

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

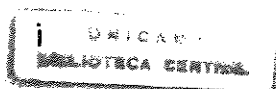
ALEX JOSÉ SOUZA DOS SANTOS
Cirurgião-Dentista

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE
EFEITO DA SINÉRESE "PÓS-MATURAÇÃO" NA
INFILTRAÇÃO MARGINAL DE MATERIAIS HÍBRIDOS DE
IONÔMERO DE VIDRO/RESINA COMPOSTA

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba da Universidade Estadual de
Campinas, para a obtenção do título de Mestre
em Clínica Odontológica, área de
Concentração em Dentística.

PIRACICABA

2001



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

ALEX JOSÉ SOUZA DOS SANTOS
Cirurgião-Dentista

EFEITO DA SINÉRESE “PÓS-MATURAÇÃO” NA
INFILTRAÇÃO MARGINAL DE MATERIAIS HÍBRIDOS DE
IONÔMERO DE VIDRO/RESINA COMPOSTA

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de
Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas,
para a obtenção do título de Mestre em Clínica
Odontológica, área de Concentração em
Dentística.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Lovadino

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Roberto Lovadino

Profa. Dr. Luis Thadeu de Abreu Poletto

Prof. Dr. Luís Alexandre M. S. Paulillo

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83

CPG, 23/04/2001

Assinatura do Orientador

PIRACICABA

2001

Ficha Catalográfica

Sa59e Santos, Alex José Souza dos.
Efeito da sinérese “pós-maturação” na infiltração marginal de materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta. / Alex José Souza dos Santos. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2001.
xxi, 133p. : il.

Orientador : Prof. Dr. José Roberto Lovadino
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Materiais Dentários. 2. Dentística. I. Lovadino, José Roberto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca de odontologia de Piracicaba - UNICAMP



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 13 de Fevereiro de 2001, considerou o candidato ALEX JOSÉ SOUZA DOS SANTOS aprovado.

1. Prof. Dr. JOSE ROBERTO LOVADINO

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

2. Prof. Dr. LUIZ THADEU DE ABREU POLLETO

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Luiz Thadeu de Abreu Polleto", written over a horizontal line.

3. Prof. Dr. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo", written over a horizontal line.

DEDICATÓRIA

A Deus

Um encaixamento de madeira adaptado aos alicerces de um edifício não se desconjunta.

Assim é o coração firmado por uma decisão bem amadurecida.

O designio de um homem sensato, em qualquer tempo que seja, não será alterado pelo temor.

Como a estaca posta em lugar elevado e a parede sem argamassa não podem resistir à violência do vento,

Assim um coração tímido de pensamentos tolos, não pode resistir ao choque do temor.

Obrigado Meu Deus!

Tu me destes a firmeza precisa e tens sido o meu apoio.

Colocastes em minha vida as pessoas certas e abençoadas, que me fizeram resistir à violência dos ventos.

Fostes para mim um abrigo contra o calor, uma tela contra o ardor do meio-dia,

Um sustentáculo contra os choques, um amparo contra a queda.

Obrigado, pois Tu Senhor tens elevado minha alma,

Iluminado meus olhos, dado-me saúde, vida e benção.

À Família

Aos meus pais, Félix e Cecília, pelo imenso carinho e amor recebidos durante minha vida. A vocês devo a vida e o tudo conquistado. Ensinaaram-me a crer nas pessoas e amar os amigos. Estiveram comigo incentivando-me profundamente a cada passo dado. Deram-me a sobriedade e fizeram-me entender o valor da honra e da amizade. Solidificaram junto a mim o amor, a base de tudo que pôde e poderá ser construído em nossas vidas.

Aos meus irmãos, Fábria, Fabrícia e Haron, pelo amor incondicional e confiança. Vocês me inspiraram, foram companheiros de jornada e me fizeram crescer como ser humano. São pessoas que eu admiro pela individualidade característica, pela forma com que cada um observa a vida e com ela aprendem. A vocês, com certeza, devo muito.

*À Profa. Heloisa A. de Lima Castro pelo apoio e
confiança durante minha graduação. Tua expressada
compreensão das minhas dificuldades e a concessão da Bolsa Trabalho
ajudaram-me manter forte o objetivo e vencer as barreiras.
Com teu apoio pude graduar-me e almejar novos objetivos.
A você o meu muito Obrigado!*

À Marlise, pelo carinho e amor dedicado.

*Teu ombro amigo, palavras sinceras,
compreensão e companheirismo fizeram
meus passos largos e meu coração feliz.*

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Dr. José Roberto Lovadino**, pela confiança e oportunidades oferecidas. Agradeço ainda pelo incentivo dado, pela inestimável orientação e contribuição à minha formação pessoal e, principalmente, pela amizade e apoio dispensado nos momentos oportunos, minha eterna gratidão.

Aos Professores da Área de Dentística **Luís Roberto Marcondes Martins**, **Luís Alexandre M. S. Paulillo** e **Marcelo Giannini**, pela amizade, respeito e contribuição preciosa à minha formação. A admiração que tenho por vocês, como pessoas e como profissionais que são, motiva-me a seguir o caminho escolhido.

Aos meus grandes amigos de turma da Pós-Graduação **Flávio H. B. Aguiar**, **Fabiana M. Gomes**, **Patrícia Chaves**, **Carlos J. Soares**, **Claudia Cia Worscheck** e **Fernão H. C. Leite Jr.**, pela amizade sincera e cumplicidade. A nossa convivência me proporcionou momentos de muita alegria e amadurecimento pessoal. O apoio que me foi dado por vocês em momentos aflitos me fez perceber, ainda mais, como é bom tê-los por perto.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, nas pessoas do Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum (Diretor) e do Prof. Dr. Frab Norberto Boscolo (Diretor Associado).

À Profa. Dra. Altair Antoninha Del Bel Cury, coordenadora dos cursos de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

À Profa. Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, coordenadora do curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

Ao Departamento de Ciências Fisiológicas, Área de Farmacologia, nas pessoas do Prof. Dr. Francisco Carlos Groppo e Prof. Dr. José Ranali, pela amizade, colaboração e disponibilidade em permitir o uso do Laboratório de Farmacologia para desenvolvimento experimental de parte deste trabalho.

Ao Departamento de Prótese e Periodontia, Área de Prótese Parcial Removível, na pessoa da Profa. Dra. Altair Antoninha Del Bel Cury, pela colaboração e disponibilidade em permitir o uso do laboratório de Prótese Parcial Removível para desenvolvimento experimental de parte deste trabalho.

À instituição de fomento CAPES, pelo apoio financeiro instituído pela concessão de bolsa.

Aos funcionários do departamento de Odontologia Restauradora, Reinaldo, Carol e Denise, pela amizade, colaboração e disposição durante nossa convivência.

À KG Sorensen, pela doação das Pontas diamantadas, desenvolvidas especialmente para esse trabalho, cuja importância foi essencial para o desenrolar da fase experimental.

Ao Prof. Dr. Lúcio Benedicto Kroll e à Prof. Gláucia Maria Bovi Ambrosano, pela realização, colaboração e inestimável ajuda na análise estatística.

Aos meus amigos de pós-graduação Gisele Damiana, Grace Mendonça, André Reis, Vanessa Cavalli, Vicente Sabóia, Joane Augusto, Paulo Henrique, César Arrais e Edwin Contreras; aos meus irmãos de graduação Débora, Lara, Rogério, Sandro, Marcelo, José Felipe, Ana Paula, Adrianinha, Marcela e a tantos outros amigos que me ajudaram a vencer os momentos difíceis e estiveram sorrindo comigo em momentos felizes.

À todos os amigos, colegas e pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho. Às pessoas que a mim se ligaram e colaboraram com o meu engrandecimento pessoal, compartilhando comigo a amizade, as experiências, as atribulações e as alegrias do dia-a-dia, o Meu Muito Obrigado.

SUMÁRIO

Listas.....	01
Listas de quadros e tabelas.....	01
Listas de ilustrações.....	02
Listas de abreviaturas, siglas e palavras em outro idioma.....	03
Resumo.....	07
Abstract.....	09
Introdução.....	11
Revisão de Literatura.....	17
Sinérese e Sorção de Água.....	17
Infiltração Marginal de Materiais Híbridos.....	25
Propriedades dos Materiais híbridos.....	45
Dentes Bovinos.....	59
Proposição.....	63
Metodologia.....	65
Resultados.....	83
Discussão.....	89
Conclusão.....	105
Referências Bibliográficas.....	107
Obras Consultadas.....	115
Anexos.....	117
Apêndice.....	127

LISTAS DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Disposição dos grupos e tratamentos	66
Quadro 2 – Apresentação dos 24 grupos formados	67
Quadro 3 - Soluções-padrão e respectivas absorbâncias	79
Quadro 4- Espécimes Descartados	122
Tabela 1 - Sistemas restauradores utilizados e respectivos fabricantes	65
Tabela 2 - Quadro da Análise de Variância	83
Tabela 3 –Desdobramento da interação Material X Substrato	84
Tabela 4-Valores médios da concentração de corante para substrato dentro de material	85
Tabela 5 - Desdobramento da interação Sinérese X Substrato	86

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dentes Bovinos	68
Figura 2 - Secção do dente em porção coronária e radicular	69
Figura 3 - Secção mesiodistal da coroa utilizando dois discos diamantados	69
Figura 4 - Secção longitudinal da coroa utilizando dois discos diamantados	69
Figura 5 – Bloco de Esmalte	70
Figura 6 – Bloco de Dentina	70
Figura 7 - Esmalte bovino incluído em resina de poliestireno	70
Figura 8 - Dentina bovina incluída em resina de poliestireno	70
Figura 9 – polimento do conjunto fragmento / resina poliestirênica	71
Figura 10 – Cavidade cilíndrica em bloco de esmalte bovino	72
Figura 11 – Pontas diamantadas	72
Figura 12 – Máquina de Termociclagem	76
Figura 13 – Higrômetro	76
Figura 14 - Amostra de dentina após a remoção da solução corante	76
Figura 15 - Amostra de dentina após o polimento superficial	76
Figura 16 – Espécime removido da resina poliestirênica	77
Figura 17 – Triturador para Tecidos Duros	77
Figura 18 – Tubos de ensaio contendo amostra triturada	78
Figura 19 - Tubos de ensaio contendo pó acrescido de álcool	78
Figura 20 - Solução inserida em cubeta para a leitura espectrofotométrica	78
Figura 21 - Aparelho de Espectrofotometria	78

Figura 22 – Gráfico da Regressão Linear e Equação de Reta	80
Figura 23 – Gráfico da interação Sinérese X Substrato	86
Figura 24 – Gráfico da porcentagem de aumento da infiltração marginal em esmalte e dentina	87
Figura 25 - Gráfico da porcentagem de aumento da infiltração marginal para materiais	88
Figura 26 – Médias de concentração de corante infiltrado para os quatro grupos formados a partir de cada material	88
Figura 27 – Gráfico da porcentagem de perda, em peso, das amostras durante processo de trituração	121

LISTAS DE ABREVIATURAS, SIGLAS E PALAVRAS EM OUTRO IDIOMA

^{45}Ca	=	Cálcio radioativo
d.C.	=	Depois de Cristo
AD	=	Adesivo dentinário
Ag NO ₃	=	Nitrato de prata
CIVC	=	Cimento de ionômero de vidro convencional
CIVMR	=	Cimento de ionômero de vidro modificado por resina
CV	=	Coefficiente de variação
dms	=	Diferença mínima significativa

<i>et al.</i>	=	E outros (abreviatura de “ <i>et alii</i> ”)
g	=	Gramma
G.L.	=	Grau de liberdade
HEMA	=	2-Hidroxi-etil-metacrilato
<i>In vitro</i>	=	Em tubos de ensaio; conjunto de reações que se realizam em tubos de ensaio ou em condições laboratoriais
<i>In vivo</i>	=	Experimento realizado em seres vivos
MEV	=	Microscopia eletrônica de varredura
mm	=	Milímetro
mL		Mililitro
MPa	=	Mega Pascal
n	=	Número de repetições por grupo
NS	=	Não significativo
°C	=	Grau Celsius
P.A.	=	Pró-análise
P/L	=	Proporção pó/líquido
pH	=	Potencial hidrogeniônico
<i>Primer</i>	=	Preparador, iniciador ou modificador de superfície
Q.M.	=	Quadrado médio
r	=	Coeficiente de correlação linear
RCC	=	Resina composta convencional
RCMP	=	Resina composta modificada por poliácidos

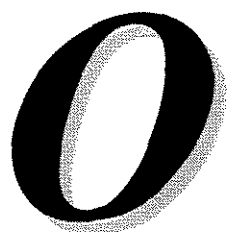
S.Q. = Soma dos quadrados

Smear layer = Camada de lama dentinária desorganizada, composta de pó dentinário, detritos orgânicos e inorgânicos, em cavidades ou canais preparados.

Visible light- = Que tem presa na presença de luz visível

curing (VLC)

µg/mL = Microgramas por mililitro

RESUMO

objetivo desse estudo *in vitro* foi avaliar o efeito da sinérese “pós-maturação” na infiltração marginal de materiais restauradores. Cavidades cilíndricas foram preparadas em blocos de esmalte e de dentina, obtidos de superfícies coronárias e radiculares de 120 incisivos bovinos. As cavidades foram restauradas com Dyract (**Dy**), Compoglass F (**Co**), Vitremer (**Vi**), Fuji II LC (**Fu**), Ketac-Fil Plus (**Ke**) e Z 100 (**Z1**). Os espécimes foram termociclados por 3000 ciclos, entre temperaturas de $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55\pm 2^{\circ}\text{C}$, e metade foi submetida à desidratação por 45 minutos em temperatura de 30°C e 60% de umidade relativa do ar. Os espécimes foram imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2%, por 12 horas, e a infiltração marginal foi mensurada quantitativamente através de espectrofotometria. A análise estatística ANOVA, seguida pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), mostrou diferenças estatísticas significativas entre as médias de infiltração marginal entre os materiais testados no esmalte ($\text{Ke} < \text{Vi} = \text{Dy}$; $\text{Dy} = \text{Fu} = \text{Z1}$; $\text{Fu} = \text{Z1} = \text{Co}$) e na dentina ($\text{Ke} < \text{Vi} = \text{Co} = \text{Fu} = \text{Z1}$; $\text{Co} = \text{Fu} = \text{Z1} = \text{Dy}$). A sinérese aumentou significativamente as médias de infiltração marginal para todos os materiais ($p < 0,05$) e de forma menos acentuada na dentina (11,6%) que no esmalte (27,8%). Os resultados permitiram concluir que nenhum dos sistemas restauradores foi capaz de conter a infiltração marginal. Os materiais híbridos foram melhores que o cimento de ionômero de vidro convencional e a maioria foi similar à resina composta. A sinérese aumentou significativamente a infiltração marginal em todos os materiais híbridos, mostrando que eles ainda são susceptíveis à desidratação.

Palavras-chave: infiltração marginal; sinérese; híbrido de ionômero de vidro/resina composta; cimento de ionômero de vidro; compósito.

ABSTRACT

The aim of this *in vitro* study was to evaluate the effect of the dehydration "post-maturaty" in the microleakage of glass-ionomer composite resins hybrids materials. Cylindrical cavities were prepared in scraps of enamel and dentin. These scraps were obtained of the root and coronary surfaces of 120 teeth bovine incisive. The cavities were filling with Dyract (**Dy**), Compoglass F (**Co**), Vitremer (**Vi**), Fuji II LC (**Fu**) Ketac-Fil PLus (**Ke**) and Z 100 (**Z1**). All the samples were thermally stressed for 3000 cycles with dwell time at $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55\pm 2^{\circ}\text{C}$. Half of all the samples were submitted to the dehydration by 45 minutes at 30°C and 60% of relative humidity of the air. The samples were immersed in methylene blue for 12 hours. The microleakage was quantified spectrophotometrically, and the data were statistically analyzed by ANOVA and Tukey test ($P < 0.05$). The results showed significant differences among the microleakage the materials tested ($P < 0.01$), in the enamel ($\text{Ke} < \text{Vi} = \text{Dy}$; $\text{Dy} = \text{Fu} = \text{Z1}$; $\text{Fu} = \text{Z1} = \text{Co}$) and in the dentin ($\text{Ke} < \text{Vi} = \text{Co} = \text{Fu} = \text{Z1}$; $\text{Co} = \text{Fu} = \text{Z1} = \text{Dy}$). The dehydration increased the averages of microleakage of all the materials significantly ($P < .01$) and in a less way accentuated in the dentin (11.6%) that in the enamel (27.8%). The results showed that no one of the restorative systems was able to prevent leakage completely. The hybrid materials were better than the glass-ionomer cement and almost all the materials were similar to the resin composite tested. The deydration increased the microleakage in all the hybrid materials tested, showing that they are still susceptible to dehydration conditions.

Key-words: microleakage; dehydration; glass-ionomer / resin-composite hybrid materials; glass-ionomer cements; composites.

INTRODUÇÃO

Segundo RING, em 1998, ao longo dos séculos foram usados para a restauração dos dentes os materiais mais curiosos, desde teias de aranha até extratos de plantas. No segundo século d.C os chineses desenvolveram uma liga de prata para a obturação de cáries. Em 1833, dois franceses aportaram às Américas com o que, afirmavam, era um material novo para a obturação dos dentes: o amálgama, preparado a partir de aparas de prata (cortadas de moedas) mescladas com uma quantidade de mercúrio. Mais tarde, em 1895, Black anunciou sua fórmula de um amálgama realmente satisfatório, chegando à mescla de metais que permanece essencialmente inalterada até os dias de hoje.

Na China do século XIII, relatos indicam que dentes de mulheres e homens eram cobertos com folhas de ouro. Em 1841, descobriu-se que temperando o ouro, e aumentando sua aderência ao passar o metal por uma lâmpada de álcool, ele poderia ser inserido com pouquíssima pressão na cavidade. O método de fusão de incrustações a ouro foi aperfeiçoado em 1907 e elas puderam ser ajustadas com precisão.

Os procedimentos e técnicas restauradoras evoluíram com o passar dos séculos. Uma grande passo da Odontologia Restauradora foi dado com a técnica do condicionamento ácido proposta por Buonocuore, em 1955, e pela apresentação dos compósitos dentais por Bowen, em 1963.

Por volta de 1850, foi introduzida a gutapercha, composta de um exsudato das árvores da família nespeira, misturada com lima, quartzo e feldspato. Período em que foram introduzidos os cimentos dentários. Adaptados de uma substância que continha cloreto de zinco, usada para fixação de ladrilhos em paredes e no chão. O composto de zinco foi substituído por um ácido fosfórico e assim foi introduzido no ano de 1879 o cimento precursor do moderno oxifosfato de zinco.

O desenvolvimento dos cimentos de ionômero de vidro por Wilson & Kent, em 1972, foi resultante de uma pesquisa conduzida no sentido de unir, em um só material, as propriedades dos cimentos de silicato e do cimento de policarboxilato de zinco, com os cimentos ionoméricos apresentando desempenho superior aos que lhe deram origem (WILSON & KENT, 1972; GLADYS *et al.*, 1997).

O uso dos cimentos ionoméricos como material restaurador tornou-se importante na prática odontológica, não somente pela sua liberação de fluoretos e conseqüente ação cariostática, mas também por possuir um coeficiente de expansão térmico-linear similar ao da estrutura dental, propriedades de adesão físico-química ao esmalte e dentina, biocompatibilidade, menores valores de contração que a resina composta, reduzida infiltração marginal e estética aceitável (KIDD, 1978; MATHIS & FERRACANE, 1989; HALLETT & GARCIA-GODOY, 1993; ATTIN *et al.*, 1995; TOLEDANO *et al.*, 1999). Entretanto, o uso clínico desses materiais tem limitações devido à susceptibilidade à sinérese e à embebição (WILSON & PADDON, 1993), resistência mecânica relativamente baixa (WILSON, 1989), porosidade, desgaste superficial e tempo prolongado de presa. Na tentativa de solucionar algumas das desvantagens dos materiais ionoméricos, surgiram os materiais restauradores híbridos (McLEAN *et al.*, 1994), que através da adição de

componentes resinosos aos materiais convencionais, passaram a possuir endurecimento imediato (MATHIS & FERRACANE, 1989; WILSON, 1990; McLEAN *et al.*, 1994) e maior controle de presa (GLADYS *et al.*, 1997) devido à fotoativação.

Esses materiais consistem de uma mistura complexa de diferentes componentes. Tipicamente eles são compostos de: 1)- ácido poliacrílico ou ácido poliacrílico modificado com cadeias laterais fotoativáveis; 2)- monômeros fotoativáveis como, por exemplo, o HEMA; 3)- um vidro ionizável; e 4)- água (ANSTICE & NICHOLSON, 1992). Tais materiais são classificados como ionômero modificado por resina quando apresentam, além do componente resinoso, quantidade suficiente da reação ácido-base e água. Os materiais nos quais essa reação não ocorre, devido à ausência de um dos componentes ou a presença de alguns deles em quantidade insuficiente, é denominada de resina modificada por poliácidos (MCLEAN *et al.*, 1994).

Uma característica importante é que esses materiais mantiveram suas propriedades de liberação de íons flúor (MATHIS & FERRACANE, 1989; GLADYS *et al.*, 1997; YIP & SMALES, 2000), assim como passaram a ter um tempo de presa maior, resistência mecânica inicial e redução da susceptibilidade à desidratação e à contaminação pela umidade (MATHIS & FERRACANE, 1989; WILSON, 1990; SIDHU & WATSON, 1995).

Por outro lado, a contração de polimerização (MATHIS & FERRACANE, 1989), coeficiente de expansão térmico-linear (BULLARD *et al.*, 1988), sorção de água e desidratação (BOUSCHLICHER *et al.*, 1996), são propriedades dos materiais restauradores que podem ter efeito sobre a infiltração marginal. Diferentes condições podem influenciar essa infiltração: atração capilar, fraturas das margens e variações de pressão na interface dente/restauração (CHAN & GLIN JONES, 1992). A contração de polimerização do

componente resinoso presente nos materiais híbridos poderia, teoricamente, levá-los a exibir infiltração marginal maior que os cimentos de ionômero de vidro convencionais (MATHIS & FERRACANE, 1989; ANSTICE & NICHOLSON, 1993; PUCKETT, 1995; DOERR *et al.*, 1996). A polimerização fotoquímica do monômero causa uma rápida contração, produzindo uma tensão que pode resultar em falha adesiva na interface dente/restauração, falha coesiva do material, e ainda fratura ou deflexão da estrutura dental (KANSHANAVASITA *et al.*, 1995).

Valores de contração volumétrica significativamente maiores são relatados para os materiais híbridos quando comparados com os cimentos de ionômero de vidro convencionais (KANSHANAVASITA *et al.*, 1995). Outro tipo de contração volumétrica que também pode afetar a infiltração marginal é a contração devido à exposição do material a condições de desidratação (BOUSCHLICHER *et al.*, 1996; SIDHU *et al.*, 1997). Na situação clínica, restaurações podem ser submetidas inadvertidamente à desidratação por certo período de tempo. Isso pode ocorrer durante o procedimento de isolamento do campo operatório, para subsequente procedimento restaurador, ou em pacientes respiradores bucais. O isolamento do campo pode submeter à sinérese tanto as restaurações já existentes quanto aquelas recentemente confeccionadas quando múltiplos procedimentos restauradores são realizados no mesmo seguimento isolado.

As alterações dimensionais, incluindo a variação higroscópica dos materiais adesivos, constituem tópico clinicamente importante já que variações excessivas podem causar falhas na união adesiva dos materiais com a estrutura do dente (WILSON & PADDON, 1993). O efeito da maturação e a resposta dos materiais híbridos frente à variações na umidade ainda não estão bem estabelecidos. Diante disso, torna-se importante

a avaliação da capacidade de selamento marginal desses materiais e sua relação com o efeito da exposição à sinérese “pós-maturação”, para que assim se possa prever o comportamento dos materiais híbridos diante de situações peculiares de desidratação no meio bucal.

REVISÃO

DA LITERATURA

SINÉRESE

E SORÇÃO DE ÁGUA

WILSON & PADDON, em 1993, estudaram as variações dimensionais ocorridas com cimentos de ionômero de vidro. As variações dimensionais ocorreram quando cimentos de ionômero de foram expostos a condições de umidade e de desidratação. Todo o experimento foi conduzido a 23°C e o tempo determinado para a maturação dos cimentos foi estudado como efeito da adição de éteres celulósicos. O estudo do tempo de maturação foi realizado antes de exposição das amostras às condições de teste. A contração dos cimentos ionômero de vidro sob condições de desidratação foi considerada maior que a expansão pela absorção de água e o aumento do tempo permitiu que os cimentos se maturassem, reduzindo notadamente a extensão deste efeito.

A contração de polimerização inicial livre e as alterações volumétricas durante a estocagem em água foram avaliadas por ATTIN, VATASCHKI & HELLWIG, em 1995, para seis materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, uma resina composta e um cimento de ionômero de vidro convencional. Utilizaram para a avaliação das variações volumétricas um princípio hidrostático, assumindo que as mudanças na flutuação do material na água dependem da variação volumétrica do material. A contração de polimerização da maioria dos ionômeros modificados por resina foi maior que das resinas compostas híbridas e do cimento de ionômero convencional. Após 28 dias de estocagem em água, os ionômeros modificados mostraram expansão volumétrica e o convencional mostrou perda de volume. Todos os materiais ionoméricos examinados tiveram conteúdo total de água maior que a resina composta. Os autores afirmaram ser significativa essa maior contração de presa nos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, fato que poderia afetar a integridade marginal das restaurações com esse tipo de material. Relatam ser necessário ainda muitos estudos para determinar melhor a influência das variações de volume e sorção de água no selamento marginal e nas propriedades físicas do material.

As alterações dimensionais durante e após a presa de dois cimentos de ionômero de vidro convencionais, um modificado por resina e uma resina modificada por poliácidos, foram investigadas em 1995, por KANSHANAVASITA, PEARSON & ANSTICE. Os materiais foram testados sob diferentes condições ambientais: umidade laboratorial a 25°C, 100% de umidade a 25°C, umidade laboratorial a 37°C, 100% de umidade a 37°C. A contração dos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta foi maior que a dos

cimentos convencionais e das resinas compostas. A contração dos cimentos de ionômero de vidro convencionais foi maior em meio seco e em temperatura mais alta. Isso pode se atribuído à elevada relação de perda de água em um meio mais seco. O cimento modificado por resina teve um comportamento similar ao convencional, enquanto a resina modificada por poliácidos se assemelhou à resina composta, quando as condições de temperatura e umidade sofreram variações. A exposição de alguns materiais a um meio úmido resultou em um grau de expansão que reduziu a contração observada.

