinas compostas com partículas de carga de sílica-zircônio, as resinas compostas estudadas apresentaram variação de forma, tamanho e volume das partículas de carga (Quadro 1).

Na literatura, são encontrados diversos estudos que verificam, também, através da resistência à penetração dos materiais (microdureza) a influência das soluções fluoretadas sobre os materiais restauradores (ABATE et al.¹, 2000; MOURA et al.⁶¹, 2001; YAP e MOK¹⁰¹, 2002; GARCIA-GODOY et al.³³, 2003).

Tanto os estudos de **microdureza** (MOURA et al.⁶¹, 2001; YAP e MOK¹⁰¹, 2002; GARCIA-GODOY³³ et al., 2003) como os de **rugosidade** (YIP et al.¹⁰³, 2001; DE WITTE et al.²¹, 2003;) apontam que o FFA aumenta a rugosidade e/ou diminuem a microdureza dos materiais

restauradores, como foi observado também em nosso estudo, sendo que esta redução na microdureza é diretamente proporcional ao tempo de aplicação do FFA (ABATE et al.¹, 2000; MOURA et al.⁶¹, 2001; GARCIA-GODOY³³ et al., 2003).

Através do teste de microdureza Barcol, Abate et al.¹, em 2000, verificaram que o efeito da espuma FFA é material dependente e que o tempo de aplicação define o grau de redução da microdureza.

Quando comparados o FFA e flúor neutro, o FFA exerce uma maior influência na alteração na microdureza superficial dos materiais restauradores (MOURA et al.⁶¹, 2001; YAP e MOK¹⁰¹, 2002). Observou-se uma redução nos valores da microdureza da resina composta mesmo com a aplicação do flúor neutro (Tabela 4), porém esta foi menos evidente em relação ao FFA, corroborando com os achados de Yap e Mok¹⁰¹, 2002 e a verificação em MEV de De Witte et al.²¹, 2003.

A partir do teste estatístico de ANOVA split plot (Tabela 7) foi possível observar que há diferença estatística entre a aplicação tópica das soluções fluoretadas (FN e FFA). O teste de Tukey (Tabela 8) permitiu observarmos que apenas as resinas composta Z100 e Filtek Supreme apresentaram diferenças estatísticas ao se utilizar estes 2 tipos de soluções fluoretadas, sendo a redução da microdureza mais evidente com a aplicação do FFA.

A preocupação com o efeito das soluções fluoretadas sobre os materiais restauradores tem conduzido a realização de diferentes tipos de testes *in vitro*. Dentre estes podem ser citados testes para a análise da: **rugosidade superficial** (SOUSA et al.⁸⁵, 1995; YIP et al.¹⁰², 1999; YIP et al.¹⁰³, 2001; DE WITTE et al.²¹, 2003), **aumento da aderência bacteriana** (PEDRINI et al.⁶⁹, 2001; KIM et al.⁴¹, 2005) e **alteração de cor da resina composta** (TANOURE et al.⁹⁰, 2004).

Outro teste utilizado para a visualização das alterações morfológicas promovidas na superfície dos materiais restauradores é

realização da análise das microfotografias obtidas a partir do MEV, conforme também visualizado neste estudo.

A partir das microfotografias em MEV das resinas compostas submetidas ao desafio ácido foi possível observar que esta condição experimental não promoveu significativas alterações morfológicas nas resinas compostas avaliadas (FIGURA 19, FIGURA 20 e FIGURA 21). Estes resultados estão de acordo com os dados obtidos no teste de microdureza realizados neste estudo, onde não foram observadas significativas alterações entre o grupo controle e aquele submetido ao desafio ácido. Em relação à resistência à penetração e degradação superficial, as resinas compostas estudadas apresentaram um desempenho favorável após serem submetidas ao modelo dinâmico de desafio ácido proposto neste trabalho.

