

CLÁUDIA SILAMI DE MAGALHÃES  
CIRURGIÃ - DENTISTA

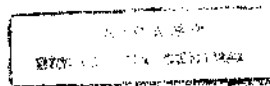
*Este exemplar foi  
devidamente corrigido  
compreendendo a assinatura  
M. D. 24/31/97  
COPG 1026/83*

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA MICROINFILTRAÇÃO EM  
CAVIDADES DE CLASSE V RESTAURADAS COM 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  
grau de Mestre em Clínica Odontológica,  
área de concentração Dentística.

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Mônica Campos, Serra**  
**FOP - UNICAMP**

**Piracicaba**  
**1997**



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
	1/Unicamp
	M27a
V.	Ex.
NUMERO BC	32486
PROC.	281/97
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	D
	11,00
	16/12/97
N.º CDD	

CM-00104090-1

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca da FOP/UNICAMP**

M27a

Magalhães, Cláudia Silami de.

Avaliação quantitativa da microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta / Cláudia Silami de Magalhães. - Piracicaba : [s.n.], 1997.

85f. : il.

Orientador : Mônica Campos Serra.

Tese (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Materiais dentários. 2. Restaurações dentárias. 3. Resinas dentárias. 4. Cimentos dentários. 5. Infiltração. I. Serra, Mônica Campos. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

19.CDD - 617.695

- 617.675

**Índices para o Catálogo Sistemático**

- |                           |         |
|---------------------------|---------|
| 1. Materiais dentários    | 617.695 |
| 2. Restaurações dentárias | 617.675 |



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de **Mestrado**, em sessão pública realizada em 14/11/97, considerou o candidato aprovado.

1. Mônica Campos Serra

2. Luiz André Freire Pimenta

3. Maria Salete Machado Cândido

Dedico este trabalho, afetuosamente,  
aos meus pais (Manoel e Vilma), às  
minhas irmãs (Denise e Giselle) e à  
memória de meu irmão (Luis Fernando).

## AGRADECIMENTOS

Em especial, à minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mônica Campos Serra, pela orientação competente e segura, e principalmente, pelo exemplo de honestidade científica, coerência filosófica, senso de justiça e amizade.

Ao Prof. Dr. Luis André Freire Pimenta, pela apresentação junto ao curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica-Dentística, pelo apoio quando de minha chegada à cidade de Piracicaba, pelo contínuo aconselhamento acadêmico-científico e por sua amizade.

Aos professores da Área de Dentística da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Dr. José Roberto Lovadino, Dr. Luis Roberto M. Martins e Dr. Luis Alexandre M.S. Paulillo, pela saudável convivência e pela instrução no exercício de pensar.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica-Dentística, Ana Paula, Dagmar, Fernanda, Giselle, Lucíola, Marcelo, Paula, Priscila, Ricardo e Rodrigo, por terem proporcionado a essa turma um ambiente de amizade, companheirismo e compreensão, relegando a competitividade e as vaidades pessoais.

À amiga Luzia de Fátima da Silva, bibliotecária da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, não só pela orientação na busca e correção das referências bibliográficas, mas principalmente pela confiança e amizade, com que me recebeu para compartilhar a sua casa.

Ao Prof. Antônio Luiz Rodrigues Jr., da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP - pela consultoria estatística.

À Coordenadora do curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba -UNICAMP, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Altair A. Del Bel Cury.

Ao Coordenador Geral de Pós-Graduação da FOP-UNICAMP, Prof. Dr. Mário F. de Góes.

Aos Professores Dr. José Ranali e Dr. Oslei Paes de Almeida, Diretor e Diretor Associado da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora da FOP-UNICAMP, Denise e Reinaldo.

Ao Prof. Dr. Pedro Luis Rosalen e à Área de Farmacologia, Anestesiologia e Terapêutica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pela utilização do laboratório e pela colaboração de seus funcionários no uso dos equipamentos.

Aos Professores Renato Durval Martins e Ellen M. de Oliveira Oletto, Diretor e Vice-Diretora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, pelo apoio e incentivo na busca da capacitação científica.

Aos professores das Disciplinas de Clínica Integrada de Atenção Primária da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, especialmente à Prof.<sup>a</sup> Maria Elisa de Souza e Silva e ao Prof. Allison Nogueira Moreira, por seu apoio, confiança e amizade.

À Prof.<sup>a</sup> Marília Costa Gomes, do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, por seu apoio e amizade.

Aos professores do Departamento de Clínica, Patologia e Cirurgia Odontológicas da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, em especial ao Prof. Carlos Gomes, pela colaboração na coleta de dentes extraídos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -CAPES- pelo apoio financeiro.

Aos meus pais, às minhas irmãs e ao João, pelo apoio incondicional e pela compreensão da minha busca por meus ideais.

Ao Pier, pelos momentos especiais de alegria e pelo exemplo de objetividade e coragem necessárias para ver realizado um sonho.

A DEUS, por permitir que essas pessoas estivessem presentes ao longo do meu caminho.

# SUMÁRIO

	<b>pag.</b>
Lista de abreviaturas .....	01
Lista de tabelas .....	02
Lista de ilustrações .....	03
Resumo .....	05
1- Introdução .....	06
2- Revisão de Literatura .....	08
3- Proposição .....	39
4- Materiais e Métodos .....	40
5- Resultados .....	50
6- Discussão .....	52
7- Conclusões .....	61
Anexos.....	62
Apêndices .....	73
Summary .....	78
Referências Bibliográficas .....	79
Obras Consultadas.....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS

° C = grau Celsius

et al. = e outros (abreviatura de “et alli”)

g = grama

HEMA = Hidroxi-etil-metacrilato

JCE = Junção Cimento Esmalte

ml = mililitro

mm = milímetro

µg = micrograma

nm = nanômetro

rpm = rotação por minuto

TCB = Butano Tetracarboxílico

UDMA=Uretano-dimetacrilato



## LISTA DE TABELAS

	<b>pag.</b>
Tabela 1 - Valores das medianas obtidas em cada bloco.....	50
Tabela 2 - Soma das ordens para cada sistema restaurador estudado.....	50
Tabela 3 - Valores exploratórios do experimento.....	75

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	pag.
Gráfico 1 - Ilustração de “Box-Plot”, segundo o sistema restaurador estudado.....	51
Gráfico 2 - Curva de absorção espectral para o sistema restaurador Ketac-Fil Aplicap.....	63
Gráfico 3 - Curva de absorção espectral para o sistema restaurador Z100 / Scotchbond Multi Purpose Plus.....	64
Gráfico 4 - Curva de absorção espectral para o sistema restaurador Vitremer.....	65
Gráfico 5 - Curva de absorção espectral para o sistema restaurador Photac-Fil Aplicap.....	66
Gráfico 6 - Curva de absorção espectral para o sistema restaurador Dyract.....	67
Gráfico 7 - Regressão linear e equação da reta para o sistema restaurador Ketac-Fil Aplicap.....	68
Gráfico 8 - Regressão linear e equação da reta para o sistema restaurador Z100 / Scotchbond Multi Purpose Plus.....	69
Gráfico 9 - Regressão linear e equação da reta para o sistema restaurador Vitremer.....	70
Gráfico 10 - Regressão linear e equação da reta para o sistema restaurador Photac-Fil Aplicap.....	71
Gráfico 11 - Regressão linear e equação da reta para o sistema restaurador Dyract.....	72
Quadro I - Classificação, número de lote, cor e fabricante dos sistemas restauradores estudados.....	62
Quadro II - Distribuição aleatória dos sistemas restauradores em blocos e grupos....	73
Quadro III - Espécimens descartados.....	74

Quadro IV - Valores de absorvância obtidos pela leitura espectrofotométrica das soluções-teste.....	76
Quadro V - Concentração de corante ( $\mu\text{g} / \text{ml}$ ) para cada solução-teste.....	77

## RESUMO

O objetivo deste estudo "in vitro" foi avaliar quantitativamente a microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, comparando-os com um cimento de ionômero de vidro e com um sistema de resina composta/adensivo dentinário. Foram preparadas cavidades cilíndricas na superfície radicular de 105 dentes humanos extraídos, a cerca de 4 mm da junção amelo-cementária. Os dentes foram divididos aleatoriamente em cinco grupos, cada um contendo 21 unidades experimentais. Os grupos controles foram restaurados com um cimento de ionômero de vidro ou com um sistema de resina composta/adensivo dentinário. Os grupos experimentais foram restaurados com três materiais híbridos de ionômero de vidro/ resina composta, sendo dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e uma resina composta modificada por poliácido. Todos os dentes foram termociclados por 500 vezes, entre temperaturas de  $5 \pm 2$  °C e  $55 \pm 2$  °C, com um tempo de permanência de 1 minuto em cada banho. Em seguida, os espécimens foram imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2%, por 24 horas, a 37 °C. A microinfiltração foi quantificada através de espectrofotometria e expressa em micrograma de corante por mililitro de solução. A análise estatística dos dados não indicou diferença significativa entre os materiais ( $\chi^2=5,37$ ,  $\alpha > 0,05$ ). Sob as condições experimentais utilizadas neste estudo, pôde-se concluir que o desempenho dos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, frente à microinfiltração, foi similar ao do cimento de ionômero de vidro e ao do sistema de resina composta/adensivo dentinário.

*Palavras-chave:* microinfiltração; híbridos de ionômero de vidro/resina composta; cimentos de ionômero de vidro; compósitos.

# 1- INTRODUÇÃO

Microinfiltração pode ser definida como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas e íons através da interface dente/restauração <sup>34</sup>, e detectada clinicamente como descoloração, dissolução ou fratura de certos materiais <sup>24</sup>. Esses efeitos podem, freqüentemente, acarretar hipersensibilidade pós-operatória e penetração bacteriana através do espaço interfacial, contribuindo para a reincidência de cárie e injúria pulpar<sup>4,24,34</sup>.

Embora possa variar em extensão, a microinfiltração é comum a praticamente todos os materiais e técnicas restauradoras <sup>8</sup>, podendo ser utilizada como uma medida do seu desempenho no meio bucal<sup>4</sup>.

À medida que os indivíduos mantêm seus dentes em função por mais tempo, ao longo da vida, o risco de exposição das superfícies radiculares aumenta <sup>18</sup>, enquanto o desenvolvimento de lesões, cariosas ou não, nessa região, torna-se um problema clínico significativo, exigindo soluções restauradoras adequadas <sup>10,13</sup>.

Diversas técnicas e materiais restauradores foram descritos na literatura, para obter um vedamento confiável das margens gengivais localizadas em esmalte ou dentina <sup>27, 33, 41, 57</sup>. O uso de técnicas adesivas, através do condicionamento ácido do esmalte, reduz a microinfiltração e a descoloração marginal nas restaurações de resina composta <sup>1, 23, 41, 49, 64</sup>. No entanto, quando as margens cavitárias estão localizadas em áreas de dentina, o controle da microinfiltração é dificultado, devido às características desses tecidos, a despeito do uso de adesivos dentinários <sup>41, 49, 64</sup>.

Os cimentos de ionômero de vidro são indicados para tais restaurações, devido às suas propriedades adesivas <sup>32, 60</sup> e ao seu coeficiente de expansão térmica linear semelhante ao da estrutura dental, o que poderia representar um reduzido potencial de microinfiltração <sup>29, 33, 39, 40, 61</sup>. Sua capacidade de liberação de íons flúor lhes

confere efeito cariostático<sup>22, 28, 33, 36, 40, 48</sup>. No entanto, os cimentos de ionômero de vidro apresentam propriedades indesejáveis como friabilidade, sensibilidade à sinérese e embebição<sup>62</sup>, tempo de presa prolongado, e baixa resistência mecânica inicial<sup>58</sup>.

Com o objetivo de superar os problemas encontrados com o uso dos cimentos de ionômero de vidro, foram desenvolvidos materiais híbridos, através da adição de componentes resinosos aos materiais convencionais, permitindo, assim, o seu endurecimento imediato por fotopolimerização<sup>37, 58, 59</sup>.

Os materiais híbridos foram inicialmente propostos como bases e forradores e utilizados em associação às resinas compostas nas restaurações mistas. Mais recentemente, versões restauradoras dos híbridos de ionômero de vidro/resina composta tornaram-se disponíveis, permitindo a sua utilização sem a necessidade de recobrimento com resina composta.

Existem relatos de que a incorporação de resina à formulação dos cimentos de ionômero de vidro melhorou algumas propriedades como o tempo de presa, resistência mecânica inicial e susceptibilidade à desidratação e à contaminação por umidade<sup>37, 59</sup>. A fotopolimerização do componente resinoso interfere, em alguma extensão, na reação ácido-base, reduzindo a sua velocidade<sup>51, 59</sup>. A estabilidade dimensional dos novos materiais pode ser afetada, devido ao maior coeficiente de expansão térmica e à contração de polimerização inerente às resinas, o que potencialmente aumentaria a microinfiltração<sup>3, 37, 43</sup>.

Torna-se importante avaliar a capacidade desses novos materiais inibirem a microinfiltração, em restaurações com margens localizadas em superfícies dentinárias.

## 2- REVISÃO DE LITERATURA

A infiltração marginal em torno de restaurações dentais foi assunto de uma revisão feita por GOING <sup>24</sup>, em 1972, esclarecendo a contribuição dessa área de pesquisa para a prática da Odontologia. O autor comentou os estudos realizados através de penetração de isótopos radioativos ou corantes orgânicos, e a dificuldade de se quantificar os padrões de infiltração observados. Após a revisão dos métodos comumente utilizados para avaliação da microinfiltração *in vivo* e *in vitro*, concluiu que o futuro dos estudos depende da utilização das novas informações disponíveis e do desenvolvimento de métodos de pesquisa aperfeiçoados, de fácil aplicação e reprodutibilidade.

Estudando a adesão de um cimento de ionômero de vidro a diferentes substratos, HOTZ et al. <sup>29</sup>, em 1977, demonstraram que ocorre adesão de natureza polar entre a estrutura dental e o cimento. Porém, não ocorre adesão entre o cimento e substratos pouco reativos quimicamente como os metais nobres e as porcelanas dentais.

Ainda em 1977, McLEAN & WILSON <sup>39</sup> apresentaram o progresso obtido através de modificações na formulação original dos cimentos de ionômero de vidro. Descreveram a reação de presa do cimento, sua microestrutura após o endurecimento e ilustraram as ligações adesivas físico-químicas entre o material e a estrutura dental. A nova formulação do cimento mostrou adesão ao esmalte e à dentina e foi capaz de manter sua integridade sob o ataque por ácidos fracos.

Dando continuidade às suas pesquisas sobre a formulação dos cimentos de ionômero de vidro, McLEAN & WILSON <sup>40</sup>, no mesmo ano, desenvolveram novas versões do material, aperfeiçoando suas propriedades, permitindo, assim, sua aplicação em diversas situações clínicas. Devido às suas propriedades de adesão ao esmalte e à dentina, o cimento de ionômero de vidro foi indicado para a restauração de cavidades de

classe V, sem a necessidade de confecção de retenções mecânicas. Os autores ressaltaram que a baixa translucidez do cimento poderia restringir seu uso em restaurações estéticas.

A capacidade de vedamento marginal de um cimento de ionômero de vidro foi comparada com a de uma resina composta por KIDD <sup>33</sup>, em 1978, utilizando um modelo de indução de cárie artificial. Foram utilizadas restaurações de classe V localizadas no terço médio coronário de dentes humanos extraídos. Os resultados confirmaram a excelente capacidade de vedamento marginal da resina em margens de esmalte. O cimento de ionômero de vidro pareceu promover um bom vedamento das margens, e as lesões formadas adjacentes às restaurações penetraram menos profundamente no esmalte, quando comparadas com as lesões formadas em torno das restaurações de resina composta. A presença de uma ampla zona de superfície negativamente birrefringente no esmalte adjacente às restaurações com cimento de ionômero de vidro poderia ser explicada pela presença do flúor, exercendo algum efeito cariostático.

Entre outras propriedades, a capacidade de vedamento das margens cavitárias de um cimento de ionômero de vidro foi avaliada por MALDONADO; SCHATZ; PHILLIPS <sup>36</sup>, em 1978, realizando restaurações em quatorze dentes humanos extraídos que apresentavam lesões de erosão/abrasão cervicais. A metade dos dentes sofreu termociclagem por meio de 2500 ciclos com diferencial térmico de 40°C. A microinfiltração foi avaliada através da penetração de isótopos radioativos demonstrada em auto-radiografias. Outros quatorze dentes receberam cavidades de classe III, as quais também foram restauradas com o cimento de ionômero de vidro, seguindo a técnica restauradora e procedimentos de teste descritos acima. Nas condições testadas, o cimento de ionômero de vidro pareceu promover selamento efetivo das



cavidades de classe III, mesmo quando submetidas à termociclagem. Um bom selamento das cavidades de classe V também foi obtido, mesmo quando as margens estavam total ou parcialmente circundadas por dentina ou cimento.

Ainda em 1978, HEMBREE Jr. & ANDREWS <sup>27</sup> avaliaram a infiltração marginal de um cimento de ionômero de vidro e de cinco sistemas de resina composta. As restaurações foram realizadas em áreas de erosão/abrasão cervicais simuladas em dentes humanos extraídos, com margens localizadas em esmalte e em dentina/cimento. Os procedimentos de condicionamento ácido, pré-tratamentos da dentina e inserção dos materiais foram realizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os dentes foram restaurados, polidos e submetidos a um regime de termociclagem. Cada grupo de espécimens foi testado em intervalos de 1 dia, 3, 6 e doze meses, após a confecção das restaurações. A infiltração marginal foi determinada pela presença de isótopos radioativos na interface dente/restauração, através de auto-radiografias. Foi utilizada uma escala de 0 a 3 para determinar o grau de infiltração marginal. Os resultados indicaram que o cimento de ionômero de vidro não mostrou infiltração marginal nos intervalos de 1 dia, 3 e 6 meses. Após 12 meses, foi observada pequena quantidade de microinfiltração nas margens incisais e gengivais, em metade das auto-radiografias. A microinfiltração foi significativamente maior nas margens gengivais do que nas oclusais para as restaurações com resina composta. Quando não foi utilizada uma camada de resina fluida entre a superfície dental condicionada e a resina composta, a microinfiltração foi maior.

Para determinar a infiltração apical *in vitro* de dentes tratados endodonticamente, DOUGLAS & ZAKARIASEN <sup>17</sup>, em 1981, desenvolveram um método espectrofotométrico, que obtém medidas volumétricas da penetração de corante. Os dentes a serem testados foram obturados, cobertos com cera, exceto no forame

apical, e imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2%. Após adequada exposição ao corante, a camada de cera foi removida, e o dente foi dissolvido em ácido nítrico, para que o corante retornasse à forma de solução. A concentração de corante no interior dos canais obturados foi calculada utilizando a relação linear que existe entre a concentração da solução e a leitura de densidade óptica correspondente, em espectrofotômetro.

Pressupondo que os cimentos de ionômero de vidro aderem à estrutura dental, através de ligações dos radicais carboxílicos com o cálcio dos tecidos duros do dente, ALPERSTEIN et al. <sup>1</sup>, em 1983, avaliaram a microinfiltração em cavidades de classe V coronárias, restauradas com cimento de ionômero de vidro, resina composta ou amálgama. A metade das cavidades recebeu pré-tratamento antes da inserção do material restaurador. O pré-tratamento consistiu de aplicação de solução de ácido cítrico a 50%, para o cimento de ionômero de vidro; ácido fosfórico a 37% e resina sem carga, para a resina composta; verniz copal para o amálgama. As cavidades foram restauradas e após 24 horas foram realizados os procedimentos de acabamento e polimento. Após imersão em solução aquosa de fluoresceína por 1 hora, os espécimens foram lavados, seccionados e examinados, sob luz ultra-violeta. A extensão da microinfiltração foi determinada através de um sistema de escores preestabelecido. Os resultados mostraram que o cimento de ionômero de vidro apresentou microinfiltração de leve a moderada, enquanto amálgama com verniz e resina composta com condicionamento ácido e resina sem carga apresentaram graus de microinfiltração nula ou mínima.