Os ionômeros de vidro modificados por resina, uma combinação química de ionômero de vidro e resina composta, têm resultado como materiais com maior tempo de trabalho e controle de presa devido à ativação pela luz visível. Esses materiais são de uso facilitado e mais resistente à contaminação inicial pela umidade e às fraturas. Um ionômero de vidro convencional assim como um ionômero de vidro modificado pode ser inadvertidamente submetido à desidratação. Esta desidratação foi o tema de um estudo realizado por BOUSCHLICHER, VARGAS & DENEHY, em 1996, onde verificaram o efeito da desidratação na infiltração marginal de três ionômeros de vidro modificados por resina (Vitremer, Photac-Fill e Fuji II LC), um ionômero de vidro convencional (Ketac-Fill) e uma resina de micropartículas (Silux PLus). Usaram cinquenta molares humanos extraídos, com preparos Classe V nas faces vestibulares e linguais, divididos aleatoriamente em dez grupos (n=10). As restaurações foram realizadas de acordo com as recomendações dos fabricantes e mantidas úmidas até o fim do intervalo de presa especificado. Foram termocicladas por 300 ciclos entre $5 \pm 5^{\circ}\text{C}$ e $50 \pm 5^{\circ}\text{C}$. As amostras foram estocadas em

água até que os cinco grupos fossem expostos à desidratação em ar e armazenados secos por 45 minutos. Desidratados, os grupos foram hidratados novamente por 24 horas, previamente à inserção em solução pigmentante de AgNO_3 . Os dentes foram seccionados mesio-distalmente e quatro secções vestibulo-linguais (0,6mm de espessura) foram obtidas em um micrótomo. Cada secção foi analisada, de forma qualitativa, por meio de uma escala de infiltração marginal que foi de 0 a 4. O aumento da infiltração marginal foi observado em todos os grupos desidratados. Os ionômeros modificados Vitremer e Photac-Fill e a resina Silux PLus mostraram um aumento significativo nas médias de infiltração marginal ($p < 0,05$) depois de submetidos à desidratação. Os autores concluíram que o aumento da infiltração marginal após esse período de desidratação, que corresponde a um tempo médio para tratamento, indica a necessidade da realização de uma proteção superficial prévia nessas restaurações. Esses materiais estariam sendo submetidos a condições impróprias de secagem durante o subsequente tratamento dental.

As indicações clínicas dos ionômeros de vidro modificados por resina foram discutidas por SIDHU & WATSON, em 1996. Aspectos como preparo cavitário, manipulação, acabamento e polimento, fotoativação, e fatores relacionados ao sucesso e fracasso clínico desses materiais foram discutidos. Os autores afirmaram que a susceptibilidade desses materiais à hidratação e à desidratação não está totalmente esclarecida. No entanto, a aplicação de um protetor superficial parece preservar o balanço hídrico no sistema. Relatam um consenso atual sobre a necessidade de uma proteção superficial, com uma resina fluida fotopolimerizável de baixa viscosidade, quando forem usados como materiais restauradores. A grande vantagem da utilização desses protetores é

que eles possuem a capacidade de selar pequenos defeitos superficiais. A superfície lisa, proporcionada pelo protetor resinoso, auxiliaria ainda na manutenção da aparência clínica e na estabilidade de cor das restaurações de ionômero de vidro modificados por resina.

Alterações dimensionais, incluindo as variações higroscópicas de materiais restauradores adesivos é um tópico clinicamente importante, pois essas alterações quando excessivas causariam falhas na adesão do material com a estrutura do dente. Alterações dimensionais foram tema de um estudo realizado por SIDHU *et al.*, em 1997. Usando um microscópio, os autores examinaram o efeito da desidratação na interface dente/restauração em espécimes com vários graus de maturidade. Cavidades cervicais, em forma de cunha, realizadas em dentes extraídos, foram restauradas com três cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. Os espécimes do grupo controle foram restaurados com um cimento de ionômero de vidro convencional. Trinta amostras de cada grupo foram subdivididas em seis grupos de cinco amostras para facilitar as observações nos diferentes níveis de maturidade: um dia, uma semana, um mês, três meses, seis meses e um ano. Para período de tempo ou nível de maturação, as amostras foram seccionadas e levadas à análise em microscópio, sob objetiva de imersão, para que as características da subsuperfície da interface pudessem ser estudadas. As amostras foram posteriormente submetidas à desidratação no microscópio e outras avaliações foram feitas nos tempos de 15, 30 e 60 minutos após o início da observação. Os resultados indicaram que geralmente a formação de fendas ocorreu após 15 minutos de desidratação. Os materiais mostraram um padrão diferente nas fendas, de acordo com as variações da maturidade, provavelmente devido aos diferentes mecanismos de presa envolvidos. Todos foram susceptíveis a contração de

desidratação após os três meses de maturidade. Após seis meses e um ano o Fuji II e o Fuji II LC mostraram intensa desidratação. Os cimento Vitremer e Photac-Fil mostraram ser menos susceptíveis à desidratação após um ano que no período de seis meses. Os autores concluíram que a adição do componente resinoso aos cimentos de ionômero de vidro não tem reduzido significativamente a susceptibilidade desses materiais a problemas de desidratação.

As propriedades físicas e de resistência ao cisalhamento de dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (Fuji II LC e Vitremer) e de um cimento convencional (Fuji II), usado como controle, foram avaliadas por KIM *et al.*, em 1998. Noventa por cento da contração de presa (sob condições de desidratação) e a expansão higroscópica nominal (em água durante 360 horas) ocorreram entre as primeiras 24 horas. A expansão higroscópica nominal dos cimentos convencionais foi de 0,38% enquanto dos cimentos híbridos demonstrou-se acima de 1%, mas considerando a contração de presa, o total de expansão higroscópica foi de sete vezes nos cimentos convencionais e de 2,5 vezes maior nos cimentos híbridos que a expansão higroscópica nominal. Não houve diferenças estatísticas significativas no total de expansão higroscópica entre os três materiais ($p > 0,05$). A expansão térmica dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, após imersão em água, foi maior que a expansão debaixo de condições de desidratação, ao contrário do cimento convencional Fuji II. Diferenças estatísticas significativas não foram encontradas entre as médias do Vitremer e do Fuji II LC ($p > 0,05$) no que diz respeito à absorção de água. A resistência ao cisalhamento dos cimentos de ionômero de vidro

modificados por resina foi superior ao do cimento convencional Fuji II, exceto para o Vitremer em dentina.

A interface dente/cimento de ionômero de vidro modificado por resina foi examinada por SIDHU & WATSON, em 1998, especialmente a interface em dentina, onde um modelo de "micro-permeabilidade" foi usado. Cavidades cervicais em dentes extraídos foram restaurados com Fuji II LC, Vitremer, Photac-Fil, ou um cimento de ionômero de vidro convencional, Fuji Cap II. Um corante fluorescente foi usado nas câmaras pulpare por três horas antes dos espécimes serem seccionados. Exames da interface dente/materiais restauradores, realizados com um microscópio confocal, mostraram que o corante chegou às restaurações. Os autores concluíram ter elucidado o mecanismo envolvido na formação da "camada interfacial com perda estrutural" no Fuji II LC através do estudo de variáveis relacionadas ao desenho da cavidade, pré-tratamento superficial, conteúdo de água do dente e tempo, polimento anterior e cobertura da restauração. Esta "camada de absorção" é provavelmente relacionada ao fluxo de água no interior do cimento que está em processo de maturação, dependendo das variações na umidade do meio e comunicação coma polpa em um dente umedecido.

YAP *et al.*, em 2000, investigaram as alterações dimensionais, em longo prazo, e o efeito da hidratação na contração de uma resina composta convencional (RCC) e uma resina composta modificada por poliácidos (RCMP). Um dispositivo de monitoramento de tensão foi usado para mensurar a contração linear de polimerização dos compósitos, quando estocados em água a 37°C ou em ar a 26°C, por um período de um mês. Os resultados

mostraram que a reação de polimerização, para ambos os materiais, foi acompanhada de variações dimensionais de contração. O padrão de contração para os dois compósitos foi maior durante a reação de polimerização e continuou após a remoção da luz. Quando os dois materiais foram estocados em água, a maior contração foi registrada para o período de 1 hora. Isso foi seguido por uma lenta absorção de água e expansão, para os períodos de um dia a um mês. Concluíram que a RCMP exibiu significativamente uma média menor de contração de polimerização que a RCC após um mês de estocagem em água.

INFILTRAÇÃO MARGINAL DE MATERIAIS HÍBRIDOS

A infiltração marginal em torno de restaurações dentárias foi assunto de uma revisão de literatura organizada por GOING, em 1972, esclarecendo a contribuição dessa área de pesquisa para a prática odontológica. O autor comentou os estudos realizados através de penetração de corantes orgânicos ou isótopos radioativos e a dificuldade de se quantificar os padrões de infiltração observados. Após a revisão dos métodos, comumente utilizados para a avaliação de infiltração marginal *in vivo* e *in vitro*, concluiu que o futuro dos estudos depende da utilização de novas informações disponíveis e do desenvolvimento de métodos de pesquisa aperfeiçoados, de fácil aplicação e reprodutibilidade.

KIDD, em 1976, também em uma revisão de infiltração marginal, definiu infiltração marginal como sendo a passagem de bactérias, de fluídos, moléculas ou íons, entre as paredes da cavidade e do material restaurador. Muitas técnicas têm sido criadas para testar a capacidade de selamento de restaurações, tanto *in vitro* com *in vivo*. Dentre essas técnicas incluem-se o uso de corantes, isótopos radioativos, pressão de ar, bactérias, análise de

ativação de nêutrons, cáries artificiais e microscopia eletrônica de varredura. Algumas formas de fadiga térmica têm sido freqüentemente incluídas nos protocolos experimentais. A autora comenta sobre a infiltração marginal dos materiais restauradores da época. Enfatiza a necessidade de se buscar materiais restauradores com união química à estrutura dental, que possam promover perfeito selamento marginal e resistir melhor à umidade e à contínua variação de temperatura do meio bucal.

A infiltração marginal de um cimento de ionômero de vidro e de cinco sistemas de compósitos foi avaliada por HEMBREE & ANDREWS, em 1978. Uma solução com isótopo radioativo (isótopo ^{45}Ca , solução em forma de cloreto de cálcio) foi usada para a avaliação da adaptação marginal de cada espécime, que ficava armazenado em água destilada a 37°C até o momento do teste. A presença do isótopo na interface dente/restauração foi mostrada em uma auto-radiografia. Para as restaurações realizadas com margens em ionômero de vidro ASPA, não houve infiltração marginal nos intervalos de um dia, três meses e seis meses. Alguma infiltração foi observada nas amostras de margens oclusais e gengivais para o intervalo de um ano. Os autores concluíram que a infiltração marginal foi significativamente maior nas margens gengivais que nas oclusais para as restaurações em resina composta. Relataram ainda que a infiltração marginal foi maior, quando uma camada de adesivo dentinário não foi utilizada entre o dente e a resina composta.

A infiltração marginal é definida como sendo a passagem de bactérias, fluidos, substâncias químicas, moléculas e íons entre a interface formada pelas paredes do dente e

da restauração. Isso é um problema intrínseco de restaurações diretas em ouro, amálgama, resinas e restaurações fundidas, não sendo detectável clinicamente. BAUER & HENSON, numa revisão em 1984, apontam fatores que contribuem para a infiltração marginal como o espaço interfacial, inadequadas propriedades físicas dos materiais assim como técnicas impróprias e procedimentos restauradores. Relatam métodos de controle da infiltração marginal e métodos para investigá-la em estudos *in vitro*. Propriedades dos materiais como porosidade, solubilidade, expansão térmica e contração são problemas que limitam a boa performance clínica. Entre as técnicas de investigação inclui-se a microscopia eletrônica de varredura, corantes, pressão de ar e radioisótopos. Concluem que a infiltração marginal pode ser usada como método de avaliação da capacidade de selamento, porque pode prever a performance dos materiais em meio oral.

Através de um extenso trabalho de pesquisa, MONTEIRO Jr. *et al.*, em 1986, examinaram a capacidade de dois sistemas de adesivo/resina composta em promover vedamento marginal em lesões simuladas de erosão/abrasão. Realizaram autoradiografias para mensurar a infiltração e os resultados indicaram que para as lesões, com e sem preparo cavitário, as médias de infiltração marginal das resinas compostas foram significativamente menores quando o esmalte foi condicionado por ácido e o agente de união foi utilizado. A capacidade de selamento das resinas compostas, com condicionamento ácido e agente de união, não apresentou diferença estatística significativa das restaurações com cimento de ionômero de vidro convencional. Comparando os dois tipos de cavidades, houve indícios de que o preparo conservativo reduziu a incidência e a severidade da infiltração marginal para as restaurações de resina composta. O mesmo não ocorreu para o cimento de ionômero

de vidro quanto aos dois tipos de cavidades. Os autores relataram não encontrar correlação precisa entre força de união e capacidade de vedamento marginal.

Um estudo realizado por BULLARD *et al.*, em 1988, examinou a relação entre o coeficiente de expansão térmico-linear e a infiltração marginal. Sessenta molares humanos extraídos foram usados no preparo de cavidade Classe V. Seis materiais restauradores com coeficientes de expansão térmica diferentes foram termociclados, por 125 ciclos, em solução corante de fucsina básica a 0,5%. Os dentes foram seccionados e um escore de 1 a 7 foi usado para registrar a infiltração nos materiais. Os resultados mostraram diferenças significativas na infiltração marginal detectada entre os vários materiais. O cimento de ionômero de vidro foi o material que mostrou as menores médias de infiltração. Os autores concluíram que a infiltração marginal e o coeficiente de expansão térmico-linear apresentaram uma correlação e, que o uso de materiais restauradores com baixo coeficiente de expansão térmico-linear como os cimentos de ionômero de vidro podem controlar a infiltração marginal. Apesar disso, ressaltaram que inúmeros outros fatores contribuem consideravelmente para esse problema clínico e que esse coeficiente deve ser considerado apenas como um fator direcionador.

A infiltração marginal de três cimentos de ionômero de vidro, ao redor de cavidades Classe V, foi avaliada por ZYSKIND *et al.*, em 1991, comparando-os com uma resina composta. Realizadas na junção cimento-esmalte e com margens oclusais em esmalte e cervicais em dentina/cimento, as cavidades foram restauradas com Ketac-Fil, Fuji II e Chem-Fil II. As restaurações foram submetidas ao acabamento e polimento com discos

abrasivos. Os espécimes foram mantidos em água à temperatura ambiente, por 10 dias, antes de serem submetidos a termociclagem (250 ciclos entre $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 2^{\circ}\text{C}$) e à imersão em solução corante de fucsina básica a 2%, por 24 horas. Após a inclusão em resina acrílica, foram seccionados, examinados e fotografados sob microscópio. O grau de infiltração de corante foi avaliado de acordo com escores de 0 a 3, para a penetração de corante nas margens cervicais, e de I a IV para as margens oclusais. Foi observada severa infiltração nas margens oclusais em 70% das restaurações de ionômero de vidro e em 10% das restaurações de resina composta. Nas margens cervicais de todas as restaurações, inclusive das do grupo controle, foi encontrada quantidade considerável de penetração de corante.

A infiltração marginal associada a uma variedade de materiais restauradores inseridos em cavidades na superfície radicular de dentes extraídos foi verificada por CHAN & GLYN JONES, em 1992. A infiltração foi verificada através de imersão do dente em: gelatina acidificada a 14% em pH 4,5; solução corante de eosina a 5%; solução de nitrato de prata a 50% e; numa solução de cloreto de cálcio radioativo. A penetração foi registrada por escores de 0 a 4, dependendo da profundidade de penetração do marcador na interface dente/restauração, e as comparações foram realizadas para análise dos testes de infiltração. Os resultados mostraram que a solução de eosina promoveu a mais acentuada infiltração marginal, seguida pelo nitrato de prata e pelo cálcio radioativo. A gelatina acidificada foi considerada o método menos crítico para acessar à infiltração marginal. Diferenças nos escores de infiltração marginal não foram, no entanto, estatisticamente significativas. Os autores concluíram que nenhum dos quatro testes avaliados nesse estudo foi considerado

ideal, no entanto, a eosina foi considerada o método mais apropriado para verificação da infiltração marginal, associada com restaurações de superfícies radiculares.

A infiltração marginal de corante foi utilizada por SIDHU, em 1993, como indicador da eficiência de materiais e técnicas nas restaurações de lesões cervicais. Analisou compósitos, cimento de ionômero de vidro e a associação entre ambos. As amostras foram restauradas com o compósito sem adesivo, compósito com adesivo, compósito com base de ionômero e um último grupo foi restaurado com cimento de ionômero de vidro. Metade das amostras passaram por ciclagem térmica num total de 1500 ciclos, entre temperaturas de $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55\pm 2^{\circ}\text{C}$, e a outra metade não. Os resultados indicaram que nenhum dos sistemas restauradores foi capaz de promover completo vedamento das margens gengivais. Restaurações mistas e de ionômero de vidro promoveram o selamento mais efetivo, comparadas com as restaurações de resina composta. Diferenças estatísticas significativas não foram encontradas entre a infiltração marginal dos cimentos de ionômero de vidro e das restaurações mistas, bem como entre os espécimes termociclados e não termociclados.

No mesmo ano de 1993, HALLET & GARCIA-GODOY publicaram um estudo *in vitro* sobre a infiltração marginal de dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina comparados com dois cimentos convencionais. Quarenta e cinco molares humanos não cariados foram preparados com cavidades padronizadas, tipo Classe V, nas superfícies vestibulares e linguais. As margens oclusais localizaram-se em esmalte e as gengivais em dentina/cimento. Após a termociclagem, 30 dentes foram inseridos em solução corante de

azul de metileno a 2% por 24 horas e seccionados para avaliação da infiltração marginal em estéreo-microscópio. Os outros 15 dentes foram seccionados e réplicas foram confeccionadas para avaliação em microscopia eletrônica de varredura. Diferenças nos escores de infiltração marginal entre os materiais foram comparados usando os testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Um cimento de ionômero de vidro modificado por resina exibiu médias de infiltração significativamente menores, em esmalte e dentina/cimento, quando comparado ao cimento convencional. A formação de fendas marginais para ambos os ionômeros modificados foi limitada à parede axial das restaurações.

O selamento marginal de dois cimentos de ionômero de vidro ativados por luz visível comparados com um cimento de ionômero convencional, também foi avaliado por CRIM, em 1993. O autor realizou um estudo utilizando cavidades Classe V preparadas na junção cimento-esmalte em molares humanos extraídos. As amostras foram termocicladas e imersas em solução corante de fucsina básica, por 24 horas. As secções das amostras foram avaliadas com o auxílio de um microscópio. Não houve infiltração detectável na interface dente/restauração, tanto em esmalte quanto em dentina, para muitos dos espécimes. Entretanto, o esmalte adjacente ao cimento Variglass exibiu, em algumas amostras, rachaduras e manchamento. Os autores concluíram que ambos os materiais híbridos foram capazes de controlar a infiltração marginal nesse estudo *in vitro*. No entanto, as rachaduras no esmalte com o cimento Variglass podem indicar a necessidade de modificações no preparo da cavidade, como um “bizelamento” no esmalte para minimizar o fenômeno.

SIDHU, em 1994, examinou a adesão à dentina de dois materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, comparando-os com um cimento de ionômero de vidro convencional como controle. Cavidades em terceiros molares humanos extraídos foram realizadas e após terem sido restauradas foram submetidas à termociclagem, por 1500 ciclos entre temperaturas de $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55\pm 2^{\circ}\text{C}$. As amostras foram imersas em solução corante de fucsina básica a 0,5%, por 24 horas. A formação de fendas na interface dente/restauração foi registrada como medida da capacidade de vedamento marginal dos materiais. Essa análise foi realizada em um microscópio óptico acoplado a um micrômetro com medidor digital. Os resultados demonstraram que os híbridos apresentaram melhor adaptação às paredes cavitárias do que o cimento de ionômero de vidro convencional, não havendo diferenças estatísticas significativas entre as médias dos dois grupos experimentais.

SALAMA *et al.*, em 1995, compararam a infiltração marginal e formação de fendas em três materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta fotoativados. Trinta dentes pré-molares humanos não cariados foram usados no estudo. Cavidades Classe V foram preparadas nas faces vestibulares dos dentes que foram divididos em três grupos ($n=10$) e restaurados com os três materiais restauradores: Photac-Fil, Vitremer e Variglass VLC. Foram submetidos à infiltração marginal usando uma solução pigmentante de azul de metileno a 5%. Em seguida, foram incluídos em resina acrílica e seccionados longitudinalmente. Após as secções, foram avaliados quanto à penetração do corante. A formação de fendas e a união mecânica foram avaliadas utilizando-se microscopia eletrônica de varredura. Os resultados indicaram que nenhum dos materiais híbridos, sem

tratamento de ciclagem térmica, foi capaz de prevenir consistentemente a infiltração marginal. A resina modificada por poliácidos mostrou as menores médias de infiltração marginal comparada aos cimentos ionoméricos modificados por resina. Diferenças estatísticas significativas não foram encontradas entre as médias das margens gengivais e oclusais. Apenas no ionômero modificado por resina Vitremer foi notada a formação de fendas marginais. Observaram ainda que, na maioria, a presença clara de uma camada de troca iônica ("camada híbrida") não foi observada.

A infiltração marginal de três cimentos ionoméricos, um de presa química e dois fotoativados, foi avaliada por BRACKETT *et al.*, também em 1995. Restaurações Classe V foram confeccionadas para todos os materiais (n=10), em incisivos bovinos. As cavidades foram preparadas na junção cimento-esmalte, com o ângulo cavo-superficial em 90°. Após a termociclagem e imersão em solução corante de azul de metileno a 10%, por 4 horas, os dentes foram seccionados longitudinalmente e as secções avaliadas visualmente em aumento de 20 vezes. Para cada material, 20 margens em esmalte e 20 em dentina foram avaliadas e a infiltração de corante mensurada através de escores da severidade de penetração. Os autores observaram que não houve infiltração severa em qualquer um dos espécimes, assim como, diferenças estatísticas significativas não foram detectadas entre as médias dos três materiais ionoméricos. Concluíram que os cimentos híbridos avaliados foram similares em adaptação marginal *in vitro* ao cimento de ionômero de vidro convencional.

Em 1995, PACHUTA & MEIERS avaliaram o efeito de vários tratamentos dentinários na infiltração marginal de um ionômero de vidro modificado por resina em restaurações Classe V. Quarenta molares extraídos receberam restaurações com margens oclusais em esmalte e gengivais em dentina. Cinco tratamentos dentinários foram testados antes que as cavidades fossem restauradas com o ionômero. Os cinco grupos formados foram: 1- nenhum tratamento; 2- ácido poliacrílico a 10%; 3- *primer* dentinário ProBond, que age modificando a *smear layer* e deixando o promotor de adesão adsorvido sobre a dentina; 4- ácido poliacrílico e o *primer* dentinário e; 5- *primer* dentinário e adesivo ProBond. As amostras foram polidas, armazenadas em água por 24 horas a 37°C e termocicladas em um total de 1000 ciclos. Após permanecerem, por 24 horas, imersas em solução corante de fucsina básica a 0,5%, as amostras foram seccionadas de forma a promoverem três superfícies para a avaliação da infiltração marginal sob estereomicroscopia. Comparações entre as médias dos grupos não mostraram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos dentinários avaliados quanto a infiltração marginal. Cortes representativos de cada grupo de tratamento foram examinados através de MEV para avaliação da natureza da interface dente/restauração e indicaram também não haver diferenças na natureza dessa interface, apesar dos diferentes tratamentos superficiais. Os autores observaram que, em geral, houve íntimo contato do material restaurador com a dentina.

Para comparar o efeito da termociclagem na infiltração marginal de um CIVC e um CIVMR, foram preparadas cavidades Classe V localizadas na junção cimento-esmalte de dentes humanos extraídos. Neste estudo, DOERR *et al.*, em 1996, realizaram restaurações

tanto em faces vestibulares quanto nas linguais de trinta dentes terceiros molares. Uma cavidade foi restaurada com Ketac-Fil e a outra cavidade da superfície oposta com Photac-Fil. As amostras foram armazenadas por sete dias em água destilada, à temperatura ambiente, para em seguida serem submetidas à ciclagem térmica por 2.500 ciclos, entre 5°C e 55°C, com tempo de permanência em cada banho de 5 segundos. Após as amostras terem sido protegidas adequadamente, foram colocadas em solução de Azul de metileno a 0,5%, por 5 horas. Depois de incluídas em resina epóxica foram seccionadas longitudinalmente. A porcentagem de penetração de corante na interface dente/restauração foi analisada com um sistema digital de imagens. A análise estatística ANOVA mostrou que a termociclagem ou o tipo de material não exerceram efeito estatístico significativo sobre a penetração de corante ($p > 0,05$).

O vedamento marginal de restaurações Classe V de um ionômero de vidro modificado por resina e um sistema resina composta/adensivo dentinário realizadas *in vivo*, foi avaliado por FERRARI & DAVIDSON, em 1996. Uma solução corante de azul de metileno a 2% foi usada para visualizar a resistência a infiltração dessas restaurações Classe V realizadas em 17 voluntários com dentes anteriores comprometidos periodontalmente. As cavidades foram preparadas na junção cimento-esmalte, totalizando dois grupos com 10 restaurações cada. Depois de restaurados, os dentes foram extraídos após 75 a 90 dias e imersos em solução corante, por 24 horas. Os dentes foram seccionados e avaliados quanto à profundidade de penetração do corante através de um sistema de escores pré-estabelecidos. Os autores não encontraram diferenças estatísticas significativas entre as restaurações com ionômero modificado e as de resina composta associada com

adesivo dentinário, tanto nas margens em esmalte quanto em dentina. Embora nenhum dos sistemas tenha sido capaz de eliminar completamente a infiltração marginal, ela esteve presente em não mais que 30% das restaurações em cada grupo.

TRUSHKOWSKY & GWINNETT, em 1996, avaliaram a infiltração marginal em restaurações de resina composta, mistas e de ionômero de vidro modificado por resina. Cavidades Classe V foram preparadas em 35 dentes extraídos e divididos aleatoriamente em sete grupos de cinco dentes cada (10 restaurações em cada grupo), com margens localizadas em esmalte e dentina/cimento. O grupo controle foi restaurado com um sistema de resina composta/adesivo dentinário. Os grupos experimentais foram restaurados com ionômero de vidro modificado por resina, utilizados como material restaurador ou como base sob a resina composta. Após o acabamento das restaurações todas as amostras foram termocicladas por 1500 ciclos, colocadas em solução de nitrato de prata, seccionadas e avaliadas qualitativamente através de um escore de 0 a 3 para determinar o grau de infiltração marginal. A análise dos resultados mostrou que a infiltração marginal, quando presente, ficou confinada a interface dente/restauração, sem penetração para o interior dos tecidos. Não houve diferenças estatísticas significativas entre as médias apresentadas pelos grupos.