Já Vieira et al.⁹⁶, em 1999 em sua análise em MEV estudando a resina composta, CIV, CIVMR e compômero verificaram que todos os materiais após serem submetidos a ciclos de des-mineralização (simulando alto desafio cariogênico) apresentaram diferentes padrões de erosão variando de acordo com as suas composições. Porém, a fim de verificar alterações superficiais nos materiais restauradores foram utilizados diferentes aumentos de microscopia. Uma evidente alteração nos materiais Chelon Fil (CIV) e Vitremer (RC-MR) foi observada com 300x de aumento, 1000X de aumento para os compômeros Variglass e Dyract e 10 000X de aumento para a resina composta Heliomolar.

No presente trabalho, foi padronizado o aumento da microscopia em 5000X para todos os corpos-de-prova de resina composta tivessem a mesma avaliação, e nesta não foi possível observar visíveis alterações nas resinas compostas após a simulação do desafio ácido.

Em se tratando da aplicação tópica de fluoretos, o FFA promove alteração superficial em resinas compostas (YAFFE e ZALKIND¹⁰⁰, 1981), porcelanas e cimentos de ionômero de vidro como

também foi verificado por Cruz et al.¹⁸, 1991, através da visualização de imagens fotográficas dos materiais estéticos tratados, apresentando-se em maior ou menor grau “corrosivo”, sendo que a reação é mais significativa quanto mais longo for o tempo de aplicação.

O grau de alteração na superfície é dependente do tipo de solução fluoretada (KULA et al.⁴⁴, 1997) e material restaurador (KULA et al.⁴⁶, 1983; KULA et al.⁴⁵, 1986; CRUZ et al.¹⁸, 1991; SOENO et al.⁸³, 2000) empregado.

Em nosso estudo, o FFA e FN foram analisados e da mesma forma, foram menos evidentes as alterações na morfologia superficial da resina composta após o uso do flúor neutro (FIGURA 19, FIGURA 20 e FIGURA 21) e mais severa com o FFA, corroborando com os estudos de Kula et al.⁴⁷, em 1992; El-Badrawy et al.²⁶, em 1993; Garcia-Godoy e Perez³⁴, em 1993; Sousa et al.⁸⁵, em 1995; El-Badrawy e McComb²⁵, em 1998; Turssi et al.⁹⁴, em 2001; Yip et al.¹⁰³, em 2001; Dionysopoulos et al.²², em 2003.

Quando avaliadas as resinas compostas observa-se que as resinas com cargas de quartzo e estrôncio, (KULA et al.⁴⁶, 1983), partículas de bário, (PAPAGIANNIOLIS et al.⁶⁸, 1997), partículas de bário boroaluminio-silicato (YAP e MOK¹⁰⁰, 2002) e as resinas com macropartículas (PAPAGIANNIOLIS et al.⁶⁸, 1997; SOENO et al.⁸³, 2000) são as mais afetadas pela aplicação do FFA.

Kula et al.⁴⁶, em 1983 verificaram que o FFA quando comparado com o grupo controle promoveu um notório aumento da rugosidade nas resinas compostas com partículas de carga de vidro e estrôncio que as resinas com carga de quartzo ou sílica. Complementando ainda, a perda de peso entre as resinas foi significativa sendo que as resinas que apresentaram maior perda de peso foram as com carga de vidro e estrôncio, seguidas pelas resinas com carga de quartzo e carga de sílica. Os autores sugerem que as diferenças

encontradas devem ser devido à variação no tamanho, tipo e porcentagem de partículas de carga.

Em nosso estudo, as resinas compostas eram todas com partículas de carga de sílica-zircônio. Foram estudadas resinas compostas microhíbridas e nanohíbridas, e, considerando a aplicação tópica de flúor apresentaram diferenças entre si em relação a valores de microdureza, provavelmente devido ao tamanho das partículas, volume e distribuição das partículas utilizadas.