Com a atenção voltada para a capacidade de vedamento marginal dos materiais estéticos disponíveis para a restauração de lesões cervicais de erosão/abrasão, principalmente nas paredes de dentina/cimento, WELSH & HEMBREE <sup>57</sup>, em 1985, avaliaram quatro materiais. Uma resina composta associada ao condicionamento ácido e

uma camada de resina fluida sem carga foi utilizada como controle positivo. Um cimento de ionômero de vidro colocado diretamente sobre a superfície dental preparada foi utilizado como controle negativo, devido à sua propriedade de adesão à estrutura dental. Os grupos experimentais consistiram de dois sistemas de adesão à dentina utilizados como intermediários sob a resina composta recomendada por seus respectivos fabricantes. Após termociclagem, cada grupo de materiais foi testado quanto à microinfiltração em 1 semana, 3 e 6 meses, através da determinação da presença de um isótopo na interface dente/restauração, mostrada em uma auto-radiografia. O grau de microinfiltração foi determinado utilizando uma escala de 0 a 4. Os resultados indicaram que houve mais microinfiltração nas margens de dentina e cimento, do que nas margens de esmalte. O cimento de ionômero de vidro apresentou os melhores resultados, com penetração mínima do isótopo ao longo da interface dente/restauração, em todos os intervalos de tempo avaliados. O controle positivo apresentou infiltração significativa nos mesmos intervalos de tempo. Um dos grupos experimentais apresentou infiltração grosseira em 1 semana, 3 e 6 meses, enquanto o outro apresentou infiltração significativa, mas não na extensão do controle positivo.

Diante da crescente demanda por restaurações de superfície radicular e da indicação do cimento de ionômero de vidro em tais situações, HICKS<sup>28</sup>, em 1986, estudou o potencial cariostático desse material, através da avaliação da formação de lesão de cárie artificial em torno de restaurações colocadas a aproximadamente 3 mm da JCE. Foi utilizada microscopia de luz polarizada e a interface dente/restauração foi examinada usando microscopia eletrônica de varredura. Os resultados indicaram que os cimentos de ionômero de vidro preveniram a formação de cárie secundária em torno das paredes cavitárias. As lesões de superfície adjacentes às restaurações tiveram sua profundidade reduzida, quando comparadas com lesões-controle criadas em superfícies

radiculares sadias.

Através de um extenso trabalho de pesquisa, MONTEIRO Jr. et al.<sup>41</sup>, em 1986, examinaram a capacidade de dois sistemas de adesivo dentinário/resina composta em promover vedamento marginal em lesões simuladas de erosão/abrasão preparadas em dentes humanos extraídos. As restaurações de resina composta foram comparadas com restaurações semelhantes executadas sem o agente adesivo e com restaurações de cimento de ionômero de vidro. Além disso, foi comparada a microinfiltração em cavidades que receberam um preparo conservativo com cavidades sem nenhum preparo. Testes de resistência de união ao esmalte e à dentina foram realizados para o cimento de ionômero de vidro e para as resinas compostas, sob forças de tração, após a utilização dos agentes de união. A análise dos resultados indicou que para as lesões simuladas de erosão/abrasão sem preparo cavitário, assim como para as lesões que receberam preparo cavitário conservativo, a microinfiltração das resinas compostas foi significativamente menor quando o esmalte foi condicionado por ácido e o agente de adesão foi utilizado. A capacidade de selamento das resinas compostas com condicionamento ácido e agente de adesão não foi significativamente diferente das restaurações com cimento de ionômero de vidro. Comparando os dois tipos de cavidade, houve indicação de que o preparo conservativo reduziu a incidência e a severidade da microinfiltração para as restaurações de resina composta. Para o cimento de ionômero de vidro não houve diferença entre os dois tipos de cavidades, com relação ao número de restaurações apresentando microinfiltração leve ou nula. Comparando os dados de resistência de união sob esforços de tração para as resinas compostas e o cimento de ionômero de vidro não houve correlação precisa entre força de adesão e capacidade de vedamento marginal.

Através de ciclagem térmica e teste de penetração de corante, THORNTON;

RETIEF; BRADLEY <sup>54</sup>, em 1988, compararam a microinfiltração de um cimento de ionômero de vidro convencional e um cimento de ionômero de vidro reforçado com prata em cavidades de classe V preparadas em dentes humanos extraídos, com as margens oclusais estendendo-se em esmalte e as margens gengivais em cimento. Os dentes foram submetidos a 100 ou 200 ciclos térmicos em solução de azul de metileno a 1%. Em seguida, foram incluídos, seccionados e montados em lâmina de vidro para exame microscópico. A microinfiltração foi avaliada para as margens de esmalte e dentina utilizando um sistema de escores pré-determinado, e os dados foram analisados estatisticamente. Um achado desse estudo, considerado como surpreendente pelos autores, foi a extensa microinfiltração demonstrada para ambos os materiais. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais, procedimentos de termociclagem e localização de margens, exceto para as margens de cimento das restaurações de ionômero de vidro reforçado com prata que apresentaram significativamente mais microinfiltração, quando submetidas a 200 ciclos térmicos, do que as restaurações de cimento de ionômero de vidro convencional.

COOLEY & ROBBINS <sup>13</sup>, em 1988, relataram um estudo *in vitro*, feito para investigar a microinfiltração em quatro materiais restauradores ionoméricos, sendo dois deles do tipo reforçado por partículas metálicas. Foram utilizados dentes humanos extraídos, os quais receberam cavidades de classe V, com margens localizadas em esmalte e dentina. Os materiais foram inseridos de acordo com as instruções dos fabricantes, cobertos com matriz e protegidos com verniz, após a presa inicial. Os espécimens foram imersos em água destilada por 24 horas e, subsequentemente, todas as restaurações foram polidas sob “spray” de água, submetidas à termociclagem e colocadas em solução de azul de metileno a 5% por 4 horas. Em seguida, foram seccionados e examinados através de microscopia para determinar a microinfiltração ao

longo da interface dente/restauração. Os resultados indicaram que todos os cimentos de ionômero de vidro testados permitiram microinfiltração tanto nas margens de esmalte quanto nas margens de dentina, sendo maior nestas últimas.

Considerando a hipótese de que a microinfiltração através da interface dente / restauração pode ser controlada ou reduzida pelo uso de materiais com baixo coeficiente de expansão térmica, BULLARD; LEINFELDER; RUSSELL <sup>8</sup>, em 1988, examinaram essa relação, promovendo a termociclagem de dentes restaurados com seis materiais com coeficientes de expansão térmica diferentes e comparando-os quanto à microinfiltração. Foram utilizadas cavidades de classe V com margens localizadas em esmalte. Os materiais foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes, exceto no caso das resinas compostas, onde não foi utilizado condicionamento ácido ou agente de união. Os espécimens foram termociclados 125 vezes em solução de fucsina básica. O grau de microinfiltração foi determinado usando uma escala de 1 a 7. A análise dos resultados demonstrou que existe correlação entre as duas variáveis, e que o uso de materiais restauradores com coeficientes de expansão térmica reduzidos, tais como o cimento de ionômero de vidro, pode controlar a microinfiltração.

Outra propriedade dos materiais restauradores que influencia o grau de microinfiltração é a sua contração de presa ou polimerização. FEILZER; DE GEE; DAVIDSON <sup>19</sup>, em 1988, investigaram a contração de presa livre e a contração final de uma série de resinas compostas e dois cimentos de ionômero de vidro. As medidas de contração de polimerização volumétrica foram registradas a  $23 \pm 1$  °C, com um dilatômetro. Foram testados 26 compósitos, um cimento de ionômero de vidro do tipo forrador e um do tipo restaurador. A contração de presa ou polimerização foi continuamente registrada durante 24 horas, a partir do início da polimerização e

calculada em percentagem volumétrica. Baseados nos resultados, os autores sugeriram que o desenvolvimento relativamente lento da contração de presa do cimento de ionômero de vidro comparado com as resinas compostas pode ser uma qualidade positiva desses materiais. Embora as resinas compostas tenham mostrado taxas de contração muito mais elevadas, a aceitação do material pode ser influenciada por outros fatores compensatórios, como por exemplo, a resistência de união dos agentes adesivos.

Preocupados com a estabilidade dimensional dos materiais restauradores, GRAJOWER & GUELMANN <sup>25</sup>, em 1989, determinaram os efeitos de certas condições ambientais como ar seco, ar úmido e água, sobre as alterações dimensionais durante a presa e o uso de um cimento de ionômero de vidro. A contração de presa foi aumentada em condições de desidratação, e a proteção do material com verniz ou resinas, reduziu tal contração. Alterações dimensionais após a presa inicial ocorreram como resultado de mudanças nas condições do meio em que se encontravam os espécimens.

SCHERER et al. <sup>47</sup>, em 1989, compararam a microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com dois cimentos de ionômero de vidro disponíveis em versões encapsuladas. Cavidades de classe V foram preparadas na JCE e, em seguida, foram restauradas e polidas de acordo com as recomendações dos fabricantes. Um agente de união fotopolimerizável foi aplicado sobre as restaurações logo após a remoção da matriz e após os procedimentos de acabamento. Após termociclagem em solução de fucsina básica a 0,5%, a microinfiltração foi determinada através da avaliação da penetração do corante nas margens de esmalte e dentina/cimento, de acordo com um sistema de escores preestabelecido. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais estudados, os quais exibiram microinfiltração tanto nas margens de esmalte quanto nas margens de dentina/cimento.

A microinfiltração foi menor nas margens de esmalte do que nas de dentina/cimento, para os dois materiais.

Com o objetivo de produzir um material restaurador híbrido de ionômero de vidro/resina composta, MATHIS & FERRACANE <sup>37</sup>, em 1989, adicionaram uma pequena percentagem de resina fluida, comumente utilizada nos compósitos, ao líquido de um cimento de ionômero de vidro. O objetivo foi produzir um material restaurador contendo flúor, que apresentasse adesão à dentina e ao mesmo tempo tivesse melhores propriedades mecânicas e menor sensibilidade à umidade que os cimentos de ionômero de vidro disponíveis. A partir dos resultados de testes físicos realizados, os autores constataram que a adição de 13% em peso de uma resina fotopolimerizável ao ionômero de vidro produziu um material híbrido com propriedades mecânicas iniciais significativamente superiores, além de apresentar menor solubilidade em água, menor sensibilidade à umidade e menor friabilidade. A adesão desse material à dentina não diferiu daquela apresentada pelo cimento de ionômero de vidro puro.

Em 1990, WILSON <sup>59</sup> discutiu os novos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, chamando-os de cimentos de ionômero de vidro de dupla presa, e questionando se eles seriam verdadeiros cimentos de ionômero de vidro. Sua natureza química, suas reações de presa e suas propriedades foram examinadas e comparadas com os cimentos de ionômero de vidro convencionais. O autor citou como principais vantagens dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina o maior tempo de trabalho, a redução do tempo de presa, maior resistência mecânica inicial, e maior resistência à umidade. Apontou como desvantagens a falta de translucidez, a presença de monômeros residuais no cimento recém manipulado, além de não apresentar resistência final muito superior à dos cimentos de ionômero de vidro convencionais.

A avaliação da microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com



três sistemas de resina composta/adetivo dentinário foi realizada por RIGSBY et al. <sup>44</sup>, em 1990, utilizando o método espectrofotométrico de quantificação do corante comparado com um método qualitativo usando escores pré-estabelecidos. Medidas das dimensões de fendas marginais também foram feitas para os três sistemas restauradores. Foram preparadas cavidades com 3 mm de diâmetro e 1,5 mm de profundidade nas superfícies radiculares de dentes humanos extraídos. Após a restauração, os dentes foram submetidos a 500 ciclos térmicos em fucsina básica a 0,5 % entre 8 °C e 50 °C, no teste qualitativo, e em solução de azul de metileno a 2%, no teste quantitativo. As medidas das dimensões de fendas marginais foram feitas em réplicas das restaurações, examinadas em microscopia eletrônica de varredura. Os três sistemas restauradores testados apresentaram a mesma classificação quando os resultados das avaliações quantitativa e qualitativa foram listados em ordem decrescente de magnitude. A ordem de classificação mudou quando foram avaliadas as dimensões de fendas marginais. Os autores acreditam que as medidas de fendas marginais máximas podem não ter representando a área total das fendas marginais.

O grau de infiltração marginal em torno de restaurações cervicais com três cimentos de ionômero de vidro foi avaliado por ZYSKIND et al. <sup>65</sup>, em 1991, comparando-os com uma resina composta. Os procedimentos de pré-tratamento das cavidades, manipulação e aplicação dos materiais foram realizados de acordo com as instruções dos fabricantes. As restaurações sofreram acabamento e polimento com discos abrasivos. Os espécimens foram mantidos em água, à temperatura ambiente, por 10 dias, antes de serem submetidos à termociclagem e à imersão em solução de fucsina básica a 2%, por 24 horas. Após a inclusão em resina acrílica, foram seccionados, examinados e fotografados sob microscópio. O grau de penetração de corante foi avaliado através de critérios preestabelecidos. Foi observada severa microinfiltração nas

margens oclusais em 70% das restaurações com cimento de ionômero de vidro, e em 10% das restaurações com resina composta. Nas margens cervicais de todas as restaurações, inclusive dos controles, foi encontrada quantidade considerável de penetração de corante.

Através de um estudo *in vitro*, SPARKS et al.<sup>52</sup>, em 1992, examinaram a microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com um cimento de ionômero de vidro, utilizando ou não uma matriz metálica. As cavidades foram realizadas em dentes humanos extraídos de forma que as margens oclusais estivessem localizadas em esmalte e as margens gengivais em dentina/cimento. As cavidades receberam pré-tratamento com ácido poliacrílico a 10%, por 20 segundos, foram restauradas e, em seguida, foi feito o polimento de acordo com as recomendações do fabricante. As restaurações foram protegidas com uma camada de resina fluida fotopolimerizável e estocadas em água por uma semana. Em seguida, foram submetidas à termociclagem e imersas em solução de azul de metileno a 5%, por 4 horas. Após o seccionamento das amostras, a microinfiltração foi avaliada, separadamente para as margens de esmalte e de dentina/cimento, através da determinação da penetração de corante, baseado em uma escala ordinal de 0 a 3. Os cimentos de ionômero de vidro exibiram extensa microinfiltração nas margens de esmalte e de dentina/cimento, porém em menor intensidade nas margens localizadas em esmalte. A utilização de matriz para a realização da restauração não teve efeito sobre a microinfiltração, porém os autores ressaltaram sua importância na obtenção de lisura superficial, na proteção do material durante sua presa inicial e no estabelecimento de um contorno adequado.

A microinfiltração em restaurações de classe V feitas com resina composta associada a diferentes sistemas adesivos dentinários, utilizando um cimento de ionômero de vidro como controle foi avaliada por CHOAYEB<sup>12</sup>, em 1992. As

cavidades foram preparadas na JCE de molares humanos extraídos. Cada dente recebeu duas restaurações, sendo uma realizada com o material experimental e a outra com o controle. Os materiais foram inseridos de acordo com as recomendações dos fabricantes. Após 24 horas de estocagem a 37 °C, em 100% de umidade, as restaurações foram recontornadas e polidas com discos abrasivos. Os espécimens foram termociclados durante 7 dias, com 540 ciclos por dia, imersos em solução de nitrato de prata, seccionados e submetidos à avaliação da microinfiltração através de uma escala de 0 a 4. Um sistema adesivo dentinário experimental, baseado em oxalato férrico, demonstrou microinfiltração significativamente menor que o cimento de ionômero de vidro, porém os demais sistemas adesivos e o ionômero de vidro apresentaram comportamentos similares frente à infiltração marginal.

Utilizando preparos cavitários retentivos e não-retentivos KAPLAN et al.<sup>31</sup>, em 1992, determinaram a microinfiltração de um cimento de ionômero de vidro e de uma resina composta associada a um adesivo dentinário, em restaurações cervicais. Os procedimentos de pré-tratamento das paredes cavitárias, inserção do material restaurador, acabamento e polimento foram executados de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes. Após 1 semana de estocagem em água, os espécimens foram termocicladas por 100 vezes e imersos em solução de azul de metileno a 5% por 4 horas. Em seguida, foram incluídos e cortados longitudinal e horizontalmente através do centro das restaurações. A microinfiltração foi avaliada através da medida da extensão da penetração de corante ao longo das paredes cavitárias, através de microscópio com retículo calibrado em milímetros. O grau de penetração de corante foi determinado como a proporção entre a extensão da penetração e a extensão total da parede. Cada parede foi medida separadamente. Embora todas as restaurações tenham exibido microinfiltração, ela foi menor nos preparos retentivos do que nos

preparos não retentivos, para ambos os materiais. Quando utilizada em preparos não retentivos, a resina composta exibiu mais microinfiltração em direção à câmara pulpar do que o cimento de ionômero de vidro. Os melhores resultados foram registrados com resina composta/adensivo dentinário em preparos retentivos.

Um material restaurador experimental composto de partículas de aluminofluorsilicato de estrôncio incorporadas a uma combinação de monômeros hidrófilos e hidrófobos foi avaliado por TSUNEKAWA et al. <sup>56</sup>, em 1992. A resistência adesiva e a microinfiltração desse material foram testadas e comparadas com dois cimentos de ionômero de vidro restauradores, e um cimento de ionômero de vidro forrador associado a uma resina composta, na técnica mista. O teste de microinfiltração foi realizado em cavidades de classe V em forma de caixa, com margens localizadas em esmalte e dentina/cimento, e restauradas com os diferentes materiais. As restaurações com cimento de ionômero de vidro foram realizadas após o pré-tratamento da dentina com ácido poliacrílico, e protegidas com resina fluida fotopolimerizável, após a sua conclusão. O material experimental foi inserido sem nenhum tipo de pré-tratamento do esmalte e da dentina. Os espécimens foram termociclados por 120 vezes, imersos em solução de nitrato de prata a 50%, seccionados e avaliados quanto à extensão de penetração do corante, utilizando um critério preestabelecido. A resistência adesiva dos materiais, sob cisalhamento, foi avaliada para as superfícies de esmalte e de dentina, em máquina de teste mecânico. A resistência adesiva do material experimental foi significativamente maior que a dos cimentos de ionômero de vidro, tanto em esmalte quanto em dentina. Seu desempenho quanto à microinfiltração também foi significativamente melhor que o dos cimentos de ionômero de vidro, em margens de esmalte e de dentina.