O selamento das cavidades restauradas com ionômero de vidro modificado por resina e uma resina modificada por poliácidos e a sua relação com a forma da cavidade Classe V, foram investigados por UNO *et al.*, em 1997. Realizaram três formas de cavidades centralizadas na junção cimento/esmalte em faces linguais de molares humanos

e restaurados com cinco materiais: uma resina modificada por poliácidos, três ionômeros de vidro modificados por resina e um sistema adesivo/compósito como grupo controle. Seis restaurações de cada grupo foram polidas imediatamente após a presa e termocicladas 1500 vezes, entre 5°C e 55°C. Para cada um dos três tipos de cavidades, adicionalmente foram realizadas seis restaurações para cada material e foram estocadas por 24 horas em água a 23°C, sem serem termocicladas. Todas as amostras após a termociclagem foram estocadas em água e imersas em seguida em fucsina básica a 0,1%, por uma hora. Para cada restauração, foram realizadas duas secções para analisar a infiltração marginal das quatro superfícies formadas. A profundidade de penetração do corante, coronária e apicalmente, foi analisada por escores de 0 (sem pigmentação) a 4 (parte mais profunda da cavidade). Quando comparadas com as estocadas em água, a termociclagem não teve efeito na penetração de corante para os materiais Fuji e Photac-Fil, no entanto, foi notada uma infiltração marginal mais pronunciada nas áreas de esmalte para Dyract e Vitremer e apicalmente para o Dyract e Pekafill / Gluma-CPS (GLP). As cavidades tipo I infiltraram mais do que as do tipo II e III para os materiais Fuji, Vitremer e GLP. O estudo concluiu que o selamento de cavidades Classe V, restauradas com algum cimento de ionômero de vidro modificado por resina, depende da forma e preparo marginal. As lesões Classe V típicas provaram ser a mais eficiente das formas de cavidade. O melhor selamento de cavidade, entre os quatro materiais utilizados, foi obtido com o ionômero de vidro modificado por resina Fuji II LC.

A infiltração marginal na interface dente/restauração pode ser considerada como sendo o fator que mais influencia a longevidade das restaurações. A detecção dessa

infiltração marginal em torno das restaurações dentárias foi assunto de uma revisão de literatura apresentada por ALANI & TOH, em 1997. Os autores descrevem vários métodos de detecção da infiltração marginal incluindo a utilização de marcadores como os corantes orgânicos, soluções fluorescentes, isótopos radioativos e corantes químicos como o nitrato de prata. Entre outros métodos relatados encontram-se a pressão de ar, bactérias, cáries artificiais, microscopia eletrônica de varredura, análise de ativação de nêutrons e a condutibilidade elétrica. A questão da exposição das amostras a algum tipo de fadiga é também discutida. Os autores relatam a inclusão de ciclos térmicos e/ou de fadiga mecânica em estudos laboratoriais de infiltração marginal. Concluem que cada método possui vantagens e desvantagem e que nenhum método para detecção de infiltração marginal é ideal. Provavelmente o método mais prático, e que possui um aceitável grau de confiabilidade, tem sido o que utiliza os marcadores.

Com intuito de obter dados clínicos, GLADYS *et al.*, em 1998, investigaram *in vivo* a adaptação marginal e a retenção de materiais híbridos em lesões cervicais de Classe V. Uma avaliação clínica de 18 meses foi realizada para um cimento de ionômero de vidro convencional, três cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e uma resina composta modificada por poliácidos. Em adição, análises *in vitro* da interface entre a dentina e os materiais restauradores Vitremer, Fuji II LC e Dyract foram realizadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados de retenção se mostraram bons para todos os materiais testados. Discrepâncias marginais foram localizadas nas margens em esmalte incisal e/ou nas margens cervicais em dentina, exceto para a resina composta modificada por poliácidos Dyract que mostrou mais defeitos nas margens em esmalte

incisal. Nenhum dos sistemas garantiu margens livres de infiltração marginal por um longo tempo. Na análise *in vitro*, o tipo de pré-tratamento da dentina definiu, em grande extensão, a morfologia resultante da interface entre dentina e os três materiais híbridos testados. A menor infiltração marginal clínica foi notada para o Fuji II LC. Os autores concluíram que mais estudos clínicos são necessários para definir conclusões sobre a efetividade clínica dos materiais híbridos, e que o presente trabalho clínico mostrou que a adaptação marginal e o selamento permanecem problemáticos e necessitando de melhoramentos.

A infiltração marginal de compósitos com três agentes dentinários de união foi avaliada por SANTINI & MITCHEL, em 1998. Investigam o impacto de duas técnicas de união (união à dentina úmida e à dentina ressecada) e de três sistemas dentinários de união (Syntac Single-Component, Scotchbond 1 e EBS Bonding Systems em comparação com o Prime&Bond 2.1, usado como controle). Para isso, foram confeccionadas restaurações tipo Classe V na junção cimento-esmalte de pré-molares e molares humanos, extraídos e divididos entre os quatro grupos de agentes de união. Os resultados mostraram que todos os grupos exibiram infiltração marginal, tanto em margens de esmalte quanto de dentina. Para as margens em dentina, não houve diferenças estatísticas significativas entre as médias de alguns dos grupos experimentais e àquela do grupo controle, ou entre as médias das duas técnicas para cada material. Os exames à microscopia eletrônica de varredura confirmaram que as zonas de infiltração marginal, como as indicadas pela penetração de corante, foram principalmente falhas coesivas em resina dentro da camada híbrida rica em colágeno. Os autores concluíram que os três agentes de união não foram hábeis em prevenir a infiltração

marginal em margens de esmalte e de dentina e que os sistemas se comportaram de forma similar.

Com o objetivo de analisar quantitativamente a infiltração marginal de materiais híbridos de ionômero de vidro /resina composta, De MAGALHÃES *et al.*, em 1999, realizaram um estudo *in vitro* avaliando três materiais híbridos e comparando-os com um cimento ionômero de vidro convencional e com uma resina composta. Cavidades Classe V, padronizadas, foram preparadas nas superfícies radiculares de 105 dentes humanos, extraídos e divididos nos cinco grupos (n=21). As amostras passaram por uma ciclagem térmica de 500 ciclos e depois foram imersos em solução corante de azul de metileno a 2%. A infiltração marginal foi quantificada através de espectrofotometria. Os autores relataram não haver diferenças estatísticas significativas entre os cinco grupos. Restaurações de todos os materiais testados mostraram alguma infiltração marginal nas cavidades Classe V. Concluíram que a performance dos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, quanto à infiltração marginal, foi similar à performance de um cimento de ionômero de vidro convencional e de uma resina composta.

Com o propósito de avaliar a infiltração marginal de materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, RODRIGUES *et al.*, em 1999, realizaram um estudo *in vitro* comparando seis materiais híbridos. Uma resina composta e um cimento de ionômero de vidro convencional, usados como controle. Cavidades Classe V em dentina foram preparadas em superfícies radiculares de dentes humanos extraídos. Os 240 dentes foram divididos em 10 blocos com 24 dentes. Cada bloco possuiu três dentes restaurados com

cada um dos oito materiais. As amostras foram termocicladas e colocadas em solução corante de azul de metileno a 2% e posteriormente seccionadas com discos diamantados. A penetração do corante foi registrada através de escore de 0 a 3. Os resultados mostraram não haver diferenças significativas entre os grupos de materiais híbridos comparados à resina composta. Dois ionômeros modificados por resina e uma resina modificada por poliácidos não mostraram diferenças estatísticas significativas comparados ao ionômero convencional.

TOLEDANO *et al.*, em 1999, realizaram um estudo para avaliar a infiltração marginal de restaurações Classe V com dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e uma resina modificada por poliácido. Usaram molares humanos, com preparos na junção cimento-esmalte, distribuídos em três grupos experimentais (n=10) e restaurados com Fuji II LC, Vitremer e Dyract. As amostras foram termocicladas por 1000 ciclos, entre 5 e 55 °C e colocadas em uma solução corante de fucsina básica a 2%, por 24 horas. Os resultados mostraram médias com diferenças estatísticas significativas entre os materiais, margens oclusais e margens gengivais ($P= 0,03$; $P= 0,01$; $P= 0,01$, respectivamente), com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Fuji II LC exibindo a menor penetração de corante entre os materiais. O Vitremer mostrou penetração de corante com escores entre o Fuji II LC e o Dyract, mas sem diferenças estatísticas entre os dois. Os autores concluíram que os ionômeros modificados por resina exibiram médias de infiltração marginal menores ou similares àquelas da resina modificada por poliácidos testada e, que a quantidade de partículas de carga ou conteúdo resinoso dos materiais pode influenciar o grau de infiltração marginal.

Em 1999, LIM *et al.* realizaram um estudo para comparar o efeito do polimento na infiltração marginal de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji II LC) e uma resina composta modificada por poliácidos (Dyract). Testaram dois protocolos de polimento: polimento imediato e polimento realizado após uma semana de estocagem em solução salina a 37°C. Os resultados mostraram que nenhum dos materiais foi capaz de conter a infiltração marginal e que ela foi maior nas margens em dentina que nas margens em esmalte, para ambos os procedimentos de polimento. Não houve diferenças estatísticas entre as médias de infiltração marginal do Dyract, para os dois procedimentos de polimento e para ambos os substratos. Também não encontraram diferenças quanto ao tipo de polimento do Fuji II LC para as margens em dentina, entretanto o mesmo não ocorreu para as margens em esmalte.

Os efeitos do carregamento cíclico oclusal, ciclos térmicos e forma de preparo da cavidade na infiltração marginal *in vitro* de uma resina ionomérica foram tema de um estudo realizado por HAKIMEH *et al.*, em 2000. Cavidades Classe V foram preparadas nas superfícies linguais e bucais de 32 molares e pré-molares recentemente extraídos. Foram restauradas com uma resina ionomérica Dyract e divididas em 4 grupos de tratamentos (n=8): I - somente termociclados; II - somente carregamento cíclico; III - com termociclagem e carregamento cíclico e; IV – sem tratamento. As amostras foram imersas em solução corante de fucsina básica a 2%, por 24 horas. A penetração de corante foi mensurada linearmente usando-se impressão fotográfica em cor. Os resultados mostraram que a termociclagem e a forma de preparo da cavidade tiveram efeito significativo na

infiltração marginal, mas o carregamento cíclico não. Perceberam ainda que as margens oclusais infiltraram mais que as margens gengivais.

O efeito do polimento na infiltração marginal de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina também foi tema de um estudo realizado por WILDER Jr. *et al.*, em 2000. Os autores analisaram dois tipos de procedimentos de polimento (polimento seco e polimento úmido) e sua influência na infiltração marginal e textura superficial de dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (Vitremer e Fuji II LC) e de um cimento de ionômero de vidro convencional (Fuji II). Os resultados mostraram que a infiltração marginal do cimento de ionomérico convencional foi severa nas margens em dentina. Para todos os materiais, a infiltração das margens em esmalte foi consistentemente menor, comparada àquela das margens em dentina. Diferenças estatísticas significativas foram encontradas nas médias de infiltração marginal entre materiais híbridos e o cimento de ionômero de vidro convencional, com os primeiros exibindo as menores médias. O Vitremer exibiu média de infiltração marginal significativamente menor que o Fuji II LC. Diferenças relacionadas ao tipo de polimento não foram estatisticamente significativas. Os dados obtidos ao perfilômetro indicaram que o polimento úmido criou a superfície mais rugosa. Concluíram que os cimentos híbridos foram melhores que os cimentos convencionais quanto à infiltração marginal, e que o polimento a seco com discos abrasivos é recomendado porque não contribuiu para o aumento da infiltração marginal e ainda produziu superfícies mais lisas. Entretanto, para os cimentos ionoméricos convencionais, os autores recomendam que o polimento úmido deve ser escolhido para se evitar a desidratação do material.

PROPRIEDADES DOS MATERIAIS HÍBRIDOS

WILSON, em 1989, realizou uma revisão de literatura onde o desenvolvimento dos cimentos de ionômero de vidro, os problemas envolvidos, as soluções e as relações com os princípios científicos fundamentais foram abordados. O autor descreve os melhoramentos nas características de manipulação, presa, estéticas, resistência e união à estrutura dentária. Novos agentes adesivos e ionômeros de vidro modificados por resina também são descritos. O autor conclui que os cimentos de ionômero de vidro possuem um considerável potencial para desenvolvimentos futuros e que a mais difícil tarefa será o desenvolvimento de um cimento resistente e consistente o suficiente para serem usados em restaurações de dentes posteriores.

MATHIS & FERRACANE, em 1989, realizaram um estudo para avaliar as propriedades dos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta. Uma pequena porcentagem de um líquido resinoso, usado em compósitos dentários, foi adicionada ao

líquido usado em um cimento de ionômero de vidro. Isso com o intuito de produzir um tipo de material híbrido contendo flúor que também tivesse adesão à dentina, fosse resistente, e que se apresentasse menos frágil e susceptível a desidratação em meio oral que os cimentos de ionômero de vidro convencionais. Com o desenvolvimento desses materiais, os autores se propuseram a testar algumas de suas propriedades como: resistência à compressão, resistência ao escoamento, módulo de elasticidade, resistência à fratura e à tração. Em adição, a solubilidade em água, a adesão à dentina e a rugosidade também foram testados nesse estudo *in vitro*. Os resultados sugeriram que as propriedades mecânicas iniciais dos materiais híbridos excedem às das dos cimentos de ionômero de vidro convencionais. Além disso, a fragilidade e a solubilidade desses materiais híbridos também são menores, enquanto que a propriedade de união à dentina não se apresenta diferente. Também se mostraram menos susceptíveis à umidade e menos solúveis em água. O mais importante é que rachaduras e fendas superficiais, um problema bem documentado com alguns dos cimentos de ionômero de vidro quando eles se desidratam, parecem ser aliviadas com essa formulação híbrida.

O desenvolvimento dos cimentos de ionômeros de vidro de presa dual foi discutido por WILSON, em 1990, assim como a questão desses materiais serem realmente cimentos de ionômero de vidro. Suas características químicas e propriedades foram comparadas com um cimento de ionômero de vidro convencional. Os híbridos possuem a vantagem de um longo tempo de trabalho combinado com uma presa rápida e alta resistência inicial. Eles possuem suas propriedades de resistência mais comparáveis aos cimentos convencionais que à resina composta, mas eles compartilham com a resina composta a desvantagem de

possuírem monômeros livres e, portanto, a possibilidade de não serem biocompatíveis como os cimentos de ionômero de vidro convencionais.

ANSTICE & NICHOLSON, em 1992, estudaram o comportamento de dois cimentos de ionômero de vidro fotoativados, diante das variações na resistência após várias condições de estocagem. Diferente dos ionômeros convencionais, esses materiais possuem presa através de um processo de polimerização fotoquímica em adição à presa normal por reação ácido-base. Os resultados apresentados nesse estudo mostraram que esses materiais híbridos são capazes de absorver uma quantidade considerável de água, quando estocados em meio úmido ou em solução salina fisiológica. Isso levou à variações observadas nos padrões de falhas na compressão. Em condições de umidade, tanto em água pura quanto em solução salina fisiológica, as amostras aumentaram em massa e em volume e mostraram significativo caráter plástico antes da fratura. Em atmosfera de desidratação, os espécimes sofreram considerável redução de massa e volume e falharam catastróficamente, com um mínimo de deformação, indicando que se comportaram como materiais frágeis. Essas variações foram acompanhadas por uma redução na resistência à compressão. No geral, o comportamento dos cimentos de ionômero de vidro fotoativados foi encontrado como sendo bem similar ao dos hidrogéis.

A resistência à compressão e as condições de estocagem também foram tema de um estudo realizado por NICHOLSON & McLEAN, em 1992. Dois cimentos de ionômero de vidro fotoativados foram analisados após período de estocagem em condições de umidade e de desidratação. Após um, sete e 90 dias, os espécimes foram examinados e medidas de

suas resistências compressivas foram realizadas. Os cimentos que apresentaram maior resistência compressiva foram os estocados em ar, sendo que as maiores médias de resistência foram associadas aos maiores tempos de estocagem. Entretanto, para os cimentos estocados em água foi encontrado que eles se tornaram mais frágeis com o tempo. Diferenças qualitativas foram encontradas no modo de falha entre os espécimes estocados em ar e em água. Os estocados em ar falharam de forma catastrófica quando submetidos ao carregamento apropriado. Os estocados em água, por outro lado, exibiram comportamento mais plástico, sofrendo considerável deformação quando sob carregamento. Os resultados mostraram que dois cimentos perderam peso quando estocados em ar e ganharam quando estocados em água. A fonte da variação de peso foi claramente devido à água, em todos os casos. Os resultados para o decréscimo de volume são diferentes daqueles para perda de peso, indicando que esses cimentos não somente sofrem variações na massa devido à perda de água, mas também sofrem variações na densidade. Os estocados em água sofreram expansão enquanto os estocados em ar, contração. Concluíram que esses materiais são sensíveis à umidade e exibiram comportamento similar a um hidrogel, ganhando água e tornando-se plásticos.

BOURKE *et al.*, em 1992, avaliaram a reação de presa de dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina através de um analisador de diferencial térmico e de medidas de dureza superficial. Os materiais mostraram ter duas fases distintas para suas reações de presa. A ativação por luz resulta em uma rápida presa inicial com forte característica exotérmica. Uma reação mais lenta foi detectada para o cimento quando a presa do cimento foi seguida na ausência de luz. A dureza superficial de um dos cimentos

aumentou por algum tempo após o término da ativação por luz, indicando contínua reação de presa química. As médias da última medida de dureza superficiais foram significativamente maiores que aquelas das durezas determinadas logo após a fotoativação. A ativação por luz para o segundo material aumentou o padrão de presa do cimento, mas evidências de presa dual não foram observadas. Esse material permaneceu muito macio e flexível após uma hora da ativação por luz. Os 30 segundos de exposição à fonte de luz visível produziram algum endurecimento imediato numa profundidade de 1,5-2,0mm abaixo da superfície dos dois materiais. Concluíram que o efeito da fotoativação no padrão de presa dos dois cimentos é marcadamente diferente, e sua correlação com a resistência de união dos cimentos à dentina deveria ser investigada.

O passado, presente e futuro dos cimentos de ionômero de vidro são descritos em um trabalho de revisão realizado por MOUNT, em 1994. A adesão química ao esmalte e à dentina através de trocas iônicas, a constante liberação de flúor, a solubilidade, a resistência à abrasão, aspectos da composição e a biocompatibilidade do material foram algumas das características abordadas no trabalho. O autor comenta que a embebição, a sinérese e a pobreza estética do cimento ionomérico convencional se constituem como os principais problemas associados a esse material. A incorporação de monômeros resinosos, em cerca de 18 a 20% no líquido, permitiu a elaboração de um cimento modificado com dupla reação de presa (“dual”). A fotoativação passa a constituir uma fase importante desse processo, pois protege a reação ácido-base dos problemas relacionados com equilíbrio hídrico, conferindo ao cimento uma maior estabilidade. O autor discute ainda que, a presença do HEMA modifica o mecanismo de “autopolimerização” do cimento, mas ressalta que o fator

mais importante nesse processo seria a proporção pó/líquido. A diminuição de pó na mistura levaria a um aumento inevitável do conteúdo de HEMA e, por esta ser uma molécula altamente hidrófila, o potencial de incorporação de água poderia ser aumentado. Conclui ao final que, pelas características desejáveis apresentadas pelos cimentos ionoméricos como bom selamento marginal e liberação contínua de flúor, os mesmos seriam aceitáveis na prática clínica.

No mesmo ano de 1994, McLEAN *et al.* propuseram uma nomenclatura para os cimentos de ionômero de vidro, assim como para os materiais relacionados. Os autores comentam sobre os cimentos de ionômero de vidro originais e sobre os materiais mais recentemente introduzidos na prática clínica, considerando esses últimos como híbridos de ionômero de vidro/resina composta. Esses materiais híbridos têm levado a uma considerável confusão sobre nomenclatura usada para designá-los. O termos "ativados por luz", "de presa dual", "reforçados por resina" e "modificados por resina" têm também sido aplicados a eles. Chamam atenção, portanto, para uma necessidade de esclarecimento de nomenclaturas ambíguas. Apontam também para exemplos inaceitáveis de alguns fabricantes que chamam seus produtos de cimentos de ionômero fotoativados, quando de fato, esses produtos não mostram evidências de presa por esse tipo de reação e, quando apresentam, não exibem as típicas propriedades dos cimentos de ionômero de vidro como adesão e liberação de flúor. Consideram cuidadosamente os materiais avaliados, e nesse campo introduzem recomendações pertinentes quanto à definição do termo "cimento de ionômero de vidro" e à nomenclatura apropriada para os novos materiais híbridos:

- 1- O termo “cimento de ionômero de vidro” (CIV) deveria ser reservado exclusivamente para um material que consiste de um vidro ácido-degradável e um ácido solúvel em água com presa por reação de neutralização. Esse termo cobriria dois subgrupos: os polialquenoatos de vidro e os polifosfonatos de vidro;
- 2- O termo preferido para cimentos híbridos seria “ionômero de vidro modificado por resina” (CIVMR), desde que esse material contenha suficiente reação ácido-base como parte de seu processo de presa total;
- 3- Os outros materiais que contenham, um ou ambos dos componentes essenciais dos cimentos de ionômero de vidro, mas em nível insuficiente para promover a presa por reação ácido-base em ausência de luz, deveria ser referido como sendo uma “resina composta modificada por poliácidos” (RCMP).

A influencia da sorção da água no desenvolvimento da contração de presa, de dois ionômeros de vidro modificados por resina e três convencionais, foi avaliada por FEILZER *et al.*, em 1995. As forças de tração geradas durante a presa dos materiais foram determinadas em um tensilômetro. O experimento consistiu de uma disposição dos cimentos entre dois discos idênticos de metal ou vidro, de 5,4mm de diâmetro e posicionados no tensilômetro. As variações dimensionais das amostras em direção axial, contração ou expansão, foram continuamente contrabalançadas por um deslocamento compensativo, que manteve as distâncias originais entre os discos. A força exercida pelas amostras foi registrada em valores médios em um computador. A presa foi monitorada em duas condições: 1- condição de isolamento, com hidratação e desidratação prevenidas e, 2- com exposição à umidade. Todos os cimentos de ionômero de vidro convencionais

fraturaram espontaneamente, por falha adesiva ou coesiva, devido ao desenvolvimento de forças de tração durante a presa. Quando expostos precocemente à água, as forças de tração geradas durante a presa foram aliviadas e não houve fraturas espontâneas. Para os cimentos modificados, os autores concluíram que a exposição precoce à água converteu forças de tração de presa em forças de expansão. Concluem, ao final, que esse efeito seria benéfico à restauração, mas que estudos mais extensos são necessários para a confirmação.

Para comparar a susceptibilidade à umidade de materiais híbridos e investigar o efeito dos agentes protetores e da presa nos diferentes meios, CHO *et al.* realizaram um estudo *in vitro* em 1995. Utilizaram dois ionômeros modificados por resina, duas resinas modificadas por poliácidos e um ionômero convencional como controle. Três tipos de proteções superficiais foram utilizados: nenhuma proteção, vaselina e selante de fissuras. Os resultados mostraram que os materiais híbridos são menos susceptíveis à contaminação por umidade do que o cimento de ionômero de vidro convencional usado como controle. Concluíram que o meio seco produziu maior resistência ao material híbrido e que o selante de fissuras foi considerado o protetor com melhores resultados.

SIDHU & WATSON, em 1995, publicaram um artigo sobre os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. Esses cimentos são considerados materiais híbridos formados a partir de um cimento convencional com uma pequena adição de uma resina fotoativável. Deste modo, exibem propriedades intermediárias aos dois, com muitas características superiores aos cimentos de ionômero de vidro convencionais. No geral, eles possuem as vantagens de ambos como: adesão à estrutura dentária, estética, liberação de

flúor e endurecimento rápido pela foto-ativação. Controvérsias em torno de outras propriedades físicas como mecanismo de adesão, susceptibilidade à água, resistência e desgaste em longo prazo, devem ser resolvidas e substantiadas. Existem outras considerações, às quais não são características dos cimentos convencionais, que são de importância para os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e que necessitam de mais pesquisas para promoverem evidências do seu comportamento.

O objetivo de um estudo realizado por ATTIN *et al.*, em 1996, foi avaliar as propriedades físicas de quatro cimentos de ionômero de vidro modificado por resina e duas resinas modificadas por poliácidos. Esses materiais foram comparados com uma resina composta híbrida e um cimento de ionômero de vidro convencional. As propriedades de resistência à compressão, resistência flexural, módulo de elasticidade e microdureza superficial dos materiais híbridos foram inferiores às propriedades apresentadas pela resina composta híbrida e similares ao cimento de ionômero de vidro convencional. A resina composta híbrida exibiu a menor resistência ao desgaste causada pela escovação. Alguns materiais mostraram um marcante decréscimo na dureza para profundidades excedendo 2,0 mm. No geral, as propriedades de resistência dos materiais híbridos testados foram inferiores às da resina composta híbrida.

GLADYS *et al.*, em 1997, realizaram um estudo *in vitro* com o propósito de determinar as propriedades físicas e mecânicas de oito materiais híbridos, dois ionômeros de vidro convencionais e dois compósitos. Os compósitos e duas resinas compostas modificadas por poliácidos obtiveram superfícies mais brilhantes, em seguida os ionômeros

modificados por resina e finalmente os cimentos convencionais. Após a abrasão, a aspereza superficial aumentou, não com as mesmas dimensões, em todos os materiais e as menores médias foram exibidas por um compósito de micropartículas e uma resina modificada por poliácidos. O resultado rugoso da superfície dos cimentos de ionômero de vidro convencionais e dos modificados foi resultado da porosidade e da projeção das partículas, consideradas grandes. O tamanho médio das partículas dos materiais híbridos varia de pequeno, nos compósitos, a grande, como nos cimentos ionoméricos. Os valores de microdureza e de módulo de elasticidade variam substancialmente entre todos os materiais híbridos. Para os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, o módulo de elasticidade alcançou valor máximo após um mês de sua mistura e permaneceu relativamente estável, enquanto para o compósito de micropartículas e para as resinas modificadas por poliácidos, o módulo decresceu após um mês. Os cimentos convencionais endureceram lentamente por até seis meses. O limite de fadiga flexural dos materiais híbridos é comparável ao do compósito de micropartículas. Com essas investigações, concluíram que as propriedades físico-químicas variam muito entre esses materiais híbridos, indicando que eles provavelmente ainda têm que alcançar suas propriedades ideais. A resistência mecânica deles é inadequada para uso em áreas de grande fadiga oclusal e sua aparência conserva-se onde a estética é a primeira preocupação.

