

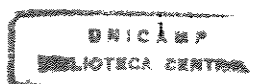
UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

VICENTE DE PAULO ARAGÃO SABOIA  
Cirurgião-Dentista

**EFEITO DA REMOÇÃO DO COLÁGENO NA  
INFILTRAÇÃO MARGINAL EM RESTAURAÇÕES DE  
RESINA COMPOSTA UTILIZANDO DOIS SISTEMAS  
ADESIVOS DE FRASCO ÚNICO**

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

PIRACICABA  
2001



VICENTE DE PAULO ARAGÃO SABOIA  
Cirurgião-Dentista

**EFEITO DA REMOÇÃO DO COLÁGENO NA  
INFILTRAÇÃO MARGINAL EM RESTAURAÇÕES DE  
RESINA COMPOSTA UTILIZANDO DOIS SISTEMAS  
ADESIVOS DE FRASCO ÚNICO**

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ ANDRÉ FREIRE PIMENTA

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta  
Prof. Dr. Paulo Eduardo Capel Cardoso  
Prof. Dr. Haroldo César Pinheiro Beltrão  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giselle Maria Marchi Baron  
Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoretti

Este exemplar foi devidamente corrigido,  
de acordo com a Resolução CCPG-036/83  
data 23/03/01  
Assinatura do Orientador

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

PIRACICABA  
2001

### Ficha Catalográfica

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sa13e | <p>Saboia, Vicente de Paulo Aragão.<br/>Efeito da remoção do colágeno na infiltração marginal em restaurações de resina composta utilizando dois sistemas adesivos de frasco único. / Vicente de Paulo Aragão Saboia. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2001.<br/>ix, 79f. : il.</p> <p>Orientador : Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta.<br/>Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Adesivos dentários. 2. Colágeno. I. Pimenta, Luiz André Freire. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p> |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 16 de Fevereiro de 2001, considerou o candidato VICENTE DE PAULO ARAGÃO SABOIA aprovado.

1. Prof. Dr. LUIZ ANDRE FREIRE PIMENTA

2. Prof. Dr. HAROLDO CÉSAR PINHEIRO BELTRÃO

3. Prof. Dr. PAULO EDUARDO CAPEL CARDOSO

4. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

5. Profa. Dra. GISELLE MARIA MARCHI BARON

## DEDICATÓRIA

*Aos meus queridos pais LUIS ALBERTO e GONÇALA, meus primeiros e verdadeiros mestres, aos quais tudo devo, pelos seus sacrifícios, amor e dedicação para a minha formação moral e intelectual, pelos exemplos de dignidade e honradez que sempre me ajudaram a vencer os desafios da vida.*

*À minha filha LUÍSA, razão maior do meu viver, que na sua inocência e doçura consegue transformar a vida num eterno sonho bom. TE AMO!*

*"Saciam-se na abundância da tua casa, e lhes matas a sede na torrente das tuas delícias. Pois em Ti está a fonte da vida, em Tua luz vemos a luz."*

*Sl. 36, 9-10*

*Obrigado Senhor!*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz André Freire Pimenta, mestre e amigo, pela ajuda inestimável, sem a qual a realização deste trabalho não teria sido possível.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa dos Profs. Drs. Antônio Wilson Sallum, Diretor, e Frab Norberto Bôscoli, Diretor Associado.

À Profa. Dra. Altair A. Del Bel Cury, coordenadora dos cursos de Pós-graduação da FOP – UNICAMP e à Profa. Dra. Brenda Paula F. Gomes, coordenadora do Curso de Pós-graduação em Clínica Odontológica da FOP – UNICAMP.

Aos professores da área de Dentística da FOP, Luis Roberto Marcondes Martins, Mônica Campos Serra, Luis Alexandre M. S. Paulillo, José Roberto Lovadino, Marcelo Giannini e Gisele Marchi, pelo acolhimento e atenção a mim dispensados durante todos estes anos.

Aos colegas da disciplina de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Ceará, Profs. Haroldo Beltrão, Heloísa Marques, Carlos Fernandes, Sérgio Santiago, Emmanuel Arraes, Lidiane Azevedo e à secretária Marta Ferreira, pelo apoio incondicional durante a pós-graduação.

Aos funcionários da Faculdade de Odontologia da UFC, Lucimar Melo de Oliveira e Germano Muniz pela ajuda constante na resolução dos problemas burocráticos.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos durante o curso.

Aos companheiros de república, Jean, Wagner, Joly e Guará, pelo convívio agradável, amizade e compreensão durante esses anos em que formamos uma pequena família.

Aos colegas de turma do doutorado, especialmente aos que se tornaram verdadeiros irmãos: Gisele, Camila e Bruno. Nem o tempo e a distância conseguirão apagar um verdadeiro sentimento. Sentirei saudades...

À amiga Andresa Obici, pelas sugestões durante a redação da tese.

Às colegas do mestrado Ana Karina Bedran e Cristiane Amaral, pela grande colaboração como examinadoras dos espécimes.

Às amigas Vanessa Arias e Mirela Shinohara, pela ajuda na formatação dos gráficos e tabelas.

Ao Anderson Hara, pelas sugestões inteligentes durante a execução e redação do trabalho.

Aos funcionários Reinaldo e Ana Carolina, do Departamento de Dentística da FOP, pela colaboração durante todas as fases desse trabalho.

Aos funcionários da biblioteca da FOP, pela paciência e boa vontade na busca de referências e informações gerais.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, ajudaram, de alguma forma, para a realização deste trabalho, gostaria de dizer:

MUITO OBRIGADO!