CHAN & GLYN JONES <sup>10</sup>, em 1992, compararam quatro testes de

microinfiltração comumente usados, avaliando sua conveniência para o uso com restaurações de superfície radicular. Cavidades de classe V foram preparadas nas superfícies radiculares vestibular, lingual, mesial e distal de dentes humanos extraídos. Cada cavidade foi restaurada com amálgama, cimento de ionômero de vidro ou dois sistemas de resina composta/adesivo dentinário. Após 24 horas de armazenamento em solução salina isotônica, as restaurações foram polidas, com exceção das de amálgama. Todos os espécimens foram submetidos a 150 ciclos térmicos e armazenados por mais 1 semana. Em seguida, foram submetidas a um dos seguintes testes de microinfiltração: imersão por 1 hora em eosina 5%, pH 7,4; imersão por 2 horas em solução de nitrato de prata 50% em peso; imersão por 8 semanas em gelatina a 14%, pH 4,5; imersão em solução de cloreto de cálcio radioativo, pH 7,0, por 2 horas. As amostras foram então processadas de acordo com o teste utilizado e avaliadas quanto à microinfiltração, usando um sistema de escores preestabelecido. Em geral, a ordem de classificação dos quatro testes foi consistente. A imersão em eosina resultou em infiltração mais severa para todos os materiais, seguida de nitrato de prata e cálcio radioativo. A gelatina acidificada foi o método menos sensível de demonstrar infiltração marginal. Porém, as diferenças entre os escores não foi, sempre, estatisticamente significativa. Nenhum dos testes foi considerado ideal.

Em um artigo de revisão, TAYLOR & LYNCH<sup>53</sup>, em 1992, apresentaram uma análise crítica das técnicas utilizadas para avaliar a microinfiltração em restaurações dentais. Os autores mostraram as vantagens e desvantagens de cada técnica e revelaram a ampla variação entre as metodologias usadas, o que torna difícil a comparação entre diferentes trabalhos. Ressaltaram a necessidade de se estabelecer uma técnica padronizada que permita aos pesquisadores comparar seus resultados com os demais encontrados na literatura.

LIN; McINTYRE; DAVIDSON <sup>35</sup>, em 1992, investigaram os mecanismos de adesão à dentina de um cimento de ionômero de vidro e de um material híbrido de ionômero de vidro/resina composta, através de técnicas físicas e químicas, utilizando dentes bovinos extraídos. Os valores de resistência adesiva mais elevados foram encontrados para o material híbrido. As imagens de microscopia eletrônica de varredura e de microscopia confocal mostraram evidência de embricamento mecânico do cimento nos túbulos dentinários. O processo de troca iônica entre o material híbrido e a dentina foi confirmado. Os resultados deste estudo demonstraram que as características de adesão foram significativamente afetadas pela fotopolimerização e pela estrutura química dos polímeros utilizados.

O efeito da fotoativação sobre dois materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta foi examinado por BOURKE; WALLS; McCABE <sup>5</sup>, em 1992, a fim de determinar se a reação de presa química continua após a fotopolimerização ou se esta impede que a reação ácido-base ocorra. As variações de temperatura produzidas pela reação de presa dos materiais foram medidas com e sem fotopolimerização, usando uma unidade de análise de diferencial térmico. A dureza das superfícies superior e inferior das amostras foi medida e relacionada com o tempo de presa. Os resultados indicaram que, enquanto as propriedades físicas finais de ambos os materiais foram resultantes da reação ácido-base, o efeito da fotoativação sobre o grau de presa foi diferente para cada um. A fotoativação do material que não contém HEMA em sua formulação teve pouco efeito sobre seu grau de presa, não mostrando evidência de dupla reação de polimerização. O material que contém HEMA apresentou presa inicial rápida após fotoativação, devido à polimerização do HEMA e das moléculas do ácido poliacrílico modificado. O aumento da dureza superficial por 24 horas após a fotoativação demonstrou que a reação de presa química continuou ocorrendo.

O comportamento de dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina foi estudado por ANSTICE & NICHOLSON <sup>2</sup>, em 1992, observando as mudanças em sua resistência após a estocagem sob condições que variaram de um meio altamente desidratado até a imersão em água pura. Após períodos de 1, 7 ou 90 dias de armazenamento, os espécimens foram medidos, pesados e sua resistência à compressão foi determinada, usando uma máquina de ensaio universal. Os resultados mostraram que os materiais híbridos incorporaram uma quantidade considerável de água, quando estocados em água pura ou em solução salina e tiveram sua resistência à compressão reduzida.

HALLETT & GARCIA-GODOY <sup>26</sup>, em 1993, compararam a capacidade de selamento marginal de dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina com dois cimentos de ionômero de vidro convencionais, utilizando preparos cavitários padronizados de classe V. As margens se estenderam em esmalte e dentina. A natureza da interface dente/restauração foi avaliada utilizando microscopia eletrônica de varredura. Todos os dentes foram restaurados de acordo com as instruções dos fabricantes. Após 1000 ciclos térmicos, trinta dentes foram colocados em solução de fucsina básica a 2% por 24 horas. Em seguida, foram seccionados e avaliados quanto à penetração de corante, através de um critério preestabelecido. Outros quinze dentes foram replicados e preparados para avaliação em microscopia eletrônica de varredura. As restaurações com cimentos de ionômero de vidro modificados por resina mostraram resultados variáveis no teste de microinfiltração, quando comparados com os materiais convencionais. Um dos materiais híbridos apresentou microinfiltração significativamente menor que o correspondente material convencional, em margens de esmalte e dentina. Em geral, os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina não preveniram completamente a microinfiltração através da interface. A formação de

fenda marginal para os dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina foi limitada à parede axial das restaurações.

Para determinar a capacidade de selamento marginal de dois materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta e de um cimento de ionômero de vidro convencional, CRIM<sup>15</sup>, em 1993, realizou preparos cavitários de classe V na JCE de molares humanos extraídos. Após a restauração, todos os espécimens sofreram acabamento, e foram armazenadas em água a 37 °C, por 24 horas. Em seguida foram termociclados por 100 vezes, imersos em solução de fucsina básica por 24 horas, seccionados e avaliados para determinação da penetração de corante. Não houve infiltração marginal mensurável na interface dente/restauração em esmalte ou dentina para nenhum dos espécimens. Foi observada pigmentação do esmalte adjacente à restauração em espécimens de um dos grupos de materiais híbridos.

Em outro estudo, ainda em 1993, CRIM<sup>14</sup> avaliou a efetividade de cinco agentes de adesão à dentina e de um material híbrido de ionômero de vidro/resina composta na redução da microinfiltração de cavidades de classe V, após 6 meses de estocagem em água. As cavidades foram preparadas na JCE de dentes humanos extraídos, com margens oclusais localizadas em esmalte e margens gengivais localizadas em dentina. As instruções dos fabricantes foram seguidas quanto aos procedimentos de inserção e acabamento para cada material. Após a restauração, os espécimens foram armazenados em água a 37 °C, por 24 horas. Em seguida, foram submetidos a 100 ciclos térmicos e a metade dos espécimens foi imersa em solução de fucsina básica por 24 horas. Após o seccionamento das amostras, a penetração do corante na margem gengival foi medida, através de microscópio com aumento de 50 vezes. A outra metade dos espécimens foi estocada por um período de 6 meses, durante o qual foi termociclada a cada intervalo de 30 dias. Ao final de 6 meses, as restaurações



foram avaliadas quanto à microinfiltração da mesma forma descrita acima. Os resultados indicaram que não houve microinfiltração mensurável ao longo das margens de esmalte para nenhum dos materiais testados em 24 horas e após 6 meses. O mesmo pode ser dito para as margens de dentina/cimento, para todos os espécimens, em 24 horas. Após o período de 6 meses, dois sistemas restauradores de resina composta/adesivo dentinário e o híbrido de ionômero de vidro/resina composta mantiveram o selamento na margem gengival, enquanto os demais sistemas apresentaram algum grau de microinfiltração.

Considerando a diversidade dos resultados obtidos com diferentes testes de microinfiltração para avaliar a capacidade de selamento marginal dos materiais restauradores, CHAN & GLYN JONES <sup>11</sup>, em 1993, acharam apropriado submeter as restaurações a alguns dos testes comumente aceitos, sob condições padronizadas. Eles compararam a capacidade de selamento marginal de restaurações de amálgama, cimento de ionômero de vidro e duas resina compostas associadas a dois diferentes sistemas de adesão à dentina, utilizando diferentes tipos de testes de microinfiltração: solução de eosina 5%, pH 7.4, por 1 hora; solução de nitrato de prata 50% em peso, por 2 horas; gelatina 15%, pH 4.5, por 8 semanas; solução de cálcio radioativo pH 7.0, por 2 horas. Os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos seus respectivos fabricantes e os espécimens foram submetidos a um regime de ciclagem térmica. As amostras foram recuperadas das diferentes soluções e processadas de acordo com cada método utilizado. A análise da microinfiltração foi realizada através de escores de 0 a 4. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os quatro materiais, com relação ao seu comportamento frente à microinfiltração. A ordem de severidade da microinfiltração associada a cada um dos quatro materiais restauradores foi, em geral, inconsistente quando comparada entre os diferentes testes. Nenhum dos materiais

avaliados eliminou completamente a microinfiltração, tendo sido freqüentes escores de extensa infiltração marginal, mesmo com os materiais ditos adesivos.

A infiltração marginal de corante foi utilizada por SIDHU <sup>49</sup>, em 1993, como indicador da eficiência de três materiais e técnicas, na restauração de lesões cervicais. Cavidades em forma de cunha foram preparadas em dentes humanos extraídos, na JCE. As margens de esmalte foram biseladas e as margens de dentina terminaram em ângulo obtuso. As cavidades do grupo controle foram restauradas com resina composta, sem qualquer agente adesivo. Os grupos experimentais consistiram de uma resina composta associada ao adesivo dentinário; uma resina composta associada ao adesivo dentinário e a um híbrido de ionômero de vidro/resina composta como forrador, na técnica mista; e um cimento de ionômero de vidro restaurador. Os materiais foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Após 24 horas de estocagem em água destilada, foram realizados os procedimentos de acabamento e polimento das restaurações. A metade dos espécimens de cada grupo foi submetida a 1500 ciclos de temperatura. Os dentes foram, então, imersos em solução de fucsina básica a 0,5%, por 24 horas, a 37 °C. Após seccionamento, a penetração de corante foi determinada, com base em um sistema de escores pré-determinado. Os resultados indicaram que nenhuma das técnicas estudadas promoveu completo vedamento das margens gengivais. Restaurações mistas e restaurações com cimento de ionômero de vidro promoveram o selamento mais efetivo, comparadas com as restaurações de resina composta. Não houve diferença significativa entre a microinfiltração dos cimentos de ionômero de vidro e das restaurações mistas, e entre os espécimens termociclados e não termociclados.

Considerando que a introdução dos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta levou a uma considerável confusão a respeito da sua nomenclatura,

Mc LEAN; NICHOLSON; WILSON <sup>38</sup>, em 1994, propuseram uma definição para os cimentos ionoméricos e materiais relacionados, sugerindo o uso dos termos ionômeros de vidro modificados por resina e resinas compostas modificadas por poliácidos, de acordo com as características dos materiais.

SIDHU <sup>50</sup>, 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, utilizado como controle. A formação de fenda na interface dente/restauração foi registrada como medida da capacidade de vedamento marginal dos materiais. Os resultados demonstraram que os híbridos de ionômero de vidro/resina composta apresentaram melhor adaptação às paredes cavitárias do que o cimento de ionômero de vidro convencional, não havendo diferença significativa entre os dois grupos experimentais.

De acordo com ERICKSON <sup>18</sup>, em 1994, indicar um determinado tratamento restaurador para superfícies radiculares torna-se difícil, devido à falta de informações a respeito do desempenho clínico dos materiais disponíveis. Ele apresentou alguns fundamentos que determinam o uso de cimentos de ionômero de vidro e resinas compostas em diferentes situações. Descreveu as características desses materiais e seus efeitos sobre as lesões radiculares. Concluiu que a escolha do material deve se basear no tipo de procedimento restaurador exigido e na avaliação do risco de cárie do paciente.

Em um extenso trabalho de revisão, SIDHU & WATSON <sup>51</sup>, em 1995, forneceram informações sobre a situação dos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, através de dados publicados na literatura sobre sua reação de presa, nomenclatura, propriedades físicas, adaptação marginal, biocompatibilidade, liberação de flúor e características clínicas. Consideraram esses materiais promissores, com características vantajosas como endurecimento rápido e capacidade de liberação de

flúor.

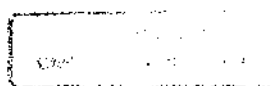
Diante da constatação das propriedades cariostáticas dos cimentos de ionômero de vidro convencionais e da necessidade da obtenção de dados a respeito do potencial anticariogênico dos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, SERRA <sup>48</sup>, em 1995, avaliou a instalação e progressão de cárie artificial em esmalte adjacente a materiais restauradores estéticos contendo flúor. Cavidades de classe V padronizadas foram preparadas em fragmentos de esmalte, aleatoriamente divididos em nove grupos. Após a restauração, os fragmentos de esmalte, exceto os do grupo controle, foram submetidos a ciclagens de desmineralização e remineralização, durante 14 dias e a 200 ciclos térmicos, simulando alto desafio cariogênico. As diferenças no desenvolvimento de lesões experimentais de cárie, adjacentes a oito materiais restauradores foram quantificadas, através de ensaio de microdureza. Sob as condições estudadas, o cimento ionomérico apresentou maior potencial cariostático que os híbridos de ionômero de vidro/resina composta. Os compósitos avaliados, mesmo aqueles contendo flúor, não demonstraram efeito anticariogênico.

A recomendação de um material específico para a restauração de lesões de cárie de superfície radicular foi discutida por BURGESS <sup>9</sup>, em 1995, considerando o uso do amálgama, das resinas compostas e dos cimentos ionoméricos. Apesar da falta de dados sobre o desempenho clínico dos materiais utilizados nessa situação, o autor descreveu sua eficácia, o movimento dinâmico dos íons flúor em relação a esses materiais e o seu papel na inibição de cárie secundária, *in vivo* e *in vitro*. Foram sugeridas classificações dos pacientes em baixo, médio e alto risco de cárie, acompanhadas de recomendações de materiais restauradores para cada categoria, considerando as propriedades de adesividade, liberação de íons flúor e estética.

Para examinar a capacidade de vedamento marginal de três sistemas

restauradores cervicais, YAP; LIM; NEO <sup>64</sup>, em 1995, realizaram preparos cavitários de classe V na JCE de dentes humanos extraídos e restauraram com uma resina composta modificada por poliácido, uma resina composta e seu correspondente adesivo dentinário, ou com um ionômero de vidro modificado por resina. Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes. As restaurações sofreram acabamento e polimento e foram armazenadas em solução salina, por uma semana. Após 500 ciclos térmicos e imersão em solução de fucsina básica a 0,5%, por 24 horas, os espécimens foram seccionados e a capacidade de vedamento marginal foi avaliada através da determinação da profundidade de penetração do corante, seguindo um sistema de escores pré-determinado. A comparação dos resultados não revelou diferença estatisticamente significativa entre os materiais, nas margens de dentina. Nas margens de esmalte, as restaurações de resina composta apresentaram infiltração significativamente menor que os demais grupos. A capacidade de selamento marginal de todos os materiais foi significativamente pior em dentina do que em esmalte.

PUCKET et al. <sup>43</sup>, em 1995, determinaram a microinfiltração e as propriedades térmicas de dois materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, comparando-os com um cimento de ionômero de vidro convencional. Foram utilizados dentes bovinos recém extraídos, nos quais foram realizadas cavidades de classe V, localizadas na JCE, e restauradas de acordo com as instruções dos fabricantes. Após o polimento, as restaurações foram armazenadas em água destilada a 37 °C por 3 dias, e então foram termocicladas por 100 vezes, voltando ao incubador por mais 4 dias. A microinfiltração foi avaliada separadamente para margens de esmalte e dentina, de acordo com escores representativos do grau de penetração de um isótopos radioativo, observado em autorradiografias. As propriedades térmicas foram avaliadas através de análises termo-mecânicas e calorimetria diferencial. O cimento de ionômero de vidro



exibiu microinfiltração significativamente menor que a resina composta modificada por poliácido e o ionômero de vidro modificado por resina. Entre esses últimos não houve diferença significativa. Comparando o comportamento térmico dos materiais híbridos, o ionômero de vidro modificado por resina exibiu características de um cimento de ionômero de vidro convencional, inclusive uma expansão térmica negativa acima de 37 °C, enquanto a resina composta modificada por poliácido comportou-se mais como uma resina composta.

PACHUTA & MEIERS <sup>42</sup>, em 1995, avaliaram a microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com um cimento de ionômero de vidro modificado por resina, após diferentes tratamentos dentinários. Os preparos foram realizados em dentes humanos extraídos, com as margens oclusais localizadas em esmalte e gengivais em dentina. Os dentes foram divididos em cinco grupos, aos quais foi aplicado um dos seguintes tratamentos: 1) - nenhum tratamento; 2) - ácido poliacrílico a 10% ; 3) - “primer” dentinário que age modificando a “smear layer” e deixando o promotor de adesão adsorvido sobre a dentina; 4)- ácido poliacrílico e “primer” dentinário; 5)- “primer” dentinário e adesivo. Concluídas as restaurações, elas foram polidas, armazenadas em água por 24 horas a 37 °C, termocicladas por 1000 vezes, imersas em fucsina básica a 0,5%, por 24 horas, e seccionadas, de forma a promoverem três superfícies para avaliação da microinfiltração, sob estereomicroscopia. Cortes dentais representativos de cada grupo de tratamento foram examinados através de SEM para avaliar a natureza da interface dente/restauração. Comparações entre os grupos não mostraram diferenças significantes entre os tratamentos aplicados. A microinfiltração não foi afetada pelos diferentes tratamentos dentinários. A análise das amostras em microscopia eletrônica de varredura não indicou diferença na interface dente/restauração, apesar dos diferentes tratamentos empregados. Houve, em geral,

íntimo contato do material restaurador com a dentina.

BRACKETT et al. <sup>7</sup>, em 1995, avaliaram a microinfiltração de um cimento de ionômero de vidro convencional e dois ionômeros de vidro modificados por resina, em preparos cavitários de classe V, localizados na JCE de dentes bovinos extraídos. Os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Após acabamento, as restaurações receberam proteção superficial com uma camada de resina fluida. Os espécimens foram armazenados em água, à temperatura ambiente, por um período de 1 semana, durante o qual foram submetidos a um regime de termociclagem. Em seguida foram imersos em solução de azul de metileno a 10%, por 4 horas, seccionadas e avaliadas quanto à microinfiltração, de acordo com um critério preestabelecido. Não foi observada microinfiltração severa em nenhum espécime. Microinfiltração leve foi observada com pouca frequência, principalmente nas margens de esmalte. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os três materiais, indicando que os ionômeros de vidro modificados por resina avaliados promoveram adequado vedamento marginal.

Utilizando um teste de penetração de corante e medida da formação de fenda marginal, SALAMA; RIAD; MEGID <sup>46</sup>, em 1995, avaliaram a integridade marginal de restaurações de classe V com três materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta. As cavidades foram preparadas em dentes humanos extraídos, com margens localizadas em esmalte e dentina. Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. Nenhum regime de ciclagem térmica foi instituído. Os espécimens foram submetidos à ação de uma solução de azul de metileno a 5%, por 4 horas. Em seguida foram incluídos em resina acrílica e os cortes obtidos pelo seccionamento longitudinal foram examinados quanto à infiltração de corante através das margens, categorizada em uma escala arbitrária de 0 a 3. Réplicas das

restaurações foram preparadas para avaliação da formação de fenda marginal, sob microscopia eletrônica de varredura. Nenhum dos materiais avaliados resistiu completamente à microinfiltração. A resina composta modificada por poliácidos mostrou microinfiltração significativamente menor que os ionômeros de vidro modificados por resina. Não houve formação de fenda na interface dente/restauração para um ionômero de vidro modificado por resina e para a resina composta modificada por poliácido. O outro ionômero de vidro modificado por resina apresentou formação de fenda ao longo das paredes oclusal e gengival.