No mesmo ano de 1997, DAVIDSON & FEILZER fizeram considerações para o entendimento dos problemas relacionados com a contração de polimerização. As variações dimensionais que se desenvolvem durante a presa das resinas compostas e cimentos ionoméricos foram estudados, com referências especiais aos métodos de determinação da

contração, forças de contração e atenuação das forças de tração. Como nenhum método de manejo dos materiais restauradores adesivos tem sido descrito como algo que garanta restaurações à prova de infiltração marginal, os clínicos têm que aceitar o problema da contração de polimerização e a destrutiva força de tração resultante. Somente o próprio entendimento dos mecanismos que causam esses problemas e das técnicas que podem reduzir seus efeitos é que os clínicos poderão extrair o máximo de benefícios das aplicações das resinas compostas e dos cimentos ionoméricos na Odontologia Restauradora.

KERBY *et al.*, em 1997, investigaram as propriedades de resistência de três cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, uma resina composta modificada por poliácidos e uma resina composta convencional. Compararam a resistência à compressão e a resistência à tração diametral para os períodos de uma hora, 24 horas e sete dias, debaixo de condições de presa na presença ou ausência de luz. A análise estatística dos resultados indicou diferenças estatísticas significativas entre as médias dos vários materiais testados, para ambas as resistências à compressão e à tração diametral, em todos os três períodos de tempo. Após o período de sete dias a resina composta Prosthodont e o Vitremer exibiram médias maiores de resistência, tanto à compressão quanto à tração diametral, que alguns dos outros materiais. Os autores concluíram que os cimentos de ionômero de vidro testados podem ser inadequados para áreas oclusais de grande concentração de forças.

ELIADES *et al.*, em 1998, avaliaram a extensão da reação ácido-base e liberação de íons fluoreto em duas resinas compostas modificadas por poliácidos, Compoglass e Dyract.

Para a avaliação da reação ácido-base, o primeiro grupo dos materiais foi colocado imerso em água destilada enquanto o segundo foi armazenado na ausência de luz e em condições de desidratação. A extensão da reação foi avaliada para as superfícies irradiadas dos materiais imediatamente após a irradiação e posteriormente nos períodos de trinta minutos, três dias, 1, 2, 4, 8 e 12 semanas de estocagem em água. A extensão da reação em profundidade foi também estudada. Para as medidas de liberação de íons flúor, as amostras foram preparadas e estocadas em água destilada e a quantidade de íons liberados foi medida nos períodos citados anteriormente. Os resultados mostraram que a estocagem em água promoveu o desenvolvimento de uma reação ácido-base nas superfícies diretamente irradiadas e que essa reação alcançou seu ponto de saturação em 4 semanas. A análise em profundidade dos espécimes estocados por 4 semanas revelou alta concentração de sais nos primeiros 100µm superficiais. A nova imersão em água por uma semana, de espécimes reduzidos até a profundidade de 400µm, aumentou a concentração de sais dessa superfície. Diferenças estatísticas significativas foram encontradas no padrão de reação ácido-base e concentração de sais produzidos em profundidade entre os materiais ($p < 0,05$). A liberação de fluoretos após a semana inicial, período de grande liberação, foi estabilizada. Uma correlação não positiva foi encontrada entre a reação ácido-base e a liberação de íons flúor.

Um estudo comparativo da liberação de íons flúor de uma resina composta modificada por poliácidos e três cimentos de ionômero de vidro modificados por resina foi realizado por YIP & SMALES, em 2000. Três unidades medidoras da liberação de fluoretos também foram comparadas. Cinco espécimes de cada material foram confeccionados e inseridos em frascos de polipropileno com 2 mL de água deionizada e

estocados a 37 °C. As soluções foram substituídas semanalmente e os níveis de íons flúor analisados em um, sete e 30 dias e subsequentemente a cada 28 dias, até um total de 253 dias. As medidas de fluoretos foram realizadas usando-se um eletrodo íon-seletivo para fluoreto conectado a um medidor de pH. Os íons flúor liberados foram mensurados em partes/milhão, microgramas/cm² e microgramas por mm³. Os resultados mostraram que o Fuji II LC, Photac-Fil e Vitremer exibiram altos valores iniciais de liberação, diminuindo espontaneamente e exibindo em seguida um lento declínio durante todo o tempo posterior. O Dyract liberou significativamente menos íons flúor nos primeiros 84 dias que os três cimentos modificados e manteve esse baixo nível de liberação durante todo o período estudado. As quantidades de liberação de íons flúor mensuradas, para alguns intervalos de tempo, variaram com as unidades medidoras escolhidas, mas o padrão de liberação permaneceu o mesmo. Os autores concluíam que houve uma grande variação nas quantidades de liberação de íons flúor para os produtos relatados, mas o padrão de liberação foi similar e se mostrou não afetado pelas unidades de medição.

DENTES BOVINOS

NAKAMICHI, IWAKU & FUSAYAMA, em 1983, fizeram um estudo para verificar a possibilidade de substituição dos dentes humanos por bovinos em testes de adesão. A resistência adesiva com dentes bovinos foi comparada com àquela em dentes humanos usando cinco cimentos dentários e duas resinas compostas. Também foram estudados o efeito da profundidade da dentina e o tempo de estocagem em água, após a extração, na resistência adesiva à dentina. A adesão ao esmalte e à camada superficial da dentina não mostrou diferenças estatísticas significativas entre os dentes humanos e bovinos. Os autores concluíram que a adesão à dentina bovina diminuiu consideravelmente com a profundidade e que os dentes com maior tempo de armazenagem mostraram sempre uma adesão levemente maior, em valores médios, que os dentes recentemente extraídos. Consideraram os dentes bovinos como proveitosos e convenientes para testes de adesão em substituição aos dentes humanos, quando se usou esmalte e a camada superficial de dentina.

MITRA, em 1991, realizou um estudo para determinar a adesão à dentina bovina e as propriedades físicas de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina comparando-o com um cimento ionomérico convencional. A resistência ao cisalhamento à dentina bovina, após 24 horas em água destilada, foi de 12 ± 3 MPa para o CIVMR e de 4 ± 2 MPa para o CIVC. O modo de falha foi coesivo na dentina ou no cimento ionomérico. A adesão imediata foi também significativamente maior para o CIVMR que para o CIVC. O experimento de ciclos térmicos mostrou que a adesão do cimento de ionômero de vidro modificado à dentina foi estável. Estudos a respeito da adesão à dentina humana mostram valores tão altos quantos os desse estudo. As resistências à tração diametral e a compressão para o cimento modificado foi determinado imediatamente após a ativação pela luz e também após estocagem em água por 24 horas, uma semana, um mês e sete meses. O autor concluiu que não houve diferenças nas médias das resistências à tração diametral e à compressão obtidas imediatamente após a fotoativação e após os períodos estendidos de estocagem, em água a 37 °C.

A infiltração marginal e as propriedades térmicas de dois cimentos de ionômero de vidro híbridos, comparados com um cimento convencional, foram estudadas em 1995, por PUCKETT *et al.* A infiltração marginal foi mensurada por escores de penetração do radioisótopo ^{45}Ca em cavidades Classe V confeccionadas em dentes bovinos. As propriedades de expansão térmica dos materiais também foram avaliadas. Os autores encontraram que o grau de infiltração marginal e o coeficiente de expansão térmico-linear

do cimento convencional foram significativamente menores que dos cimentos híbridos de ionômero de vidro/resina composta.

Na falta de adequados dados clínicos, a integridade marginal de restaurações de materiais híbridos foi analisada *in vitro* por BRACKETT *et al.*, em 1998. A infiltração marginal de dois tipos de materiais híbridos, dois ionômeros modificados por resina e uma resina modificada por poliácidos, foi avaliada através de restaurações realizadas nas faces vestibulares e linguais de 12 incisivos bovinos. As cavidades Classe V foram centralizadas na junção cimento/esmalte e preparadas com um bixel de 45° no esmalte. Após a ciclagem térmica (200 ciclos, variando entre 5°C e 55°C), as amostras foram imersas em solução corante de azul de metileno a 10% por 4 horas. Duas secções de cada restauração foram avaliadas visualmente através de microscópio binocular. A penetração do corante foi observada em aproximadamente 20% das margens das restaurações de todos os três materiais, tendo uma incidência maior nas restaurações de resina modificada por poliácidos. A análise dos dados constatou que não houve diferença estatística significativa entre as médias de infiltração marginal dos três materiais analisados, mas que foi maior nas paredes gengivais que nas incisais.

PROPOSIÇÃO

Através da revisão de literatura, verifica-se que os materiais híbridos apresentam propriedades intermediárias entre àquelas dos cimentos ionoméricos convencionais e resinas compostas. Apesar da adição do componente resinoso aos cimentos convencionais, o material híbrido formado parece ainda ser susceptível às alterações de umidade. Deste modo, este trabalho de tese foi realizado com o objetivo de:

- avaliar quantitativamente a infiltração marginal de quatro materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, comparando-os a um cimento de ionômero de vidro convencional e a uma resina composta;
- avaliar o efeito da sinérese “pós-maturação” na infiltração marginal de restaurações realizadas com um cimento de ionômero de vidro convencional, materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta e com uma resina composta;
- avaliar a influência do substrato, esmalte e dentina, na capacidade de selamento dos materiais híbridos e a sua interação com efeito da sinérese pós-maturação.

METODOLOGIA

As unidades experimentais usadas nesse estudo foram fragmentos dentários extraídos de 120 dentes incisivos bovinos. A variável de resposta, infiltração marginal, foi mensurada quantitativamente através da determinação espectrofotométrica da penetração de corante e os fatores em estudo foram: (A) *Materiais*, em 6 níveis; (B) *Substrato*, em dois níveis e; (C) *Sinérese*, em dois níveis.

A tabela 1 a seguir mostra a relação de sistemas restauradores utilizados para o fator A, juntamente com a classificação (McLEAN *et al.*, em 1994) e seus respectivos fabricantes.

Tabela 1: Sistemas restauradores utilizados e respectivos fabricantes.

Nome Comercial	Classificação	Fabricante
Z 100 / Single Bond	RC / AD	3M Dental Products
Compoglass F / Syntac-Single Component	RCMP / AD	Vivadent Ets
Dyract / Prime&Bond 2.1	RCMP /AD	De Trey Division / Dentsply
Vitremer	CIVMR	3M Dental Products
Fuji II LC	CIVMR	GC Corporation
Ketac-Fil Plus	CIVC	ESPE

RC= resina composta; AD= adesivo dentinário; RCMP= resina composta modificada por poliácidos; CIVMR= cimento de ionômero de vidro modificado por resina; CIVC= cimento de ionômero de vidro convencional.

Para o fator B, seus dois níveis foram: esmalte e dentina. O fator C, tipo de tratamento quanto à desidratação, também possui dois níveis que foram: com sinérese e sem sinérese.

Para a determinação da quantidade de amostras em cada grupo, o estudo piloto mostrou que a quantidade de amostras para os substratos dentina e esmalte teriam que ser diferentes. Essa diferença foi estabelecida e fundamentada numa probabilidade maior de perda de amostras no substrato dentina. Isso ocorreria devido à infiltração de corante pelos túbulos dentinários adjacentes à margem da restauração o que comprometeria a amostra. Na visualização da restauração corada, com Lupa (4x), as amostras que permitiram a entrada de corante, que não apenas pelas margens da restauração, foram descartadas. Por isso, foi estabelecida uma quantidade de 10 amostras para o grupo de esmalte e de 15 amostras para os grupos onde o substrato foi dentina.

O Quadro 1 mostra a disposição de quatro grupos, formados a partir de cada material e a respectiva quantidade de amostras

Quadro 1: Disposição dos grupos e tratamentos.

	Substrato	Sinérese	N	G
Material	Esmalte	Com	10	E-1
		Sem	10	E-2
	Dentina	Com	15	D-1
		Sem	15	D-2

N= quantidade de amostras em cada grupo; G= grupos formados para cada material.

O Quadro 2 a seguir exibe todos os 24 grupos formados.

Quadro 2: Apresentação dos 24 grupos formados a partir de 6 materiais, dois substratos e dois tratamentos de sinérese (com ou sem).

GRUPOS	
1- Z 100 / Com Sinérese / Esmalte	2- Z 100 / Com Sinérese / Dentina
3- Compoglass F / Com Sinérese / Esmalte	4- Compoglass F / Com Sinérese / Dentina
5- Dyract / Com Sinérese / Esmalte	6- Dyract / Com Sinérese / Dentina
7- Ketac-Fil Plus / Com Sinérese / Esmalte	8- Ketac-Fil Plus / Com Sinérese / Dentina
9- Fuji II LC / Com Sinérese / Esmalte	10- Fuji II LC / Com Sinérese / Dentina
11- Vitremer / Com Sinérese / Esmalte	12- Vitremer / Com Sinérese / Dentina
13- Z 100 / Sem Sinérese / Esmalte	14- Z 100 / Sem Sinérese / Dentina
15- Compoglass F / Sem Sinérese / Esmalte	16- Compoglass F / Sem Sinérese / Dentina
17- Dyract / Sem Sinérese / Esmalte	18- Dyract / Sem Sinérese / Dentina
19- Ketac-Fil Plus / Sem Sinérese / Esmalte	20- Ketac-Fil Plus / Sem Sinérese / Dentina
21- Fuji II LC / Sem Sinérese / Esmalte	22- Fuji II LC / Sem Sinérese / Dentina
23- Vitremer / Sem Sinérese / Esmalte	24- Vitremer / Sem Sinérese / Dentina

Seleção dos dentes

Para a realização desse estudo foram utilizados 120 dentes incisivos bovinos (FIG. 1), por serem considerados bons substitutos para dentes humanos em estudos laboratoriais, além de constituírem um menor risco de transmissão de doenças (NAKAMICHI, 1993; BRACKETTT *et al.*, 1998). Após a extração, os dentes foram armazenados em solução de formol a 2% em pH 7,0 e submetidos à raspagem manual com

cureta periodontal para remoção dos debrís orgânicos. Finalmente os dentes foram polidos com taça de borracha e pasta de pedra-pomes e água e armazenados em água destilada até o momento da sua utilização. Os dentes passaram por exames quanto à presença de fraturas e trincas que eventualmente poderiam ter influência na penetração do corante. Dentes que apresentaram algumas dessas características foram rejeitados.



FIGURA 1 - Dentes Bovinos.

Preparo dos Cubos de Dente

Após a seleção dos dentes, foram cortados fragmentos dentários com dimensões de 5 x 5 x 5 mm aproximadamente, das superfícies vestibulares da coroa e vestibulares e linguais das raízes dos incisivos bovinos. Inicialmente, uma primeira secção (FIG. 2) foi realizada, para separação do elemento dentário em uma porção coronária e uma radicular, utilizando-se de um disco de diamante (Horico Hopt, Rigleb & Co.) sob constante irrigação de jato de ar/água, em peça-de-mão em baixa-rotação (Dabi Atlanti SA.). As porções, coronária e radicular, foram fixadas com cera pegajosa em uma base de acrílico para que os

fragmentos pudessem ser obtidos em uma Cortadeira Metalográfica de Precisão (IMPTECH PC 10 – Equilam), na qual foram inseridos dois discos de diamante (Extec Corp.), espaçados entre si por um espaçador de acrílico de 5mm de espessura. Na cortadeira, mais duas secções foram realizadas: uma no sentido mésio-distal (FIG. 3) e outra secção no sentido longitudinal (FIG. 4).

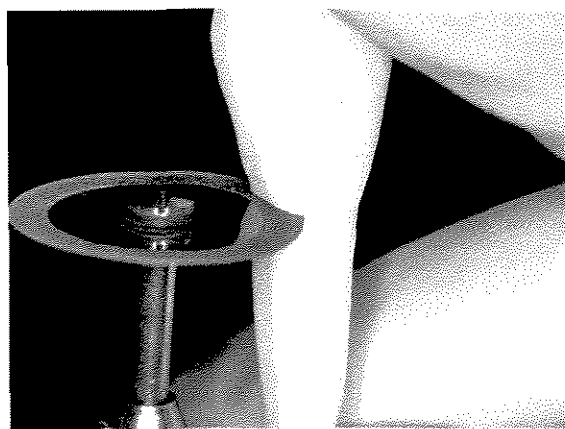


FIGURA 2 – Secção do dente em porção coronária e radicular.

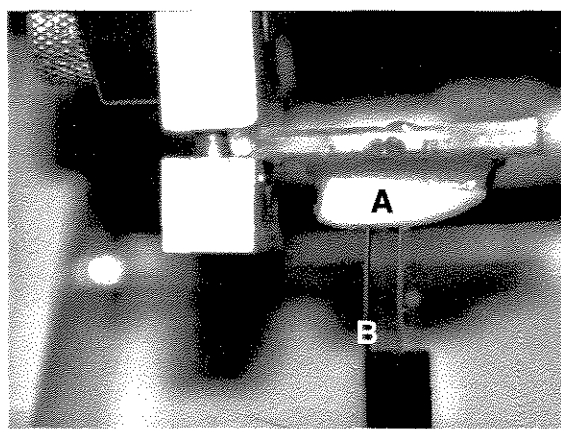


FIGURA 3 – Secção mesiodistal da coroa (A) utilizando dois discos diamantados (B).

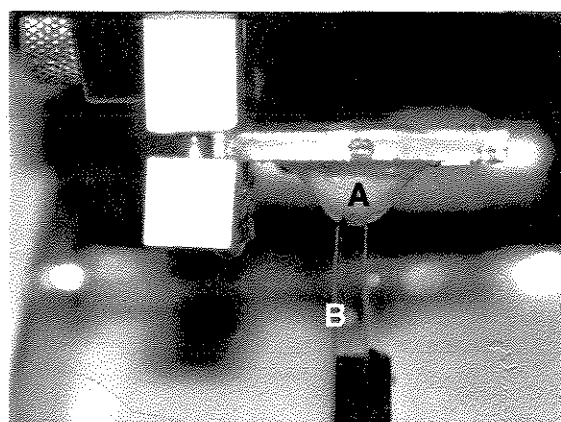


FIGURA 4 – Secção longitudinal da coroa (A) utilizando dois discos diamantados (B)

A última secção separou as porções vestibulares e linguais dos fragmentos coronários e radiculares proporcionando um bloco de dente bovino semelhante a um cubo. Para o esmalte, esse bloco continha a porção mais central e paralela das faces vestibulares das coroas (FIG. 5) e, para a dentina, os blocos continham as porções mais coronárias das faces vestibulares e linguais da raiz (FIG. 6).

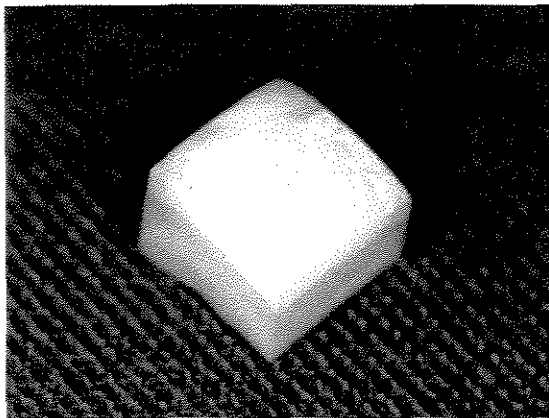


FIGURA 5 – Bloco de esmalte

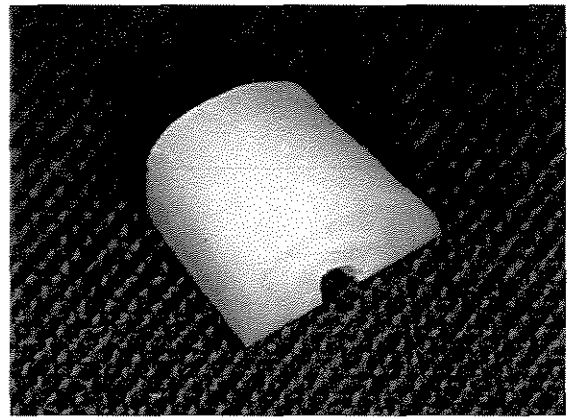


FIGURA 6 – Bloco de dentina

Restaurações

Para a confecção das cavidades, todos os fragmentos dentário foram incluídos em um cilindro de resina de poliestireno (FIGs. 7 e 8) para facilitar o manuseio.

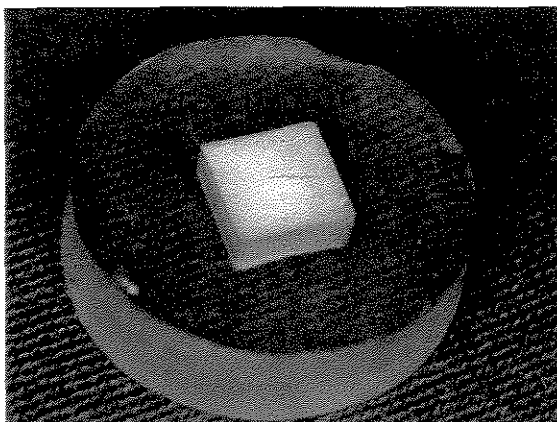


FIGURA 7 - Esmalte bovino incluído em resina de poliestireno

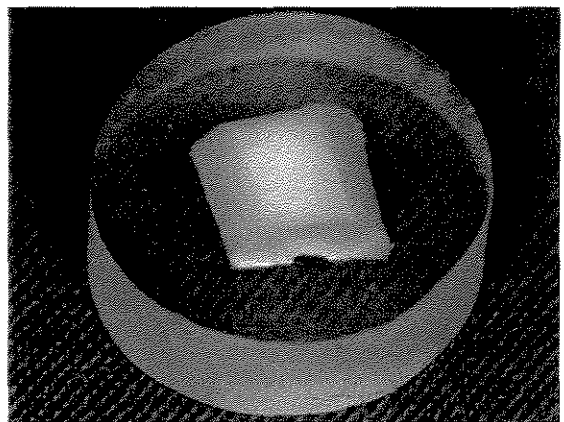


FIGURA 8: Dentina bovina incluída em resina de poliestireno

Apesar dos fragmentos terem sido extraídos de áreas o mais planas possível, o conjunto fragmento / resina poliestirênica foi levado a uma politriz (Arotec APL-4) para que as superfícies fossem polidas e se tornassem paralelas. Esse processo de polimento foi realizado com lixas 600 e 1200 e permitiu que se obtivesse superfícies planas, tanto de substrato esmalte quanto de dentina, além de um cilindro de resina poliestirênica com suas faces, superior e inferior, paralelas.

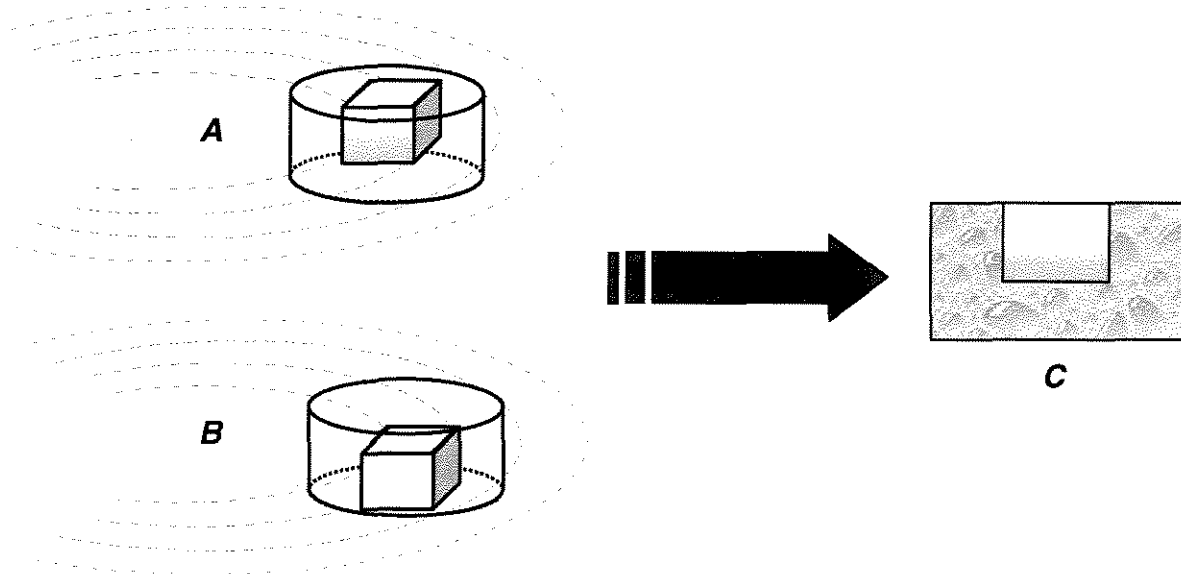


FIGURA 9 :Conjunto fragmento / resina poliestirênica levado à politriz para polimento da face inferior (A) e de sua face superior contendo o substrato exposto (B), resultando em um conjunto de superfícies, superior e inferior, paralelas (C).

Neste contexto, a obtenção de fragmentos com superfícies planas permitiu que um mínimo desgaste, nesse processo de polimento, fosse realizado em suas superfícies, não se removendo, portanto, quantidades consideráveis de substrato dentário.

Realizadas em forma cilíndrica, as cavidades (FIG. 10) foram confeccionadas com pontas diamantadas especiais (KG Sorensen Ind. & Com. Ltda.) exibindo dimensões de 1,85mm de diâmetro por 1,5mm de profundidade (FIG. 11), substituídas a cada cinco preparos. Posteriormente, as cavidades foram lavadas abundantemente com água e secadas com um leve jato de ar, evitando o ressecamento da dentina.