## SUMÁRIO

|                                                                      | pág. |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| <b>RESUMO</b> .....                                                  | 1    |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                | 3    |
| <b>1- INTRODUÇÃO</b> .....                                           | 4    |
| <b>2- REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                                | 8    |
| 2.1.- ADESIVOS DENTINÁRIOS.....                                      | 8    |
| 2.2.- TRATAMENTOS DA DENTINA COM NaOCI PARA A REMOÇÃO<br>DO COLÁGENO | 20   |
| <b>3- PROPOSIÇÃO</b> .....                                           | 37   |
| <b>4- MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                                   | 38   |
| 4.1.- SELEÇÃO DOS DENTES E PREPAROS DAS CAVIDADES.....               | 38   |
| 4.2.- DIVISÃO DOS GRUPOS E PROCEDIMENTO RESTAURADOR....              | 40   |
| 4.3.- ARMAZENAMENTO E TERMOCICLAGEM.....                             | 44   |
| 4.4.- IMERSÃO NO CORANTE.....                                        | 44   |
| 4.5.- ANÁLISE QUALITATIVA DA MICROINFILTRAÇÃO.....                   | 45   |
| <b>5- RESULTADOS</b> .....                                           | 48   |
| <b>6- DISCUSSÃO</b> .....                                            | 53   |
| <b>7- CONCLUSÃO</b> .....                                            | 69   |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                              | 70   |
| <b>ANEXOS</b> .....                                                  | 74   |
| <b>APÊNDICES</b>                                                     | 76   |

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da remoção do colágeno na infiltração marginal de corante na interface adesiva de restaurações de resina composta utilizando dois sistemas adesivos de frasco único, envelhecidas através de ciclagem térmica e estocagem em água durante 1 ano. Foram usadas 40 raízes de terceiros molares humanos recém-extraídos e armazenados em formol a 10%. A câmara pulpar e o ápice radicular foram vedados com resina composta. Cada raiz recebeu dois preparos cavitários cilíndricos com dimensões de 2 mm de diâmetro por 2 mm de profundidade. Após sorteio, foram criados dois conjuntos de 20 raízes cujas cavidades foram restauradas utilizando-se os adesivos Prime & Bond 2.1(PB-Dentsply) ou Single Bond (SB-3M). Cada porção radicular recebeu uma restauração pela técnica da hibridização (controle) e outra após o tratamento da dentina com NaOCl (hipoclorito de sódio) a 10% por 60 s para remoção de colágeno (teste). Ficaram estabelecidos 4 grupos de 20 cavidades assim distribuídas: G1(PBSH)-PB sem NaOCl; G2(PBCH)-PB com NaOCl; G3(SBSH)-SB sem NaOCl e G4(SBCH)-SB com NaOCl. Todas as cavidades foram restauradas com resina composta Z 100 (3M) de acordo com as instruções do fabricante. Os espécimes foram submetidos a 5000 ciclos térmicos (5-55 °C) e armazenados em água à 37 °C. Após 1 ano, os remanescentes radiculares foram vedados e imersos em solução de azul de metileno a 2% por 4 horas. As restaurações foram seccionadas no sentido longitudinal da raiz e observadas em

lupa estereoscópica com 45 vezes de aumento. De acordo com a penetração do corante nas margens da restauração foram atribuídos escores de 0 a 4, os quais foram tabulados e submetidos ao teste Exato de Fisher. A remoção do colágeno reduziu significativamente os índices de microinfiltração para o adesivo à base de acetona (Prime & Bond 2.1) enquanto que para o adesivo à base de água (Single Bond) este tratamento não influenciou os índices de microinfiltração.

Palavras-chave: adesivos dentinários, microinfiltração, colágeno, hipoclorito de sódio.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of collagen removal on the microleakage of two single-bottle adhesive systems. Forty human third molars were selected and each of them received two preparations on its roots. The roots were randomly assigned to be restored using Prime & Bond 2.1(PB-Dentsply) or Single Bond (SB-3M). One of the cavities in each root was treated with  $H_3PO_4$  and the other received an additional treatment with 10% sodium hypochlorite (NaOCl) for 60 s before adhesive application for removal of collagen layer. Four groups were created: G1(PBSH)-PB without NaOCl; G2(PBCH)-PB with NaOCl; G3(SBSH)-SB without NaOCl and G4(SBCH)-SB with NaOCl. All the cavities were restored with Z 100 restorative resin (3M). The specimens were submitted to 5,000 thermal cycles (5-55 °C) and stored in 37 °C water for 1 year. After this time the specimens were coated with a varnish except for 1 mm of tooth structure surrounding the restoration and immersed in 2% blue methylene for 4 hours. After rinsing, the restorations were sectioned and two independent observers, using a light microscopy at x45 magnification, scored (0 - 4) the microleakage at the interface between restorative material and tooth. The scores were submitted to Fisher's Exact Test and the results showed that collagen removal reduced significantly the microleakage for Prime & Bond 2.1 and had not effect on microleakage for Single Bond.

Key-words: dentin adhesives, microleakage, collagen, sodium hypochlorite.

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um material restaurador com características semelhantes aos tecidos dentais e adesão a estes, tem sido o objetivo de inúmeras pesquisas em odontologia (BUONOCORE, 1955; NAKABAYASHI et al., 1982; NAKABAYASHI et al., 1992; WAKABAYASHI et al., 1994; VARGAS et al., 1997). Uma efetiva adesão na interface dente/material restaurador é de fundamental importância, já que poderia reduzir a microinfiltração e as possíveis complicações clínicas decorrentes deste fenômeno (HALLER, 2000).

Inicialmente, a falha no processo de adesão se caracteriza clinicamente pela pigmentação das margens da restauração decorrente da infiltração marginal (ALANI & TOH, 1997; ANUSAVICE, 1989). Em decorrência disso pode haver o desenvolvimento de cáries secundárias, o que tem sido relatado como a principal causa de substituição de restaurações (ANUSAVICE, 1989).

A técnica de condicionamento ácido do esmalte, descrita pela primeira vez por BUONOCORE (1955), é um procedimento clínico largamente difundido e deu origem à era da “odontologia adesiva”.

A tentativa de uma adesão estável em dentina tem sido, desde então, alvo de inúmeros trabalhos (WAKABAYASHI et al., 1994; CIUCCHI et al., 1994; FUJITA et al., 1996; VARGAS et al., 1997; SABOIA, 1998; CHERSONI et al., 1998; PIOCH et al., 1999; SABOIA et al., 2000). Por se tratar de um tecido com

alta complexidade morfofuncional e grande conteúdo orgânico, se comparado ao esmalte, muitas dificuldades têm sido encontradas na tentativa de se conseguir uma união duradoura à dentina (WALSHAW & McCOMB, 1996).