Para avaliar o efeito de dois diferentes intervalos de tempo durante a termociclagem na análise da microinfiltração, ROSSOMANDO & WENDT Jr. <sup>45</sup>, em 1995, testaram dois sistemas de resina composta/adesivo dentinário e um *amálgama adesivo*. Os materiais foram inseridos em cavidades de classe V preparadas na JCE de dentes humanos extraídos, seguindo as instruções dos respectivos fabricantes. Os dentes restaurados foram divididos em três grupos, sendo um grupo controle e dois experimentais. Estes foram submetidos à ação de fucsina básica durante a termociclagem por 5000 ciclos em temperaturas de 5 °C e 55 °C, com tempos de permanência em cada banho de 10 ou 60 segundos. O grupo controle foi mantido em fucsina básica, em temperatura ambiente, pelo tempo equivalente ao total de exposição ao corante, dos espécimens que foram termociclados. Os dentes restaurados com *amálgama adesivo* apresentaram microinfiltração significativamente maior quando termociclados, comparados com aqueles não termociclados, não havendo diferença entre os grupos submetidos a 10 ou 60 segundos. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos restaurados com resina composta, submetidos ou não à termociclagem, não havendo diferença, também, entre os grupos submetidos a diferentes tempos de permanência nos banhos. Os autores concluíram que, durante a



análise da microinfiltração, a necessidade da termociclagem é dependente da condutibilidade térmica do material. Tempos de permanência curtos nos banhos térmicos são clinicamente relevantes, mas sua importância se restringe aos materiais que são bons condutores térmicos.

A contração de polimerização inicial livre e as alterações volumétricas, durante a estocagem em água, de seis materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, uma resina composta híbrida e um cimento de ionômero de vidro convencional, foram avaliadas por ATTIN et al.<sup>3</sup>, em 1995, utilizando um princípio hidrostático. O conteúdo total de água dos materiais foi medido após 28 dias de estocagem. A contração de polimerização da maioria dos ionômeros de vidro modificados por resina foi maior que a das resinas compostas híbridas e do cimento de ionômero de vidro. Após 28 dias de estocagem em água, os ionômero de vidro modificados por resina mostraram expansão volumétrica e o cimento de ionômero de vidro convencional mostrou perda de volume. Todos os materiais ionoméricos examinados tiveram conteúdo total de água maior que a resina composta.

Em 1995, KANCHANAVASITA et al.<sup>30</sup> investigaram as alterações dimensionais ocorridas durante e após a presa de dois cimentos de ionômero de vidro convencionais, um cimento de ionômero de vidro modificado por resina, uma resina composta modificada por poliácidos, e uma resina composta, sob diferentes condições ambientais. A contração dos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta foi maior que a dos cimentos convencionais e que a das resina composta. A contração dos cimentos de ionômero de vidro convencionais foi maior em meio seco. O cimento de ionômero de vidro modificado por resina teve comportamento similar ao dos cimentos convencionais, enquanto a resina composta modificada por poliácido se assemelhou à resina composta, quando as condições de temperatura e umidade sofreram

variação.

Em 1995, FEILZER et al.<sup>20</sup> avaliaram o estresse de presa desenvolvido em cimentos de ionômero de vidro convencionais e cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e determinaram o efeito da exposição precoce à água como um meio de reduzi-lo. Os resultados mostraram que, quando tomam presa em condições de isolamento, isto é, sem hidratação ou desidratação, os cimentos de ionômero de vidro convencionais investigados desenvolveram estresse, que levou à fratura espontânea dos corpos de prova. A exposição precoce à água promoveu certo grau de alívio do estresse, prevenindo a fratura espontânea. Nenhuma falha espontânea foi observada nas amostras de ionômeros de vidro modificados por resina, sob condições de isolamento e, notou-se que, o alívio do estresse devido à sorção de água reverteu estresses de contração em estresses de expansão.

YAP<sup>63</sup>, em 1996, quantificou e comparou a absorção de água de seis materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, utilizando uma resina composta como controle, para investigar a possível influência do tempo de armazenamento e do conteúdo de resina sobre a sorção de água. Todos os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes e os espécimens foram submetidos a um teste de sorção. O tempo de armazenagem foi estendido por um mês, a fim de avaliar os efeitos do tempo e da maturidade do cimento sobre a sorção de água. Os resultados mostraram que todos os materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta avaliados tiveram sorção de água significativamente maior que a do controle, após uma semana e um mês de estocagem. Uma resina composta modificada por poliácido utilizada como material restaurador ou de base demonstrou a menor sorção de água, entre os materiais híbridos. Os resultados refletem uma potencial relação entre a maturidade do cimento e seu equilíbrio hídrico.

Em 1996, DOERR; HILTON; HERMESCH <sup>16</sup> compararam o efeito da termociclagem sobre a microinfiltração em restaurações de classe V feitas com materiais ionoméricos convencionais e modificados por resina. Os preparos cavitários foram realizados em dentes humanos extraídos e localizados na JCE. Os materiais foram manipulados de acordo com as recomendações do fabricante. Os espécimens foram envelhecidos por 7 dias em água destilada, à temperatura ambiente. Em seguida, a metade dos espécimens foi termociclada por 2500 vezes, entre 5 °C e 55 °C, com um tempo de permanência de 5 segundos em cada banho. Todos foram, então, colocados em solução de azul de metileno a 5% por 5 horas, incluídos em resina epóxica e seccionados longitudinalmente, através do centro da restauração. A dimensão total da interface dente/restauração, assim como a extensão da penetração de corante foram medidas a partir da margem cavosuperficial, com precisão de 0.01 mm, utilizando a função linear de um sistema de imagem digital. A microinfiltração foi representada como percentagem de penetração de corante. Os resultados mostraram que o material e a termociclagem não tiveram efeito estatisticamente significativo sobre a penetração de corante.

A extensão da microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com resina composta e ionômeros de vidro modificados por resina foi avaliada por TRUSHKOWSK & GWINNETT <sup>55</sup>, em 1996. Os preparos cavitários foram realizados em dentes humanos extraídos, com as margens localizadas em esmalte e dentina/cimento. O grupo controle foi restaurado com um sistema de resina composta/adensivo dentinário, e os grupos experimentais foram restaurados com ionômeros de vidro modificados por resina, utilizados como material restaurador ou como base sob a resina composta. Após o acabamento das restaurações, todos os espécimens foram termociclados 1500 vezes, colocados em solução de nitrato de prata,

seccionados e avaliados qualitativamente, através de escores de 0 a 3, para determinar o grau de microinfiltração. A análise dos resultados mostrou que a microinfiltração, quando presente, ficou confinada à interface dente/restauração, sem penetração para o interior dos tecidos, não havendo diferença significativa entre os grupos.

BOUSCHLICHER; VARGAS; DENEHY <sup>6</sup>, em 1996, avaliaram a microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com três ionômeros de vidro modificados por resina, um cimento de ionômero de vidro e uma resina composta de micropartículas, sob condições de hidratação e após desidratação e subsequente reidratação. Os preparos cavitários foram realizados na JCE de dentes humanos extraídos, com margens localizadas em esmalte e dentina/cimento. As instruções dos fabricantes foram seguidas para cada material restaurador. O polimento das restaurações foi realizado após 24 horas de imersão em água. Os espécimens foram, então, armazenados em água destilada a 37 °C por 5 dias e submetidos a 300 ciclos térmicos. A metade dos espécimens escolhidos aleatoriamente foi submetida à desidratação por 45 minutos, seguida de um período de 24 horas de reidratação, em água destilada. Em seguida, foram imersos em solução de nitrato de prata a 50%, por 2 horas, seccionados e avaliados qualitativamente, através de escores de 0 a 4. Todos os grupos apresentaram microinfiltração nas margens gengivais, havendo uma tendência para maiores escores de microinfiltração em amostras desidratadas, quando comparadas com os controles. Um ionômero de vidro modificado por resina não mostrou diferença significativa entre o grupo controle e o grupo submetido à desidratação. Os outros dois ionômeros de vidro modificados por resina e a resina composta demonstraram aumento significativo da microinfiltração após desidratação. O cimento de ionômero de vidro teve a maior proporção de escores maiores que 1, para amostras desidratadas e controle, não havendo diferença estatisticamente significativa entre elas.

O vedamento marginal de restaurações de classe V colocadas *in vivo*, com um cimento de ionômero de vidro modificado por resina ou com um sistema de resina composta/adensivo dentinário foi avaliado por FERRARI & DAVIDSON <sup>21</sup>, em 1996 . Participaram do estudo dezessete voluntários com dentes anteriores comprometidos periodontalmente. As cavidades foram preparadas na JCE, totalizando dois grupos com dez restaurações em cada. Decorridos 75 a 90 dias, os dentes foram extraídos, imersos em solução de azul de metileno a 2% por 24 horas, seccionados e avaliados quanto à profundidade de penetração do corante, através de um sistema de escores preestabelecido. Não foi demonstrada diferença significativa na microinfiltração entre as restaurações com cimento de ionômero de vidro modificado por resina e com resina composta associada ao adesivo dentinário, em margens de esmalte e dentina. Embora nenhum dos sistemas restauradores tenha sido capaz de eliminar completamente a microinfiltração, ela esteve presente em não mais que 30% das restaurações de cada grupo.

### **3- PROPOSIÇÃO**

Considerando que os materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta parecem apresentar propriedades intermediárias às dos cimentos ionoméricos convencionais e às das resinas compostas, o objetivo deste estudo foi:

- avaliar quantitativamente a microinfiltração em cavidades dentinárias de classe V restauradas com três materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta, comparando-os com um cimento de ionômero de vidro convencional e com um sistema de resina composta/adesivo dentinário.

## 4- MATERIAIS E MÉTODOS

### *Delineamento Experimental*

O fator em estudo neste trabalho foi sistema restaurador em cinco níveis: três experimentais e dois controles. As unidades experimentais foram 105 dentes humanos extraídos restaurados em sete etapas. Em cada etapa realizaram-se três restaurações para cada um dos cinco materiais, em seqüência aleatória, caracterizando um delineamento em blocos, com três repetições por bloco. A variável em estudo foi infiltração marginal, avaliada quantitativamente, através da determinação espectrofotométrica da penetração de corante. Os grupos foram divididos da seguinte forma:

Grupo I : Controle - KETAC-FIL APLICAP<sup>†</sup>

Grupo II : Controle - Z100/SCOTCHBOND MULTI PURPOSE PLUS<sup>‡</sup>

Grupo III : Experimental – VITREMER<sup>‡</sup>

Grupo IV : Experimental - PHOTAC-FIL APLICAP<sup>†</sup>

Grupo V : Experimental - DYRACT<sup>♦</sup>

### *Preparo e Restauração dos dentes*

Foram utilizados 105 dentes humanos unirradiculares extraídos e armazenados em solução de Formol a 2%, pH 7,0. Os dentes foram raspados com cureta periodontal<sup>□</sup> para remoção de debris orgânicos e inorgânicos, e polidos com taça de

---

<sup>†</sup> Espe

<sup>‡</sup> 3M Dental Products

<sup>♦</sup> De Trey Division-Dentsply

<sup>□</sup> Hu-Friedy

borracha e pasta de pedra pomes e água. Em seguida, foram armazenados em água destilada, até o momento de sua utilização.

Foram preparadas cavidades cilíndricas com as dimensões de aproximadamente 1,5 mm de diâmetro e 1,5 mm de profundidade, na superfície vestibular de cada raiz dental, a cerca de 4,0 mm da JCE, através de uma ponta diamantada de fabricação especial, número 015<sup>o</sup>, em alta rotação<sup>i</sup> sob refrigeração com “spray” ar-água. A cada 15 preparos realizados uma nova ponta foi utilizada. Os ápices dentais foram cortados com discos de diamante\* e vedados com cola epóxica<sup>oo</sup>. Os dentes foram divididos aleatoriamente em cinco grupos, cada um contendo 21 unidades.

A classificação dos sistemas restauradores empregados, seus respectivos fabricantes, números de lote e suas cores estão descritos no Quadro I (ANEXO 1). A seqüência de aplicação dos materiais foi sorteada e mantida ao longo dos demais procedimentos experimentais, respeitando a divisão em sete blocos (APÊNDICE 1).

Cada cavidade foi lavada abundantemente com água e seca com jato de ar, evitando o ressecamento da dentina e, em seguida, os materiais foram manipulados e as técnicas restauradoras foram conduzidas de acordo com as instruções de seus fabricantes, detalhadas através dos seguintes protocolos:

---

<sup>o</sup> KG Sorensen Ind. e Com. Ltda.

<sup>i</sup> Dabi Atlante S.A.

\* Horico Hopf, Ringleb & Co.

<sup>oo</sup> CIBA-GEIGY Química S.A.



**KETAC-FIL APLICAP<sup>†</sup>:** KETAC CONDITIONER<sup>†</sup> foi aplicado à cavidade por 10 segundos, seguido de lavagem por 30 segundos e secagem por 5 segundos. A cápsula contendo o material foi ativada através do sistema APLICAP<sup>†</sup> e misturada por 10 segundos através do CAPMIX<sup>†</sup> com velocidade de aproximadamente 4300 oscilações por minuto. A mistura foi inserida através do sistema APLICAP<sup>†</sup> e uma matriz circular, com 3,0 mm de diâmetro, confeccionada com a folha de chumbo que envolve as películas radiográficas, foi aplicada imediatamente sobre a restauração. Após 7 minutos, contados a partir do início da mistura, a matriz foi removida e uma camada de KETAC GLAZE<sup>†</sup> foi aplicada e polimerizada por 10 segundos.

**Z100 / SCOTCHBOND MULTI PURPOSE PLUS<sup>‡</sup>:** A cavidade foi condicionada por 15 segundos com ácido fosfórico a 35%, seguida de lavagem por 15 segundos e secagem por 5 segundos, evitando ressecar a dentina. SCOTCHBOND MULTI PURPOSE PLUS PRIMER<sup>‡</sup> foi aplicado e seco por 5 segundos com suave jato de ar. SCOTCHBOND MULTI PURPOSE PLUS BOND<sup>‡</sup> foi aplicado e polimerizado por 10 segundos. A resina composta Z100<sup>‡</sup> foi inserida através de seringa CENTRIX<sup>@</sup> e polimerizada por 40 segundos.

**VITREMER<sup>‡</sup> :** Foi aplicado o PRIMER<sup>‡</sup> por 30 segundos, mantendo, durante esse tempo, a superfície da dentina umedecida pelo mesmo. Após secagem com ar por 15 segundos, realizou-se a polimerização por 20 segundos. Pó e líquido foram dispensados, pesados na proporção de 2,5:1, em balança analítica eletrônica com

---

<sup>†</sup> Espe

<sup>‡</sup> 3M Dental Products.

<sup>@</sup> Centrix Inc.

precisão de 0,0001g<sup>‡</sup>, e misturados manualmente por 45 segundos, através de espátula de aço e bloco de papel. A inserção na cavidade foi realizada através de seringa CENTRIX<sup>@</sup> seguida de polimerização por 40 segundos, aplicação de FINISHING GLOSS<sup>‡</sup> e polimerização por 20 segundos.

**PHOTAC-FIL APLICAP<sup>†</sup>**: KETAC CONDITIONER<sup>†</sup> foi aplicado à cavidade por 10 segundos, seguido de lavagem por 30 segundos e secagem por 5 segundos, evitando ressecar a dentina. A cápsula contendo o material foi ativada através do sistema APLICAP<sup>†</sup> e misturada por 15 segundos através do CAPMIX<sup>†</sup> com velocidade de aproximadamente 4300 oscilações por minuto. Após aplicação, através do sistema APLICAP<sup>†</sup>, foi realizada a fotopolimerização por 20 segundos. Em seguida, KETAC GLAZE<sup>†</sup> foi aplicado e fotopolimerizado por 10 segundos.

**DYRACT \* :** DYRACT PSA\* foi aplicado, molhando abundantemente a cavidade. Após 30 segundos de repouso, realizou-se a remoção do excesso com jato de ar e a polimerização por 10 segundos. Uma segunda camada foi aplicada, seguida de remoção do excesso e polimerização por 10 segundos. O material restaurador foi aplicado através de seringa própria do sistema e polimerizado por 40 segundos.

Todos os materiais restauradores foram inseridos em uma única porção e acomodados nas cavidades com espátula de alumínio anodizado n ° 1<sup>∇</sup>. Todos os

---

<sup>‡</sup> HR 200 A & D Co. Ltd.

<sup>@</sup> Centrix – Inc.

<sup>‡</sup> 3M Dental Products.

<sup>†</sup> Espe

\* De Trey Division-Dentsply

<sup>∇</sup> Premier

procedimentos de fotopolimerização foram realizados através de exposição a uma fonte de luz halógena † .

Após a restauração, os dentes foram imediatamente imersos em água destilada e mantidos em estufa a  $37 \pm 1$  °C por 24 horas. Em seguida, as restaurações foram acabadas e polidas através de discos de lixa à base de óxido de alumínio\* com granulação decrescente, sob constante umedecimento, através de jato de água. A remoção dos excessos de material nas margens da restauração foi verificada através de inspeção visual e de sonda exploradora nº 5<sup>~</sup> . Os dentes foram novamente imersos em água destilada e mantidos por 24 horas em estufa a  $37 \pm 1$  °C.

Todos os procedimentos de restauração e polimento foram realizados em ambiente climatizado, à temperatura de  $18 \pm 1$  °C.

#### ***Ciclagem térmica e imersão no corante***

Como preparação para a ciclagem térmica, foram aplicadas duas camadas uniformes de esmalte de unha<sup>ψ</sup> sobre toda a superfície dental, exceto a área da restauração e 1,5 mm em torno dela. Com o objetivo de padronizar a delimitação dessa área e de proteger o material contra desidratação, foi colocado um disco de fita adesiva<sup>♥</sup> com 3 mm de diâmetro sobre a restauração. Ao ser removida, a fita adesiva deixou exposta a restauração e cerca de 1,5 mm de dentina em volta dela.

---

† Curing light XL 1500-3M Dental Products

\* Sof-Lex – 3M Dental Products

~ SS White Duflex

ψ Colorama - CEIL. Com. Exp. Ind. Ltda.

♥ 3M do Brasil Ltda.

Mantendo a divisão em blocos, os espécimens foram submetidos simultaneamente a 500 ciclos de temperatura em água destilada entre  $5 \pm 2$  °C e  $55 \pm 2$  °C, com 1 minuto de permanência em cada banho e 15 segundos de intervalo de transferência. O banho frio consistiu em um recipiente contendo água destilada inserido em outro recipiente maior contendo gelo. O banho quente foi executado em um aparelho de Banho Marconi.\* A temperatura foi controlada por termômetro, em ambos os banhos.

Os espécimens foram totalmente imersos em solução de azul de metileno a 2%, preparada através da dissolução de 10g do soluto<sup>®</sup> em 500 ml de água destilada. Após 24 horas, foram removidos do corante e lavados em água corrente. O esmalte de unha foi removido e, com o objetivo de remover o corante impregnado na superfície do material restaurador, foi realizado novo polimento com disco de lixa à base de óxido de alumínio\* da cor preta, correspondente à maior granulação deste sistema.

Em vários espécimens, a superfície de 1,5 mm de dentina em torno das restaurações, não coberta pelo esmalte de unha, foi prontamente corada pelo azul de metileno. Ocasionalmente, o corante penetrou através da dentina radicular em áreas distantes das margens da restauração, sem qualquer relação com trincas ou fraturas dentais. Estes espécimens foram descartados da amostra (APÊNDICE 2) para evitar que mascarassem a quantificação da penetração de corante na interface dente/restauração.