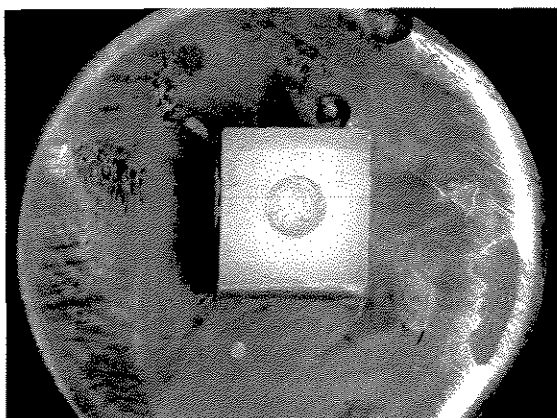


FIGURA 10 - Cavidade cilíndrica em bloco de esmalte bovino

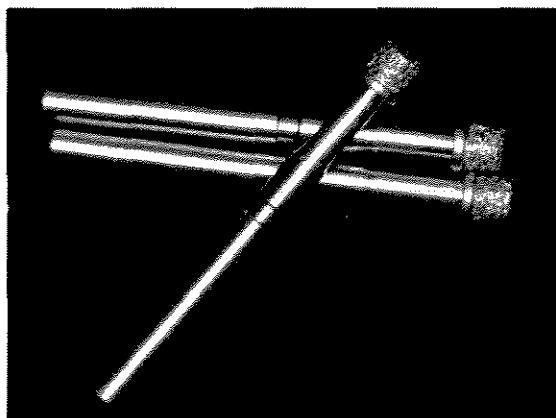


FIGURA 11 - Pontas diamantadas

Em seguida, a cavidade a ser restaurada foi escolhida aleatoriamente. A seqüência dos tipos de restaurações realizadas foi aleatorizada, onde o material e o tipo de tratamento eram escolhidos por meio de um sorteio. Os materiais foram manipulados e as técnicas restauradoras conduzidas de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes, detalhadas através dos seguintes protocolos:

VITREMER: Aplicação do *PRIMER* por 30 segundos, mantendo, durante esse tempo a superfície da dentina umedecida. Após a secagem com jato de ar por 15 segundos, realizou-se a fotoativação por 20 segundos. Pó e líquido foram dispensados, pesados na proporção de 2,5:1, em balança analítica eletrônica com precisão de 0,0001g (A & D

Company – HR 200), e misturados manualmente por 45 segundos, através de espátula de aço em bloco de papel. Depois de inserido na cavidade, através de seringa CENTRIX (Centrix - Inc.), a polimerização foi realizada por 40 segundos. Uma camada de resina fluida, FINISHING GLOSS, foi posteriormente aplicada e fotoativada por 20 segundos.

FUJI II LC: Ácido poliacrílico a 10% foi aplicado por 15 segundos para remoção da *smear layer*. Após sua lavagem e secagem adequadas, o pó e o líquido foram dispensados em uma proporção padrão de 3,2g de pó para 1,0g de líquido. Manipulado por 25 segundos, foi introduzido na cavidade com o auxílio de uma seringa CENTRIX. A fotoativação foi realizada por 20 segundos, sendo o cimento posteriormente protegido com uma camada de resina fluída, fotoativada por 20 segundos.

DYRACT: O condicionador ácido, ácido fosfórico a 37%, foi aplicado ao esmalte e dentina. Uma camada do adesivo PRIME & BOND 2.1 foi aplicado, molhando abundantemente a cavidade. Após 30 segundos de repouso realizou-se a remoção dos excessos com leve jato de ar por cinco segundos e a fotoativação por 10 segundos. Uma segunda camada foi aplicada, seguida de remoção de excessos e polimerização por 10 segundos. O material restaurador foi aplicado através de seringa CENTRIX e fotoativado por 40 segundos.

COMPOGLASS F: Ácido fosfórico a 37% foi aplicado ao esmalte e dentina. Após 15 segundos, a cavidade foi lavada e o excesso de água, deixado na superfície, removido com leve jato de ar por 5 segundos. A primeira camada de adesivo SYNTAC SINGLE-COMPONENT foi aplicada ao esmalte e dentina com um pincel saturado de adesivo, esperando-se 20 segundos, com posterior secagem leve por 2-5 segundos e fotoativação

por 20 segundos. Uma segunda camada foi aplicada e a secagem leve efetuada imediatamente. O compômero COMPOGLASS F foi aplicado com o auxílio de uma seringa CENTRIX, em uma única camada fotoativada por 40 segundos.

Z100 / SINGLE BOND: A cavidade foi condicionada, por 15 segundos, com o ácido fosfórico a 35% 3M SCOTCHBOND, seguido de lavagem por 10 segundos e secagem por 5 segundos, evitando o ressecamento da dentina. O adesivo SINGLE BOND foi aplicado em duas camadas, secadas por 2-5 segundos com jato de ar suave, e fotoativadas por 10 segundos. A resina composta Z100 foi inserida em uma única camada e fotoativada por 40 segundos.

KETAC-FIL PLUS: O proporcionamento P/L do material, de 3,2:1 em peso, foi realizado com o auxílio de balança analítica de precisão. Após a espatulação manual do ionômero em bloco de papel, o mesmo foi introduzido na cavidade com o auxílio de uma seringa CENTRIX. A presa do material ocorreu sob proteção com tira de poliéster por um tempo de 7 minutos. Após esse tempo uma camada superficial de resina fluida foi aplicada e fotoativada por 20 segundos.

Os procedimentos de fotoativação foram realizados através da exposição a uma fonte de luz halógena (Curing Light XL 1500 – 3M Dental Products) com intensidade de luz 450mw/cm^2 , sempre com a ponta do fotoativador o mais próxima da cavidade e posicionada perpendicularmente a superfície do substrato. A secagem leve da dentina, após a lavagem, teve seu tempo padronizado em 5 segundos. Todos os procedimentos de lavagem e secagem foram realizados sempre com a ponta da seringa tríplice posicionada perpendicularmente a superfície do substrato e distanciada do mesmo por 5 cm. Após as restaurações, os dentes foram imediatamente imersos em água destilada e mantidos em

estufa (Marconi – Ma 032) a $37\pm1^{\circ}\text{C}$, por 24 horas. Os procedimentos de acabamento e polimento das restaurações não foram realizados imediatamente após a confecção das restaurações (Lim, Neo & Yap, em 1999) e sim, 24 horas depois. Para tanto, foram utilizados discos de lixa a base de óxido de alumínio (Sof-Lex – 3M Dental Products), em granulações decrescentes, sob constante umedecimento através de jato de ar/água. A presença de excessos, nas margens das restaurações, foi verificada através de inspeção visual e de sonda exploradora nº5 (SS White Duflex). Os dentes foram novamente imersos em água destilada e mantidos, por mais 24 horas, em estufa a $37\pm1^{\circ}\text{C}$.

Ciclagem Térmica e Exposição a Sinérese

Os grupos foram termociclados por 3000 ciclos de temperatura entre $5\pm2^{\circ}\text{C}$ e $55\pm2^{\circ}\text{C}$, com 1 minuto de permanência em cada banho e 6 segundos de intervalo de transferência entre os banhos (FIG. 12). Como preparação para imersão em corante, os blocos foram protegidos com uma camada de adesivo (SuperBonder – Loctite Brasil Ltda.) sobre a superfície dentária, exceto a área da restauração e 1mm em torno dela. Isso permitiu o vedamento da interface formada entre o dente e a resina de poliestireno, barrando a entrada de corante. Logo após essa preparação, os espécimes foram totalmente imersos em solução corante de azul de metileno a 2% por 12 horas. Antes da imersão em corante, os espécimes correspondentes aos grupos **E-1** e **D-1** (grupos com sinérese de cada material) foram submetidos à desidratação. Essa exposição à sinérese foi realizada em estufa a 30°C , por 45 minutos, em umidade relativa de 60% (FIG. 13) medida com o auxílio de um Higrômetro (TfA – Germany). Esse procedimento foi realizado com o intuito de simular *in*

vitro o período médio em que um material estaria exposto à desidratação em meio bucal, devido à instalação de um isolamento absoluto no campo de trabalho para realização de um subsequente procedimento restaurador. Depois de removidas da solução corante (FIG. 14), as amostras foram lavadas em água corrente. Uma camada superficial de aproximadamente 0,04 a 0,05 mm foi removida para que se desconsiderasse a pigmentação de superfície e a e padronizada com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo).

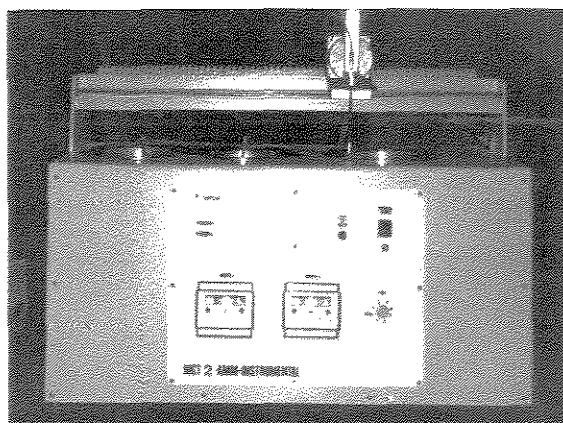


FIGURA 12 – Máquina de termociclagem.

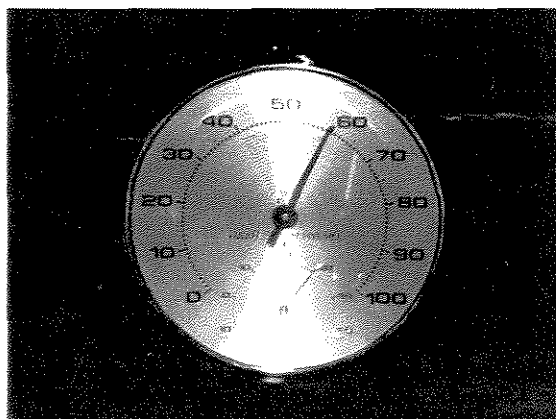


FIGURA 13 – Higrômetro marcando umidade relativa do ambiente em 60%.

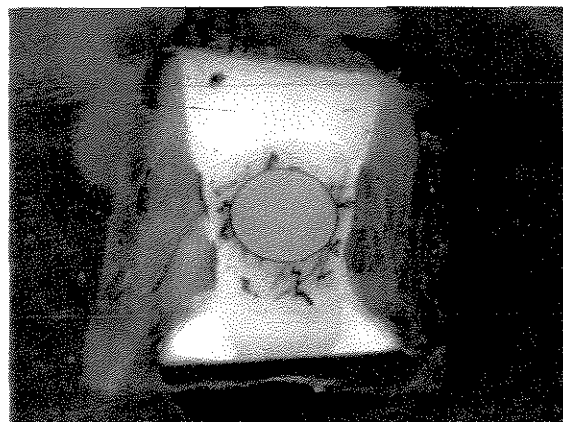


FIGURA 14 – Amostra de dentina após a remoção da solução corante. Percebe-se a pigmentação superficial do material e da região de dentina não protegida em torno da restauração.

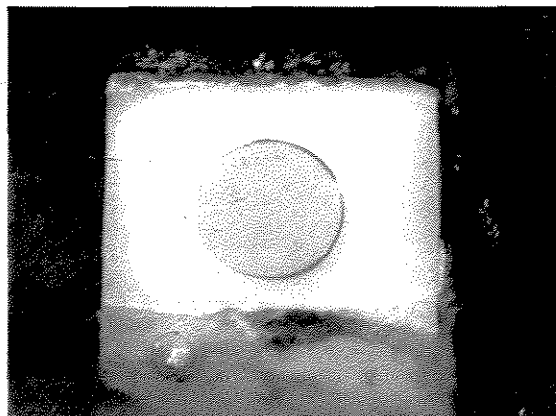


FIGURA 15 – Amostra de dentina após o polimento superficial para remoção da pigmentação superficial e da dentina circundante.

Trituração e Dissolução dos Corpos-de-Prova

Para que os blocos de dente pudessem ser triturados, foram removidos da resina poliestirênica (FIG. 16). Após a remoção, todos os blocos foram pesados em balança analítica de precisão de 0,00001g (HR 200 A & D Co. Ltd.) e inseridos separadamente em Moinho para Tecidos Duros (Marconi/Siemens), onde foram triturados com o objetivo de facilitar e padronizar o tempo de dissolução do corante (FIG. 16).

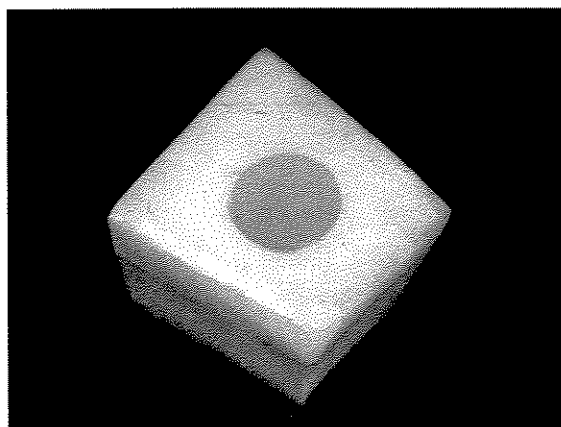


FIGURA 16 – Espécime removido da resina poliestirênica.

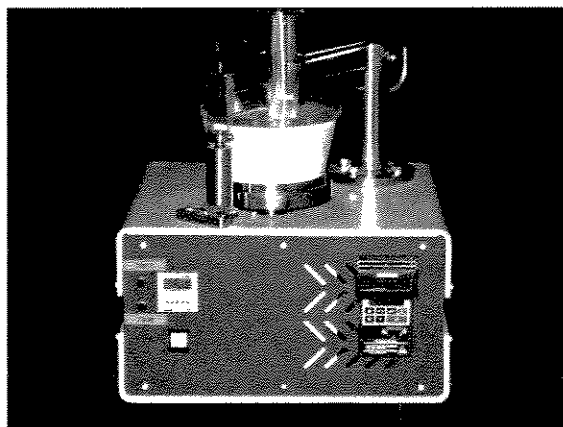


FIGURA 17 – Triturador para tecidos duros, com ambos Pistilo e Cuba em porcelana.

O pó resultante da trituração (FIG. 17) foi pesado e o resultado comparado com o peso inicial do bloco dentário. Isso permitiu verificar que a porcentagem média de perda, durante o processo de trituração, manteve-se abaixo de 6% (Anexo 2). Essa porcentagem foi considerada aceitável, entretanto, as amostras que excederam esse valor foram descartadas. Após a pesagem, o pó foi inserido em tubos de ensaio contendo 4 mL álcool absoluto P.A. (MERCK), por 24 horas, para a extração do corante (FIG. 19). Em seguida, a

solução obtida foi centrifugada (3000 rotações por minuto, por três minutos) para que o pó e eventuais impurezas fossem decantados.

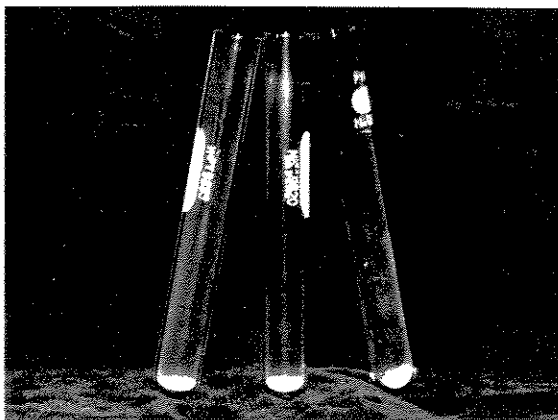


FIGURA 18 – Tubos de ensaio contendo o pó resultante do processo de trituração.

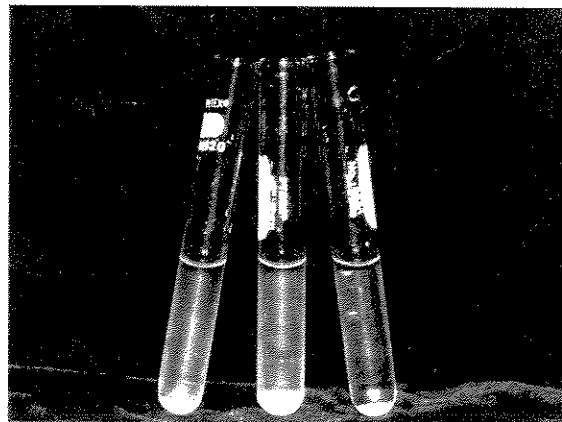


FIGURA 19 – Tubos de ensaio contendo pó acrescido do álcool.

Espectrofotometria

A solução centrifugada (FIG. 20) foi submetida à análise quantitativa de impregnação de corante, pelo aparelho de espectrofotometria (FIG. 21/ BECKDMAN DU – 65). Anteriormente às leituras, foi realizado uma varredura de oito soluções-padrão de concentrações conhecidas do corante azul de metileno.



Figura 20 – Solução centrifugada inserida em cubeta apropriada para a leitura espectrofotométrica.



Figura 21 - Espectrofotômetro.

O Quadro a seguir exhibe as concentrações do corante azul de metileno e as respectivas absorbâncias, encontradas nas leituras espectrofotométricas, das soluções-padrão utilizadas.

Quadro 3 : Soluções-padrão e respectivas absorbâncias.

Concentração (µg/mL)	Absorbância
4,0	1,074
2,0	0,548
1,0	0,262
0,5	0,126
0,25	0,05
0,125	0,025
0,0625	0,013
0,03125	0,006

Absorbâncias das soluções-padrão para a regressão linear

Nessa varredura foi obtido o comprimento de onda em que ocorre a máxima absorção espectral para o corante, estabelecido em 668 nm. Para cada solução-padrão foi detectada uma absorbância respectiva, relativa a densidade óptica da solução analisada. A correlação entre a densidade óptica de uma solução e sua concentração permitiu que fosse traçado um gráfico de linhas em um sistema de eixos cartesianos, utilizando os valores de concentração de corante (µg/ml) no eixo das abscissas, e a densidade óptica (ABS), obtido pela leitura espectrofotométrica, no eixo das ordenadas. Assim foi obtida uma reta que expressa a correlação linear entre as duas variáveis corante/absorbância, assim como a respectiva equação de regressão linear de x em função de y ($y = ax + b$). Da mesma maneira foi obtido o valor de “r” para a equação, que sendo um valor muito próximo de 1

($r = 0,9998$) indicou ser esta uma correção válida. Esse valor de "r", que demonstrou ocorrer uma correlação confiável entre a densidade óptica e a concentração de corante presente nas soluções-teste para o corante azul de metileno, pode ser visualizado na figura abaixo, juntamente com a equação de reta.

Gráfico da Regressão Linear e Equação de Reta

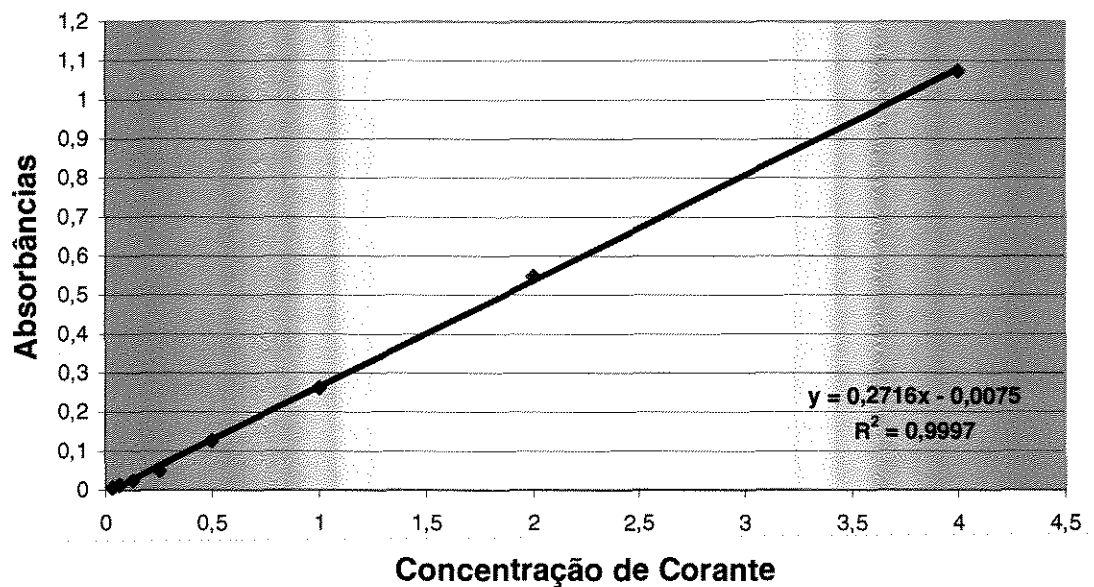


Figura 22 – Gráfico da Regressão linear realizada através da correlação entre a Absorbância e os valores de Concentração de Corante das soluções-padrão do corante azul de metileno. O gráfico apresenta também o valor do coeficiente de correlação e a equação matemática pela qual os valores de absorbância podem ser transformados em valores de concentração expressos em $\mu\text{g/ml}$

Para as leituras das soluções obtidas a partir dos corpos-de-prova, o aparelho foi ajustado com o comprimento de onda adequado para o corante azul de metileno (668 nm), detectado na varredura espectrofotométrica inicial. O espectrofotômetro foi sempre calibrado com uma solução “Blank” a cada oito leituras. Nesse presente estudo, essa solução foi o álcool absoluto P.A., que é o mesmo líquido solvente utilizado para resgatar o corante infiltrado na interface dente/material restaurador. Os resultados obtidos na leitura de todas as amostras foram anotados e tabulados. Com a utilização da equação de reta ($y = 0,27x + 0,0075$), os dados de absorbância foram transformados em µg/ml (valores quantitativos da concentração de corante) e posteriormente submetidos à análise estatística ANOVA e teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS

Os dados foram transformados em $\sqrt{x}$, segundo indicação do SAS (Statistical Analysis System). A análise foi conduzida segundo um esquema Fatorial 6 x 2 x 2 (Material X Sinérese X Substrato). As diferenças estatísticas entre os grupos e suas interações podem ser visualizadas no Quadro da Análise de Variância.

Tabela 2 - Quadro da Análise de Variância para a variável concentração de corante:

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
<i>MATERIAL</i>	5	9,7650	1,9530	48,1295 **
<i>SINÉRESE</i>	1	1,1510	1,1510	28,3659 **
<i>SUBSTRATO</i>	1	5,4977	5,4977	135,4850 **
<i>MAT X SIN</i>	5	0,4423	0,0885	2,1798 NS
<i>MAT X SUB</i>	5	1,6568	0,3314	8,1658 **
<i>SIN X SUB</i>	1	0,1797	0,1797	4,4287 *
<i>MAT X SIN X SUB</i>	5	0,1564	0,0313	0,7709 NS
<i>(TRATAMENTOS)</i>	23	18,8488	0,8195	
<i>RESÍDUO</i>	263	10,6720	0,0406	

** Diferenças estatísticas ao nível de 0,01%;

* Diferenças estatísticas ao nível de 0,05%;

NS Diferenças estatísticas não significativas.

CV = 13,8202

Através da Análise de Variância observa-se que houve diferenças estatísticas significativas entre os diferentes materiais restauradores utilizados, entre os tratamentos de desidratação e entre os dois substratos, todas ao nível de 0,01 % de significância. O quadro mostra ainda que as interações duplas "Material X Substrato" e "Sinérese X Substrato" também foram significativas ao nível de 0,01% e de 0,05% de probabilidade, respectivamente. Não foi detectada significância estatística para as interações "Material X Sinérese" e para a interação tripla.

O teste de Tukey ao nível de 5% de significância foi aplicado para análise do desdobramento das interações. A tabela 3 a seguir mostra o resultado do desdobramento da interação "Material X Substrato"

Tabela 3 - Comparação de médias da análise do desdobramento Material X Substrato:

TRATAMENTO	MÉDIAS ORIGINAIS		
Ketac-Fil Plus em Dentina	1,8693	A	
Ketac-Fil Plus em Esmalte	1,7922	A	
Vitremer em dentina	1,5950	B	
Compoglass F em Dentina	1,5652	B C	
Fuji II LC em Dentina	1,4970	B C D	
Z100 em Dentina	1,4922	B C D	
Dyract em Dentina	1,4176	C D E	
Vitremer em Esmalte	1,3623	D E	
Dyract em Esmalte	1,2714	E F	
Z100 em Esmalte	1,1510	F G	
Fuji II LC em Esmalte	1,1501	F G	
Compoglass F em Esmalte	1,0103	G	

Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$).

DMS (TUKEY) = 0.1711

Os materiais apresentaram diferentes comportamentos frente à infiltração marginal com os piores resultados relacionados ao cimento de ionômero de vidro convencional Ketac-Fil Plus. Para que as comparações possam ser realizadas de forma mais clara a tabela 3, que exibe o desdobramento da interação Material X Substrato, foi transformada na tabela 4. Nessa tabela os materiais e suas respectivas médias originais foram distribuídos de acordo com o substrato.

Tabela 4 - Valores médios da concentração de corante para Substrato X Material:

MATERIAIS	SUBSTRATO	
	ESMALTE	DENTINA
Ketac-Fil Plus	1,7922 A a	1,8693 A a
Vitremer	1,3623 A b	1,5950 B b
Dyract	1,2714 A b c	1,4176 B c
Fuji II LC	1,1501 A c d	1,4970 B b c
Z100	1,1510 A c d	1,4922 B b c
Compoglass F	1,0103 A d	1,5652 B b c

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical, diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$).

DMS (TUKEY) = 0.1711

Nessa tabela podemos observar que o cimento convencional exibiu as maiores médias de infiltração marginal, para ambos os substratos, com diferença estatística significativa dos outros grupos de materiais. As menores médias de infiltração marginal foram associadas à resina composta modificada por poliácidos Compoglass F, entretanto

não apresentando diferenças estatísticas significativas das médias apresentadas pela Z100 e pelo Fuji II LC, no esmalte, e pela Z100, Fuji II LC e Dyract, na dentina.

A tabela 5, a seguir, exhibe o desdobramento da interação Sinérese X Substrato e é ilustrada pelo gráfico da figura 23 em seqüência.

Tabela 5: Comparação de médias da análise do desdobramento da interação Sinérese X Substrato

TRATAMENTO	MÉDIAS ORIGINAIS	
Com Sinérese em Dentina	2,6775	A
Sem Sinérese em Dentina	2,3984	B
Com Sinérese em Esmalte	1,9938	C
Sem Sinérese em Esmalte	1,5598	D

Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$). DMS (TUKEY) = 0.0677

A sinérese aumentou as médias de infiltração de corante, tanto em esmalte quanto em dentina, com diferenças estatísticas significativas entre as médias exibidas pelos grupos não desidratados e grupos desidratados ($p < 0,01$).

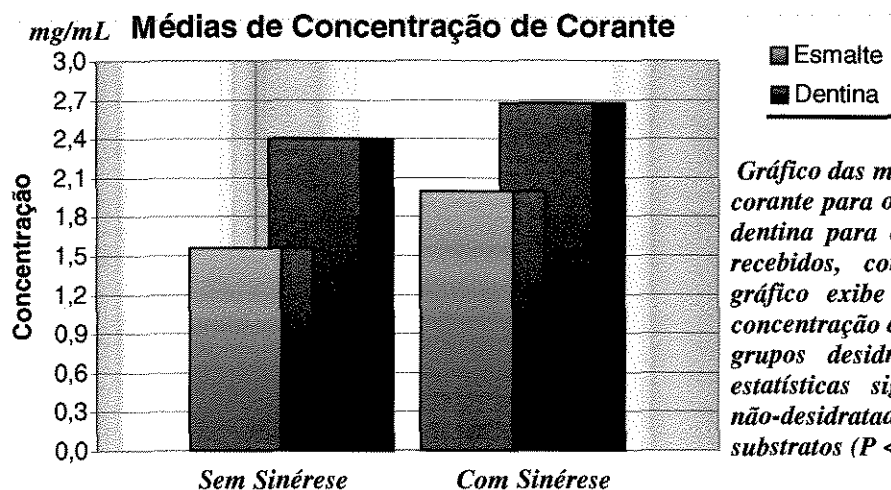


FIGURA 23

Gráfico das médias de concentração de corante para os substratos de esmalte e dentina para dois tipos de tratamento recebidos, com e sem sinérese. O gráfico exhibe as maiores médias de concentração de corante associadas aos grupos desidratados com diferenças estatísticas significativas dos grupos não-desidratados, para ambos os substratos ($P < 0,01$).