Em relação à atuação do FFA sobre as resinas compostas, estas apresentaram perfis de degradação diferentes, sendo que a resina Z100 (FIGURA 20) e Filtek Supreme (FIGURA 21) apresentaram o escore de grau 2 e a resina Estelite Σ (FIGURA 19), grau 1, segundo a classificação de El-Badrawy et al.²⁵, em 1998. Considerando que a resina Filtek Supreme é composta por nanopartículas e possui aglomerados de nanopartículas formando agregados de partículas com tamanho de 0,6 a 1,4 μm , valor este, superior aos das partículas esféricas (0,1-0,3 μm) encontradas na resina Estelite Σ , elucidada o fato de nas FIGURA 20 e FIGURA 21, as resinas Z100 e Filtek Supreme apresentarem padrões de degradação superficial semelhantes.

Esta observação corrobora com os achados de Soeno et al.⁸³, 2000, que observaram que as superfícies das resinas compostas contendo macropartículas de carga geralmente apresentaram maior rugosidade que as de micropartículas mesmo após o tratamento com FFA. Verificou-se que as resinas híbridas com macropartículas de carga demonstraram um visível padrão de condicionamento da superfície promovido pela solução de FFA.

Frente aos estudos realizados foi possível ilustrar a degradação superficial da resina composta diante da aplicação tópica do FFA e observar através da análise da sorção e microdureza que estas propriedades variam de acordo com o tipo de resina composta empregada e as condições a que são submetidas.

7 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados com a metodologia empregada nos permitiram concluir que:

1. Quanto à sorção:

- a) Todas as resinas compostas apresentaram ganho de peso em água, sem diferença estatística significativa entre si;
- b) o armazenamento em água destilada, desafio ácido, e o efeito interação com as resinas compostas apresentaram diferença estatística significativa

2. Quanto à microdureza;

- a) As resinas compostas apresentaram diferenças estatísticas entre si e os valores em ordem decrescente foram Z100 > Filtek Supreme > EsteliteΣ;
- b) no desafio ácido o comportamento das resinas compostas foi semelhante e
- c) houve redução dos valores com a aplicação tópica das soluções fluoretadas, mais significativa com o FFA na Z100 e Filtek Supreme.

3. Na avaliação em MEV verifica-se degradação das resinas compostas mais severa com a aplicação do FFA.

8 REFERÊNCIAS*

1. Abate PF, Bertacchini SM, Garcia-Godoy F, Macchi RL. Barcoll hardness of dental materials treated with an APF foam. *J Clin Pediatr Dent.* 2001 Winter; 25(2):143-6.
2. Anusavice KJ. Phillips' science of dental materials. 10th ed. Philadelphia: Pennsylvania; 1996. 709p.
3. Asmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scand J Dent Res.* 1984 June; 92(3):257-61.
4. Assis GF, Buzalaf MAR, Faria FAC, Granjeiro JM, Torres AS, Lara VS et al. Mecanismos biológicos e influência de fatores ambientais na fluorose dentária e a participação do flúor na prevenção da cárie: revisão de literatura. *Rev Fac Odontol Bauru.* 1999 jul/ dez; 7(3/4):63-70.
5. Atmadja G, Bryant RW. Some factors influencing the depth of cure of visible light-activated composite resins. *Aust Dent J.* 1990 June; 35(3):213-8.
6. Attar N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract.* 2007 Jan 1; 8(1):27-35.

7. Barghi N, Berry T, Hatton C. Evaluating intensity output of curing lights in private dental offices. *J Am Dent Assoc.* 1994 July; 125(7): 992-6.
8. Bayne SC, Heymann HO, Swift EJ Jr. Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc.* 1994 June; 125(6):687-701.
9. Benderli Y, Gokce K, Kazak M. Effect of APF gel on micromorphology of resin modified glass-ionomer cements and flowable compomers. *J Oral Rehabil.* 2005 Sept; 32(9):669-75.
10. Benson PE, Shah AA, Millett DT, Dyer F, Parkin N, Vine RS. Fluorides, orthodontics and demineralization: a systematic review. *J Orthod.* 2005 June; 32(2):102-14.
11. Bowen RL, Rapson JE, Dickson G. Hardening shrinkage and hygroscopic expansion of composite resins. *J Dent Res.* 1982 May; 61(5):654-8.
12. Cameron A, Wilmer R. *Manual de odontopediatria.* São Paulo: Ed Santos; 2001. Cap.2, p. 39-54.
13. Chadwick RG, McCabe JF, Walls AW, Storer R. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. *Dent Mater.* 1990 Apr; 6(2):123-8.
14. Chow LC, Takagi S, Shih S. Effect of a two-solution fluoride mouthrinse on remineralization of enamel lesions in vitro. *J Dent Res.* 1992 Mar; 71(3):443-7.
15. Christensen GJ. Microfills vs. hybrids. Is there a universal composite resin? *J Am Dent Assoc.* 1991 Sept; 122(9):79-80.