---

\* TE 127 - Tecnal.

® Synth - Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda.

\* Sof-Lex – 3M Dental Products.

### ***Secção e trituração das amostras***

Através de discos de diamante\* foram obtidos fragmentos das áreas radiculares contendo as restaurações, com dimensões de 6 mm x 6mm x 4mm (altura x largura x profundidade). Essas dimensões foram checadas utilizando espessímetro<sup>Φ</sup>

Após a remoção do tecido pulpar presente no conduto radicular, através de instrumentação com limas endodônticas<sup>§</sup> de números 30 a 50, os fragmentos dentais foram triturados com gral e pistilo de aço inoxidável, com o objetivo de facilitar a dissolução do corante e padronizar o tempo de dissolução das raízes. Os fragmentos foram pesados em balança analítica eletrônica<sup>‡</sup>, com precisão de 0,0001 g, antes e após a trituração, a fim de calcular a percentagem de perda de material, durante este procedimento. A perda encontrada de menos de 3% foi considerada aceitável.

### ***Dissolução e quantificação do corante***

A microinfiltração foi determinada quantitativamente pelo método introduzido por DOUGLAS e ZAKARIASEN<sup>17</sup> e adaptado por RIGSBY et al.<sup>44</sup>

Os fragmentos dentais triturados foram colocados individualmente em tubos de ensaio de vidro previamente identificados. A cada tubo de ensaio foram adicionados 2ml de ácido nítrico a 65%<sup>®</sup>, utilizando pipeta automática<sup>†</sup>.

---

\* Horico Hopf, Ringleb & Co.

Φ BIOART

§ Maillefer

‡ HR 200 A & D Co.Ltd.

® Merck - Industrias Químicas

† BOECO-GERMANY

Foram preparadas seis soluções-padrão de azul de metileno em ácido nítrico para cada grupo de material estudado, com as seguintes concentrações:

$$P_0 = 0 \mu\text{g} / \text{ml}$$

$$P_6 = 6 \mu\text{g} / \text{ml}$$

$$P_2 = 2 \mu\text{g} / \text{ml}$$

$$P_8 = 8 \mu\text{g} / \text{ml}$$

$$P_4 = 4 \mu\text{g} / \text{ml}$$

$$P_{10} = 10 \mu\text{g} / \text{ml}$$

Um fragmento dental restaurado, seccionado e triturado da mesma forma que os espécimens foi colocado em cada solução.

Após 36 horas, os fragmentos radiculares estavam completamente dissolvidos. As soluções-padrão e as soluções-teste foram diluídas com 3 ml e 1ml de água destilada, respectivamente, totalizando um volume de 5ml e 3 ml. Em seguida, as amostras foram centrifugadas por 3 minutos com 2000 rpm. O sobrenadante foi, então utilizado para a realização da leitura de densidade óptica em espectrofotômetro<sup>∞</sup>.

Foi confeccionada uma curva de absorção espectral para determinar o comprimento de onda de máxima absorbância do azul de metileno em ácido nítrico, utilizando as soluções - padrão  $P_0$  e  $P_6$  (ANEXOS 2 - 6). O valor encontrado para os cinco grupos de materiais foi de 598 nm, de forma que a leitura de todas as soluções foi realizada nesse comprimento de onda, o qual se encontra dentro do espectro de luz visível.

---

<sup>∞</sup> BECKMAN DU-65

Para cada material avaliado foi traçado um gráfico de linhas em um sistema de eixos cartesianos, utilizando os valores de concentração de corante em microgramas por mililitro no eixo das abscissas e a densidade óptica obtida pela leitura de absorbância dos padrões ( $P_0$  a  $P_{10}$ ), em nanômetros, no eixo das ordenadas. Foi obtida a regressão linear de  $y$  em função de  $x$  e determinada a equação da reta, a partir da qual pôde-se calcular a concentração de corante nas soluções-teste (ANEXOS 7 - 11). Os valores dos coeficientes de correlação ( $r$ ) encontrados foram todos maiores que 0,993, indicando correlação fortemente positiva entre densidade óptica e concentração de corante das soluções, o que confirmou a confiabilidade do método.

A seqüência na qual as leituras foram realizadas foi aquela determinada aleatoriamente no início dos procedimentos (APÊNDICE 1). Antes da leitura de cada grupo de três soluções, foi feita a calibração do aparelho com a solução padrão  $P_0$  - "blank" de substância - isto é, uma solução contendo todos os reagentes, exceto aquele que se pretendia determinar.

### *Análise estatística*

Preliminarmente, de forma exploratória, foi empregado o teste  $F_{\max}$  que verificou a ausência de homogeneidade de variâncias. O material Ketac-Fil Aplicap apresentou uma variação 134,33 vezes maior que a do material Z-100 (APÊNDICE 3). O teste  $F_{\max}$  aceita valores até 16,3 vezes maiores, para assumir a homogeneidade de variâncias.

A análise estatística dos dados foi feita pelo método não-paramétrico de Friedman (CAMPOS, 1983)<sup>a</sup>, considerando as comparações por blocos. Optou-se por usar a mediana das réplicas de cada bloco, de acordo com o delineamento experimental, para que a eficiência do teste estatístico fosse melhorada.

---

<sup>a</sup> CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. 3 ed. Piracicaba, ESALQ/USP, 1983. 348p.



## 5- RESULTADOS

Os resultados de absorvância e da concentração de corante em cada solução-teste estão apresentados, respectivamente, nos APÊNDICES 4 e 5. Os valores exploratórios do experimento estão apresentados no APÊNDICE 3. Os valores das medianas das réplicas de cada bloco e a soma das ordens para cada sistema restaurador são mostrados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1 - Valores das medianas obtidas em cada bloco**

Bloco	Ketac	Z 100	Vitremer	Photac	Dyract
1	0.414975	0.00000	0.017204	0.319303	0.00000
3	0.045106	0.00000	0.12043	0.266086	0.054521
4	0.202977	0.017652	0.030108	0.009676	0.240800
5	0.00000	0.00000	0.00000	0.029028	0.059064
6	0.333784	0.035305	0.0000	0.048379	0.00000
7	0.496166	0.035305	0.00000	0.062893	0.00000

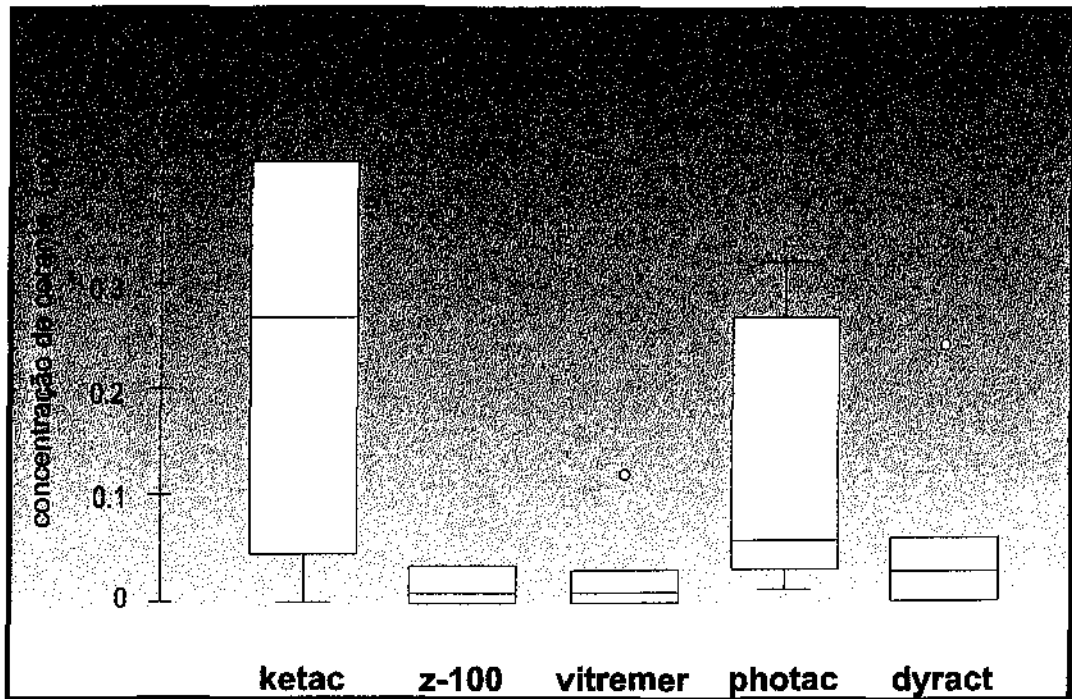
O bloco 2 foi desconsiderado da amostra, devido ao número de espécimens descartados.

**Tabela 2 - Soma das ordens para cada sistema restaurador estudado**

Sistema Restaurador	Soma das Ordens
Ketac-Fil	23.0
Z 100	12.5
Vitremer	15.0
Photac-Fil	22.0
Dyract	17.5

Não houve diferença estatística significante entre os grupos ( $\chi^2 = 5,37; \alpha > 0,05$ )

O resultado do teste de Friedman não indicou valor significativo, evidenciando a semelhança entre os efeitos dos materiais ( $\chi^2 = 5,37$ ,  $\alpha > 0,05$ ). O Gráfico 1 ilustra os achados, segundo o sistema restaurador estudado.



**Gráfico 1 - Ilustração de "Box-Plot", segundo o sistema restaurador estudado.**

## 6- DISCUSSÃO

As margens das restaurações não são fixas, inertes e impenetráveis<sup>24</sup>. Elas consistem em microsulcos através dos quais ocorre um tráfego contínuo de íons e moléculas, caracterizando o fenômeno conhecido como microinfiltração<sup>53</sup>. Alterações dimensionais e falta de adaptação da restauração às paredes cavitárias podem resultar em formação transitória ou permanente de fendas marginais, acarretando microinfiltração e provável falha da restauração<sup>51</sup>.

A capacidade dos diferentes sistemas restauradores minimizarem a microinfiltração tem sido determinada por diversos experimentos *in vitro*<sup>11, 12, 27, 41, 44, 49, 55, 64</sup>. Como não existe uma técnica universalmente aceita para avaliar a microinfiltração, há certa dificuldade na interpretação dos resultados dos estudos, em função da metodologia e dos materiais empregados. A falta de padronização dos testes não permite uma comparação direta entre os resultados de diferentes pesquisas, sendo possível apenas uma análise da tendência do comportamento de um dado material<sup>11, 49</sup>.

Basicamente, o estudo da infiltração marginal consiste em avaliar, qualitativa ou quantitativamente, o grau de penetração de determinada solução, geralmente um corante, na interface dente/restauração. Dentre as soluções empregadas encontram-se: azul de metileno<sup>7, 13, 16, 21, 31, 46, 52, 54</sup>, fucsina básica<sup>8, 14, 15, 26, 42, 47, 64, 65</sup>, fluoresceína<sup>1</sup>, isótopos radioativos<sup>10, 27, 36, 41, 43, 57</sup> e nitrato de prata<sup>6, 11, 12, 55, 56</sup>. Neste estudo, utilizou-se solução de azul de metileno porque a metodologia de quantificação espectrofotométrica deste corante já havia sido desenvolvida, em estudos prévios<sup>17, 44</sup>.

Embora a maioria dos estudos utilizem avaliações qualitativas<sup>1, 6, 12, 13, 21, 26, 27, 36, 41-43, 54-57, 64, 65</sup> ou medidas lineares<sup>14-16, 31</sup> da penetração de corantes na interface dente/restauração, tais medidas são bidimensionais e não levam em consideração a densidade da infiltração no aspecto tridimensional. Este estudo utilizou um método

espectrofotométrico de recuperação do corante, o qual permitiu a medida volumétrica da microinfiltração de forma direta e quantitativa <sup>17, 44</sup>, eliminando o caráter subjetivo da avaliação e, conseqüentemente, aumentando sua exatidão.

A análise estatística dos resultados revelou que a microinfiltração nas cavidades de classe V restauradas com materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta não foi significativamente diferente da microinfiltração nas restaurações com cimento de ionômero de vidro ou com resina composta. Todos os materiais apresentaram quantidades reduzidas de penetração de corante.

A similaridade entre os desempenhos dos materiais estudados está de acordo com resultados de pesquisas que compararam materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta entre si <sup>15</sup>, com cimentos de ionômero de vidro convencionais <sup>7, 16</sup> ou com resinas compostas <sup>14, 21, 55, 64</sup>. Tal semelhança pode ser explicada considerando as propriedades intrínsecas e as características de manipulação desses materiais.

Contração de polimerização, coeficiente de expansão térmica linear, sorção de água e união adesiva com a estrutura dental são propriedades do material restaurador que podem ter efeito significativo sobre a microinfiltração <sup>54</sup>. Diferentes condições podem influenciar a infiltração marginal, entre elas: atração capilar, fratura das margens e variações de pressão na interface dente-restauração <sup>8</sup>.

Os estudos realizados sobre microinfiltração em restaurações de classe V com cimento de ionômero de vidro não são unânimes em suas conclusões, havendo relatos de controle ou eliminação da infiltração marginal <sup>27, 36, 57</sup> ou presença de extensa microinfiltração associada a esses materiais <sup>1, 13, 31, 47, 52, 54, 65</sup>. Porém, os experimentos que utilizam penetração de corantes para comparar a microinfiltração de um material susceptível à desidratação com materiais menos susceptíveis devem ser cautelosamente interpretados <sup>16</sup>. É necessário avaliar cuidadosamente os protocolos de pesquisa para

entender que variações nas condições e nos métodos de teste e diferenças nos tratamentos dados aos materiais podem originar resultados altamente discrepantes<sup>54</sup>. Os espécimens podem sofrer desidratação durante a confecção, o acabamento e o polimento das restaurações, ou durante a sua preparação para os procedimentos de termociclagem e imersão no corante<sup>11, 16</sup>. O ressecamento inadvertido dos espécimens em qualquer momento antes da imersão no corante promove contração do material e conseqüente aumento da microinfiltração, sendo imperativo que se faça o armazenamento e a manipulação dos mesmos em condições de constante hidratação<sup>6,7</sup>.

Neste estudo, extremo cuidado foi tomado para evitar a desidratação dos materiais durante a restauração das cavidades. Foram utilizados agentes de proteção superficial, quando indicado pelos fabricantes. O polimento só foi realizado após 24 horas de imersão em água, sob refrigeração constante. Segundo TSUNEKAWA et al.<sup>56</sup>, nesse momento, a reação de presa e a adesão do cimento à estrutura dental já apresentam maturidade e resistência suficientes para suportar o estresse mecânico gerado por tais procedimentos. Todos os esforços foram despendidos no sentido de evitar a desidratação dos espécimens durante os procedimentos preparatórios para a termociclagem e imersão no corante. Apesar desses cuidados, ainda pôde-se observar que o cimento de ionômero de vidro apresentou a maior variação, o que poderia indicar uma maior susceptibilidade às condições experimentais.

As implicações clínicas da vulnerabilidade dos cimentos de ionômero de vidro recém-manipulados e de sua progressiva reação de presa motivaram estudos dirigidos para o aperfeiçoamento das características dessa reação. O desenvolvimento nesta área de pesquisa levou à introdução dos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta.

Esses novos materiais consistem de uma mistura complexa de diferentes componentes. Tipicamente, eles são compostos de: (1) ácido poliacrílico ou ácido poliacrílico modificado com cadeias laterais fotopolimerizáveis; (2) monômeros fotopolimerizáveis, como por exemplo HEMA; (3) um vidro ionizável; (4) água <sup>2, 59</sup>.

A reação de polimerização dos monômeros resinosos, iniciada por radicais livres, causa a presa inicial do material <sup>2, 59</sup>. Dependendo da sua formulação, esse processo pode consistir de homopolimerização do HEMA, copolimerização do HEMA com as cadeias laterais do ácido poliacrílico modificado, ou homopolimerização dos grupos funcionais nas cadeias laterais <sup>2</sup>. A reação ácido-base comum aos cimentos de ionômero de vidro também ocorre, a partir da mistura e continua após a fotoativação, levando à maturação do cimento <sup>5</sup>. Essa reação é retardada porque parte da água presente no sistema foi substituída por HEMA <sup>59</sup>. A formação de uma matriz orgânica inter cruzada diminui a sensibilidade do material à desidratação e à contaminação precoce por umidade <sup>20, 37, 59</sup>.

McLEAN, NICHOLSON E WILSON <sup>38</sup> classificaram os híbridos como ionômeros de vidro modificados por resina quando apresentam, além do componente resinoso, quantidade suficiente de ácido, base e água para que ocorra a reação de neutralização característica dos materiais ionoméricos convencionais. Os materiais nos quais essa reação não ocorre, devido à ausência de um dos componentes ou à presença de algum deles em quantidade insuficiente, são denominados resinas compostas modificadas por poliácidos <sup>38</sup>.

Neste estudo, foram utilizados três materiais restauradores híbridos, sendo dois do tipo ionômero de vidro modificado por resina (Photac-Fil e Vitremer) e uma resina composta modificada por poliácidos (Dyract). Eles não apresentaram diferenças estatisticamente significantes quando comparados entre si e com os controles (Ketac-Fil

e Z100). A contração de polimerização do componente resinoso presente nos materiais híbridos de ionômero de vidro/resina composta poderia, teoricamente, levá-los a exibir microinfiltração maior que os cimentos ionoméricos convencionais <sup>3, 16, 37</sup>. A polimerização fotoquímica do monômero causa uma rápida contração, produzindo uma força que pode resultar em falha adesiva na interface dente/restauração, falha coesiva dentro do material e ainda, fratura ou deflexão da estrutura dental <sup>30</sup>. A magnitude da contração está relacionada com o tipo, a concentração e o peso molecular do monômero presente na formulação do material <sup>19</sup>. Valores de contração volumétrica significativamente maiores são relatados para os materiais híbridos, quando comparados com os cimentos de ionômero de vidro convencionais <sup>3, 25, 30</sup>. Considerando os resultados do presente estudo, a contração de polimerização pode ter sido compensada por outros fatores relacionados à presença do componente resinoso, tais como: sorção de água, adaptação às paredes cavitárias e união adesiva com a estrutura dental.

A sorção de água pode promover alteração dimensional com expansão da restauração e alteração de suas propriedades físicas e estéticas, o que é de grande significância clínica <sup>63</sup>. A estrutura polimerizada dos híbridos de ionômero de vidro-resina composta contém uma elevada proporção de grupos funcionais hidrofílicos numa matriz inter cruzada, semelhante à estrutura de hidrogéis sintéticos <sup>30</sup>. Esses hidrogéis, que frequentemente são preparados a partir de copolímeros do HEMA, incorporam grandes quantidades de água, possivelmente 80% em massa <sup>2</sup>. Espera-se, portanto, que de acordo com o seu conteúdo de HEMA, o material sofra maior ou menor grau de sorção de água <sup>63</sup>.

É provável que a imersão dos espécimens em água, durante os períodos de armazenamento e de ciclagem térmica, tenha permitido um certo grau de sorção de água pela matriz do hidrogel, causando um alongamento das cadeias poliméricas<sup>2</sup> e

consequente expansão<sup>3</sup>. Isso pode ter compensando, em parte, a contração de polimerização do componente resinoso<sup>3, 30</sup>. Não se sabe em que extensão a expansão proveniente da sorpção de água pode compensar a formação de fenda marginal devido à contração de polimerização, uma vez que a adesão tenha sido rompida<sup>3</sup>. Além disso, provavelmente, a extensão da sorpção na saliva *in vivo* é menor que aquela que ocorre *in vitro* em água pura<sup>2, 63</sup>.