A figura 24 exibe o gráfico das porcentagens de aumento da infiltração marginal para os substratos esmalte e dentina. O total de 27,8% de aumento da infiltração marginal após sinérese para o substrato de esmalte foi substancialmente superior ao aumento de 11,6% na dentina.

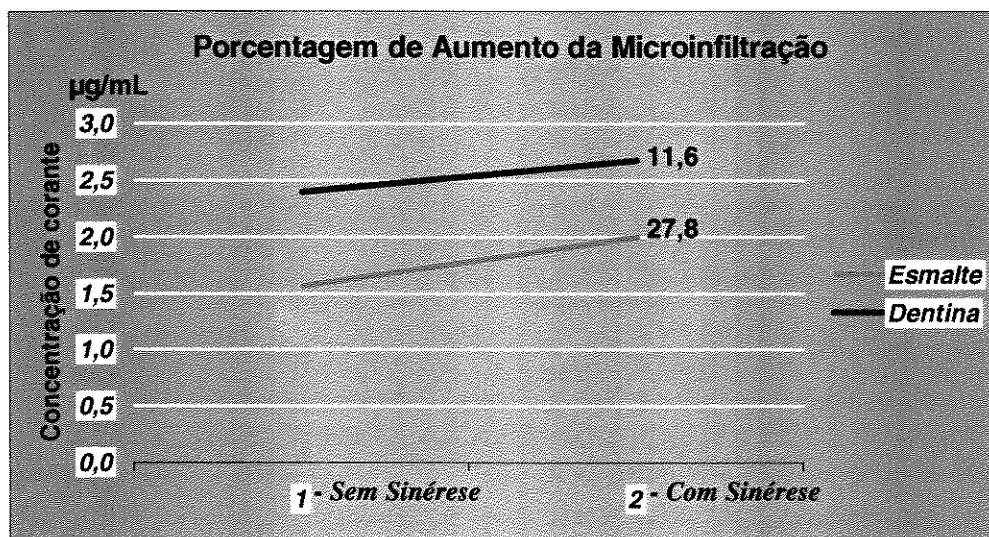


FIGURA 24: Gráfico evolutivo das porcentagens de aumentos da infiltração marginal após sinérese para os substratos esmalte e dentina.

Os grupos desidratados mantiveram a mesma ordem sequencial dos grupos não desidratados. Observou-se que os materiais não sofreram a ação da sinérese numa mesma proporção, demonstrando diferenças na susceptibilidade dos materiais ao processo de desidratação para o período de 45 minutos, embora essas diferenças não tenham sido estatisticamente significantes. A figura 25 mostra o gráfico da porcentagem de variação na infiltração marginal, após o processo de desidratação, para cada material testado.

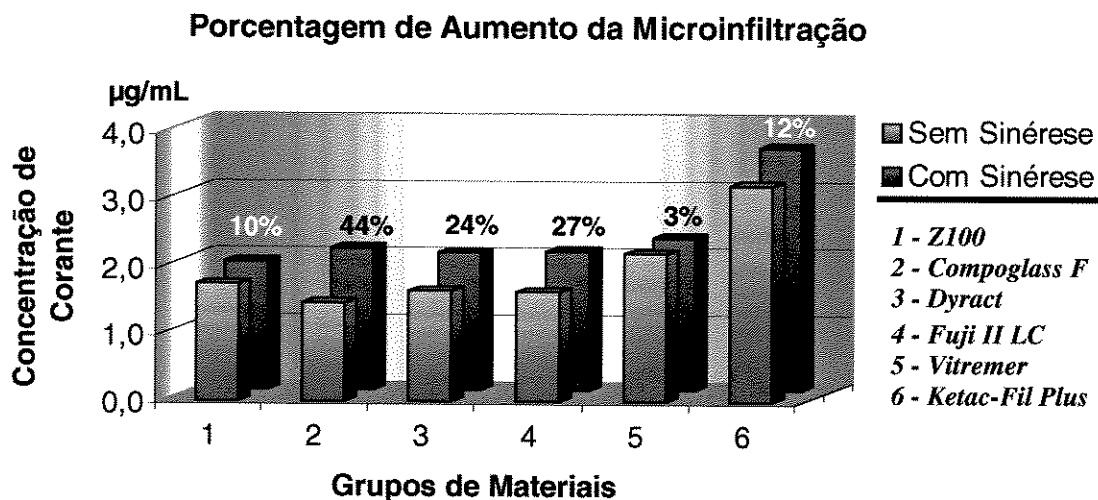


FIGURA 25: Porcentagem de aumento da infiltração marginal para cada material, considerando as médias dos grupos não-desidratados e desidratados.

O comportamento geral para cada material, assim como as médias de concentração de corante infiltrado dos quatro grupos formados são apresentadas graficamente na figura 26, permitindo uma visualização da infiltração marginal de acordo com os diferentes tratamentos.

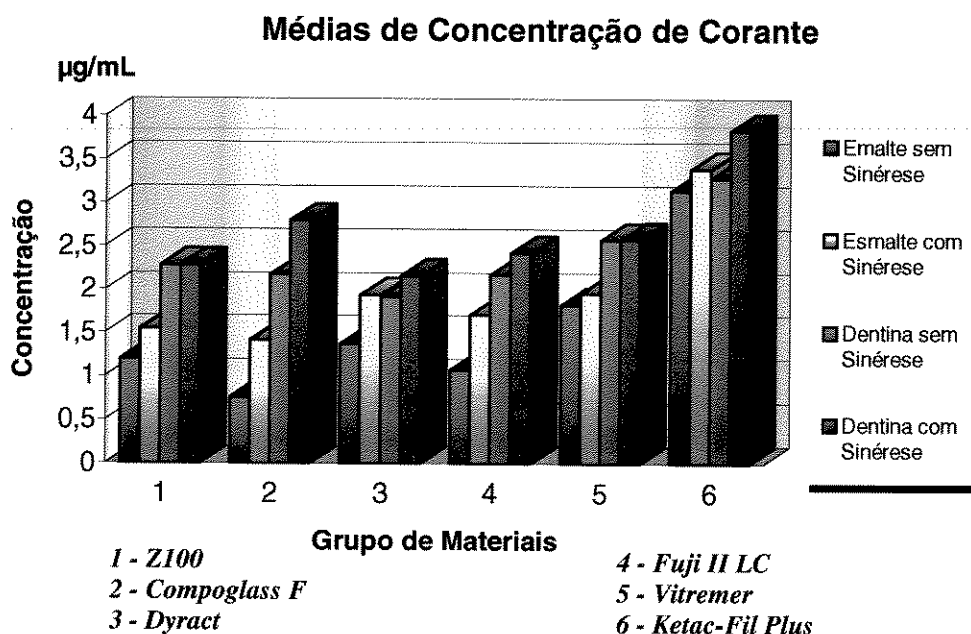


FIGURA 26: Médias de concentração de corante para os quatro grupos formados a partir de cada material.

DISCUSSÃO

O sucesso da aplicação de um material restaurador pode ser indicado pela sua longevidade na cavidade bucal (GLADYS *et al.*, 1998). Uma das grandes preocupações da Odontologia tem sido a busca por um material restaurador que possa exibir nenhuma ou mínima infiltração marginal após a instalação em meio bucal (SIDHU, 1993).

Os materiais híbridos foram desenvolvidos com o intuito de melhorar alguns problemas associados com os cimentos ionoméricos convencionais, normalmente mais frágeis e sensíveis à contaminação inicial pela umidade (WILSON, 1990). O componente água dos cimentos convencionais foi substituído por uma mistura água/HEMA (WILSON, 1990). Essa incorporação melhorou as propriedades físicas dos cimentos ionoméricos modificados, prolongando o tempo de trabalho do material e aumentando a resistência inicial (MATHIS & FERRANCANE, 1989).

A inclusão desse componente resinoso, nos materiais ionoméricos, pode interferir na estabilidade dimensional (KANSHANAVASITA *et al.*, 1995), nas ligações iônicas com a estrutura dentária e na habilidade de selamento marginal desses novos materiais híbridos (TOLEDANO *et al.*, 1999). As alterações dimensionais e a falta de adaptação da

restauração às paredes cavitárias podem resultar em formação transitória ou permanente de fendas marginais, acarretando infiltração marginal e provável falha na restauração (SIDHU & WATSON, 1995).

A infiltração marginal pode ser definida como sendo a passagem de bactérias, fluidos, moléculas e íons através da interface dente/restauração, e detectada clinicamente como descoloração, dissolução ou fratura de certos materiais. Esses efeitos podem, freqüentemente, acarretar hipersensibilidade pós-operatória e penetração bacteriana através do espaço interfacial, contribuindo para a reincidência de cáries secundárias e injúria pulpar (GOING, 1972; KIDD, 1976; TAYLOR & LINCH, 1992).

Muitos métodos têm sido usados para se avaliar o potencial de infiltração marginal de alguns materiais. O uso da penetração de corante nessa avaliação é um método comumente relatado (GOING, 1972; TAYLOR & LINCH, 1992; SIDHU, 1993; HALLETT & GARCIA-GODOY, 1993; BRACKETT *et al.*, 1998), entretanto há vários outros métodos descritos na literatura (ANANI & TOH, 1997), como por exemplo, a indução de cáries secundárias, microscopia eletrônica de varredura e pressão de ar, entre outros. Dentre as soluções empregadas nas avaliações de infiltração marginal encontram-se: azul de metileno (SPARRCKS *et al.*, 1992; SALAMA *et al.*, 1995; DOERR *et al.*, 1996; FERRARI & DAVIDSON, 1996; BRACKETT *et al.*, 1998; DE MAGALHÃES *et al.*, 1999; RODRIGUES *et al.*, 1999), fucsina básica (HALLETT & GARCIA-GODOY, 1993; PACHUTA & MEIERS, 1995; UNO *et al.*, 1997; TOLEDANO *et al.*, 2000), isótopos radioativos (HEMBREE & ANDREWS, 1978; MONTEIRO *et al.*, 1986; PUCKETT *et al.*, 1995) e nitrato de prata (BOUSCHLICHER *et al.*, 1996; TRUSHKOWSKY & GWINNETT, 1996; WILDER Jr. *et al.*, 2000).

Alguns autores ainda associam alguma forma de fadiga térmica aos protocolos experimentais (MONTEIRO Jr. *et al.*, 1986; ZYSKIND *et al.*, 1991; SIDHU, 1994; TRUSHKOWSKY & GWINNETT, 1996; RODRIGUES *et al.*, 1999; DE MAGALHÃES *et al.*, 1999), e alguns afirmam que a termociclagem pode ter efeito sobre a infiltração marginal, por interferir no selamento marginal das restaurações (DOERR *et al.*, 1995). Apesar dessa interferência, a exposição do material à fadiga térmica é uma condição presente no meio bucal.

Como não existe uma técnica universalmente aceita para avaliar a infiltração marginal, há certa dificuldade na interpretação dos resultados dos estudos em função da metodologia e dos materiais empregados. A comparação direta entre o resultado de diferentes pesquisas é extremamente desejável, pois somente assim o perfil comportamental do material poderia ser traçado e sua longevidade prevista clinicamente. A falta de padronização dos testes não permite essa comparação, sendo possível apenas uma análise de tendências (CHAN & GLYN JONES, 1992; SIDHU, 1993).

A maioria dos trabalhos utiliza uma análise qualitativa (CHAN & GLYN JONES, 1992; FERRARI & DAVIDSON, 1996; RODRIGUES *et al.*, 1999; LIM *et al.*, 1999; TOLEDANO *et al.*, 1999) ou medidas lineares (SIDHU, 1993; DOERR *et al.*, 1996; CRIM, 1993; HAKIMEH *et al.*, 2000) da penetração de corante na interface dente/restauração. Essas medidas, apesar de válidas, são bidimensionais e não consideram a densidade da infiltração no aspecto tridimensional. Este estudo utilizou uma análise quantitativa da penetração de corante, através de um método espectrofotométrico. As leituras espectrofotométricas permitiram a medida volumétrica da concentração de corante infiltrado em cada restauração testada, eliminando o caráter subjetivo da avaliação.

Neste presente trabalho, os resultados mostraram que nenhum dos materiais estudados foi capaz de impedir a infiltração marginal, entretanto, apresentaram diferentes comportamentos. Alguns estudos realizados sobre infiltração marginal em restaurações com cimentos de ionômero de vidro não são unânimes em suas conclusões, havendo relatos de controle e/ou eliminação da infiltração marginal (HEMBREE & ANDREWS, 1978; CRIM, 1993; TRUSHKOWSKY & GWINNETT, 1996) ou de presença de infiltração marginal associada a esses materiais (ZISKIND, 1991; HALLETT & GARCIA-GODOY, 1993; SALAMA *et al.*, 1995; GLADYS *et al.*, 1998).

Os materiais híbridos não são verdadeiras combinações de cimentos ionoméricos e resinas compostas. Em algumas formulações, uma pequena porção de grupos carboxílicos (COOH) suspensos no ácido poliacrílico tem sido modificada com o isocianatoetil metacrilato, que introduz grupos vinílicos insaturados na estrutura polimérica principal. Como resultado, o ácido poliacrílico fica menos solúvel em água e para superar esse problema tem sido adicionado HEMA como um co-solvente. Fotoiniciadores também são adicionados ao líquido. Os grupamentos vinílicos insaturados na cadeia do ácido poliacrílico polimerizam-se sob a ação da luz e, mais tarde, as ligações cruzadas na matriz do cimento aumentam sua rigidez e o deixam menos propensos ao aparecimento de fissuras (BOUSCHLICHER *et al.*, 1996).

A presa do componente resinoso dos materiais híbridos interfere, em alguma extensão, na reação ácido-base, reduzindo sua velocidade (WILSON, 1990). A estabilidade dimensional desses novos materiais poderia ser afetada, devido ao maior coeficiente de expansão térmico-linear e à contração de polimerização inerente às resinas, o que potencialmente poderia aumentar a infiltração marginal (MATHIS & FERRANCANE,

1989; ANSTICE & NICHOLSON, 1993; PUCKETT *et al.*, 1995; DOERR *et al.*, 1996). No entanto, observamos que as maiores médias de infiltração não estiveram associadas aos materiais híbridos e sim ao cimento de ionômero convencional avaliado. Diferenças estatísticas significativas foram encontradas entre as médias de infiltração marginal do Ketac-Fil Plus e dos outros materiais. Esse mesmo resultado foi encontrado em outros trabalhos, que verificaram que os materiais híbridos proporcionaram melhor selamento marginal que os cimentos convencionais (SIDHU, 1994; BOUSCHLICHER *et al.*, 1996; RODRIGUES *et al.*, 1999; WILDER Jr. *et al.*, 2000).

Apesar da contração de presa ser maior nos cimentos modificados, a magnitude da tensão gerada pela contração é dependente de inúmeros fatores como a condescendência das estruturas circundantes, da natureza do material que contrai e das propriedades viscoelásticas (DAVIDSON & FEILZER, 1997). Os cimentos de ionômeros de vidro modificados possuem alta resistência inicial à tração, comparada aos cimentos de ionômero de vidro convencionais. Isso pode ser atribuído à cadeia polimérica formada quando o monômero HEMA é polimerizado (MITRA, 1991).

A contração de presa, que ocasiona a formação de fenda na interface dente/restauração, pode ser compensada pela expansão devido à sorção de água (KANCHANAVASITA *et al.*, 1995). A tensão de presa é atenuada pela sorção de água tanto nos ionômeros convencionais quanto nos cimentos de ionômero de vidro modificados. Comparados ao material convencional, os cimentos modificados são submetidos a essa atenuação numa escala maior, eventualmente desenvolvendo até mesmo uma tensão de compressão após algum tempo (FEILZER *et al.*, 1994). Isso pode ter promovido os melhores resultados associados aos materiais híbridos quando comparados

com o cimento ionomérico convencional. SIDHU, em 1994, observou fendas reduzidas, associadas aos cimentos fotoativados, e atribuiu parcialmente esse efeito à absorção de água que pode ter minimizado a formação das fendas. Clinicamente algum decréscimo na quantidade de fendas formadas pode ocorrer com a sorção de água, mas deverá ser menor. Provavelmente por que a expansão dos materiais deve ser marcadamente menor em saliva que nos estudos realizados *in vitro* onde água destilada é utilizada (NICHOLSON *et al.*, 1992).

Uma das maiores desvantagens das resinas composta é a sua contração de polimerização, fenômeno mais acentuado nas resinas que nos materiais ionoméricos e que pode implicar em formação de fendas marginais, infiltração marginal, manchamento, sensibilidade e cáries recorrentes (DAVIDSON & FEILZER, 1997). Apesar disso, a resina composta Z100 apresentou médias sem diferenças estatísticas significativas das menores médias de penetração de corante.

Em esmalte, os resultados não mostraram diferenças estatísticas significativas entre os materiais Compoglass F, Z100 e Fuji II LC, com esses três materiais exibindo as menores médias de infiltração marginal, em ordem crescente. A resina Z100, o Fuji II LC e o compômero Dyract também não apresentaram diferenças estatísticas, o que entra em concordância com os resultados de outros estudos (DE MAGALHÃES *et al.*, 1999; RODRIGUES *et al.*, 1999).

Alguns materiais híbridos se comportaram de forma diferente entre si. Esse resultado corrobora os resultados de TOLEDANO *et al.*, em 1999, entretanto há estudos que mostram similaridade no comportamento desses materiais (RODRIGUES *et al.*, 1999; DE MAGALHÃES *et al.*, 1999; CRIM, 1993).

Tanto o Compoglass F quanto o Dyract apresentaram média sem diferença estatística significativa da resina composta Z100, mas com diferença entre si. Essa mesma desigualdade, exibida entre materiais de uma mesma classificação, também foi encontrada para os CIVMRs, onde o Fuji II LC apresentou médias de infiltração marginal significativamente diferente das médias exibidas pelo material Vitremer.

As diferenças na inibição da infiltração marginal entre os vários materiais podem ser atribuídas à habilidade do material de adequadamente molhar a superfície dentária. Isso pode estar relacionado ao condicionamento do esmalte e da dentina, à viscosidade do material, ao tamanho das partículas de carga, ao tipo de diluente adicionado ao líquido, à proporção pó-líquido, à quantidade do conteúdo resinoso e partículas de carga (CRIM, 1993; TOLEDANO *et al.*, 1999).

Alguns trabalhos mostram diferenças entre os cimentos ionoméricos modificados, Fuji II LC e Vitremer, com melhores resultados associados ao primeiro (UNO *et al.*, 1997). Outros estudos, como o realizado por TOLEDANO *et al.*, em 1999, as menores médias de penetração de corante também foram associadas ao Fuji II LC, entretanto não diferindo do Vitremer. O Fuji II LC é um cimento de ionômero de vidro no qual o conteúdo de HEMA é meramente misturado com o ácido polialquenóico. No entanto, o Vitremer, em adição à simples mistura do HEMA com o ácido polialquenóico, é também modificado por grupamentos metacrilato polimerizáveis. Por isso o Vitremer pode ter uma quantidade maior de componente resinoso polimerizável que o Fuji II LC (GLADYS *et al.*, 1997). ATTIN *et al.*, em 1995, analisando a contração de presa e as variações volumétricas de materiais híbridos encontraram, ao final de 28 dias de imersão em água, ganho de volume para o Fuji II LC e perda volumétrica para o Vitremer. No caso do Vitremer, a expansão

resultante pela sorção de água não compensou a contração de presa. Tanto a maior quantidade do componente resinoso como uma menor porcentagem de expansão por sorção de água podem ter levado ao CIVMR Vitremer a exibir médias maiores de infiltração de corante que o Fuji II LC.

O material Vitremer não apresentou médias com diferenças estatísticas significativas daquelas exibidas pelo Dyract, resultado semelhante ao encontrado por TOLEDANO *et al.*, em 1999.

Na dentina os resultados foram mais congêneres, demonstrando um comportamento mais homogêneo entre os materiais. Esse resultado reforça estudos como o de De MAGALHÃES *et al.*, em 1999, que trabalhando também com dentina e técnica quantitativa, verificou não haver diferenças estatísticas significativas entre as médias dos materiais híbridos estudados. O Dyract passou a ser o material com a menor média de infiltração de corante, antes apresentada por seu homólogo Compoglass F. Entretanto, não exibindo diferenças estatísticas significativas entre si, resultado semelhante ao encontrado por RODRIGUES *et al.*, em 1999.

GLADYS *et al.*, em 1998, encontraram alguma evidência de uma união micromecânica na forma de uma delgada estrutura semelhante à camada híbrida para os materiais Dyract e Fuji II LC. Os resultados encontrados no presente estudo mostram que esses dois materiais, juntamente com a resina composta Z100 e com a RCMP Compoglass F, não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre suas médias de penetração de corante. Os dois cimentos ionoméricos modificados também não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si. Isso indica uma mudança de comportamento diante do substrato dentinário para o Dyract e para o Vitremer, materiais que, em esmalte,

apresentaram diferenças estatísticas significativas daquelas de seus homólogos, Compoglass F e Fuji II LC respectivamente.

Para as RCMPs, esse resultado pode ser reflexo do comportamento dos seus respectivos sistemas adesivos diante da mudança de substrato. Sabe-se que a adesão na dentina não acontece da mesma forma que no esmalte. A dentina é um substrato úmido e os materiais podem se comportar diferentemente diante dessa umidade. O sistema adesivo utilizado com o Dyract foi o Prime & Bond 2.1, que possui em sua formulação uma certa quantidade de acetona, enquanto o Compoglass F utiliza um sistema adesivo a base de água, o Syntac Sigle-Component. O contato com a umidade aumenta o ponto de ebulição do *primer* a base de acetona e, correspondentemente, também diminui o ponto de ebulição da água contida na dentina. O efeito é a evaporação tanto da acetona quanto da água, simultaneamente ao processo de penetração do adesivo ao substrato dentário (SANTINI & MITCHELL, 1998). Isso pode ter levado o Dyract a assumir, em dentina, melhor vedamento marginal.

Diferenças quanto ao tipo de pré-tratamento da estrutura dentária, que podem interferir na infiltração marginal, são relacionadas aos materiais ionoméricos modificados. O Fuji II LC utiliza uma solução aquosa de ácido poliacrílico a 10%. Esse período de condicionamento resulta em remoção da *smear layer* expondo a trama de fibras de colágeno com microporosidades interfibrilares para, em seguida, unir-se ionicamente com a matriz dentinária (CRIM, 1993; GLADYS *et al.*, 1998). A camada híbrida é, então, formada pela interdifusão dos monômeros nos canais interfibrilares (GLADYS *et al.*, 1998). Além disso, o próprio pH de 2,5 alcançado após o início da mistura do Fuji II LC, poderia modificar suficientemente a *smear layer* (PACHUTA & MEIERS, 1995).

O cimento ionomérico Vitremer utiliza um *primer* de caráter ácido como pré-tratamento da estrutura dentária. Há relatos de que o pré-tratamento com *primers* também é capaz de modificar a *smear layer* o suficiente para permitir que a estrutura dentária e o material entrem em íntimo contato interfacial (PACHUTA & MEIERS, 1995). Entretanto, observações de fotomicrografias ao MEV, para esse cimento de ionômero de vidro modificado por resina, não encontraram sinais de inserção micromecânica pela hibridização (GLADYS *et al.*, 1998). Apesar dessas diferenças na morfologia interfacial e das diferenças no pré-tratamento dentinário, no presente estudo as restaurações realizadas em dentina com os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, Vitremer e Fuji II LC, não exibiram médias de infiltração marginal de corante com diferenças estatísticas significativas entre si. Esse resultado corrobora com achados de outros estudos (TOLEDANO *et al.*, 1999; RODRIGUES *et al.*, 1999; DE MAGALHÃES *et al.*, 1999). Para os dois materiais utilizados na dentina, seus respectivos pré-tratamentos dentinários podem ter promovido um adequado contato interfacial, resultando em similaridade na capacidade de vedamento marginal.

Alguns trabalhos relatam que a infiltração marginal assume maiores valores nas margens gengivais (dentina/cimento) do que nas margens oclusais (esmalte) das restaurações (HEMBREE & ANDREWS, 1978; BRACKETT *et al.*, 1998; LIM *et al.*, 1999), outros não encontraram diferenças estatísticas (HALLET & GARCIA-GODOY, 1993; SALAMA *et al.*, 1995; TOLEDANO *et al.*, 1999) ou encontraram as maiores médias de infiltração marginal associadas às margens em esmalte (PACHUTA E MEIERS, 1995). Nesse estudo as amostras restauradas em dentina também apresentaram, em todas as situações e para quase todos os materiais, as maiores médias de concentração de corante

penetrado. Apenas o CIVC não apresentou diferenças estatísticas significativas entre as médias de infiltração para os dois substratos, esmalte e dentina, mostrando uma menor susceptibilidade à mudança do substrato.

Os materiais restauradores podem sofrer variações volumétricas, incluindo as variações higroscópicas, que afetam a interface dente/restauração (SIDHU *et al.*, 1997). Há um consenso de que os cimentos ionoméricos não são estáveis dimensionalmente, e tendem a se expandir em condições de umidade e a se contrair em condições de desidratação, sendo este último efeito mais pronunciado. As variações dimensionais higroscópicas originam-se da susceptibilidade ao meio, que acaba por afetar a balança hídrica dos cimentos (WILSON & PADDON, 1993). A contração de polimerização (BULLARD *et al.*, 1988; CHAN *et al.*, 1992; ZISKIND, 1991) e a desidratação (BOUSCHLICHER *et al.*, 1996; SIDHU *et al.*, 1997) podem produzir forças na zona interfacial provocando falhas adesivas, falhas coesivas do material e deflexão da estrutura dental (KANCHANAVASITA *et al.*, 1995) levando ao aumento da infiltração marginal.