16. Craig RG. Materiais dentários restauradores. 11^a ed. São Paulo: Ed.Santos; 2004. 704p.
17. Crisp S, Lewis BG, Wilson AD. Characterization of glass-ionomer cements. A study of erosion and water absorption in both neutral and acidic media. J Dent. 1980 Mar; 8(1):68-74.
18. Cruz RA, Monte Alto LA, Heimer MV, Diniz CC, Menezes C. Efeito "in vitro" da aplicação tópica de géis fluoretados acidulados sobre a superfície de alguns materiais não-metálicos utilizados em Odontopediatria. Rev Bras Odontol. 1992 nov/dez; 49(6):37-44.
19. Cunha LG, sinhoreti MAC, Correr Sobrinho L, Cosani S, Góes MF. Efeito dos métodos de fotoativação sobre a dureza Knoop de compósitos odontológicos. PGR – Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos. 2001 set/dez; 4(3):36-41.
20. Delbem ACB, Cury JA. Effect of application time of APF and NaF gels on microhardness and fluoride uptake of in vitro enamel caries. Am J Dent. 2002 June; 15(3):169-72.
21. De Witte AM, De Maeyer EA, Verbeeck RM. Surface roughening of glass ionomer cements by neutral NaF solutions. Biomaterials. 2003 May; 24(11):1995-2000.
22. Dionysopoulos P, Gerasimou P, Tolidis K. The effect of home-use fluoride gels on glass-ionomer, compomer and composite resin restorations. J Oral Rehabil. 2003 July; 30(7):683-9.

23. Dlugokinski MD, Caughman WF, Rueggeberg FA. Assessing the effect of extraneous light on photoactivated resin composites. *J Am Dent Assoc.* 1998 Aug; 129(8):1103-9.
24. Duxbury AJ, Leach FN, Duxbury JT. Acute fluoride toxicity. *Br Dent J.* 1982 July; 153:64-6.
25. El-Badrawy WA, McComb D. Effect of home-use fluoride gels on resin-modified glass-ionomer cements. *Oper Dent.* 1998 Jan/Feb; 23(1):2-9.
26. El-Badrawy WA, McComb D, Wood RE. Effect of home-use fluoride gels on glass ionomer and composite restorations. *Dent Mater.* 1993 Jan; 9(1):63-7.
27. Ernst CP, Brandenbusch M, Meyer G, Canbek K, Gottschalk F, Willershausen B. Two-year clinical performance of a nanofiller vs a fine-particle hybrid resin composite. *Clin Oral Investig.* 2006 June; 10(2):119-25.
28. Espelid I, Cairns J, Askildsen JE, Qvist V, Gaarden T, Tveit AB. Preferences over dental restorative materials among young patients and dental professionals. *Eur J Oral Sci.* 2006 Feb; 114(1):15-21.
29. Fan PL, Edahl A, Leung RL, Stanford JW. Alternative interpretations of water sorption values of composite resins. *J Dent Res.* 1985 Jan; 64(1):78-80.
30. Farjado RS. Considerações gerais das resinas compostas. *Rev Ass Paul Cirurg Dent.* 1991; 12: 11-13.