A concentração, o tamanho e o tipo do monômero presente na formulação do material podem afetar as propriedades de contração de polimerização e sorpção de água<sup>30</sup>. Entre os híbridos de ionômero de vidro-resina composta utilizados neste estudo, foi avaliada uma resina composta modificada por poliácido (Dyract), a qual não apresenta a reação ácido-base típica dos cimentos de ionômero de vidro<sup>38, 51</sup>. Esse material apresenta menor conteúdo de HEMA e uma associação de monômeros de maior peso molecular (UDMA e TCB)<sup>30</sup>. Moléculas maiores tendem a sofrer menor contração de polimerização e menor sorpção de água<sup>30</sup>. Além disso, seu uso está associado ao pré-tratamento da dentina com um agente de união que possui grupos fosfatados, os quais são capazes de formar ligações iônicas com o cálcio da hidroxiapatita<sup>64</sup>. Tais características podem ter permitido que esse material se comportasse de maneira semelhante aos demais híbridos, a despeito de seu maior conteúdo resinoso.

Outro fator que pode ter contribuído para o bom vedamento marginal observado com os híbridos é a sua maior capacidade de adaptação às paredes de cavidades dentinárias, quando comparados com os materiais convencionais<sup>42, 50</sup>. A composição do líquido dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, assim como o uso de “primer” pode ter resultado em um contato mais íntimo do material restaurador com a estrutura dental e em uma maior resistência adesiva<sup>15, 42, 50</sup>.



A união adesiva dos materiais híbridos à estrutura dental deve-se, principalmente, ao desenvolvimento de um mecanismo de troca iônica, como o proposto para os cimentos de ionômero de vidro convencionais <sup>35</sup>. Tal mecanismo é demonstrado pela presença de uma camada de troca iônica adjacente à dentina <sup>39</sup>, identificada em espécimens dissecados para microscopia eletrônica <sup>29,35</sup>. A resistência da união entre os híbridos de ionômero de vidro-resina composta e a estrutura dental se desenvolve imediatamente após a polimerização <sup>20</sup>, ao contrário dos cimentos de ionômero de vidro convencionais, cuja resistência se desenvolve ao longo do tempo, à medida que o material sofre maturação <sup>35,59</sup>.

As propriedades térmicas do material restaurador também podem influenciar o seu comportamento frente à microinfiltração <sup>8, 16, 24, 43, 54, 64</sup>. Quando o seu coeficiente de expansão térmica é significativamente diferente do coeficiente de expansão térmica da estrutura dental circundante, a redução de temperatura gera uma pressão negativa na interface, promovendo o ingresso de fluidos bucais através das margens da restauração <sup>8</sup>. Por outro lado, quando a temperatura aumenta, a pressão na interface também aumenta, forçando os fluidos de volta à superfície <sup>8</sup>. Assim, quanto maior o diferencial do coeficiente de expansão térmica entre a estrutura dental e o material, maior será a variação de pressão na interface e, conseqüentemente, maior o potencial para a microinfiltração <sup>8, 24, 43, 64</sup>. O coeficiente de expansão térmica dos materiais híbridos de ionômero de vidro-resina composta é maior que o dos cimentos ionoméricos convencionais <sup>43</sup> e menor que o das resinas compostas <sup>64</sup>. Porém, de acordo com os resultados deste estudo, esse fator parece não ter afetado o comportamento dos materiais frente à microinfiltração, mesmo tendo sido submetidos à termociclagem. O estresse térmico produzido pela variação de temperatura parece não ter afetado a adesão obtida com os diferentes materiais, nas condições deste experimento. A condutibilidade

térmica relativamente baixa dos materiais testados pode ter influenciado tal comportamento. As alterações dimensionais devidas à expansão térmica podem não ser tão grandes quanto as previstas pelos coeficientes de expansão térmica linear, quando os materiais são isolantes térmicos <sup>45</sup>.

Os materiais híbridos de ionômero de vidro-resina composta apresentaram capacidade de vedamento marginal semelhante a um cimento de ionômero de vidro e a uma resina composta associada ao adesivo dentinário, como demonstrado pelos resultados deste estudo. Assim, outros fatores devem ser considerados na seleção de um sistema restaurador, para cavidades de classe V com margens localizadas em dentina/cimento.

Tal localização coloca essas cavidades livres de esforços mastigatórios diretos e, conseqüentemente, as propriedades mecânicas do material restaurador não são altamente significantes. Porém, é importante que ele apresente suficiente resistência à abrasão e à dissolução nos fluidos bucais. Uma estética razoável seria desejável, pois as lesões ocorrem, freqüentemente, em dentes anteriores e pré-molares. Uma grande profundidade de translucidez não seria necessária, desde que não houvesse uma área extensa de esmalte comprometido na superfície vestibular. Seria interessante que o material apresentasse algum grau de proteção contra o desenvolvimento de cárie secundária, especialmente para o tratamento de pacientes de alto risco de cárie. Outros fatores, tais como: durabilidade, facilidade de manipulação, custo, assim como as preferências pessoais do operador devem ser considerados ao se fazer a seleção do material.

As resinas compostas são materiais duráveis e altamente estéticos, porém devem ser adequadamente manipuladas para compensar os efeitos da contração de polimerização <sup>9, 18, 19</sup>. Quando utilizadas em margens de dentina/cimento, é

imprescindível o uso de um adesivo dentinário, para promover vedamento marginal<sup>9, 18, 19, 41</sup>. Vários sistemas adesivos encontram-se disponíveis e, se usados de maneira apropriada, proporcionam uma boa adesão à dentina<sup>9, 18, 21, 55</sup>. No entanto, as resinas compostas não possuem ação cariostática<sup>48</sup>, enquanto cárie secundária e perda da restauração são as causas mais comuns de falha com esses materiais, em cavidades de classe V<sup>18, 64</sup>.

A resistência mecânica, a estética e a durabilidade dos materiais ionoméricos não são tão boas quanto a das resinas compostas, mas são aceitáveis, principalmente para os materiais híbridos<sup>18</sup>. Sob o ponto de vista da prevenção de cárie secundária, o cimento de ionômero de vidro é o material mais adequado, pois apresenta a propriedade de liberação de íons flúor, exercendo efeito cariostático<sup>18, 28, 33, 36, 40, 48</sup>. Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina assim como as resinas compostas modificadas por poliácido apresentam efeito cariostático moderado, interferindo no desenvolvimento de lesões de cárie artificial, devido à liberação de fluoreto<sup>48</sup>.

O amplo espectro de materiais restauradores disponíveis, considerados adesivos e estéticos, proporciona ao clínico diversas possibilidades de escolha. A cada geração, novos produtos parecem superar as deficiências de seus antecessores. O comportamento de diferentes materiais pode ser comparado de uma forma relativamente rápida, através de testes *in vitro*, permitindo uma previsão de seu desempenho no meio bucal. Porém, devido à pouca experiência clínica com esses novos materiais, suas indicações e limitações devem ser rigorosamente respeitadas, a fim de evitar o fracasso das restaurações.

## 7- CONCLUSÕES

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

- em cavidades de classe V com margens localizadas em dentina, todos os materiais testados apresentaram microinfiltração;
- o desempenho dos materiais híbridos de ionômero de vidro-resina composta, frente à microinfiltração, foi similar ao do cimento de ionômero de vidro e ao da resina composta;
- os materiais híbridos de ionômero de vidro-resina composta podem ser considerados uma opção de tratamento para as cavidades de classe V com margens localizadas em dentina.

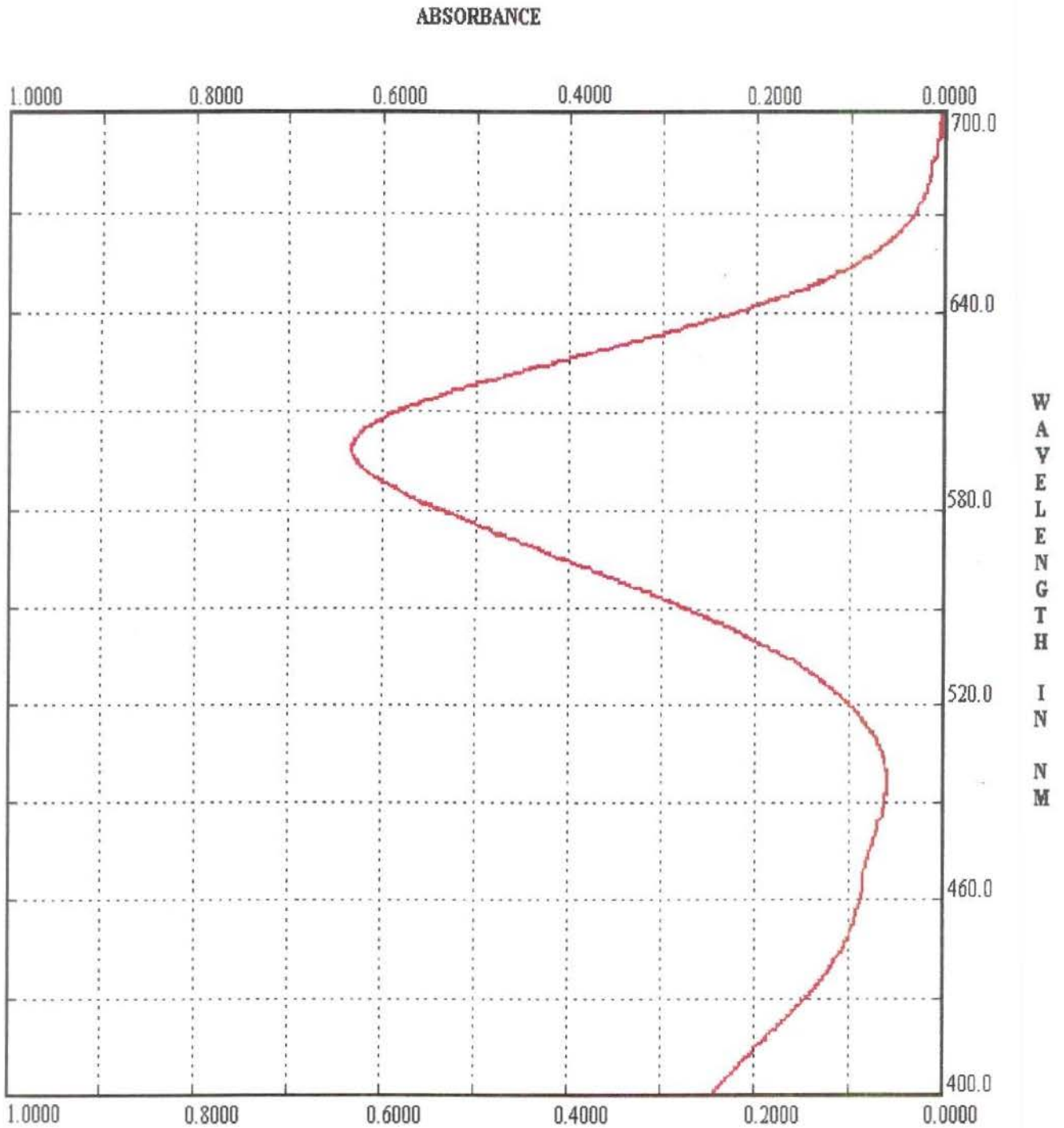
## ANEXO 1

**QUADRO I - Classificação, número de lote, cor e fabricante dos sistemas restauradores estudados.**

MATERIAL	CLASSIFICAÇÃO	LOTE	COR	FABRICANTE
Ketac-Fil Ketac Conditioner Ketac Glaze	Ionômero de vidro Ác. Poliacrílico 10% Protetor superficial	Z 095 00821491 09821487	LY, B, Y, YB	Espe GmbH Seefeld, Germany
Z-100 Scotchbond MPPPlus	Resina Composta Sistema Adesivo Ác. Fosfórico 35% Primer Adesivo	5FD 1994 11 21	A 3,5	3MDental Products St. Paul, MN, USA
Vitremer  Primer Finishing Gloss	Ionômero de vidro modificado por resina  Protetor Superficial	1995 06 06	A 4	3MDental Products St. Paul, MN, USA
Photac-Fil  Ketac Conditioner Ketac Glaze	Ionômero de vidro modificado por resina  Ác. Poliacrílico 10% Protetor Superficial	21408 21032  00821487 09821487	C4/DG B2/LY	Espe GmbH Seefeld, Germany
Dyract  PSA	Resina Composta modificada por poliácido Primer/Adesivo	590176  9503145	A 3	DeTrey Division Dentsply Weybridge, England

## ANEXO 2

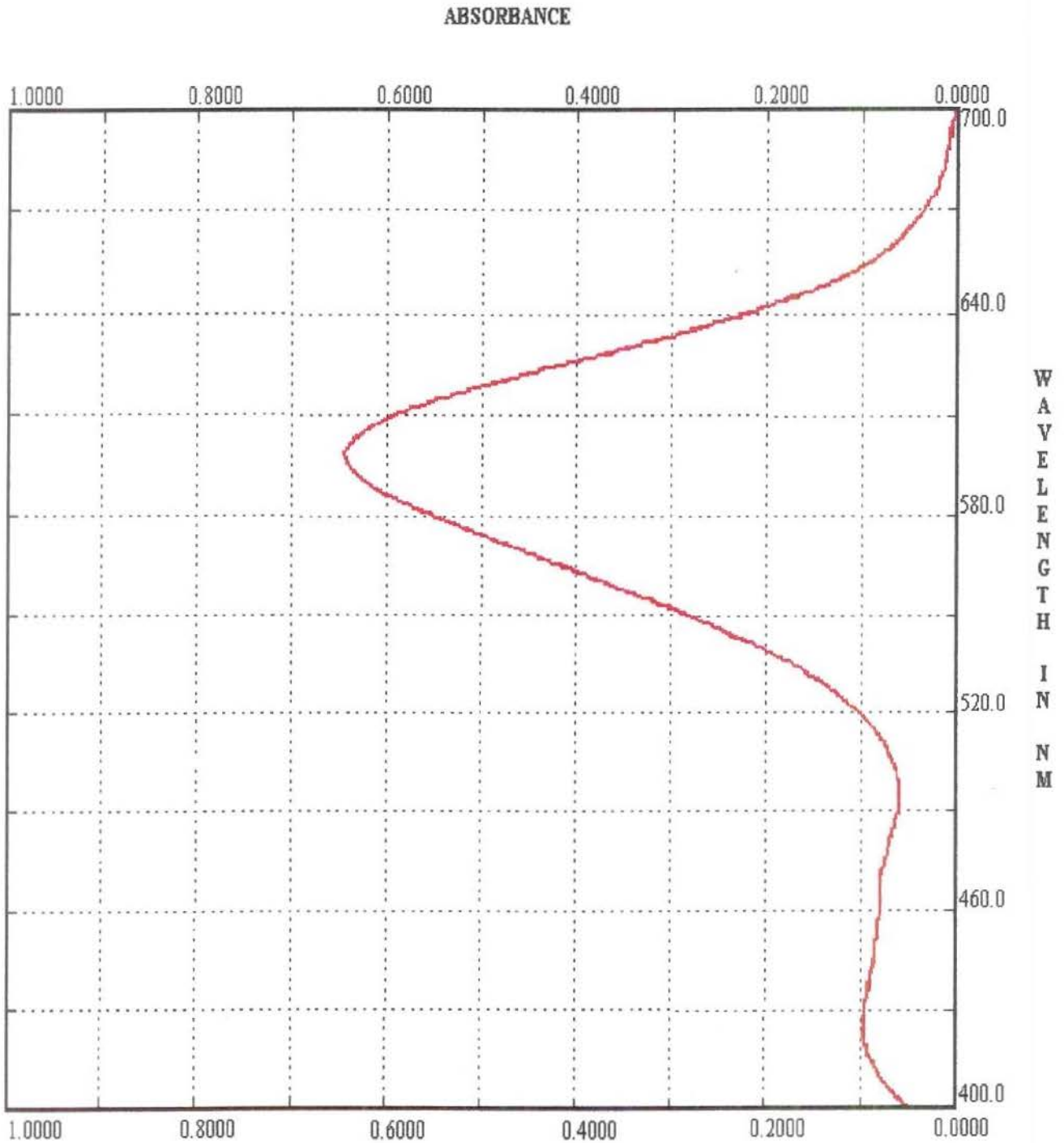
**GRÁFICO 2** - Curva de absorção espectral do azul de metileno em ácido nítrico, utilizando o sistema restaurador Ketac-Fil Aplicap.



Scan Speed: 750 nm / min

### ANEXO 3

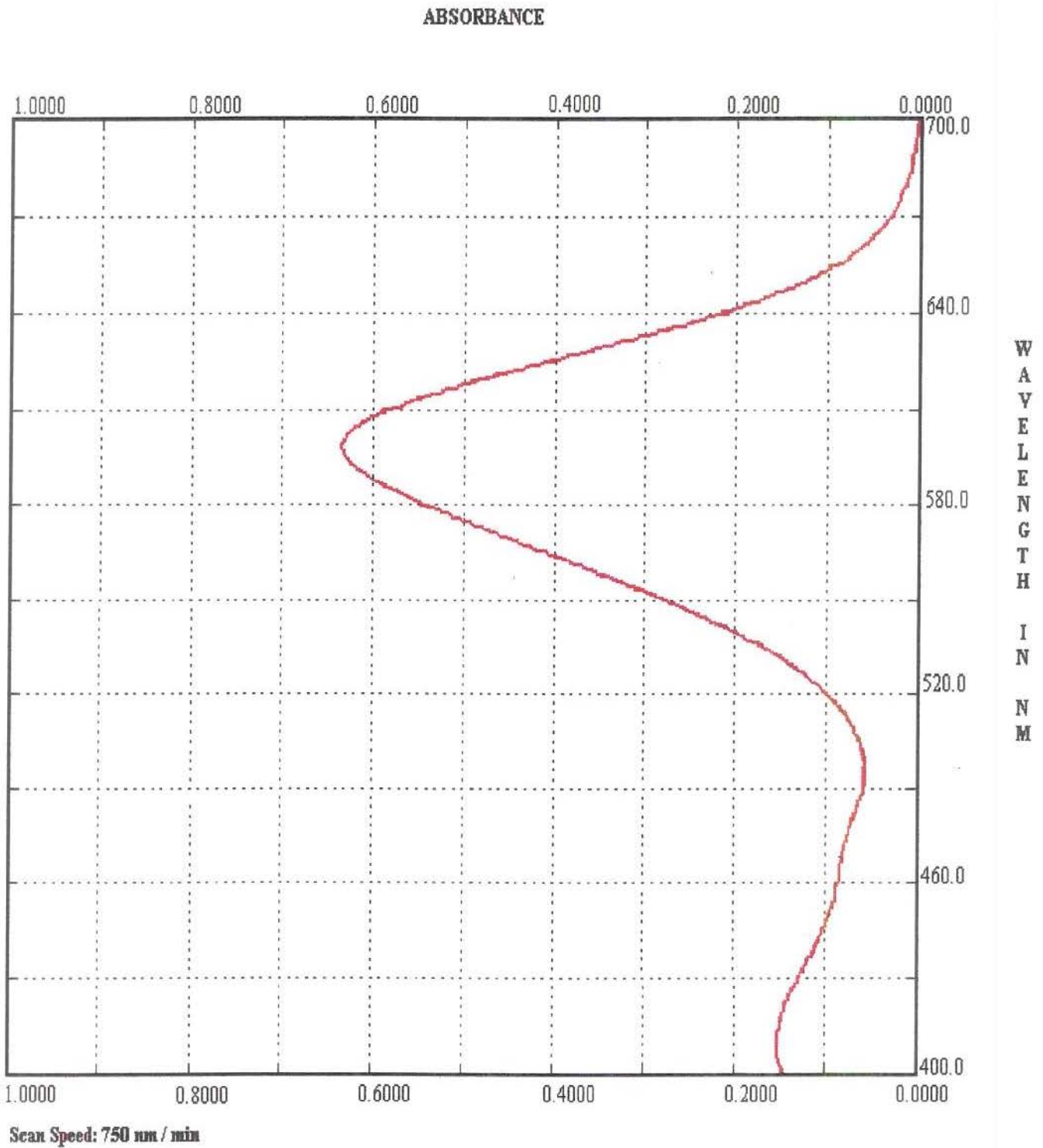
**GRÁFICO 3** - Curva de absorção espectral do azul de metileno em ácido nítrico, utilizando o sistema restaurador Z100 / Scotchbond Multi Purpose Plus.