A estabilidade dos novos materiais híbridos frente às condições de desidratação pós-maturação ainda não está bem estabelecida. As amostras, nesse estudo, foram submetidas a 45 minutos de desidratação, período médio em que um procedimento restaurador pode ser executado com o campo operatório recebendo isolamento absoluto. Se no segmento isolado estiverem presentes restaurações anteriormente confeccionadas, estas poderão ser submetidas à desidratação por esse período, até que o subsequente procedimento restaurador seja realizado e o isolamento removido. Diante dessa situação clínica hipotética, recriada *in vitro*, os resultados mostraram que todos os materiais foram susceptíveis à sinérese, para esse período de tempo. Todos os grupos de materiais exibiram

severa infiltração marginal após o procedimento de desidratação, com suas médias diferindo estatisticamente daquelas apresentadas pelos grupos não desidratados, confirmando resultados de um estudo realizado por BOUSCHLICHER *et al.*, em 1996, que também encontraram extensa infiltração marginal associada a grupos desidratados.

A tensão de contração, que se mostra prejudicial à interface adesiva, é esperado como sendo substancialmente menor nos cimentos de ionômero de vidro que nas resinas compostas (DAVIDSON *et al.*, 1991; KANCHANAVASITA *et al.*, 1995). Devido à composição dos cimentos ionoméricos e a sua natureza hidrófila, a sorção de água e subsequente expansão podem resultar em uma compensação parcial da contração de presa (KANCHANAVASITA *et al.*, 1995). A preservação da adesão seria beneficiada se a expansão pelo ganho de água e a contração de presa pudessem ocorrer simultaneamente. No entanto, a contração já ocorre durante o processo de proteção do cimento contra a exposição à umidade, enquanto a sorção de água acontecerá algum tempo depois (FEILZER *et al.*, 1995).

Nos cimentos de ionômero de vidro convencionais o conteúdo de água é de aproximadamente 24% (MOUNT, 1994), que pode ser dividido em uma parte de água mantida livre na matriz e uma outra confinada. Inicialmente, essa água livre pode ser perdida pela exposição ao ar. A proporção de água mantida livre na matriz, que diminui com o aumento da maturação do cimento, aumenta a magnitude da contração volumétrica com a desidratação. A proporção de água firmemente confinada, ou dita não-evaporável, contida na matriz dos cimentos de ionômero de vidro aumenta progressivamente com o tempo (BOUSCHLICHER *et al.*, 1996). O aumento da idade do cimento confere maior estabilidade dimensional, devido à progressiva hidratação e ao simultâneo progresso na

resistência da matriz. Entretanto, parece que a contração dos cimentos de ionômero de vidro sob condições de desidratação é extremamente maior que a expansão devido à sorção de água, e o aumento do tempo de maturação da restauração diminui a extensão dos efeitos adversos produzidos pela sinérese (WILSON & PADDON, 1993).

Os resultados mostraram que não somente os materiais híbridos sofreram com a desidratação como também a resina composta Z100. Quanto aos materiais híbridos, sabemos que eles possuem uma porcentagem de água livre que pode ser perdida diante da desidratação. A resina composta não possui água em sua formulação, mas mostrou infiltração marginal maior depois da desidratação. O conteúdo de matriz de uma resina pode torná-la mais ou menos susceptível à sorção de água e a expansão higroscópica produzida proporcionalmente relaxa a tensão de contração de polimerização (FEILZER *et al.*, 1990). A desidratação pode reverter esse relaxamento e abrir algumas fendas que foram formadas previamente com a contração de polimerização. O período de tempo de 24 horas, dado para a reidratação, talvez tenha sido insuficiente para que a expansão higroscópica pudesse fechar as fendas já existentes e intensificadas em sua dimensão após o processo de desidratação.

A influência da sinérese “pós-maturação” na infiltração marginal dos materiais foi diferente para os dois substratos. Os resultados mostraram que o efeito da sinérese foi mais intenso nas restaurações em esmalte que naquelas realizadas em dentina. A desidratação das amostras em esmalte proporcionou um aumento médio na infiltração marginal de 27,8%, um valor mais de duas vezes maior que na dentina, onde esse aumento se restringiu a apenas 11,6%. Isso pode ter ocorrido em função do conteúdo de água presente em cada substrato. A dentina é um tecido essencialmente úmido, com um conteúdo de água que

pode chegar a mais de 20%, enquanto o esmalte possui até 4%. A extensão do efeito da sinérese pode ter sido menor para as amostras em dentina em função da permanência dos materiais em contato com um tecido essencialmente úmido, ocasionando menor perda de água. Na situação clínica, alguma sorção de água é possível diante dos fluidos dentinários, disponíveis nas paredes cavitárias em dentina (SIDHU & WATSON, 1998), o que contribui para atenuação da tensão nas áreas aderidas da restauração (FEILZER *et al.*, 1995).

Para todos os materiais, a sinérese aumentou significativamente as médias de infiltração marginal, entretanto a porcentagem de aumento foi diferente entre os materiais testados, indicando talvez que eles apresentem padrões diferentes de susceptibilidade à desidratação, embora sem diferença estatística significativa. A diferença na magnitude da contração de desidratação nos cimentos é relacionada às variações no padrão de perda de água (KANCHANAVASITA *et al.*, 1995). A resina composta Z100 apresentou 10% de aumento na infiltração marginal. O CIVC Ketac-Fil Plus, apesar do seu grande conteúdo de água, apresentou um aumento de 12% na infiltração marginal após a sinérese. Comparando as variações de 44%, para o Compoglass F, e de 3%, para o Vitremer, notou-se que o material que apresentou o melhor selamento marginal em condições normais necessariamente não foi o material que melhor resistiu à desidratação, e vice-versa.

O Compoglass F, material que apresentou a menor média de penetração de corante em esmalte no grupo não desidratado, exibiu uma porcentagem de variação considerada extremamente alta. Por outro lado, o material Vitremer, que apresentou as segundas maiores médias de penetração de corante, tanto em esmalte quanto em dentina, apresentou uma pequena porcentagem de aumento da penetração de corante após a sinérese. Assim como o Compoglass F, outros dois materiais, o Dyract e o Fuji II LC, também

apresentaram porcentagens consideradas altas, 24 e 27 % respectivamente. A proporção de água mantida livre na matriz dos materiais híbridos e sua relação com a maturação dos materiais (BOUSCHLICHER *et al.*, 1996), bem como os diferentes mecanismos de presa envolvidos (SIDHU *et al.*, 1997) podem ter ocasionado as diferentes porcentagens de aumento da infiltração marginal após as amostras terem sido expostas às condições experimentais de sinérese.

Os resultados mostraram que a adição do componente fotopolimerizável aos cimentos convencionais não reduziu significativamente a capacidade desses materiais aos problemas com a desidratação. A contração do material sob condições de desidratação pode ser pequena, mas é considerável e pode afetar a adesão do cimento à estrutura dentária (WILSON & PADDON, 1993), pois falhas na interface dente/restauração podem ser criadas reduzindo o tempo de vida útil de uma restauração. (SIDHU *et al.*, 1997).

Algumas situações em que as restaurações poderiam ficar sujeitas às condições de desidratação podem ser identificadas. Entre elas encontramos: a realização de múltiplas restaurações no mesmo quadrante, o envolvimento de restaurações previamente realizadas em um seguimento que recebe isolamento absoluto com diques de borracha e subsequente procedimento restaurador e, entre outras, restaurações realizadas em pacientes respiradores bucais (BOUSCHLICHER *et al.*, 1996; SIDHU *et al.*, 1997). Não somente os materiais restauradores híbridos sofreram com a desidratação, mas também a resina composta utilizada como controle. Isso nos leva a concluir que essas situações devem ser prevenidas e os procedimentos de prevenção extrapolados para todos os materiais testados nesse trabalho.

Caso não se tenha conhecimento do tempo de maturação das restaurações presentes, é sugestivo que as mesmas sejam protegidas contra a desidratação. Mesmo porque, não está bem estabelecido o tempo de maturação necessário para que cada material alcance sua estabilidade dimensional. Durante todo o período, correspondente ao tempo clínico necessário para realizar o procedimento operatório no arco isolado, a proteção dessas restaurações pode impedir que elas sofram efeitos deletérios como o aumento da infiltração marginal (BOUSCHLICHER *et al.*, 1996). Essa proteção poderia ser realizada através de uma cobertura com um selante de fissuras (CHO *et al.*, 1995). Pacientes portadores de respiração bucal também podem submeter freqüentemente suas restaurações à desidratação e essa situação é, com certeza, a mais difícil de ser contornada. Neste caso, o efeito da sinérese é estabelecido com maior freqüência e não somente instaurado por uma necessidade clínica eventual. A escolha de um material restaurador, então, deverá ser realizada sempre com muita cautela pelo clínico.

Além da capacidade de vedamento marginal e da susceptibilidade à sinérese, a resistência à abrasão e à dissolução nos fluidos bucais, resistência mecânica, estética razoável, união com a estrutura dentária, durabilidade, facilidade de manipulação, proteção contra cáries secundárias e custo, entre outros fatores, devem ser considerados na seleção de um sistema restaurador. Uma grande quantidade de sistemas restauradores pode ser encontrada no mercado e outros vários materiais serão introduzidos na tentativa de superar os seus antecessores, gerando uma gama de alternativas à disposição do clínico. Aliar as características do material restaurador às expectativas e necessidades particulares do paciente é essencial para que o procedimento mais adequado possa ser escolhido e subsequente realizado.

CONCLUSÃO

Sob as condições experimentais utilizadas nesse estudo, é válido concluir que:

- nenhum dos materiais foi capaz de conter a infiltração marginal e o desempenho dos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, (Dyract, Fuji II LC e Compoglass em Esmalte e; Vitremer, Compoglass, Fuji II LC e Dyract em Dentina), foi similar ao da resina composta e melhor que do cimento de ionômero de vidro convencional;
- a sinérese influenciou o comportamento dos materiais híbridos estudados, bem como do cimento de ionômero de vidro convencional e da resina composta, aumentando a infiltração marginal.
- a infiltração marginal foi significativamente maior nas restaurações realizadas em dentina, entretanto, a influência da sinérese "pós-maturação" no aumento da infiltração marginal dos materiais foi diferente para os dois substratos, sendo mais intensa nas restaurações em esmalte (27,8%) que naquelas realizadas em dentina (11,6%).

BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS

- ALANI, A. H. & TOH, C. G. Detection on microleakage around dental restoration: a review. **Oper. Dent.**, Seattle, v.22, p.173-185, 1997.
- ANSTICE, H. M. & NICHOLSON, J. W. Studies on the structure of light-cured glass-ionomer cements. **J. Mater. Sci.**, London, v.3, p.447-451, 1992.
- ATTIN, T., VATASCHKI, M., HELLWIG, E. Properties of resin-modified glass-ionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. **Quintessence Int.**, Berlin, v.27, n.3, p.203-209, 1996.
- _____, BUCHALLA, W., KIELBASSA, A. M., HELLWIG, E. Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass ionomer restorative materials. **Dent. Mater.**, Washington, v.11, p. 359-362, Nov. 1995.
- BAUER, J. G. & HENSON, J. L. Microleakage: a measure of the performance of direct filling materials. **Oper. Dent.**, Seattle, v.9, p.2-9, 1984.
- BOURKE A. M., WALLA, A. W., McCABE, J. F. Light-activated glass polyalkenoate (ionomer) cements: the setting reaction. **J. Dent.**, Oxford, v.20, n.2, p.115-120, 1992.

*De acordo com a NBR-6023, de agosto de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
Abreviatura dos Periódicos de conformidade com o "Word List of Scientific Periodicals".*

- BOUSCHLICHER, M. R., VARGAS, M. A., DENEHY, G. E. Effect of the desiccation on microleakage of the five Class 5 restorative materials. **Oper. Dent.**, Seattle, v.21, p.90-95, 1996.
- BRACKETT, W. W., GUNNIN, T. D., GILPATRICK, R. O., BROWNING, W. D. Microleakage of class V compomer and light-cured glass ionomer restorations. **J. Prosthet. Dent**, Saint Louis, v.79, n.3, p.261-263, Mar. 1998.
- BRACKETT, W. W., GUNNIN, T. D., JOHNSON, W. W., CONKIN, J. E. Microleakage of light-cured glass-ionomer restorative materials. **Quintessence Int.**, Berlin, v.26, n.8, p.583-585, 1995.
- BULLARD, R. H., LEINFELDER, K. F., RUSSEL, C. M. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.116, n.871-874, 1988.
- CHAN, M. F. W-Y. & GLYN JONES, J. C. A comparison of four in vitro marginal leakage tests applied to root surface restorations. **J. Dent.**, Oxford., v.20, n.5, p.287-293, 1992.
- CHO, E., KOPEL, H., WHITE, S. Moisture susceptibility of resin-modified glass-ionomer materials. **Quintessence Int.**, Berlin, v.26, n.5, p.251-358, 1995.
- CRIM, G. A. Marginal leakage of visible Light-cured glass ionomer restorative materials. **J. Prosthet. Dent**, Saint Louis., v.69, n.6, p.561-563, Jun. 1993.
- DAVIDSON, C. L. & FEILZER, A. J. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. **J. Dent.**, Oxford., v.25, n.6, p.435-440, 1997.

- De MAGALHÃES, C. S., SERRA, M. C. , RODRIGUES Jr., A. L. Volumetric microleakage assessment of glass-ionomer–resin composite hybrid materials. **Quintessence Int.**, Berlin, v.30, n.2, p.117-121, 1999.
- DOERR, C. L., HILTON, T.J., HERMESCH, C. B. Effect of thermocycling on the microleakage of conventional and resin-modified glass ionomer. **Am. J. Dent**, San Antonio, v.9, n.1, p.19-21, Feb. 1996.
- ELIADES, G., KAKABOURA, A., PALAGHIAS, G. Acid-base reaction and fluorid release profiles in visible light-cured polyacid-modified composite restoratives (compomers). **Dent. Mater.**, Washington., v.14, p.57-63, Jan. 1998.
- FEILZER, A. J., KAKABOURA, A. I., DE GEE, A. J., DAVIDSON, C. L. The influence of water sorption on the development of setting shrinkage stress in traditional and resin-modified glass ionomer cements. **Dent. Mater.**, Washington, v.11, p.186-190, May 1995.
- FERRARI, M. & DAVIDSON, C. L. Sealing capacity of a resin-modified glass ionomer and resin composite placed in vivo in Class 5 restorations. **Oper. Dent.**, Seattle, v.21, p.69-72, 1996.
- GLADYS, S., VAN MEERBEEK, B., LAMBRECHTS, P., VANHERLE, G. Marginal adaptation and retention of a glass-ionomer, resin-modified glass-ionomers and a polyacid-modified resin composite in cervical Class V lesions. **Dent. Mater.**, Washington., v.14, p.294-306, Jul. 1998.

- GLADYS, S. *et al.* Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. **J. Dent. Res.**, Washington, v.76, n.4, p.883-894, Apr. 1997.
- GOING, R. E. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.84, p.1349-1357, 1972.
- HAKIMEH, S., VAIDYANATHAN, J., HOUP, M. L., VAIDYANATHAN, T. K., HAGEN, S. V. Microleakage of Class V restorations: Effect of load cycling, thermal cycling, and cavity shape differences. **J. Prosthet. Dent**, Saint Louis, v.83, n.2, p.194-203, 2000.
- HALLET, K. B. & GARCIA-GODOY, F. Microleakage of resin-modified glass ionomer cement restorations: an in vitro study. **Dent. Mater.**, Washington, v.9, p.306-311, Sep. 1993.
- HEMBRE, J. H. & ANDREWS, J. T. Microleakage of several Class V anterior restorative materials: a laboratory study. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.97, p.179-183, Aug. 1978.
- KANSHANAVASITA, W., PEARSON, G. J., ANSTICE, H. M. Influence of humidity on dimensional stability of a range ion-leachable cements. **Biomater.**, Surrey, v.16, n.12, p.921-929, 1995.
- KERBY, R. E., KNOBLOCH, L & THAKUR, A. Strength properties of visible-light-cured resin-modified glass-ionomer cements. **Oper. Dent.**, Seattle, v.22, p.79-83, 1997.
- KIDD, E. A. M. Microleakage: a review. **J. Dent.**, Oxford, v.4, n.5, p.198-206, Sep. 1976.

- KIM, Y-G., HIRANO, S., HIRASAWA, T. Physical properties of resin-modified glass-ionomers. **Dent. Mater. J.**, v.17, n.1, p.67-76, 1998.
- LIM, C. C., NEO, J., YAP, A. The influence of finishing time on the marginal seal of a resin-modified glass-ionomer and polyacid-modified resin composite. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.26, p.48-52, 1999.
- MATHIS, R. S. & FERRACANE, J. L. Properties of a glass-ionomer / resin-composite hybrid material. **Dent. Mater.**, Washington., v.5, p.355-358, Sep. 1989.
- McLEAN, J. W., NICHOLSON, J. W., WILSON, A. D. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. **Quintessence Int.**, Berlin, v.25, n.9, p.587-589, 1994.
- MITRA, S. B. Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. **J. Dent. Res.**, Washington, v.70, n.1, p.72-74, Jan. 1991.
- MONTEIRO Jr., S., SIGURJONS, H., SWARTZ, M. L., PHILLIPS, R. W., RHODES, B. F. Evaluation of materials and techniques for restorations of erosion areas. **J. Prosthet. Dent**, Saint Louis., v.55, n.4, p.434-442, Apr. 1986.
- MOUNT, G. J. Glass-ionomer cements and future research. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.7, n.5, p.286-92, Oct. 1994.
- NAASAN, M. A. & WATSON, T. F. Conventional galss inomer as posterior restoration: a status report for the American Journal of Dentistry. **Am. J. Dent.**, San Antonio., v.11, n.1, p.36-45, Feb. 1998.
- NAKAMICHI, I., IWAKU, M., FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J. Dent Res.**, Washington, v.62, n.10, p.1076-1081, Oct. 1993.

- NICHOLSON, J. W., ANSTICE, H. M. & McLEAN, J. W. A preliminary report on the effect of storage in water on the properties of commercial light-cured glass-ionomer cements. **British Dent. J.**, London, v.173, p.98-101, 1992.
- PACHUTA, S. M. & MEIERS, J. C. Dentin surface treatments and glass ionomer microleakage. **Am. J. Dent.**, San Antonio., v.8, n.4, p.187-190, Aug. 1995.
- PHILLIPS, S., BISHOP, B. M. An in vitro study of the effect of moisture on glass-ionomer cement. **Quintessence Int.**, Berlin, v.2, p.175-177, 1985.
- PUCKETT, A. D., FITCHIE, J. G., BENNETT, B., HEMBREE, J. H. Microleakage and thermal properties of hybrid ionomer restoratives. **Quintessence Int.**, Berlin, v.26, n.8, p.577-581, 1995.
- RODRIGUES, J. A., De MAGALHÃES, C. S., SERRA, M. S., RODRIGUES Jr., A. L. In vitro microleakage of glass-ionomer composite resin hybrid materials. **Oper. Dent.**, Seattle, v.24, p.89-95, 1999.
- SALAMA, F. S., RIAD, M. I. & ABDEL MEGID, F. I. Microleakage and marginal gap formation of glass ionomer resin restoration. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmingham, v.20, n.1, p.31-36, 1995.
- SANTINI, A & MITCHEL, S. Microleakage of composite restorations bonded with three new dentin bonding agents. **J. Esthet. Dent.**, Ontario, v.10, n.6, p.296-304, 1998.
- SIDHU, S. K. & WATSON, T. F. Interfacial characteristics of resin-modified glass-ionomer materials: a study on fluid permeability using confocal fluorescence microscopy. **J. Dent. Res.**, Washington, v.77, n.9, p.1749-59, Sep. 1998.

- SHIDU, S. K., SHERRIFF, M., WATSON, T. F. The effect of maturity and dehydration shrinkage on resin-modified glass ionomer restorations. **J. Dent. Res.**, Washington., v.76, n.8, p.1495-1501, Aug. 1997.
- _____ & WATSON, T. F. Resin-modified glass-ionomer materials. Part 2: clinical aspects. **Dent. Update**, v.23, n.1, p.12-16, Jan-Feb. 1996.
- _____ & WATSON, T. F. Resin-modified glass ionomer materials: a status report for the American Journal of Dentistry. **Am. J. Dent.**, San Antonio., v.8, n.1, p.59-67, Feb. 1995.
- _____. Marginal contraction gap formation of light-cured glass ionomers. **Am. J. Dent.**, San Antonio., v.7, n.2, p.115-118, Apr., 1994.
- _____. A comparative analysis of techniques of restoring cervical lesions. **Quintessence Int.**, Berlin, v.24, n.8, p.553-559, 1993.
- SPARKS, J. D., HILTON, T. J., DAVIS, R. D., REAGAN, S. E. The influence of matrix use on microleakage in Class 5 glass ionomer restoration. **Oper. Dent.**, Seattle, v.17, p.192-195, 1992.
- TOLEDANO, M., OSORIO, E., OSORIO, R., GARCÍA-GODOY, F. Microleakage of Class V resin-modified glass ionomer and compomer restorations. **J. Prosthet. Dent**, Saint Louis., v.81, n.5, p.610-615, May 1999.
- TRUSHKOWSKY, R. D. & GWINNETT, A. J. Microleakage of Class V composite, resin sandwich, and resin modified glass ionomers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.9, n.3, p.96-99, Jun. 1996.

- UNO, S., FINGER, W. J. & FRITZ, U. B. Effect of cavity design on microleakage of resin-modified glass ionomer restorations. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.10, n.1, p.32-35, Feb. 1997.
- WILDER Jr., A. D., SWIFT Jr., E. J., MAY Jr., K. N., THOMPSON, J. Y., McDOUGAL, R. A. Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials. **J. Dent.**, Oxford., v.28, p.367-373, 2000.
- WILSON, A. D. & PADDON, J. M. Dimensional changes occurring in a glass-ionomer cement. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.6, n.6, p.280-2, Dec. 1993.
- WILSON, A. D. Resin-modified glass-ionomer cements. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.3, n.5, p.425-429, 1990.
- _____. Developments in glass-ionomer cements. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.2, n.5, p.438-446, 1989.
- YAP, A. U. J., WANG, H. B., SIOW, K. S., GAN, L. M. Polymerization shrinkage of visible-light-cured composites. **Oper. Dent.**, Seattle, v.25, p.98-103, 2000.
- YIP, H-C & SMALES, R. J. Fluoride release from a polyacid-modified resin composite and 3 resin-modified glass-ionomer materials. **Quintessence Int.**, Berlin, v.31, n.4, p.261-266.
- ZYSKIND, D., FRENKEL, A., FUKS, A., HIRSCHFELD, Z. Marginal leakage around V-shaped cavities restored with glass ionomer cements: an *in vitro* study. **Quintessence Int.**, Berlin, v.22, n.1, p.41-45, 1991.

OBRAS

CONSULTADAS

- CECCOTTI, H. M. & SOUSA, D. D. **Manual para normalização de dissertação e tese.** 1.ed., Piracicaba: FOP-Unicamp, 1999. 56f.
- FERRERIRA, A. B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa.** 2.ed., Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1986. 1838p.
- GALVÃO FILHO, S. **Dicionário odonto-médico inglês-português.** 2.ed., Livraria Santos Editora Com. Imp. Ltda., 2000. 976 p.
- PHILLIPS, R. W. **Skinner Materiais Dentários.** 9.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1993. 334p.
- RING, E. M. **História ilustrada da odontologia.** 1.ed., São Paulo, Editora Manole, 1998. 319p.
- SOLIANI, S.D.O. & SILVA, L. F. **Como escrever uma tese ou dissertação.** 3.ed., Piracicaba, UNICAMP, 1995, 53p.
- SOLIANI, S.D.O. & SILVA, L. F. **Referências bibliográficas NBR-6023 da ABNT, de 1989.** 3.ed., Piracicaba, UNICAMP, 1995, 24p.
- WILSON, A. D. & McLEAN, J. W. **Glass-ionomer cements.** 2.ed., Chicago, Quintessence Publishing Co., Inc. 1998. 274p.