Um grande avanço nesse campo foi conseguido por NAKABAYASHI et al. (1982), através da difusão da resina hidrófila 4-META para o interior da dentina parcialmente desmineralizada com ácido. A desmineralização parcial da dentina resultava na exposição das fibras colágenas intactas que posteriormente eram envolvidas pelo monômero resinoso, resultando numa zona de dentina infiltrada por resina conhecida como camada híbrida (NAKABAYASHI, 1992; NAKABAYASHI et al., 1992).

A camada híbrida é composta de duas fases distintas. A porção superficial se constitui de uma densa rede de colágeno impregnada por resina e desprovida de conteúdo mineral. Abaixo desta, se apresenta uma camada mais estreita com dentina parcialmente desmineralizada e composta de cristais de hidroxiapatita encapsulados por resina (NAKABAYASHI et al., 1992).

A falha no processo de adesão pode se iniciar pela hidrólise das fibras colágenas que não foram totalmente encobertas por resina devido à pouca permeabilidade da dentina ou por deficiência de difusão da resina, ou seja, quando a resina não penetra totalmente na zona desmineralizada (NAKABAYASHI, 1992). Essa camada de fibras colágenas expostas, pode ser penetrada e degradada por substâncias exógenas, inclusive as proteases

bacterianas (PRATI et al., 2000). É, portanto, imprescindível que a resina preencha todos os espaços resultantes da desmineralização, para que se obtenha uma adesão efetiva e duradoura (NAKABAYASHI, 1992).

A remoção da camada de colágeno pode trazer benefícios para a difusão da resina pelo aumento da permeabilidade dentinária e pela alteração da composição da dentina, deixando a superfície deste tecido com conteúdo mineral semelhante ao esmalte (SAKAE et al., 1988), e, conseqüentemente, aumentando a resistência adesiva (VARGAS et al., 1997). Além disso, a remoção do colágeno poderia resultar num aumento da longevidade das restaurações, já que o processo de degradação da interface hibridizada, decorrente de uma possível hidrólise dos peptídeos do colágeno, estaria teoricamente interrompido, caso essas fibras não estivessem presentes na interface adesiva exposta ao meio bucal (NAKABAYASHI et al., 1992). Uma adesão mais durável poderia ser conseguida diretamente com a hidroxiapatita da dentina parcialmente desmineralizada, após a remoção do colágeno (VARGAS et al., 1997).

Trabalhos têm concluído que a camada de colágeno não oferece contribuição direta para o aumento da resistência adesiva (GWINNETT, 1994; GWINNETT et al., 1996; VARGAS et al., 1997). Além disso, um aumento significativo de resistência de união foi verificado quando adesivos à base de acetona foram aplicados sobre a dentina sem colágeno (SABOIA, 1998; INAI et al., 1998; KANCA III & SANDRIK, 1998; PIOCH et al., 1999; SABOIA et al., 2000). Por outro lado, trabalhos mostraram que a remoção desta camada protéica parece

ter implicação direta no aumento da formação de fendas ao redor de restaurações de resina com margens em dentina (UNO & FINGER, 1995; FRANKENBERGER et al., 2000). Portanto, a técnica de adesão à dentina sem colágeno deve ser vista com cautela, já que maiores valores de resistência adesiva acompanhados de aumento de defeitos marginais não seria interessante e poderia limitar a longevidade das restaurações.

O aumento da resistência de união de um adesivo à base de acetona à dentina sem colágeno mostrado por SABOIA (1998) sugeriu a necessidade de testes de microinfiltração, na tentativa de avaliar, de uma forma mais abrangente, a qualidade da interface adesiva produzida por esta nova técnica. A presença de microinfiltração em níveis elevados traduziria a presença de falhas marginais, possivelmente relacionadas à ausência do colágeno, o que poderia resultar na contra-indicação dessa técnica.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. ADESIVOS DENTINÁRIOS

A primeira tentativa de aderir materiais resinosos à superfície dentária foi realizada por BUONOCORE, em 1955, através de tratamento superficial do esmalte com o objetivo de aumentar a retenção. Foram usados o fosfomolibdato a 50% em união com o ácido oxálico a 10% e o ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) a 85%. Os resultados mostraram um aumento de retenção para os dois materiais em comparação com os dentes não tratados, sendo a maior retenção para os dentes tratados com ácido fosfórico. A formação de precipitado produzido pelo ácido oxálico pode ter sido a causa de menor retenção para esse grupo. O ácido fosfórico, além de maior retenção, apresentou técnica de uso bem mais simples.

NAKABAYASHI et al., em 1982, avaliaram a efetividade da resina 4-META na adesão ao esmalte e à dentina. Foram usadas soluções de ácido cítrico (1%) e cloreto férrico (1%) ou em concentrações de 1% e 3%, respectivamente, para condicionar a superfície dental. Após a cimentação de cilindros de resina e estocagem por 24 horas em água a 37 °C, os mesmos foram submetidos ao teste de tração a uma velocidade de 2 mm/min. A resistência adesiva foi de 18 MPa na dentina condicionada. A análise em MEV sugeriu que o monômero apresentava afinidade pelo tecido duro. Foi concluído que monômeros com grupamentos hidrófilos e hidrófobos promoviam adesão por infiltração e polimerização no

interior do substrato condicionado, e que a adesão não era devido a formação de “tags” nos túbulos dentinários, como havia sido descrita anteriormente.

WENNER et al., em 1988, avaliaram a microinfiltração em cavidades radiculares restauradas com vários materiais. Dentes unirradiculares foram selecionados e cada raiz recebeu 4 cavidades que foram restauradas com Aurafill, Dispersalloy, Ketac-Fil ou Dentin Bonding Agent. Após termociclagem em fucsina básica (5-55 °C) por 4 horas, as restaurações foram cortadas transversalmente em 4 secções e examinadas ao microscópio ótico com um aumento de 50 vezes. Os resultados foram obtidos através de escores: 0 (sem infiltração), 1 (infiltração entre o cimento e a restauração) e 2 (infiltração entre a dentina e a restauração). Todos os materiais permitiram infiltração na interface dente-restauração; no entanto, os espécimes restaurados com resina composta apresentaram menores escores de infiltração que aqueles restaurados com amálgama ou ionômero de vidro.