Scan Speed: 750 nm / min

## ANEXO 4

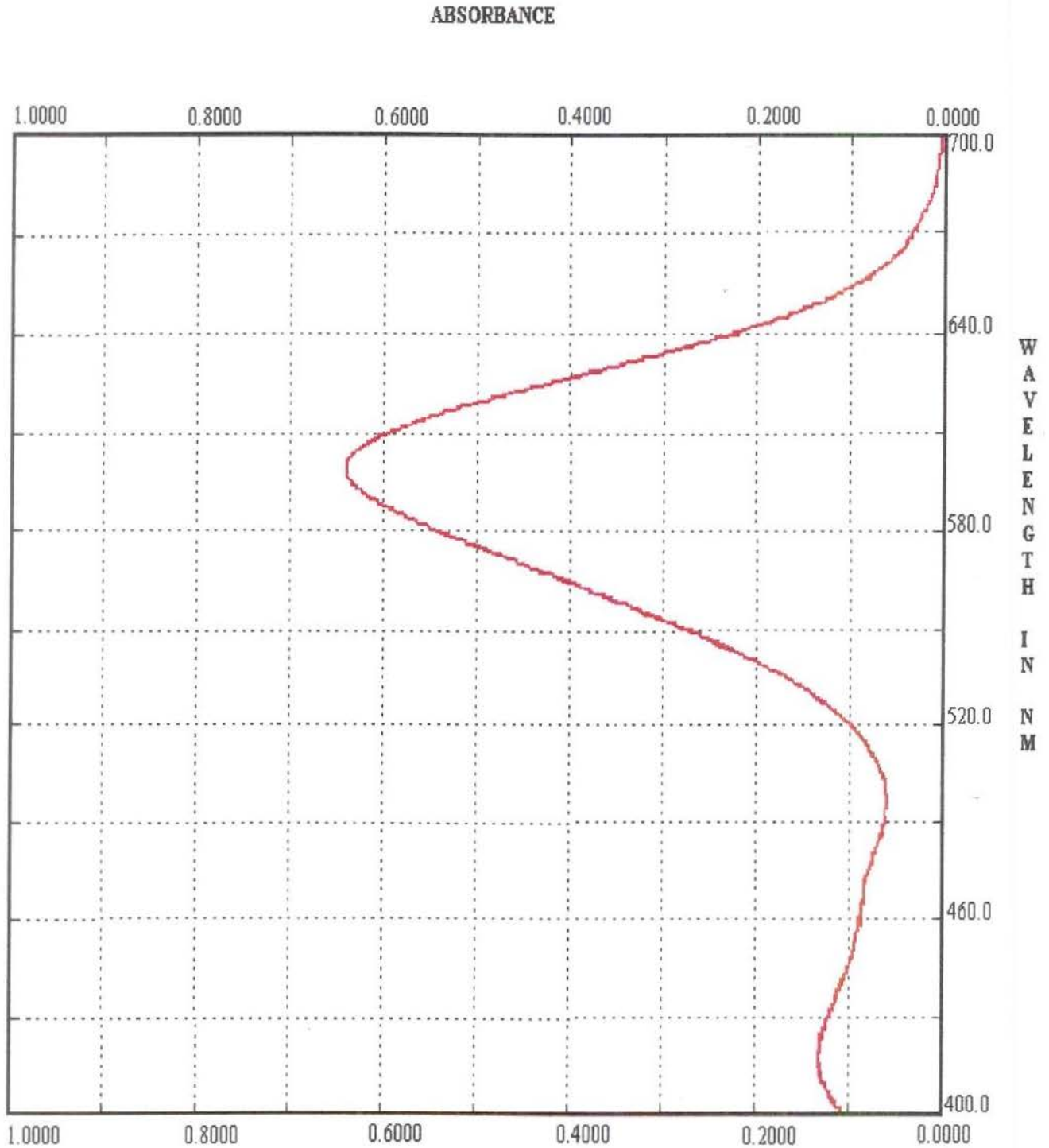
GRÁFICO 4 - Curva de absorção espectral do azul de metileno em ácido nítrico, utilizando o sistema restaurador Vitremer.





## ANEXO 5

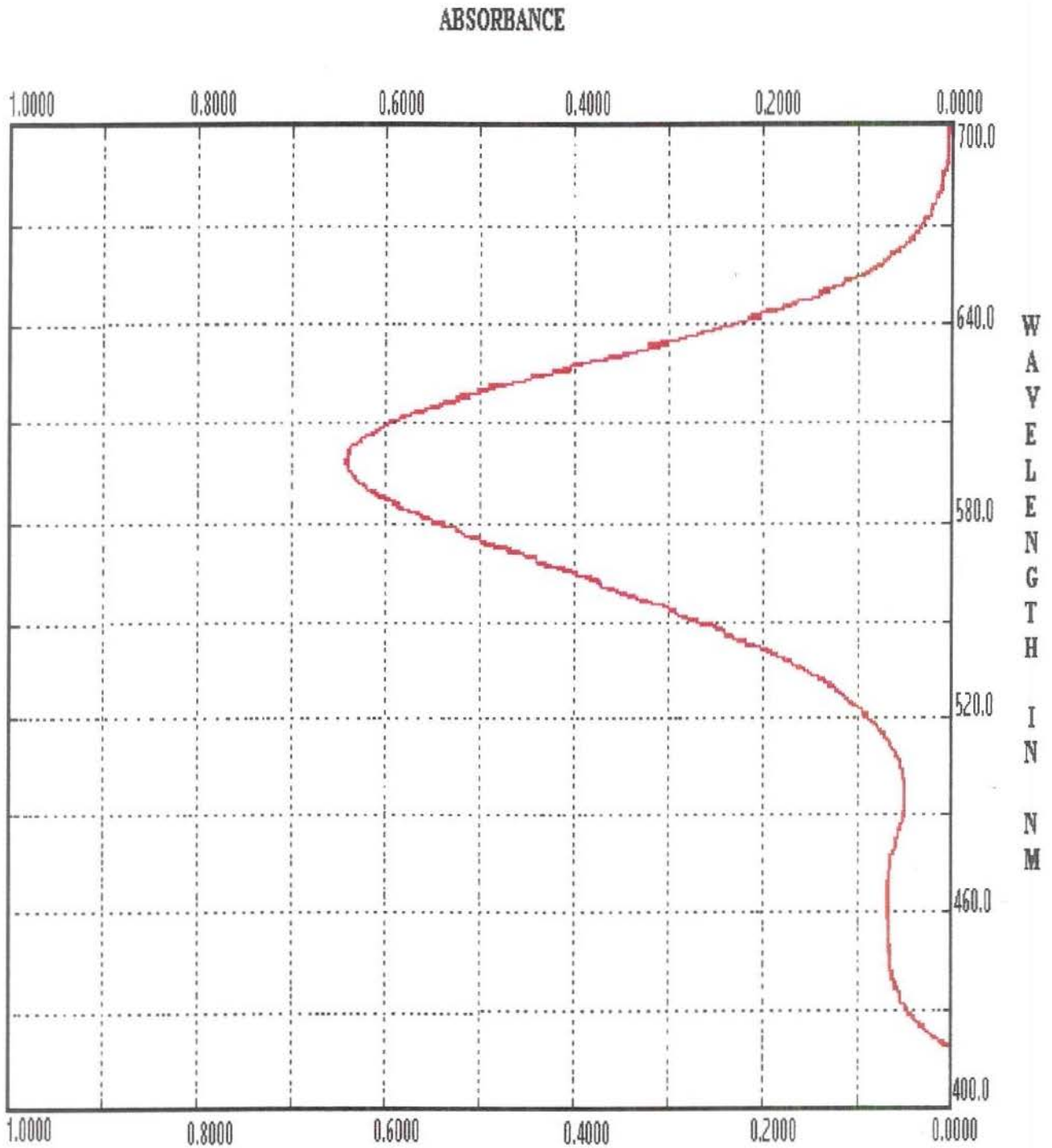
GRÁFICO 5 - Curva de absorção espectral do azul de metileno em ácido nítrico, utilizando o sistema restaurador Photac-Fil Aplicap.



Scan Speed: 750 nm / min

## ANEXO 6

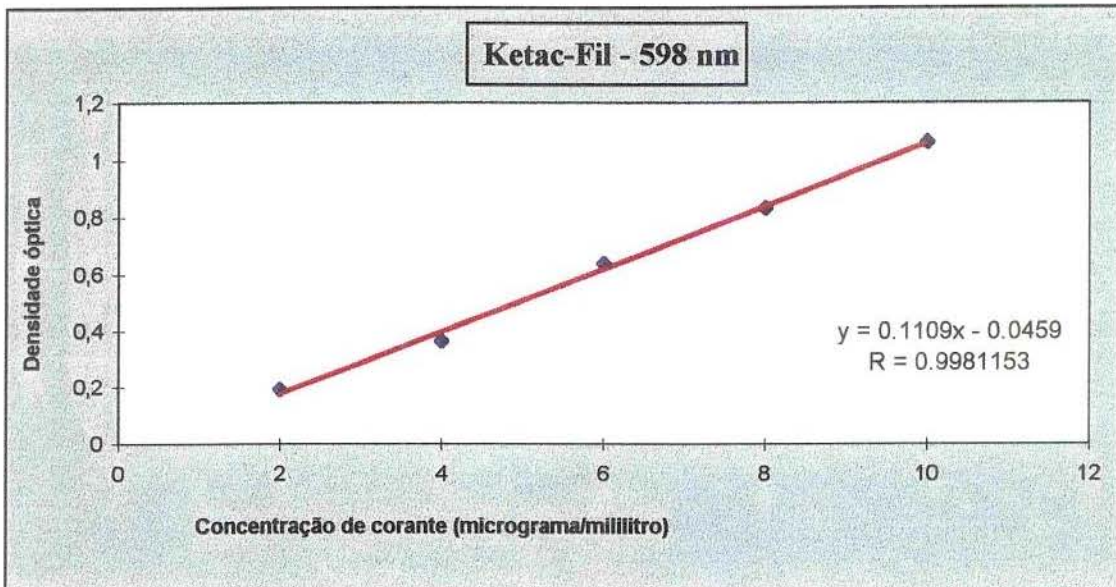
GRÁFICO 6 - Curva de absorção espectral do azul de metileno em ácido nítrico, utilizando o sistema restaurador Dyract.



Scan Speed: 750 nm / min

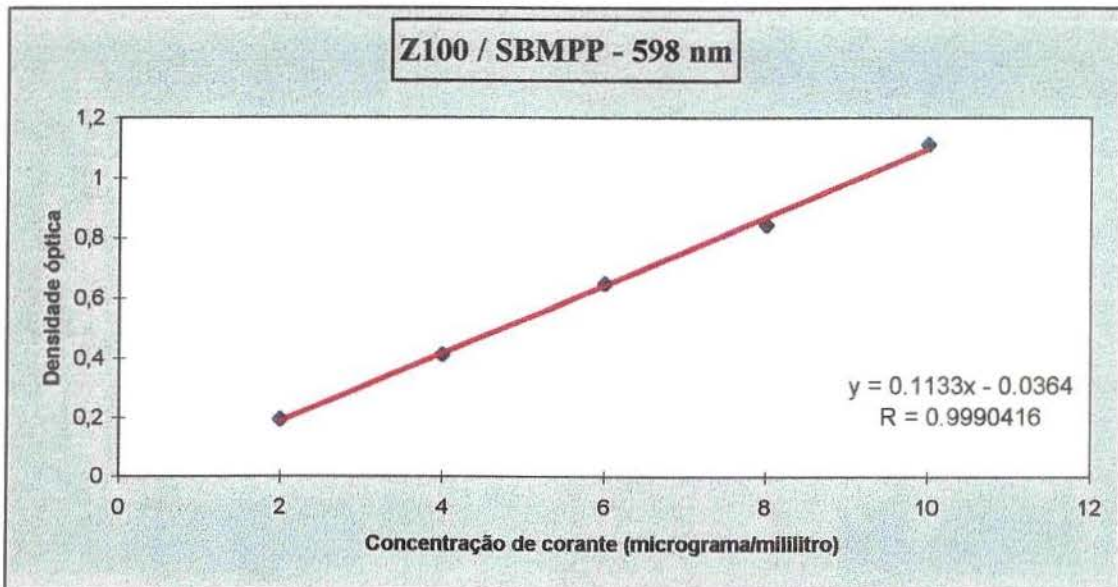
## ANEXO 7

GRÁFICO 7 - Regressão linear e equação da reta para o sistema restaurador Ketac-Fil Aplicap.



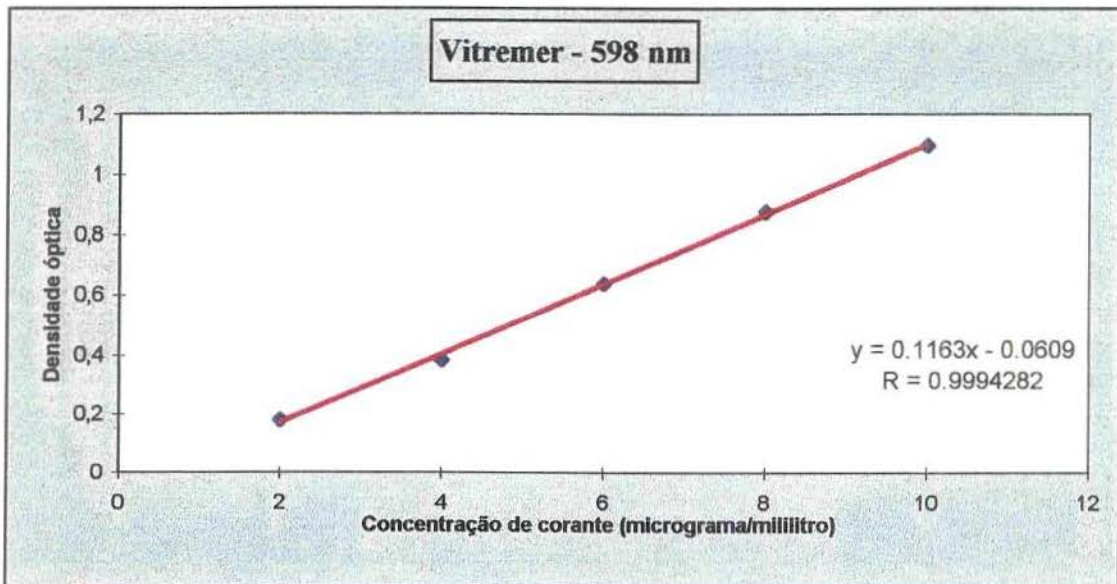
## ANEXO 8

GRÁFICO 8 - Regressão linear e equação da reta para o sistema restaurador Scotchbond Multi Purpose Plus.



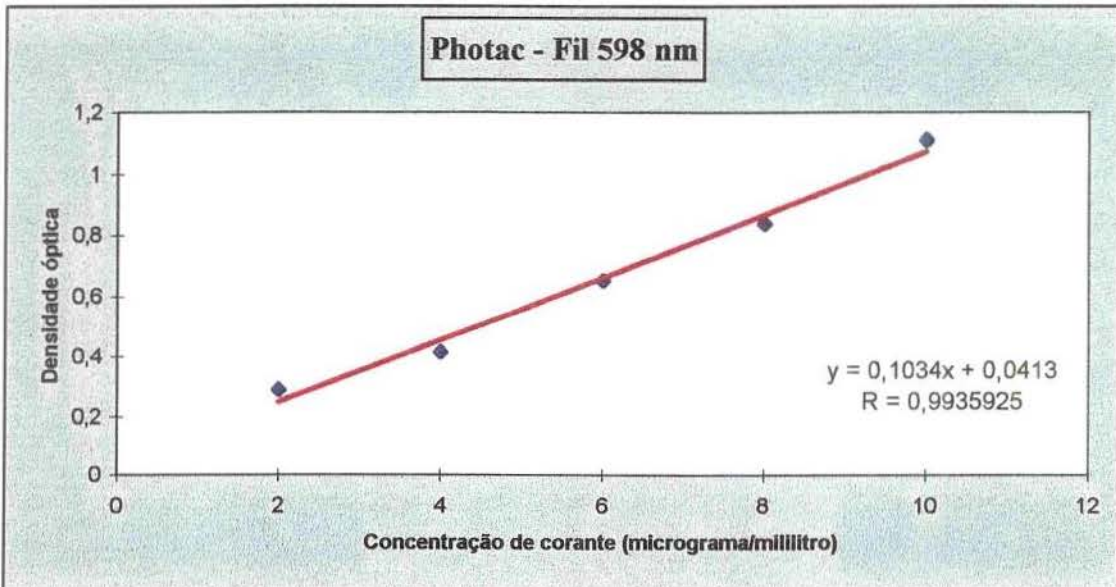
## ANEXO 9

GRÁFICO 9 - Regressão linear e equação da reta para o sistema restaurador Vitremer.



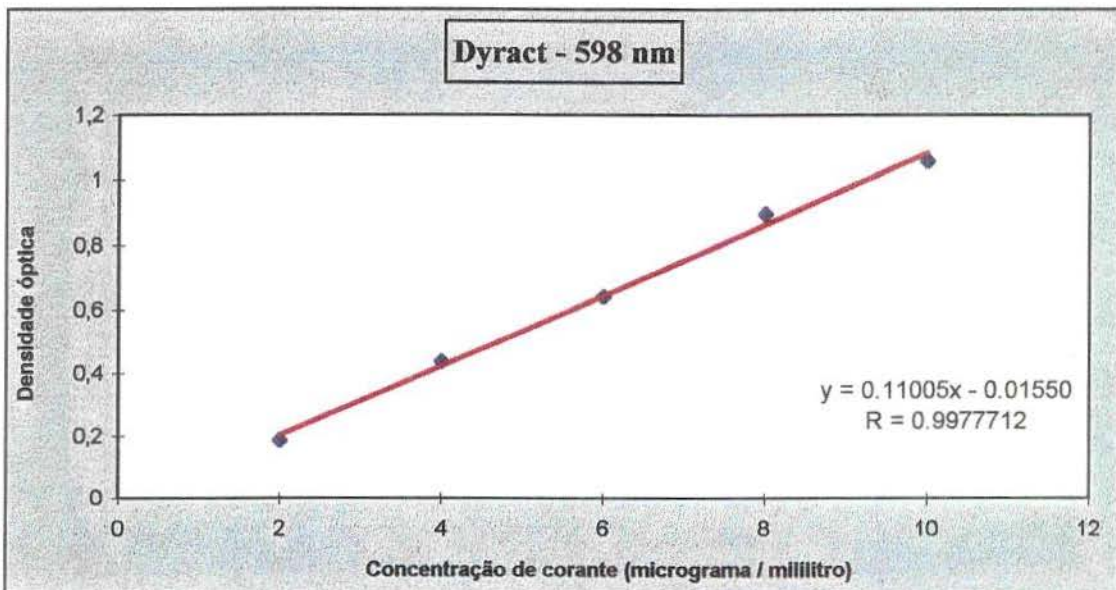
## ANEXO 10

GRÁFICO 10 - Regressão linear e equação da reta para o sistema restaurador Photac-Fil Aplicap.