De acordo com a NBR-6023, de agosto de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

ANEXOS

ANEXO 1-Tabelas dos Pesos das Amostras, Antes e Após o Procedimento de Trituração

GRUPO 01	
Inicial	Final
0,1613	0,1549
0,174	0,164
0,1375	0,1283
0,1804	0,1728
0,1531	0,146
0,132	0,1267
0,1894	0,1755
0,2068	0,1978
0,1907	0,1859
0,1487	0,0982
MEDIAS	
0,1695	0,1613
PERDA(%)	4,806

GRUPO 02	
Inicial	Final
0,1526	0,1457
0,1838	0,1809
0,1862	0,1784
0,1506	0,1428
0,1548	0,1496
0,1562	0,1465
0,188	0,1751
0,1788	0,1715
0,1619	0,154
0,1725	0,1662
MEDIAS	
0,1685	0,1611
PERDA(%)	4,432

GRUPO 03	
Inicial	Final
0,1533	0,1479
0,1548	0,1461
0,1568	0,1485
0,1636	0,1661
0,158	0,1441
0,1675	0,16
0,1553	0,1453
0,1739	0,1664
0,1745	0,1666
0,1766	0,168
MEDIAS	
0,1634	0,1559
PERDA(%)	4,607

GRUPO 04	
Inicial	Final
0,1851	0,1736
0,1666	0,1628
0,147	0,1386
0,1268	0,118
0,1895	0,1821
0,1654	0,1597
0,1586	0,1504
0,1587	0,1509
0,1644	0,159
---	---
MEDIAS	
0,1625	0,1550
PERDA(%)	4,582

GRUPO 05	
Inicial	Final
0,163	0,1546
0,1452	0,132
0,1454	0,1386
0,1822	0,1731
0,172	0,1654
0,1581	0,1507
0,162	0,1537
0,1696	0,1576
0,146	0,1351
---	---
MEDIAS	
0,1604	0,1512
PERDA(%)	5,729

GRUPO 06	
Inicial	Final
0,1442	0,1343
0,1454	0,1357
0,1557	0,1473
0,1551	0,1468
0,1652	0,1594
0,1239	0,118
0,1442	0,1365
0,1407	0,1383
0,1349	0,1205
0,1209	0,1134
MEDIAS	
0,1430	0,1350
PERDA(%)	5,594

GRUPO 07	
Inicial	Final
0,173	0,159
0,1787	0,1693
0,1433	0,1353
0,1585	0,1483
0,16	0,1576
0,1319	0,1255
0,1558	0,1436
0,1715	0,165
0,1656	0,1512
0,1631	0,1591
MEDIAS	
0,1601	0,1514
PERDA(%)	5,464

GRUPO 08	
Inicial	Final
0,1338	0,1244
0,1549	0,1497
0,1798	0,1708
0,155	0,1477
0,1667	0,1584
0,1665	0,1598
0,1796	0,1652
0,1652	0,1576
0,1574	0,1533
0,1453	0,1384
MEDIAS	
0,1604	0,1525
PERDA(%)	4,918

GRUPO 09	
Inicial	Final
0,1758	0,1613
0,1932	0,1822
0,16	0,1493
0,1979	0,1888
0,169	0,1613
0,1695	0,162
0,1569	0,1468
0,171	0,1655
0,1538	0,1449
0,1671	0,1595
MEDIAS	
0,1714	0,1622
PERDA(%)	5,402

GRUPO 10	
Inicial	Final
0,1482	0,1463
0,1506	0,1439
0,1429	0,1406
0,1521	0,1516
0,1695	0,1638
0,1681	0,1635
0,1529	0,1487
0,164	0,1567
0,1623	0,1577
0,1544	0,1484
MEDIAS	
0,1567	0,1525
PERDA(%)	2,680

GRUPO 11	
Inicial	Final
0,1475	0,141
0,1404	0,1383
0,1443	0,1401
0,1333	0,1264
0,132	0,1227
0,1732	0,1664
0,1457	0,1396
0,1256	0,123
0,1589	0,1501
---	---
MEDIAS	
0,1445	0,1386
PERDA(%)	4,097

GRUPO 12	
Inicial	Final
0,198	0,192
0,1032	0,0962
0,1606	0,1557
0,176	0,1703
0,1837	0,1793
0,1558	0,1468
0,1404	0,1366
0,1481	0,1444
0,1723	0,1668
0,1436	0,0963
MEDIAS	
0,1598	0,1542
PERDA(%)	3,477

GRUPO 13	
Inicial	Final
0,1279	0,1225
0,1238	0,1161
0,1543	0,1459
0,1231	0,1172
0,1373	0,1287
0,1152	0,1084
0,173	0,1636
0,1128	0,109
0,1279	0,1202
0,0931	0,0863
0,1583	0,1484
0,1205	0,1138
0,1123	0,106
0,1056	0,1008
---	---
MÉDIAS	
0,1275	0,1205
PERDA(%)	5,501

GRUPO 14	
Inicial	Final
0,1339	0,1291
0,132	0,1235
0,1326	0,1251
0,0878	0,0797
0,1146	0,1051
0,1619	0,1576
0,1481	0,1389
0,1254	0,1185
0,1032	0,0951
0,0816	0,0743
0,1577	0,1517
0,1434	0,1364
0,1366	0,131
0,1743	0,1615
---	---
MÉDIAS	
0,1309	0,1234
PERDA(%)	5,783

GRUPO 15	
Inicial	Final
0,1159	0,1092
0,1143	0,1084
0,1417	0,1349
0,0937	0,0883
0,0953	0,0882
0,0819	0,0766
0,089	0,0837
0,0969	0,09
0,1165	0,1109
0,1121	0,1053
0,1486	0,139
0,1268	0,1203
0,1395	0,132
0,1107	0,0997
---	---
MÉDIAS	
0,1131	0,1062
PERDA(%)	6,065

GRUPO 16	
Inicial	Final
0,0995	0,089
0,0944	0,0847
0,1604	0,1546
0,0838	0,0777
0,1097	0,103
0,0829	0,0875
0,0905	0,0841
0,1446	0,1383
0,1062	0,0939
0,1204	0,1166
0,0728	0,0675
0,1398	0,1333
0,1787	0,169
0,0905	0,085
---	---
MÉDIAS	
0,1124	0,1060
PERDA(%)	5,724

GRUPO 17	
Inicial	Final
0,1281	0,1201
0,1333	0,1266
0,123	0,1203
0,1117	0,108
0,0987	0,0887
0,107	0,1004
0,1153	0,1094
0,1054	0,0955
0,1231	0,1176
0,0993	0,0942
0,1106	0,1036
0,1029	0,1002
0,0831	0,075
0,1165	0,1095
---	---
MÉDIAS	
0,1113	0,1050
PERDA(%)	5,680

GRUPO 18	
Inicial	Final
0,1139	0,1078
0,1428	0,1374
0,1191	0,1123
0,1377	0,125
0,1122	0,1063
0,1684	0,1629
0,129	0,1227
0,0956	0,0895
0,0883	0,0883
0,165	0,159
0,1101	0,0936
0,1257	0,122
0,0979	0,090
0,1283	0,1196
0,157	0,1522
---	---
MÉDIAS	
0,1261	0,1192
PERDA(%)	5,426

GRUPO 19	
Inicial	Final
0,132	0,1221
0,1281	0,128
0,1421	0,139
0,1168	0,1068
0,0782	0,0718
0,1171	0,1072
0,1182	0,1114
0,0691	0,0621
0,1439	0,1354
0,1045	0,0958
0,1517	0,1432
0,1311	0,125
0,1336	0,129
0,1285	0,1209
---	---
MEDIAS	
0,1211	0,1141
PERDA(%)	5,747

GRUPO 20	
Inicial	Final
0,1216	0,1184
0,1211	0,1146
0,1297	0,1214
0,1	0,094
0,0887	0,0804
0,1676	0,161
0,1205	0,1142
0,1092	0,1005
0,1393	0,1337
0,1057	0,0979
0,1576	0,1521
0,1061	0,0986
0,1011	0,094
0,1165	0,1102
0,1165	0,104
MEDIAS	
0,1201	0,1130
PERDA(%)	5,913

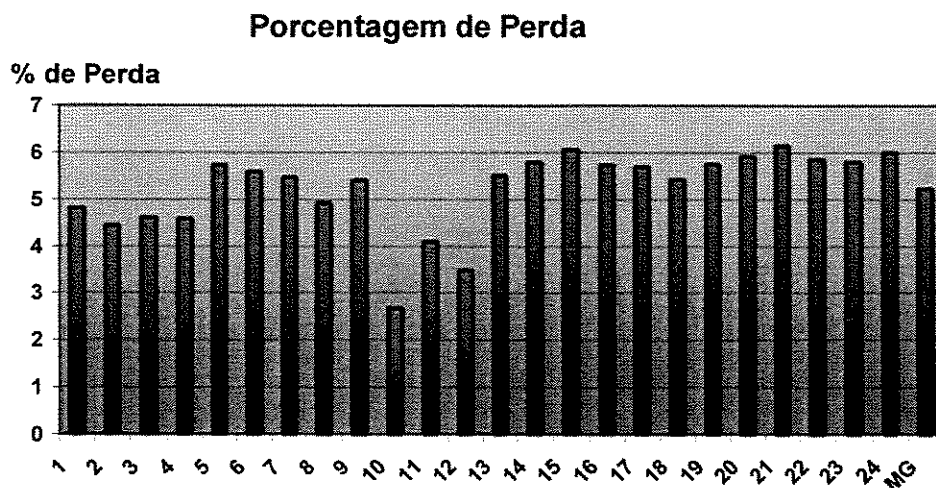
GRUPO 21	
Inicial	Final
0,1296	0,1187
0,1272	0,1159
0,179	0,1731
0,0871	0,0837
0,1288	0,1209
0,0905	0,0825
0,1809	0,1721
0,0915	0,0853
0,1836	0,1795
0,0987	0,0851
0,1273	0,121
0,1186	0,1118
0,1023	0,095
0,109	0,1022
0,129	0,1204
MEDIAS	
0,1255	0,1178
PERDA(%)	6,149

GRUPO 22	
Inicial	Final
0,1104	0,1012
0,1255	0,1232
0,0954	0,0895
0,0841	0,0806
0,0836	0,0802
0,1202	0,1136
0,1118	0,1049
0,118	0,1091
0,0927	0,0858
0,0874	0,0808
0,0977	0,0912
0,1012	0,0969
0,137	0,129
0,1187	0,1109
---	---
MEDIAS	
0,1060	0,0998
PERDA(%)	5,857

GRUPO 23	
Inicial	Final
0,1123	0,1119
0,1128	0,1037
0,1252	0,1159
0,1074	0,1018
0,0836	0,0777
0,1246	0,1168
0,1155	0,1100
0,0972	0,0902
0,1222	0,1106
0,1007	0,0907
0,1248	0,1209
0,1407	0,1382
0,1336	0,1260
0,0868	0,0802
0,1149	0,1092
MEDIAS	
0,1135	0,1069
PERDA(%)	5,786

GRUPO 24	
Inicial	Final
0,2174	0,2102
0,1140	0,1097
0,1925	0,1834
0,1657	0,1554
0,1691	0,1587
0,1673	0,1571
0,1135	0,1095
0,1081	0,0995
0,1270	0,1139
0,1945	0,1848
0,0983	0,0921
0,1063	0,0972
0,0838	0,0755
0,1020	0,0948
---	---
MEDIAS	
0,1400	0,1316
PERDA(%)	6,007

XXX  Amostras perdidas



Legenda

- | | |
|---|---|
| 1. Z 100 / Com Sinérese / Esmalte | 13. Z 100 / Com Sinérese / Dentina |
| 2. Compoglass / Com Sinérese / Esmalte | 14. Compoglass / Com Sinérese / Dentina |
| 3. Dyract / Com Sinérese / Esmalte | 15. Dyract / Com Sinérese / Dentina |
| 4. Ketac-Fil Plus / Com Sinérese / Esmalte | 16. Ketac-Fil Plus / Com Sinérese / Dentina |
| 5. Fuji II LC / Com Sinérese / Esmalte | 17. Fuji II LC / Com Sinérese / Dentina |
| 6. Vitremer / Com Sinérese / Esmalte | 18. Vitremer / Com Sinérese / Dentina |
| 7. Z 100 / Sem Sinérese / Esmalte | 19. Z 100 / Sem Sinérese / Dentina |
| 8. Compoglass / Sem Sinérese / Esmalte | 20. Compoglass / Sem Sinérese / Dentina |
| 9. Dyract / Sem Sinérese / Esmalte | 21. Dyract / Sem Sinérese / Dentina |
| 10. Ketac-Fil Plus / Sem Sinérese / Esmalte | 22. Ketac-Fil Plus / Sem Sinérese / Dentina |
| 11. Fuji II LC / Sem Sinérese / Esmalte | 23. Fuji II LC / Sem Sinérese / Dentina |
| 12. Vitremer / Sem Sinérese / Esmalte | 24. Vitremer / Sem Sinérese / Dentina |

MG - Média Geral dos Grupos

Figura 26: Gráfico da porcentagem de perda em peso durante o processo de trituração das amostras.

ANEXO 2 - Quadro 4 correspondente aos Espécimes Descartados

Grupo	nº de Amostras	Causa da Perda
Z 100/SE	01	% acentuada de perda na pesagem / acima de 7%
Z 100/SD	01	Impregnação do corante na dentina circundante à margem
Z 100/ND	01	Impregnação do corante na dentina circundante à margem
COMP/SD	01	Impregnação do corante na dentina circundante à margem
DYR/SD	01	Impregnação do corante na dentina circundante à margem
KET/SE	01	Impregnação do corante em trinca de esmalte
KET/NE	01	% acentuada de perda na pesagem / acima de 7%
KET/ND	01	Impregnação do corante na dentina circundante à margem
VIT/SE	01	Impregnação do corante em trinca de esmalte
VIT/NE	01	Amostra perdida antes da trituração
VIT/SD	01	Impregnação do corante na dentina circundante à margem
FUJ/NE	01	% acentuada de perda na pesagem / acima de 7%
FUJ/ND	01	Impregnação do corante na dentina circundante à margem
TOTAL	13	-----

COMP - Resina composta modificada por poliácidos Compoglass F

DYR - Resina composta modificada por poliácidos Dyract

KET - Cimento de ionômero de vidro convencional Ketac-Fil Plus

VIT - Cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitremer

FUJ - Cimento de ionômero de vidro modificado por resina Fuji II LC

SE - Com sinérese em esmalte

NE - Sem Sinérese em esmalte

SD - Com Sinérese em dentina

ND - Sem Sinérese em Dentina

ANEXO 3 - *Dados Originais Transformados Em $\mu\text{m/ml}$ Através Da Equação De Reta Obtida Na Regressão Polinomial:*

Material Z 100

G 01- Com Sinérese em Esmalte	G 07- Sem Sinérese em Esmalte	G 13- Com Sinérese em Dentina	G 19- Sem Sinérese em Dentina
$\mu\text{m/ml}$	$\mu\text{m/ml}$	$\mu\text{m/ml}$	$\mu\text{m/ml}$
1,628	1,628	1,628	2,48
1,021	0,796	2,939	1,812
2,321	1,021	5,487	2,157
1,436	1,436	2,48	2,321
1,021	1,628	2,321	1,628
1,812	1,021	2,48	1,436
1,234	0,559	1,812	2,157
2,635	1,021	2,321	2,48
0,796	1,628	1,812	3,242
	1,234	1,628	1,988
Média do grupo	Média do grupo	1,988	2,157
1,5449	1,1972	1,234	2,321
		1,628	2,939
		2,157	2,788
		Média do grupo	Média do grupo
		2,2796	2,2790

Material Compoglass F

G 02-Com Sinérese em Esmalte	G 08- Sem Sinérese em Esmalte	G 14- Com Sinérese em Dentina	G 20- Sem Sinérese em Dentina
$\mu\text{m/ml}$	$\mu\text{m/ml}$	$\mu\text{m/ml}$	$\mu\text{m/ml}$
1,021	0,307	3,091	1,436
1,812	0,796	2,788	1,628
1,021	0,559	2,635	1,812
1,021	0,796	1,988	1,812
2,157	0,307	3,876	3,091
1,234	0,307	3,396	2,635
1,234	1,021	2,48	2,157
1,812	1,436	3,091	1,812
1,628	1,234	2,321	3,091
1,234	0,796	2,321	2,635
Média do grupo	Média do grupo	2,635	2,157
1,4174	0,7559	2,939	1,812
		2,635	2,157
		2,939	1,988
			2,321
		Média do grupo	Média do grupo
		2,7954	2,1696

Material Dyract

G 03- Com Sinérese em Esmalte	G 09- Sem Sinérese em Dentina	G 15- Com Sinérese em Dentina	G 21- Sem Sinérese em Dentina
$m\mu/ml$	$m\mu/ml$	$m\mu/ml$	$m\mu/ml$
1,628	1,234	2,939	2,321
2,635	1,436	1,988	1,812
3,091	1,234	1,988	1,436
1,628	1,812	1,628	1,812
1,436	1,021	2,321	1,628
1,234	1,436	2,321	2,635
2,157	1,628	1,021	1,988
2,321	1,021	1,988	2,157
1,812	1,628	1,812	1,628
1,436	1,234	2,635	1,988
Média do grupo	Média do grupo	2,788	1,628
1,9378	1,3684	2,48	1,812
		2,321	1,234
		1,988	2,635
			1,988
		Média do grupo	Média do grupo
		2,1584	1,9135

Material Ketac-Fil Plus

G 04- Com Sinérese em Esmalte	G 10- Sem Sinérese em Esmalte	G 16- Com Sinérese em Dentina	G 22- Sem Sinérese em Dentina
$m\mu/ml$	$m\mu/ml$	$m\mu/ml$	$m\mu/ml$
4,046	3,396	2,939	3,396
2,635	2,788	3,091	4,408
2,157	3,091	3,091	3,242
2,939	4,408	2,939	2,321
2,321	2,635	6,011	2,939
3,552	3,242	4,408	4,046
2,788	3,091	2,788	2,157
5,487	3,242	3,242	4,223
4,602	2,321	3,091	3,242
		7,259	2,635
		3,396	2,635
		3,091	3,091
		3,711	3,242
		4,046	4,408
		4,408	
		Média do grupo	Média do grupo
		3,8341	3,2846

Material Vitremer

G 05- Com Sinérese em Esmalte
mμ/ml
1,436
3,242
2,321
1,436
2,157
1,812
1,436
1,812
1,988
Média do grupo
1,9600

G 11- Sem Sinérese em Esmalte
mμ/ml
2,321
1,628
1,988
1,021
1,628
1,628
2,788
1,436
1,988
Média do grupo
1,8251

G 17- Com Sinérese em Dentina
mμ/ml
2,635
3,242
2,788
1,988
2,48
2,635
2,157
2,635
3,711
2,635
1,812
2,939
2,788
1,628
Média do grupo
2,5766

G 23- Sem Sinérese em Dentina
mμ/ml
2,939
3,091
2,321
1,628
2,48
2,157
2,48
1,988
2,321
2,788
4,046
3,396
2,321
2,635
1,988
Média do grupo
2,5719

Material Fuji II LC

G 06- Com Sinérese em Esmalte
mμ/ml
1,988
2,321
1,812
1,988
1,436
1,436
0,796
1,021
2,321
1,988
Média do grupo
1,7107

G 12- Sem Sinérese em Esmalte
mμ/ml
0,796
0,559
1,021
0,796
1,988
0,796
2,157
0,559
1,021
Média do grupo
1,0770

G 18- Com Sinérese em Dentina
mμ/ml
2,157
2,157
2,48
3,242
3,242
3,091
2,157
2,321
2,157
2,48
2,788
1,436
2,157
1,812
2,635
Média do grupo
2,4208

G 24- Sem Sinérese em Dentina
mμ/ml
2,788
2,157
1,234
3,091
2,157
2,635
1,628
1,812
2,157
1,628
2,157
2,48
2,321
2,157
Média do grupo
2,1716

APÊNDICE

ANÁLISE ESTATÍSTICA

FATORIAL 6X2X2

FATOR A = Z100 COM VIT FUJ Dyr Ket FATOR B = COM SEM FATOR C = ESMALTE DENTINA

MÉDIA E D. PADRAO DOS DADOS TRANSFORMADOS EM $\sqrt{X + .00}$

ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO FATORIAL 6X 2X 2

TRAT. NR	MEDIA	VARIANCIA		OBSERVACOES ORIGINAIS							
111 9	1.2212	.0602	1.6280	1.0210	2.3210	1.4360	1.0210	1.8120	1.2340	2.6350	
		.7960									
112 14	1.4831	.0863	1.6280	2.9390	5.4870	2.4800	2.3210	2.4800	1.8120	2.3210	
		1.8120	1.6280	1.9880	1.2340	1.6280	2.1570				
121 10	1.0808	.0323	1.6280	.7960	1.0210	1.4360	1.6280	1.0210	.5590	1.0210	
		1.6280	1.2340								
122 14	1.5013	.0272	2.4800	1.8120	2.1570	2.3210	1.6280	1.4360	2.1570	2.4800	
		3.2420	1.9880	2.1570	2.3210	2.9390	2.7880				
211 10	1.1801	.0276	1.0210	1.8120	1.0210	1.0210	2.1570	1.2340	1.2340	1.8120	
		1.6280	1.2340								
212 14	1.6663	.0204	3.0910	2.7880	2.6350	1.9880	3.8760	3.3960	2.4800	3.0910	
		2.3210	2.3210	2.6350	2.9390	2.6350	2.9390				
221 10	.8406	.0548	.3070	.7960	.5590	.7960	.3070	.3070	1.0210	1.4360	
		1.2340	.7960								
222 15	1.4641	.0280	1.4360	1.6280	1.8120	1.8120	3.0910	2.6350	2.1570	1.8120	
		3.0910	2.6350	2.1570	1.8120	2.1570	1.9880	2.3210			
311 9	1.3878	.0384	1.4360	3.2420	2.3210	1.4360	2.1570	1.8120	1.4360	1.8120	
		1.9880									
312 14	1.5964	.0304	2.6350	3.2420	2.7880	1.9880	2.4800	2.6350	2.1570	2.6350	
		3.7110	2.6350	1.8120	2.9390	2.7880	1.6280				
321 9	1.3368	.0352	2.3210	1.6280	1.9880	2.7280	1.4360	1.0210	1.6280	1.6280	
		1.9880									
322 15	1.5936	.0346	2.9390	3.0910	2.3210	1.6280	2.4800	2.1570	2.4800	1.9880	

			2.3210	2.7880	4.0460	3.3960	2.3210	2.6350	1.9880		
411	10	1.2922	.0454	1.9880	2.3210	1.8120	1.9880	1.4360	1.4360	.7960	1.0210
			2.3210	1.9880							
412	15	1.5295	.0229	2.1570	2.1570	2.4800	2.3420	3.2420	3.0910	2.1570	2.3210
			2.1570	2.4800	2.7880	1.4360	2.1570	1.8120	2.6350		
421	9	1.0079	.0687	.7960	.5590	1.0210	.7960	1.9880	.7960	2.1570	.5590
			1.0210								
422	14	1.4644	.0292	2.7880	2.1570	1.2340	3.0910	2.1570	2.6350	1.6280	1.8120
			2.1570	1.6280	2.1570	2.4800	2.3210	2.1570			
511	10	1.3779	.0435	1.6280	2.6350	3.0910	1.6280	1.4360	1.2340	2.1570	2.3210
			1.8120	1.4360							
512	14	1.4589	.0323	2.9390	1.9880	1.9880	1.6280	2.3210	2.3210	1.0210	1.9880
			1.8120	2.6350	2.7880	2.4800	2.3210	1.9880			
521	10	1.1648	.0129	1.2340	1.4360	1.2340	1.8120	1.0210	1.4360	1.6280	1.0210
			1.6280	1.2340							
522	15	1.3763	.0208	2.3210	1.8120	1.4360	1.8120	1.6280	2.6350	1.9880	2.1570
			1.6280	1.9880	1.6280	1.8120	1.2340	2.6350	1.9880		
611	9	1.8204	.0879	4.0460	2.6350	2.1570	2.9390	2.3210	3.5520	2.7880	5.4870
			4.6020								
612	15	1.9371	.0874	2.9390	3.0910	3.0910	2.9390	6.0110	4.4080	2.7880	3.2420
			3.0910	7.2590	3.3960	3.0910	3.7110	4.0460	4.4080		
621	9	1.7640	.0260	3.3960	2.7880	3.0910	4.4080	2.6350	3.2420	3.0910	3.2420
			2.3210								
622	14	1.8015	.0422	3.3960	4.4080	3.2420	2.3210	2.9390	4.0460	2.1570	4.2230
			3.2420	2.6350	3.0910	3.2420	4.4080	2.6350			

QUADRO A/B

(2)	1	2	3	4	5	6	
B 1	2.7043	2.8463	2.9841	2.8218	2.8368	3.7575	
B 2	2.5821	2.3047	2.9305	2.4723	2.5411	3.5655	
TOTAIS	5.2864	5.1510	5.9146	5.2941	5.3779	7.3230	34.3470

QUADRO B/C

(6)	1	2	
C 1	8.2796	7.1950	
C 2	9.6713	9.2011	
TOTAIS	17.9509	16.3962	34.3470

QUADRO C/A

(2)	1	2
A 1	2.3020	2.9843
A 2	2.0207	3.1303
A 3	2.7246	3.1900
A 4	2.3002	2.9939
A 5	2.5427	2.8352
A 6	3.5844	3.7387

TOTAIS 15.4746 18.8724 34.3470

QUADRO DE ANALISE DE VARIANCIA

CAUSA DE VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
FATOR A	5	9.7650	1.9530	48.1295 **
FATOR B	1	1.1510	1.1510	28.3659 **
FATOR C	1	5.4977	5.4977	135.4850 **
FATOR AXB	5	.4423	.0885	2.1798 NS
FATOR AXC	5	1.6568	.3314	8.1658 **
FATOR BXC	1	.1797	.1797	4.4287 *
FATOR AXBXC	5	.1564	.0313	.7709 NS
(TRATAMENTOS)	23	18.8488	.8195	
RESÍDUO	263	10.6720	.0406	

MEDIA GERAL DO ENSAIO 1.4576

DESVIO PADRAO .2014

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO 13.8202

TESTE DE TUKEY PARA AS MEDIAS DE A

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .1210

TRAT. MEDIA

6	1.8308 A
3	1.4787 B
5	1.3445 C
4	1.3235 C
1	1.3216 C
2	1.2878 C

TESTE DE TUKEY PARA AS MEDIAS DE B

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .0479

TRAT. MEDIA

1	1.4959 A
2	1.3663 B

TESTE DE TUKEY PARA AS MEDIAS DE C

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .0479

TRAT. MEDIA

2	1.5727 A
1	1.2896 B

DESDOBRAMENTO DE C D. A

CAUSAS DE

VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
C D. A(1)	1	1.3300	1.3300	32.7759 **
C D. A(2)	1	3.5181	3.5181	86.6995 **
C D. A(3)	1	.6188	.6188	15.2501 **
C D. A(4)	1	1.3752	1.3752	33.8898 **
C D. A(5)	1	.2444	.2444	6.0229 *
C D. A(6)	1	.0680	.0680	1.6757 NS

(C D. A) (6) (7.1545)

DESDOBRAMENTO DE A D. C

CAUSAS DE

VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
A D. C(1)	5	8.5686	1.7137	42.2327 **
A D. C(2)	5	2.8531	.5706	14.0625 **

(A D. C) (10) (11.4217)

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE C DENTRO DE A 1

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .1173

TRAT. MÉDIA

2	1.4922 A
1	1.1510 B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE C DENTRO DE A 2

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .1173

TRAT. MEDIA

2 1.5652 A

1 1.0103 B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE C DENTRO DE A 3

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .1173

TRAT. MEDIA

2 1.5950 A

1 1.3623 B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE C DENTRO DE A 4

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .1173

TRAT. MEDIA

2 1.4970 A

1 1.1501 B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE C DENTRO DE A 5

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .1173

TRAT. MEDIA

2 1.4176 A

1 1.2714 B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE C DENTRO DE A 6

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .1173

TRAT. MEDIA

2 1.8693 A

1 1.7922 A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE A DENTRO DE C 1

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .1711

TRAT. MEDIA

6	1.7922 A
3	1.3623 B
5	1.2714 BC
1	1.1510 CD
4	1.1501 CD
2	1.0103 D

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE A DENTRO DE C 2

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .1711

TRAT. MEDIA

6	1.8693 A
3	1.5950 B
2	1.5652 BC
4	1.4970 BC
1	1.4922 BC
5	1.4176 C

DESDOBRAMENTO DE C D. B

CAUSAS DE

VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
C D. B(1)	1	1.8447	1.8447	45.4614 **
C D. B(2)	1	3.8327	3.8327	94.4523 **
(C D. B) (2) (5.6774)				

DESDOBRAMENTO DE B D. C

CAUSAS DE

VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
B D. C(1)	1	1.1202	1.1202	27.6056 **
B D. C(2)	1	.2106	.2106	5.1891 *
(B D. C) (2) (1.3307)				

TESTE DE TUKEY PARA AS MEDIAS DE C DENTRO DE B 1

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .0677

TRAT. MEDIA

2 1.6119 A

1 1.3799 B

TESTE DE TUKEY PARA AS MEDIAS DE C DENTRO DE B 2

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .0677

TRAT. MEDIA

2 1.5335 A

1 1.1992 B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE B DENTRO DE C 1

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .0677

TRAT. MEDIA

1 1.3799 A

2 1.1992 B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE B DENTRO DE C 2

TESTE DE TUKEY

DMS(TUKEY) = .0677

TRAT. MEDIA

1 1.6119 A

2 1.5335 B