NAKABAYASHI et al., em 1992, investigaram, “in vivo”, a adesão da resina 4-META à dentina humana. Dentes condenados por problemas periodontais foram tratados com solução 10:3 (ácido cítrico a 10% + cloreto férrico a 3%) por 10 e 30 s, e imediatamente extraídos para análise em MET (microscopia eletrônica de transmissão). O exame microscópico revelou a formação de camada híbrida, criada pela impregnação, mistura e envolvimento das fibras colágenas e aprisionamento dos cristais de hidroxiapatita pelo agente resinoso. A adesão foi considerada estável e duradoura, todavia, podendo apresentar falhas após longos períodos de imersão em água. Isso ocorreria pela hidrólise dos peptídeos do

colágeno que não teriam sido recobertos totalmente pela resina. Uma desmineralização em pequenas proporções seria favorável, pois facilitaria a difusão da resina para toda a região do colágeno exposto, diminuindo a possibilidade de exposição dessas fibras aos fluidos bucais.

NAKABAYASHI, em 1992, em uma revisão, descreveu os princípios de adesão da resina 4-META, quando aplicada sobre a dentina. Uma melhora na adesão é conseguida pelo aumento da penetração intertubular e impregnação da dentina, quando do uso da resina 4-META/MMA-TBB, após a aplicação da solução 10:3. A adição do cloreto férrico ao ácido cítrico estabilizou o colágeno durante a remoção da apatita mineral, preservando a sua configuração tridimensional e facilitando a penetração do monômero resinoso. A polimerização deste, "in situ", se dá pela ação do iniciador tri-n-butil-borano (TBB) em conjunção com o oxigênio e a água como co-catalisadores. Essas duas substâncias estão disponíveis no substrato dentinário e seus túbulos. Uma vez polimerizada, a resina forma um emaranhado com as fibras colágenas e deixa encapsulados os cristais de hidroxiapatita, criando uma área ácido-resistente conhecida como zona híbrida.

KREJCI et al., em 1993, avaliaram a adaptação marginal de "inlays" confeccionados pelo sistema CAD-CAM usando diferentes materiais cerâmicos e cimentos resinosos, após envelhecimento em laboratório. Os parâmetros de envelhecimento foram os seguintes: 24 h de desintegração química (imersão em etanol 75%), 30 min de escovação com pasta abrasiva, 120000 ciclos mastigatórios e 300 ciclos térmicos correspondendo a 6 meses de vida clínica; 48

h de desintegração química, 60 min de escovação, 240000 ciclos mastigatórios e 600 ciclos térmicos correspondendo a 1 ano de vida clínica; 128 h de desintegração química, 160 min de escovação, 640000 ciclos mastigatórios e 1600 ciclos térmicos correspondendo a 2,7 anos de vida clínica e 240 h de desintegração química, 300 min de escovação, 1200000 ciclos mastigatórios e 3000 ciclos térmicos correspondendo à aproximadamente 5 anos de vida clínica. A observação em MEV mostrou excelente adaptação marginal para todos os grupos imediatamente após a confecção dos espécimes. Após os procedimentos de envelhecimento, houve um aumento de fendas na interface e discrepâncias marginais estatisticamente significativas foram encontradas entre os grupos.

CHAN & GLYN JONES, em 1994, determinaram a importância da ciclagem térmica na infiltração de eosina a 5% em interfaces de restaurações radiculares de amálgama, ionômero de vidro e resina composta associada a dois sistemas adesivos (com e sem remoção da lama dentinária). Após as restaurações, os dentes foram submetidos a 150 ciclos térmicos entre 15 °C (1min), 37 °C (4 min), 45 °C (1 min) e 37 °C (4 min), seccionados e examinados com 2 vezes de aumento em MO (microscopia ótica). Foram criados escores de 0 a 4 para os vários níveis de infiltração. Todos os materiais apresentaram algum nível de infiltração e não houve diferença de severidade de microinfiltração entre os dentes ciclados e não ciclados.

RETIEF et al., em 1994, realizaram um estudo para determinar a relação entre resistência adesiva e microinfiltração usando 7 adesivos dentinários.

Foram preparados 115 espécimes e estocados em água a 37 °C por 24 horas, antes do teste de cisalhamento que foi feito a uma velocidade de 0,5 mm/min. Para o teste de microinfiltração, 15 restaurações de classe V em dentina foram realizadas para cada adesivo, e após sofrerem 500 ciclos térmicos em azul de metileno a 2%, a microinfiltração foi determinada por espectrofotometria, sendo expressa em µg de corante por restauração. Os valores obtidos para o teste de cisalhamento variaram de 8,2(3,9) a 17,2(3,6) MPa, enquanto que a microinfiltração variou de 2,6(1,2) a 4,4(4,1) µg de corante por restauração. Os autores concluíram que a resistência ao cisalhamento e a microinfiltração são fenômenos intimamente associados e os resultados sugeriram que valores de resistência ao cisalhamento em torno de 21 MPa podem praticamente eliminar a microinfiltração ou reduzi-la em níveis perto de zero.

FORTIN et al., em 1994, avaliaram a resistência ao cisalhamento e a microinfiltração para sete adesivos dentinários objetivando traçar uma correlação entre esses dois fenômenos. Para o teste mecânico foi usada uma velocidade de 5 mm/min e a microinfiltração foi obtida por imersão dos espécimes em nitrato de prata. Escores de penetração do corante foram dados após observação em MO. Os resultados mostraram predominância de falhas adesivas nos espécimes submetidos ao teste mecânico e os maiores valores foram obtidos pelos adesivos com baixo módulo de elasticidade. Não foi observada correlação significativa entre microinfiltração e cisalhamento, apesar de existir uma forte indicação de que um material com maior resistência adesiva venha a apresentar menor microinfiltração.

SANO et al., em 1995, estudaram a microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com resina composta e adesivos hidrófilos, por meio de imersão em nitrato de prata. A análise em MEV (microscopia eletrônica de varredura) revelou a presença de poros na base da camada híbrida para todos os adesivos usados, mesmo na ausência de fendas na interface dente-restauração, o que poderia permitir a penetração de água. Para distinguir esse tipo especial de microinfiltração com formação de poros na base da camada híbrida e ausência de fendas marginais, os autores propuseram o termo “nanoinfiltração”.