## ANEXO 11

GRÁFICO 11 - Regressão linear e equação da reta para o sistema restaurador Dyract.



## APÊNDICE 1

QUADRO II - Distribuição aleatória dos sistemas restauradores em blocos e grupos.

BLOCOS	GRUPOS				
	A	B	C	D	E
I	DYRACT	KETAC-FIL	Z100/SBMPP	VITREMER	PHOTAC-FIL
II	Z100/SBMPP	DYRACT	VITREMER	KETAC-FIL	PHOTAC-FIL
III	PHOTAC-FIL	VITREMER	DYRACT	KETAC-FIL	Z100/SBMPP
IV	DYRACT	VITREMER	PHOTAC-FIL	KETAC-FIL	Z100/SBMPP
V	VITREMER	KETAC-FIL	DYRACT	Z100/SBMPP	PHOTAC-FIL
VI	Z100/SBMPP	KETAC-FIL	PHOTAC-FIL	DYRACT	VITREMER
VII	KETAC-FIL	DYRACT	Z100/SBMPP	PHOTAC-FIL	VITREMER



## APÊNDICE 2

QUADRO III - Espécimens descartados.

	GRUPOS				
	KETAC-FIL	Z100/ SBMPP	VITREMER	PHOTAC- FIL	DYRACT
ESPÉCIMENS DESCARTADOS	8	6	10	7	8
Nº TOTAL DE ESPÉCIMENS	21	21	21	21	21
PERDA %	38.1	28.6	47.6	33.3	38.1

### APÊNDICE 3

TABELA 3 - Valores exploratórios do experimento

Material	Média	Mediana	Variância
Ketac	0.24883	0.26838	0.04030
Z-100	0.01471	0.00883	0.00030
Vitremer	0.02796	0.00860	0.00220
Photac	0.12256	0.05564	0.01797
Dyract	0.05906	0.02726	0.00870

## APÊNDICE 4

**QUADRO IV - Valores de absorvância obtidos pela leitura espectrofotométrica das soluções-teste.**

BLOCO	ABSORVÂNCIA				
	KETAC-FIL	Z100/SBMPP	VITREMER	PHOTAC-FIL	DYRACT
I	*	0.0000	*	*	0.0060
	*	0.0000	0.0020	*	*
	0.0460	*	*	0.0330	0.0000
II	0.0370	*	0.0000	0.0030	*
	*	0.0000	*	*	*
	*	0.0000	*	0.0280	*
III	0.0020	0.0000	*	0.0090	0.0060
	0.0170	0.0000	0.0020	0.0460	0.0070
	0.0050	0.0000	0.0260	*	0.0000
IV	0.0200	0.0000	*	0.0000	*
	*	0.0040	0.0000	0.0010	0.0000
	0.0250	*	0.0070	0.0560	0.0530
V	0.0000	0.0020	*	*	*
	0.0380	0.0260	0.0000	0.0030	0.0100
	0.0000	0.0000	0.0000	*	0.0030
VI	*	*	*	0.0050	*
	*	0.0000	*	0.0020	*
	0.0370	*	0.0000	0.0050	0.0000
VII	*	*	*	0.0030	0.0000
	0.0440	0.0080	0.0000	*	0.0000
	0.0660	0.0000	0.0000	0.0100	0.0100

\* ESPÉCIMEM DESCARTADO

## APÊNDICE 5

**QUADRO V - Concentração de corante ( $\mu\text{g} / \text{ml}$ ) para cada solução-teste.**

BLOCO	CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g} / \text{ml}$ )				
	KETAC-FIL	Z100/SBMPP	VITREMER	PHOTAC-FIL	DYRACT
I	*	0.0000	*	*	0.0545
	*	0.0000	0.0172	*	*
	0.4150	*	*	0.3193	0.0000
II	0.3338	*	0.0000	0.0290	*
	*	0.0000	*	*	*
	*	0.0000	*	0.2709	*
III	0.0180	0.0000	*	0.0871	0.0545
	0.1534	0.0000	0.0172	0.4451	0.0636
	0.0451	0.0000	0.2237	*	0.0000
IV	0.1804	0.0000	*	0.0000	*
	*	0.0353	0.0000	0.0097	0.0000
	0.2255	*	0.0602	0.5418	0.4816
V	0.0000	0.0177	*	*	*
	0.3428	0.2295	0.0000	0.0290	0.0909
	0.0000	0.0000	0.0000	*	0.0273
VI	*	*	*	0.0484	*
	*	0.0000	*	0.0194	*
	0.3338	*	0.0000	0.0484	0.0000
VII	*	*	*	0.0290	0.0000
	0.3969	0.0706	0.0000	*	0.0000
	0.5954	0.0000	0.0000	0.0968	0.0909

\* ESPÉCIMEM DESCARTADO

## SUMMARY

The purpose of this "in vitro" study was to quantify the marginal leakage of three glass ionomer - composite resin hybrid materials in dentin cavities, compared with a glass ionomer cement and a bonded composite resin system. Standardized cylindrical class V cavities were prepared on root facial surface of 105 extracted human uniradicular teeth, about 4 mm below the CEJ. The teeth were randomly assigned into five groups of 21 each. Control groups were restored with either a glass-ionomer cement or a bonded composite resin system. The experimental groups were restored with three glass-ionomer composite resin hybrid materials. All materials were manipulated according to manufacturers' instructions. The teeth were stored in distilled water at 37° C for 24 hours. After this storage period, the restorations were finished and polished with abrasive discs. All teeth were thermally stressed for 500 cycles with a dwell time of 1 min at 5° ± 2 °C and 55° ± 2 °C, and subjected to dye penetration test (2 % methylene blue at 37 °C for 24 hours). The microleakage was quantified by spectrophotometry and was expressed as µg dye / mL. Statistical analysis indicated no significant differences among the five groups ( $\chi^2=5.37$ ,  $\alpha > 0,05$ ). Hence, it was concluded that glass ionomer - composite resin hybrid materials, glass ionomer cement and bonded composite resin system microleakage performances were similar, under the experimental conditions.

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

1. ALPERSTEIN, K.S.; GRAVER, H.T.; HEROLD, R.C.B. Marginal leakage of glass-ionomer cement restorations. *J. prosth. Dent.*, St. Louis, **50**(6): 803-807, Dec. 1983
2. ANSTICE, H.M. & NICHOLSON, J.W. Studies on the structure of light-cured glass-ionomer cements. *J. Mat. Sci.*, London, **3**: 447-451, 1992.
3. ATTIN, T. et al. Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass-ionomer restorative materials. *Dent. Mater.*, Washington, **11**(5): 359-362, Nov. 1995.
4. BAUER, J.G. & HENSON, J.L. Microleakage: a measure of the performance of direct filling materials. *Operative Dent.*, Seattle, **9**(1): 2-9, Winter, 1984.
5. BOURKE, A.M.; WALLS, A.W.; McCABE, J.F. Light-activated glass polyalkenoate (ionomer) cements: the setting reaction. *J. Dent.*, Oxford, **20**(2): 115-120, Apr. 1992.
6. BOUSCHLICHER, M.R.; VARGAS, M.A.; DENEHY, G.E. Effect of desiccation on microleakage of five class 5 restorative materials. *Operative Dent.*, Seattle, **21**(3): 90-95, May-June. 1996.
7. BRACKETT, W.W. et al. Microleakage of light-cured glass-ionomer restorative materials. *Quintessence int.*, Berlin, **26**(8): 583-585, Aug. 1995.
8. BULLARD, R.H.; LEINFELDER, K.F.; RUSSELL, C.M. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J. Am. Dent. Ass.*, Chicago, **116**(7): 871-874, June.1988.
9. BURGESS, J.O. Dental materials for the restoration of root surface caries. *Am. J. Dent.*, San Antonio, **8**(6): 342-351, Dec. 1995.
10. 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, **20**(5): 287-293, Oct. 1992.

---

\* Referências Bibliográficas de acordo com a NB-66, de 1978, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos periódicos conforme o "World List of Scientific Periodicals".

11. CHAN, M.F.W-Y. & GLYN JONES, J.C. Marginal sealing ability of four restorative materials placed in root surfaces. **Eur. J. prosthont. Rest. Dent.**, Ramford, 2(1): 23-27, Sept. 1993.
12. CHOHEYEB, A. A. Microleakage comparison of dentin bonding systems with glass ionomer. **Dent. Mater.**, Washington, 8(1): 27-30, Jan. 1992.
13. COOLEY, R.L. & ROBBINS, J.W. Glass ionomer microleakage in class V restorations. **Gen. Dent.**, Chicago, 36(2): 113-115, Mar-Apr. 1988.
14. CRIM, G.A. Effect of aging on microleakage of restorative systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 6(4): 192-194, Aug. 1993.
15. \_\_\_\_\_. Marginal leakage of visible light-cured glass ionomer restorative materials. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, 69(6): 561-566, June. 1993.
16. DOERR, C.L.; HILTON, T.J.; HERMESCH, C.B. Effect of thermocycling on the microleakage of conventional and resin-modified glass ionomers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 9(1): 19-21, Feb. 1996.
17. DOUGLAS, W.H. & ZAKARIASEN, K.L. Volumetric assessment of apical leakage utilizing a spectrophotometric dye-recovery method. **J. dent. Res.** Washington, 60: 438, 1981. [Abstract, 512]
18. ERICKSON, R.L. Root surface treatment with glass ionomers and resin composites. **Am. J. dent.**, San Antonio, 7(5): 279-285, Oct. 1994.
19. FEILZER, A.J.; De GEE, A.J.; DAVIDSON, C.L. Curing contraction of composites and glass-ionomer cements. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, 59(3): 297-300, Mar. 1988.
20. \_\_\_\_\_. et al. The influence of water sorption on the development of setting shrinkage stress in traditional and resin-modified glass ionomer cements. **Dent. Mater.**, Washington, 11(3): 186-190, May. 1995.
21. FERRARI, M. & DAVIDSON, C. L. Sealing capacity of a resin-modified glass-ionomer and resin composite placed in vivo in class 5 restorations. **Operative Dent.**, Seattle, 21(2): 69-72, Mar./Apr., 1996.
22. FORSS, H. Release of fluoride and other elements from light-cured glass ionomers in neutral and acidic conditions. **J. dent. Res.**, Washington, 72(8): 1257-1262, Aug. 1993.

23. GALAN JR., J.; MONDELLI, J.; CORADAZZI, J.L. Marginal leakage of two composite restorative systems. *J. dent. Res.*, Washington, **55**(1) : 74-76, Jan.-Feb. 1976.
24. GOING, R.E. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J. Am. Dent. Ass.*, Chicago, **84** (6): 1349-1357, June. 1972.
25. GRAJOWER, R. & GUELMANN, M. Dimensional changes during setting of glass-ionomer filling material. *Quintessence int.*, Berlin, **20**(7): 505-511, July. 1989.
26. HALLETT, K.B. & GARCIA-GODOY, F. Microleakage of resin-modified glass-ionomer cement restorations: an in vitro study. *Dent. Mater.*, Washington, **9**(5): 306-311, Sept., 1993.
27. HEMBREE Jr., J.H. & ANDREWS, J.T. Microleakage of several class V anterior restorative materials: a laboratory study. *J. Am. dent. Ass.*, Chicago, **97**(2): 179-183, Aug. 1978.
28. HICKS, M.J. Artificial lesion formation around glass ionomer restorations in root surfaces: A histologic study. *Gerodontics*, Denmark, **2** (3): 108-114, Jun. 1986.
29. HOTZ, P. et al. The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Br. Dent. J.*, London, **142**(2): 41-47, Jan. 1977.
30. KANCHANAVASITA, W. ; PEARSON, G.J.; ANSTICE, H.M. Influence of humidity on dimensional stability of a range of ion-leachable cements. *Biomaterials*, Stoneham, **16**(12): 921-929, Aug. 1995.
31. KAPLAN, I. et al. Microleakage of composite resin and glass ionomer cement restorations in retentive and nonretentive cervical cavity preparations. *J. prosthet. Dent.*, St. Louis, **68**(4): 616-623, Oct. 1992.
32. KENT, B.E.; LEWIS, B.G.; WILSON, A.D. The properties of a glass ionomer cement. *Br. dent. J.*, London, **135**(2): 322-326, Oct. 1973.
33. KIDD, E. A. M. Cavity sealing ability of composite and glass ionomer cement restorations: An assessment in vitro. *Br. dent. J.*, London, **144**(7): 139-142, Mar. 1978.
34. \_\_\_\_\_. Microleakage: a review. *J. Dent.*, Oxford, **4**(5): 199-106, Sept. 1976.



35. LIN, A.; McINTYRE, N. S.; DAVIDSON, R.D. Studies on the adhesion of glass-ionomer cements to dentin. *J. dent. Res.*, Washington, 7(11): 1836-1841, Nov. 1992.
36. MALDONADO, A.; SWARTS, M.L.; PHILLIPS, R.W. An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement. *J. Am. dent. Ass.*, Chicago, 96(5): 785-791, May. 1978.
37. MATHIS, R.S. & FERRACANE, J. L. Properties of a glass-ionomer / resin composite hybrid material. *Dent. Mater.*, Washington, 5(5): 355-358, Sept. 1989.
38. McLEAN, J.W.; NICHOLSON, J.W.; WILSON, A.D. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence int.*, Berlin, 25(9): 587-589. Sept. 1994.
39. \_\_\_\_\_ & WILSON, A.D. The clinical development of the glass-ionomer cements. I. Formulations and properties. *Aust. dent. J.*, St. Leonards, 22(1): 31-36, Feb. 1977.
40. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. The clinical development of the glass-ionomer cements. II. Some clinical applications. *Aust. dent. J.*, St. Leonards, 22(2): 120-127, Apr. 1977.
41. MONTEIRO Jr., S. et al. Evaluation of materials and techniques for restoration of erosion areas. *J. prosthet. Dent.*, St. Louis, 55(4): 434-442, Apr. 1986.
42. PACHUTA, S.M. & MEIERS, J.C. Dentin surface treatments and glass ionomer microleakage. *Am. J. Dent.*, San Antonio, 8(4): 187-190, Aug. 1995.
43. PUCKETT, A.D. et al. Microleakage and thermal properties of hybrid ionomer restoratives. *Quintessence int.*, Berlin, 26(8): 577-581, Aug. 1995.
44. RIGSBY, D.F. et al. Marginal leakage and marginal gap dimensions of three dentinal bonding systems. *Am. J. Dent.*, San Antonio, 2(6): 289-294, Dec. 1990.
45. ROSSOMANDO, K.J. & WENDT Jr., S.L. Thermocycling and dwell times in microleakage evaluation for bonded restorations. *Dent. Mater.*, Washington, 11(1): 47-51, Jan. 1995.
46. SALAMA, F.S.; RIAD, M.I.; MEGID, F.Y.A. Microleakage and marginal gap formation of glass ionomer resin restorations. *J. clin. Pediatr. Dent.*, Birmingham, 20(1): 31-36, Fall, 1995.

47. SCHERER, W. et al. Microleakage of capsulated glass ionomer cements. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **2(6)**: 355-357, Dec. 1989.
48. SERRA, M.C. Estudo *in vitro* do desenvolvimento de cárie em esmalte adjacente a materiais restauradores contendo flúor. Bauru, 1995. 65p. [Tese (Doutoramento) - FOB - USP]
49. SIDHU, S.K. A comparative analysis of techniques of restoring cervical lesions. **Quintessence int.**, Berlin, **24(8)**: 553-559, Aug. 1993.
50. \_\_\_\_\_. Marginal contraction gap formation of light-cured glass ionomers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **7(2)**: 115-118, Apr. 1994.
51. \_\_\_\_\_. & WATSON, T.F. Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **8(1)**: 59-67, Feb. 1995.
52. SPARKS, J. D. et al. The influence of matrix use on microleakage in class 5 glass-ionomer restorations. **Operative Dent.**, Seattle, **17(5)**: 192-195, Sept-Oct. 1992.
53. TAYLOR, M.J. & LYNCH, E. Microleakage. **J. Dent.**, Oxford, **20(1)**: 3-10, Feb. 1992.
54. THORNTON, J.B.; RETIEF, D.H.; BRADLEY, E.L. Marginal leakage of two glass ionomer cements: Ketac-Fil and Ketac-Silver. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **1(1)**: 35-38, Feb. 1988.
55. TRUSHKOWSKY, R.D. & GWINNETT, A.J. Microleakage of class V composite, resin sandwich, and resin-modified glass ionomers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **9(3)**: 96-99, June. 1996.
56. TSUNEKAWA, M. et al. A new lighth-activated adhesive composite: shear bond strength and microleakage. **Dent. Mater.**, Washington, **8(4)**:234-237, July. 1992.
57. WELSH, E.L. & HEMBREE, J.H. Microleakage at the gingival wall with four class V anterior restorations materials. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **54(3)**: 370-372, Sep. 1985.
58. WILSON, A. D. Developments in glass-ionomer cements. **Int. J. Prosthod.**, Lombard, **2(5)**: 438-446, June. 1989.

59. WILSON, A.D. Resin-modified glass-ionomer cements. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, 3(5): 425- 429, Sep/Oct. 1990.
60. \_\_\_\_\_. & KENT, B.E. A new translucent cement for dentistry: The glass ionomer cement. **Br. dent. J.**, London, 132(4): 133-135, Feb. 1972.
61. \_\_\_\_\_. & Mc LEAN, J.W. Glass-ionomer cement. 8.ed. Chicago, **Quintessence Publishing Co., Inc.**, 1988. 274 p.
62. \_\_\_\_\_. & PADDON, J.M. Dimensional changes occurring in a glass-ionomer cement. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 6(6): 280-282, Dec. 1993.
63. YAP, A.U.J. Resin-modified glass ionomer cements: a comparison of water sorption characteristics. **Biomaterials**, Stoneham, 17(19): 1897-1900, Oct. 1996.
64. \_\_\_\_\_.; LIM, C.C.; NEO, J.C.L. Marginal sealing ability of three cervical restorative systems. **Quintessence int.**, Berlin, 26(11):817-820, Nov. 1995.
65. ZYSKIND, D. et al. Marginal leakage around V- shaped cavities restored with glass-ionomer cements: an in vitro study. **Quintessence int.**, Berlin, 22(1): 41-45, Jan. 1991.

## OBRAS CONSULTADAS

BERGAMIN FILHO, H.; KRUG, F.J.; ZAGATTO, E.A.G. **Princípios de espectrofotometria ultravioleta e visível.** Piracicaba, Centro de Energia Nuclear na Agricultura-USP., 1986. 26f.

**DICIONÁRIO da língua portuguesa.** São Paulo, Nova Cultural, 1992. 1176p.

**MANUAL de estilo** Editora Abril: como escrever bem para nossas revistas. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1990. 93p.

PHILLIPS, R.W. **Skinner Materiais Dentários.** 9.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1993. 334p.

SOLIANI, S.D.O. & SILVA, L.F. **Referências bibliográficas. NB-66 da ABNT, de 1978.** 3.ed. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1995. 24f.

\_\_\_\_\_. & \_\_\_\_\_. **Como escrever uma dissertação ou tese.** 3.ed. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 1995. 53f.

VIEIRA, S. **Como escrever uma tese.** São Paulo, Pioneira, 1991. 82p.