31. Featherstone JD, O'reilly MM, Shariati M, Brugler S. Enhancement of remineralisation in vitro and in vivo. In: Leach, SA. Factors relating to demineralization and remineralisation of the teeth. Oxford: IRL Press; 1986. p. 23-34.
32. Featherstone JDB, Zero DT. An in situ model for simultaneous assessment of inhibition demineralization and enhancement of remineralization. J Dent Res 1992; 71:804-810.
33. Garcia-Godoy F, Garcia-Godoy A, Garcia-Godoy F. Effect of APF minute-foam on the surface roughness, hardness, and micromorphology of high-viscosity glass ionomers. J Dent Child. 2003 Jan/Apr; 70(1):19-23.
34. Garcia-Godoy F, Leon de Perez S. Effect of fluoridated gels on a light-cured glass ionomer cement: an SEM study. J Clin Pediatr Dent. 1993 Winter; 17(2):83-7.
35. Geddes DA. Acids produced by human dental plaque metabolism in situ. Caries Res. 1975; 9(2):98-109.
36. Guedes-Pinto AC. Odontopediatria. 6^a ed. São Paulo: Ed Santos; 2000. Cap 26, p. 415-48.
37. Hawkins R, Locker D, Noble J, Kay EJ. Prevention. Part 7: professionally applied topical fluorides for caries prevention. Br Dent J. 2003 Sept; 195(6):313-7.
38. Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries enamel structure and the caries process in the dynamic process of

- demineralization and remineralization (part 2). *J Clin Pediatr Dent*. 2004 Winter; 28(2):119-24.
39. Jiang H, Bian Z, Tai BJ, Du MQ, Peng B. The effect of a bi-annual professional application of APF foam on dental caries increment in primary teeth: 24-month clinical trial. *J Dent Res*. 2005 Mar; 84(3):265-8.
40. Johnson GH, Powell LV, Gordon GE. Dentin bonding systems: a review of current products and techniques. *J Am Dent Assoc*. 1991 July; 122(7):34-41.
41. Kim YJ, Jang KT, Garcia-Godoy F. Effect of acidulated phosphate fluoride (APF) gel on the adherence of cariogenic bacteria to resin composites. *Am J Dent*. 2005 Apr; 18(2):91-4.
42. Koulourides T, Housch T. Hardness testing and microradiography of enamel in relation to intraoral de- and remineralization of the teeth. In: Leach SA, Edgar WM. *Demineralization and remineralization of teeth*. Oxford: IRL Press; 1983. p. 255-72.
43. Koupis NS, Vercruyssen CWJ, Marks LAM, Martens LC, Verbeeck RMH. Curing depth of (polyacid-modified) composite resins determined by scraping and a penetrometer. *Dent Mater*. 2004 Dec; 20(10):908-14.
44. Kula K, McKinney JE, Kula TJ. Effects of daily topical fluoride gels on resin composite degradation and wear. *Dent Mater*. 1997 Sept; 13(5):305-11.

45. Kula K, Nelson S, Kula T, Thompson V. In vitro effect of acidulated phosphate fluoride gel on the surface of composites with different filler particles. *J Prosthet Dent*. 1986 Aug; 56(2):161-9.
46. Kula K, Nelson S, Thompson V. In vitro effect of APF gel on three composite resins. *J Dent Res*. 1983 Jul; 62(7):846-9.
47. Kula K, Thompson V, Kula T, Nelson S, Selvaggi R, Liao R. In vitro effect of topical fluorides on sealant materials. *J Esthet Dent*. 1992 July/Aug; 4(4):121-7.
48. Lagouvardos PE, Pissis P, Kyritsis A, Daoukaki D. Water sorption and water-induced molecular mobility in dental composite resins. *J Mater Sci Mater Med*. 2003 Sept; 14(9):753-9.
49. Leinfelder KF, Lemons JE. *Clínica restauradora*. USA: Ed. Santos; 1989. Cap. 2, p. 71-3.
50. Leonard DL, Charlton DG, Roberts HW, Cohen ME. Polymerization efficiency of LED curing lights. *J Esthet Restor Dent*. 2002; 14(5):286-95.
51. Lu H, Lee YK, Oguri M, Powers JM. Properties of a dental resin composite with an spherical inorganic filler. *Oper Dent*. 2006 Nov/Dec; 31(6):734-40.
52. Lund RG, Cruz MK, Kohlrausch SK, Soares B, Martos J, Osinaga PWR. Ação do ácido láctico e água destilada na microdureza superficial de resinas condensáveis. *J Brás Clin Odontol Int*. 2006; Edição Especial: 01-06.