WALSAHAW & McCOMB, em 1996, através de uma revisão sobre adesão dentinária, descreveram os possíveis mecanismos que ocorrem durante este fenômeno, bem como os aspectos clínicos importantes para uma adesão favorável. O “primer”, promotor de difusão da resina para o interior do substrato úmido, apresentou melhores resultados de penetração quando aplicado em camadas múltiplas na dentina, mesmo para aqueles materiais que recomendam aplicação única. A prevenção do colapso das fibras colágenas, pela manutenção da umidade natural da dentina, foi descrita como essencial para o processo adesivo. Por outro lado, o excesso de umidade resultou em espaços vazios na interface adesiva. O condicionamento da dentina não deveria ultrapassar 15 s, o que poderia resultar em desmineralização excessiva e penetração incompleta da resina nos espaços criados. Embora os “tags” de resina possam penetrar na dentina vital cerca de 10 a 20  $\mu\text{m}$ , seu embricamento mecânico efetivo com a dentina ocorre somente nos primeiros 2 ou 3  $\mu\text{m}$ , correspondendo à porção inicial

afunilada dos túbulos dentinários. Dessa forma, os “tags” parecem não contribuir para a adesão, ou seja, não existe benefício resultante de aumento no comprimento dos “tags”, devido a ausência de hibridização na sua porção mais profunda. A camada híbrida, devido à sua flexibilidade, parece funcionar como absorvedora de “stress”, prevenindo a formação de trincas durante a contração de polimerização das resinas compostas. Clinicamente, o uso de jato de ar deveria ser usado somente para auxiliar na evaporação do solvente e não para espalhar o filme de resina. O uso excessivo de ar para este fim resultou em decréscimo significativo nos valores de resistência ao cisalhamento do SBMP (Scotch Bond Multi Purpose) à dentina. A obtenção de uma camada uniforme de adesivo e a inserção da resina restauradora em incrementos também auxiliam na manutenção da integridade da interface adesiva.

PASHLEY & CARVALHO, em 1997, escreveram uma revisão enfocando as relações entre permeabilidade dentinária e resistência adesiva. Foram também discutidos os possíveis mecanismos de adesão e o papel dos elementos presentes no substrato e adesivo. Foi relatado que adesão mais estável pode ser conseguida através de uma camada híbrida menos profunda e mais uniforme, onde não há poros decorrentes de deficiência de infiltração do adesivo. Devido a baixa resistência coesiva da “smear layer”, um aumento na resistência adesiva só poderia ser conseguida com a remoção desta, ou com o desenvolvimento de materiais que possam atravessá-la e alcançar a matriz de dentina subjacente. Nesse caso, a “smear layer” é incorporada na camada híbrida,

o que ocorre com os adesivos “self-etching”. Sob condições ideais, a formação de camada híbrida seria o mais importante mecanismo de adesão em dentina superficial com menor contribuição dos “tags”, enquanto que em dentina profunda, estes passariam a contribuir mais para a adesão, em virtude de sua maior quantidade e diminuição da dentina intertubular disponível para a adesão. Os “tags”, no entanto, parecem só fornecer adesão em sua porção superior afunilada (2 a 3  $\mu\text{m}$ ), onde há hibridização das paredes dos túbulos dentinários. Uma possível adesão química parece contribuir muito pouco e pode ser mascarada pelos fatores mecânicos. A água também foi considerada importante no processo adesivo pela sua capacidade de manter expandida a rede de colágeno, bem como de provocar sua re-expansão em caso de colapso causado por secagem excessiva. A proporção água/monômero nos “primers” à base de água deve ser bem calculada, a fim de não enfraquecer a união em virtude de pouca quantidade de resina. Os autores concluíram que a presença ou não de umidade na dentina provoca profundas mudanças na permeabilidade desta aos monômeros resinosos, o que reflete diretamente na sua adesão com as resinas.

MARSHALL et al., em 1997, publicaram uma revisão sobre estrutura e propriedades do substrato dentinário e suas relações com a adesão. Foi enfatizado o papel do colágeno e seu reforço mineral, a distribuição desses componentes e sua organização microestrutural relacionados com as propriedades mecânicas em resposta à desmineralização. Os autores concluíram que as variações estruturais da dentina influenciam suas propriedades e, por

consequente, os mecanismos de adesão. A necessidade de mais trabalhos para entender as diferenças entre dentina vital e não vital e o papel dos processos odontoblásticos no interior dos túbulos dentinários foi relatada. Os autores também enfatizaram os recentes progressos nos métodos disponíveis para o estudo da dentina, o que, sem dúvida, levará ao maior entendimento das propriedades e estrutura deste tecido.

ALANI & TOH, em 1997, em uma revisão nos trabalhos de microinfiltração, descreveram os métodos utilizados para esse fim, bem como as implicações desse fenômeno. A detecção da microinfiltração pode ser feita por meio do uso de corantes, marcadores químicos, isótopos radioativos, ar pressurizado, bactérias, análise da ativação de neutrons, MEV, técnica de cáries artificiais e condutividade elétrica. Os autores ressaltaram a importância da influência de ciclagens térmica e mecânica, a fim de se reproduzir, “in vitro”, as condições intra-bucais. Foi concluído que nenhum dos métodos usados para detecção de microinfiltração é ideal, tendo os mesmos apresentado vantagens e desvantagens.

VAN MEERBEEK et al., em 1998, em uma revisão sobre adesivos, abordaram a evolução e indicações destes materiais, bem como os parâmetros que afetam sua performance clínica. A variação no substrato dentinário é o fator que mais influencia o comportamento dos adesivos. Outros aspectos, como capacidade de umedecimento da dentina e elasticidade da interface dente-restauração também podem influenciar na longevidade das restaurações

adesivas. Os autores concluíram que a microinfiltração, bem mais que a retenção, pode diferenciar o desempenho clínico dos sistemas adesivos. Um melhor desempenho dos materiais adesivos pode estar diretamente ligado ao desenvolvimento de materiais restauradores sem contração de polimerização e com coeficiente de expansão térmica semelhante à estrutura dentária.

MIYAZAKI et al., em 1998, investigaram a influência da ciclagem térmica na resistência ao cisalhamento de sete sistemas adesivos aplicados à dentina bovina. Foram usados "primers" auto-condicionantes (Fluoro Bond, Liner Bond II e Mac Bond II) e adesivos de frasco único (One-Step, Optibond Solo, Prime & Bond 2.0 e Single Bond ). Os espécimes foram divididos em 5 grupos: (a) estocado em água a 37 °C por 24 horas; (b) estocado em água a 37 °C por 24 horas e submetido à 3000 ciclos térmicos entre 5 e 55 °C; (c) 10000 ciclos e (d) 30000 ciclos. Doze espécimes por grupo foram submetidos ao teste de cisalhamento a uma velocidade de 1 mm/min. Todos os sistemas adesivos testados apresentaram decréscimo da resistência adesiva com o aumento do número de ciclos; no entanto, essa diferença não foi significativa para os "primers" auto-condicionantes. A análise em MEV após 3000 ciclos mostrou uma camada híbrida intacta nos materiais auto-condicionantes, enquanto que fendas foram observadas na camada híbrida do adesivo One-Step. Essa fendas podem corresponder aos espaços vazios oriundos da insuficiente penetração do "primer" na dentina previamente desmineralizada pelo ácido fosfórico, deixando fibras colágenas expostas e susceptíveis à degradação hidrolítica, resultando no

decréscimo da resistência adesiva. Para os "primers" auto-condicionantes, provavelmente não ocorrem espaços vazios na camada híbrida, pois a profundidade de desmineralização é menor e a penetração do monômero na dentina ocorre concomitante à desmineralização desta.

SANO et al., em 1999, avaliaram "in vivo" a durabilidade da adesão dentina-resina através de teste de micro-tração. Foram feitos preparos na face vestibular de 12 dentes (molares e pré-molares) de um macaco e as restaurações, realizadas com o adesivo Clearfil Liner Bond II e resina Clearfil Photo Posterior. Os dentes foram extraídos imediatamente, 180 ou 360 dias após a colocação das restaurações. Não houve diferença significativa da resistência adesiva nos períodos testados. A análise em MEV dos espécimes extraídos imediatamente após a restauração mostrou uma camada híbrida bem infiltrada pelo adesivo. Um aumento gradativo de porosidades no topo da camada híbrida e na camada de adesivo foi observado para os tempos de 180 e 360 dias. Esses espaços são oriundos da degradação do adesivo que não polimerizou completamente e que, quando em contato com o meio bucal, sofre hidrólise, deixando a interface adesiva porosa. Segundo os autores, os resultados idênticos de resistência adesiva nos 3 períodos testados, juntamente com a perda de adesivo na camada híbrida (porosidades), indica que o colágeno pode ter uma maior contribuição na adesão em dentina intertubular.

PRATI et al., em 2000, avaliaram a morfologia da camada híbrida ao longo da margem cervical de 30 cavidades de classe V restauradas com resina

composta e os adesivos Single Bond, SBMP ou Clearfil Liner Bond 2V. Após o polimento, as margens das restaurações foram tratadas com  $H_3PO_4$  a 10% por 5 s para a remoção dos debris criados pelo polimento. Metade dos espécimes recebeu um tratamento com gel de NaOCl a 1,5% por 2 min, para remover o colágeno exposto (não encapsulado pelo monômero resinoso) da camada híbrida. Todos os espécimes foram metalizados e observados em MEV. A espessura da camada híbrida variou de 2,0 a 2,5  $\mu m$  para os adesivos SBMP e Single Bond e se apresentou mais estreita para o adesivo Clearfil Liner Bond 2V (média de 1,2  $\mu m$ ). Isso provavelmente ocorreu porque a dentina dessa região apresenta maior teor de flúor, o que pode deixar este tecido mais resistente ao condicionamento ácido. A camada híbrida da dentina interna da cavidade se apresentou mais espessa que a da parede gengival. Os espécimes tratados com NaOCl apresentaram porosidades e espaços vazios na base da camada híbrida, correspondentes às fibras colágenas não encobertas pelo monômero resinoso. Este estudo demonstrou que a camada de colágeno não é completamente infiltrada pelo adesivo na parede gengival das restaurações de classe V. A presença de colágeno exposto ao meio bucal pode reduzir a capacidade de selamento dos sistemas adesivos, resultando no aparecimento de fendas e espaços vazios na interface adesiva, o que pode afetar a durabilidade da adesão em função do tempo.

HALLER, em 2000, em uma revisão sobre os recentes desenvolvimentos em adesão à dentina, descreveu os princípios básicos

envolvidos nesse fenômeno, como características morfofisiológicas do substrato, função da água no processo e características dos principais sistemas adesivos atuais. A importância do colágeno como imprescindível fonte de retenção foi questionada e concluiu-se que sua presença não é mais necessária para certos tipos de adesivos. Os sistemas auto-condicionantes se apresentam como opção viável em odontologia adesiva mas o autor sugeriu que mais pesquisas clínicas sejam realizadas com estes materiais até que se prove definitivamente sua habilidade em criar uma adesão durável ao esmalte e dentina.

## 2.2. TRATAMENTOS DA DENTINA COM NaOCl PARA REMOÇÃO DO COLÁGENO

VAN DJIKEN & HORSTEDT, em 1987, avaliaram o efeito da aplicação de NaOCl a 5% por 30 s ou Tubulicid por 60 s na adaptação marginal de cavidades classe V com parede cervical em dentina. As restaurações foram feitas “in vivo”, com ionômero convencional, ionômero reforçado com prata ou com uma de três resinas compostas selecionadas e seus respectivos adesivos. Os dentes foram extraídos após um mês por razões ortodônticas. A observação da interface adesiva e medição dos “gaps” foi feita com auxílio de MEV. Para as restaurações de ionômero de vidro, o tratamento com NaOCl resultou na ausência de “gaps”, enquanto que a aplicação de Tubulicid resultou no aparecimento de poucos “gaps”. Considerável formação de “gaps” foi observada quando se utilizaram os dois tratamentos para os sistemas adesivos. A variação entre os materiais

resinosos foi considerada pequena. A absorção de água pode minimizar os efeitos da contração de polimerização mas a expansão higroscópica resultante do período experimental de 1 mês não foi suficiente para compensar aquele fenômeno. Além disso, outros fatores como forças mastigatórias e mudanças de temperatura na boca podem ter provocado a formação de “gaps”. Foi concluído que o tratamento da dentina com NaOCl a 5% melhora a adaptação dos cimentos de ionômero de vidro. Tal fato, no entanto, não foi observado para as restaurações de resina composta. O tratamento da dentina com Tubulicid resultou no aparecimento de “gaps” para os dois grupos de materiais.