53. Lynch RJ, Momy U, Ten Cate JM. The effect of fluoride at plaque fluid concentrations on enamel de- and remineralisation at low pH. *Caries Res.* 2006; 40(6):522-9.
54. Margolis HC, Moreno EC, Murphy BJ. Effect of low levels of fluoride in solution on enamel demineralization *in vitro*. *J Dent Res* 1986; 65:23-29.
55. Marinho VC, Higgins JPT, Logan S, Sheiham A. Systematic review of controlled trials on the effectiveness of fluoride gels for the prevention of dental caries in children. *J Dent Educ.* 2003 Apr; 67(4):448-58.
56. McDonald RE, Avery DR. *Odontopediatria*. 7^a ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 2001. Cap. 7, p. 131-67.
57. Medeiros UV, Brum SC. A proteção do esmalte por substâncias fluoretadas e os desafios cariogênicos. *Rev da Assoc Paul Cir Dent.* 1998; 52 (6):454-59.
58. Montanaro L, Campoccia D, Rizzi S, Donati ME, Breschi L, Prati C, Arciola CR. Evaluation of bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* on dental restorative materials. *Biomaterials.* 2004 Aug; 25(18):4457-63.
59. Moseley H, Strang R, Stephen KW. An assessment of visible light polymerizing sources. *J Oral Rehabil.* 1986; 13(3): 215-24.
60. Moura MS, Pinto LAMS. Avaliação *in vitro* do efeito das aplicações tópicas do gel de flúor fosfato acidulado sobre materiais odontológicos. *Rev ABO Nac.* 1995 jun/jul; 3(3):194-7.

61. Moura MS, Pinto LAMS, Cruz CAS. Avaliação do efeito de aplicações tópicas de flúor sobre a dureza de resinas compostas. Rev. ABO Nac. 2001; 9(2):106-111.
62. Noort RV. Introdução aos materiais dentários; trad. Baratieri LN, Monteiro Junior S, Kawase PR. 2^a ed, Porto Alegre: Artmed; 2004. p. 344.
63. Okida RC, Mandarino F, Cury JA. Avaliação da liberação e da incorporação de flúor ao esmalte íntegro e ao cariado utilizando-se materiais fluoretados submetidos a ciclagens de desmineralização e remineralização. Rev Odontol UNESP. 1997 jan/jun; 26(1):133-43.
64. Opdam NJ, Bronkhorst EM, Roeters JM, Loomans BA. A retrospective clinical study on longevity of posterior composite and amalgam restorations. Dent Mater. 2007 Jan; 23(1):2-8.
65. Ortengren U, Wellendorf H, Karlsson S, Ruyter IE. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. J Oral Rehabil. 2001 Dec; 28(12):1106-15.
66. Oysaed H, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. J Dent Res. 1986 Nov; 65(11):1315-8.
67. Paes Leme AF, Dalcico R, Tabchoury CP, Del Bel Cury AA, et al. *In situ* effect of frequent sucrose exposure on enamel demineralization and on plaque composition after APF application and F dentifrice Use. J Dent Res 2004 Jan; 83(1): 71-5.

68. Papagiannoulis L, Tzoutzas J, Eliades G. Effect of topical fluoride agents on the morphologic characteristics and composition of resin composite restorative materials. *J Prosthet Dent.* 1997 Apr; 77(4):405-13.
69. Pedrini D, Gaetti-Jardim Junior E, Mori GG. Influência da aplicação de flúor sobre a rugosidade superficial do ionômero de vidro Vitremer e adesão microbiana a este material. *Pesq Odontol Bras.* 2001 jan/ mar; 15(1):70-6.
70. Phillips RW. *Elements of dental materials: for dental hygienists and dental assistants.* 4 th ed. 1984, p. 26-31.
71. Pin MLG, Abdo RCC, Machado MAAM, Silva SMB, Pavarini A, Marta SN. In vitro evaluation of the cariostatic action of esthetic restorative materials in bovine teeth under severe cariogenic challenge. *Oper Dent.* 2005 May/June; 30(3):368-75.
72. Pires JAF, Cvitko E, Denehy GE, Swift Jr, E. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int* 1993 July; 24(7): 517-21.
73. Prakki A, Cilli R, Mondelli RFL, Kalachandra S, Pereira JC. Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *J Dent.* 2005 Feb; 33(2):91-8.
74. Rezwani-Kaminski T, Kamann W, Gaengler P. Secondary caries susceptibility of teeth with long-term performing composite restorations. *J Oral Rehabil.* 2002 Dec; 29(12):1131-8.