WAKABAYASHI et al., em 1994, avaliaram o efeito da dissolução e remoção do colágeno na resistência adesiva inicial e na durabilidade da adesão em dentina, através de testes de cisalhamento. No grupo I (controle), foi aplicado somente o ácido fosfórico a 37% por 30 s. O grupo II utilizou o NaOCl a 10%, por 60 s, após a remoção do ácido fosfórico. No grupo III, o NaOCl foi aplicado por 120 s e no grupo IV, ambos os tratamentos foram feitos por 120 s. Um cilindro de metal de 4 mm de diâmetro foi cimentado na dentina usando-se o adesivo Clearfil New Bond e Panavia Ex. Os espécimes foram estocados em água à temperatura ambiente e, após 24 horas, foi realizado o teste a uma velocidade de 2 mm/min. Os resultados mostraram um aumento da resistência adesiva para os espécimes onde foi usado o NaOCl em relação ao tratamento somente com ácido fosfórico. Houve um aumento ainda mais significativo nos valores, quando o ácido fosfórico e o NaOCl foram aplicados por 60 e 120 s, respectivamente. A resistência adesiva

foi também examinada após 2500, 5000 e 10000 ciclos térmicos entre 4 e 60 °C. Os espécimes tratados com NaOCl continuaram apresentando valores mais altos, embora tenha havido um decréscimo de valores com o aumento de ciclos térmicos para todos os grupos. Após 10000 ciclos, os espécimes tratados com NaOCl apresentaram valores de resistência adesiva 1,5 vezes mais altos que os do grupo controle. Foi sugerida que a resistência adesiva poderia estar relacionada com a quantidade de colágeno existente na superfície da dentina.

CIUCCHI et al., em 1994, verificaram a hipótese de que a presença de colágeno após o condicionamento ácido poderia diminuir a permeabilidade dentinária, levando a uma redução da resistência adesiva. Para isso, a superfície dentinária de coroas de dentes humanos foi condicionada com ácido fosfórico a 35%, lavada e tratada com solução de NaOCl a 10%, variando-se o tempo de aplicação. No grupo controle (G1), não se aplicou o NaOCl e, nos demais grupos, o tempo de aplicação foi de 5 s (G2), 30 s (G3), 1 min (G4) e 3 min (G5). Os dentes, em número de 8 por grupo, foram restaurados com resina Z 100. Após o seccionamento, os espécimes foram submetidos ao teste de micro-tração. Os valores médios de resistência à tração, obtidos em MPa, foram os seguintes: G1=25,03(5,94), G2=34,23(11,82), G3=18,89(5,37), G4=26,18(8,51) e G5=24,63(6,83). Os autores concluíram que a aplicação de NaOCl a 10% por 5 s aumentou significativamente a resistência adesiva, provavelmente pela dissolução do topo da malha de colágeno, exposta pelo condicionamento ácido. O tratamento por 30 s desorganizou a malha de colágeno, enquanto que 1 e 3 min de aplicação

dissolveram completamente a fase orgânica e deixaram uma superfície de dentina mineralizada irregular.

GWINNETT, em 1994, comparou a resistência adesiva de resinas unidas à dentina usando os adesivos All Bond 2, Optibond Dual Cure ou SBMP em combinação com 4 tratamentos ácidos. Foram usados os ácidos: maleico a 10% (15 s), fosfórico a 10% (20 s), nítrico a 2,5% (60 s) e fosfórico a 10% (20 s), seguido da aplicação de NaOCl por 120 s. Após 24 horas em água a 37 °C, os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento a uma velocidade de 5 mm/min. Os resultados obtidos não foram estatisticamente diferentes entre si e a remoção da camada de colágeno não alterou os valores obtidos no teste. Foi concluído que o tipo de agente condicionador não foi um fator decisivo para a obtenção de maior resistência adesiva. A camada rica em colágeno parece não ter influência direta na resistência adesiva, que provavelmente é derivada da completa difusão da resina para os poros da dentina parcialmente desmineralizada.

UNO & FINGER, em 1995, investigaram o efeito da dissolução do colágeno na resistência adesiva e adaptação marginal de cavidades dentinárias, bem como sua influência na micromorfologia da interface adesiva. Para isso, 15 dentes humanos recém-extraídos foram desgastados em sua porção vestibular ou proximal até se atingir a dentina, onde foi aplicado o sistema Gluma/Pekafill. O primeiro grupo serviu como controle; a dentina foi condicionada com gel de ácido fosfórico a 20% por 30 s, lavada com água deionizada por 15 s e secada

levemente com ar. Os procedimentos adesivos e restauradores foram realizados de acordo com as instruções do fabricante. Para o grupo II, após o condicionamento ácido, a dentina foi tratada com solução de NaOCl a 10% por 60 s. Os espécimes foram lavados por 15 s e os procedimentos adesivos e restauradores foram realizados como no grupo I. No grupo III, utilizou-se uma solução de ácido fosfórico a 20% para o condicionamento da dentina. O restante dos procedimentos foi realizado como no grupo II. O objetivo dessa permuta foi evitar a precipitação e aderência do espessante do gel no substrato dentinário, que poderia influenciar na ação do NaOCl. Os espécimes foram imediatamente imersos em água a 37 °C e o teste de cisalhamento foi realizado após 24 horas, a uma velocidade de 1 mm/min. Os resultados obtidos foram de 12,7(2,0) MPa para o grupo I, 16,6(3,2) MPa para o grupo II e 15,4(4,4) MPa para o grupo III. Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas entre os três grupos após o teste estatístico ANOVA, houve uma tendência clara de aumento nos valores para os grupos onde o colágeno foi removido. Na análise em MEV, os espécimes do grupo I mostraram falha adesiva na camada híbrida ou entre esta e a resina, enquanto que os grupos onde o colágeno foi removido se caracterizaram, predominantemente, por falhas coesivas na resina, através de fratura na base dos “tags”. A influência da dissolução do colágeno na adaptação marginal de restaurações em dentina foi também avaliada com a realização de 3 grupos, de 10 dentes cada, seguindo-se os tratamentos previamente descritos. As cavidades tinham 3 mm de diâmetro por 1,5 mm de profundidade e margem em 90 graus. Os espécimes foram imersos em água a 23 °C por 24 horas, quando os excessos