75. Roeters FJM, Opdam NJM, Loomans BAC. The amalgam-free dental school. *J Dent.* 2004 July; 32(5):371-7.
76. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis Junior JW, Davis HC. Factors affecting cure at depths within light-activated resin composites. *Am J Dent.* 1993 Apr; 6(2):91-5.
77. Ruyter IE. Unpolymerized surface layers on sealants. *Acta Odontol Scand.* 1981; 39(1):27-32.
78. Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater.* 2003; 19(7):612-9.
79. Serra MC, Cury JA. The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. *Quintessence Int.* 1992 Feb; 23(2):143-7.
80. Shannon IL. Fluoride treatment programs for high-carries-risk patients. *Clin Prev Dent.* 1982 Mar/Apr; 4(2):11-20.
81. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials.* 2003 Feb; 24(4):655-65.
82. Soderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res.* 1984 Oct; 63(10):1248-54.

83. Soeno K, Matsumura H, Kawasaki K, Atsuta M. Influence of acidulated phosphate fluoride agents on surface characteristics of composite restorative materials. *Am J Dent.* 2000; 13(6):297-300.
84. Sousa SA. *Ensaio mecânicos de materiais metálicos.* 6 ed. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1974. Cap. 3, p. 57-85.
85. Sousa EH, Consani S, De Goes MF, Correr Sobrinho L. Effect of topical fluoride application on the surface roughness of composites. *Braz Dent J.* 1995; 6(1):33-9.
86. Stephan RM. Changes in hydrogen-ion concentration on tooth surface and in carious lesions. *JADA* 1940 May; 27:718-723.
87. Swartz ML, Phillips RW, Rhodes B. Visible light-activated resins-depth of cure. *J Am Dent Assoc.* 1983 May; 106(5):634-7.
88. Takagi S, Liao H, Chow LC. Effect of tooth-bound fluoride on enamel demineralization/ remineralization *in vitro*. *Caries Res.* 2000 July/Aug; 34(4):281-8.
89. Talib R. Dental composites: a review. *J Nihon Univ. Sch Dent.* 1993; sept; 35(3):161-170.
90. Tanoue N, Soeno K, Kawasaki K, Atsuta M. Influence of acidulated phosphate fluoride solution on the color stability of indirect composites. *J Prosthet Dent.* 2004 Oct; 92(4):343-7.
91. Ten Cate JM, Duijsters PP. Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res.* 1982; 16(3):201-10.

92. Terry DA. Direct applications of a nanocomposite resin system: Part 1- The evolution of contemporary composite materials. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2004 July; 16(6):417-22.
93. Triana RT, Millan CP, Barrio JG, Garcia-Godoy F. Effect of APF gel on light-cured glass ionomer cements: an SEM study. *J Clin Pediatr Dent*. 1994 Winter; 18(2):109-13.
94. Turssi CP, Magalhães CS, Serra MC. Effect of fluoride gels on micromorphology of resin-modified glass-ionomer cements and polyacid-modified resin composites. *Quintessence Int*. 2001; 32(7): 571-7.
95. Vicentini A, Correr Sobrinho L, Consani S, De Goes MF, Sinhoreti MAC. Fotopolimerização das resinas compostas. *Rev Gaúcha Odontol*. 1996 maio/jul; 44(3):146-8.
96. Vieira AR, Souza IPR, Modesto A. Study of surface alterations of composite and ionomeric materials submitted to simulation of a high cariogenic challenge. *Rev Odontol Univ São Paulo*; 1999 out/dez;13(4):321-7.
97. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent*. 2006 Feb; 95(2):137-42.
98. Willershausen B, Callaway A, Ernst CP, Stender E. The influence of oral bacteria on the surfaces of resin-based dental restorative materials-an *in vitro* study. *Int Dent J*. 1999 Aug; 49(4):231-9.

99. Wood RE, Maxymiw WG, McComb D. A clinical comparison of glass ionomer (polyalkenoate) and silver amalgam restorations in the treatment of class 5 caries in xerostomic head and neck cancer patients. *Oper Dent* .1993 May/June; 18(3): 94-102.
100. Yaffe A, Zalkind M. The effect of topical application of fluoride on composite resin restorations. *J Prosthet Dent*. 1981 Jan; 45 (1): 59-62.
101. Yap AUJ, Mok BYY. Effects of professionally applied topical fluorides on surface hardness of composite-based restoratives. *Oper Dent* 2002; 27(6):576-81.
102. Yip HK, Lam WTC, Smales RJ. Surface roughness and weight loss of esthetic restorative materials related to fluoride release and uptake. *J Clin Pediatr Dent*. 1999 Summer; 23(4):321-6.
103. Yip KH, Peng D, Smales RJ. Effects of APF gel on the physical structure of compomers and glass ionomer cements. *Oper Dent*. 2001 May/June; 26(3):231-8.

FIROOZMAND LM. *In vitro* evaluation of the microhardness, sorption and SEM analyses of composite resins, after acid challenge and/or use of fluoride solutions [Doctorate thesis]. São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos, UNESP – São Paulo State University; 2007.

ABSTRACT

*The aim of this study was to assess through hardness test, sorption test and morphological analyses in scanning electronic microscopy (SEM) the composite resin (CR) behavior submitted to the influence of acid challenge (de-mineralization process) and/or topic application of fluoride solutions. The CR: **microhybrids** - Z100 (3M), Estelite Σ (J Morita) and **nanoparticulated** - Filtek™ Supreme (3M), with A3 shade were inserted in stainless steel molds of 5 mm diameter and 2 mm depth, and cured with a XL 3000 halogen light curing unit, (3M) for 40s. Three groups were formed with 25 samples of each CR, making a total of 75 samples. They were initially weighed in Digital Scale after they were made and after they were stored for 24h in distilled water to verify the water sorption. For the microhardness test a Vickers Digital Microhardmeter, using 50g load and 30s time was used to measure the initial values of the 75 samples. From this 20 samples of each material were submitted to the acid challenge in a de-mineralized solution for 10 days, and 5 samples were stored in distilled water as a control group. The samples were again weighted and submitted to a second microhardness measure. In each group of the CR half of samples (n=10) were submitted to the topic application of neutral fluoride and the other half to the 1.23% acidulated phosphate fluoride (APF) for 48 min, making subsequently the third microhardness measure. For the SEM evaluation, 6 others samples were made for each CR and submitted to acid challenge and fluoride solutions considering that in each phase, the surface morphologic visualization was made. The ANOVA and Tukey statistical tests were used for the sorption data, and the ANOVA two way, ANOVA split plot and Tukey tests were used for hardness values. All the CR groups presented water sorption, without statistical difference between them but after being stored in distilled water, acid challenge, and subjected to the interaction effect between the CR, they presented significant statistical difference. Analyzing the microhardness measures of the CR they presented significant statistical difference and the values were represented in increasing order as Z100 > Filtek Supreme > Estelite Σ . The acid challenge did not promote alterations on CR microhardness, however the fluoride solutions significantly reduced the microhardness values, being more evident with the application of FFA on Z100 e Filtek Supreme CR. In the SEM evaluation severe degradation of CR with the application of FFA was verified. It was concluded that the type of CR can influence the water sorption, microhardness and the degree of morphologic alteration, when submitted to different experimental conditions.*

KEYWORDS: Composite resins, demineralization, fluorine compounds, Hardness Tests, scanning eletron microscopy.