foram removidos. Foi utilizado um microscópio de luz com uma magnificação de 800 vezes para a visualização das fendas marginais. Foi destinado um tempo máximo de 10 min para a análise de cada dente e ao se encontrar uma fenda, esta era medida em sua porção mais larga. Os resultados mostraram que os grupos onde o colágeno foi removido não foram estatisticamente diferentes entre si, enquanto que o grupo controle apresentou performance significativamente melhor. Esse fato foi explicado pela presença do colágeno e, conseqüentemente, da camada híbrida, que, pelo seu baixo módulo de elasticidade, funcionaria como uma área absorvedora do “stress” ocorrido durante a contração de polimerização. Um material rígido na interface poderia fraturar frente à ação dessas forças.

FUJITA et al., em 1996, avaliaram o efeito do tratamento da dentina com NaOCl a 10% por 120 s, após o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 s. Dentes bovinos foram desgastados para expor a dentina radicular, onde foram cimentados cilindros metálicos. Foram usados o adesivo Clearfil Liner Bond juntamente com o ED Primer e os cimentos resinosos Imperva Dual Cement (grupo A), Bistite Resin Cement (grupo B) e Panavia 21 (grupo C). Os espécimes foram estocados em água a 37 °C e, após 24 horas, foi realizado o teste de cisalhamento a uma velocidade de 2 mm/min. Três grupos usando apenas o condicionamento ácido também foram testados como controle. O grupo controle apresentou valores em MPa de 18,3(-5,2) ; 16,2(-4,6) e 21,0(7,8) para os grupos A, B e C, respectivamente. No grupo experimental, os valores foram de 29,3(7,7); 33,7(10,7) e 39,2(8,6) MPa. Houve diferença estatística significativa entre os

grupos estudados e os autores concluíram que o tratamento com o NaOCl aumenta a adesão entre a dentina radicular e cimentos adesivos, quando comparado com o condicionamento ácido convencional.

GWINNETT et al., em 1996, estudaram a importância da rede de colágeno na resistência adesiva de restaurações em dentina. Foram criados 4 grupos de 10 dentes, sendo 2 experimentais e 2 controle. Nos grupos experimentais, após o condicionamento ácido da dentina, a mesma foi tratada com uma collagenase tipo 2. Para a restauração foram usados os sistemas All Bond 2/Bisfil e Amalgambond/Epic. Após 24 horas imersos em água a 37 °C, os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento a uma velocidade de 5 mm/min. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre os espécimes tratados e não tratados com collagenase. Análise em MEV e MET mostraram a superfície da dentina com topografia irregular e presença de muitos poros, bem como ausência de zona híbrida nos espécimes do grupo experimental. O colágeno não ofereceu contribuição quantitativa para a resistência adesiva dos materiais testados. Por outro lado, sua remoção não foi necessária para se conseguir valores significativos de adesão, quando os materiais foram usados de acordo com as instruções do fabricante.

VARGAS et al., em 1997, avaliaram o efeito da aplicação de NaOCl a 5%, por 2 min, na resistência adesiva de restaurações em dentina. Foram usados os adesivos SBMP e All Bond 2, com e sem a utilização do NaOCl. Após os procedimentos restauradores, os espécimes foram estocados por 24 horas em

água a 37°C e foram realizados 300 ciclos entre 5 e 55 °C. O teste de cisalhamento foi feito a uma velocidade de 5 mm/min. Os resultados mostraram que o uso do NaOCl resultou em um aumento da resistência adesiva para o All Bond 2, enquanto que para o SBMP não houve diferenças significativas entre os grupos. Isso poderia indicar a uma penetração mais eficiente do SBMP em comparação com o All Bond 2. A análise da interface adesiva em MEV revelou a presença de camada híbrida para o tratamento convencional com ácido fosfórico e sua ausência quando o NaOCl foi usado. Foi concluído que o uso do NaOCl pode aumentar a resistência adesiva para alguns materiais somente. Uma melhor adesão poderia ser conseguida pela remoção do colágeno, o que facilitaria a difusão da resina para o interior da dentina desmineralizada.

VICHI et al., em 1997, avaliaram "in vivo" a capacidade de selamento marginal do adesivo SBMP Plus em cavidades classe V tratadas ou não com NaOCl a 5% por 60 s. Dez restaurações foram realizadas pela técnica convencional e outras dez usando como substrato dentina sem colágeno. Os dentes, com extração indicada por motivos periodontais, foram removidos após 2 a 3 meses, imersos em azul de metileno a 2% por 24 horas e seccionados para verificação da infiltração do corante. Houve infiltração significativamente maior no grupo onde o colágeno foi removido, indicando que a camada híbrida melhora a capacidade de selamento do adesivo estudado.

SABOIA, em 1998 e SABOIA et al., em 2000, avaliaram o efeito do tratamento com NaOCl a 10% (H) por 1 min após o condicionamento ácido na

resistência ao cisalhamento de dois adesivos de frasco único (Prime & Bond 2.1-PB e Single Bond-SB) aplicados à dentina. Oitenta espécimes foram preparados e receberam os seguintes tratamentos: G1(PB) - condicionamento com  $H_3PO_4$  por 15 s, lavagem e aplicação do adesivo PB na dentina úmida; G2(PBH) - os mesmos procedimentos com aplicação do NaOCl após o condicionamento ácido e lavagem; G3(SB) - os mesmos procedimentos do G1 usando Single Bond; G4(SBH) - os mesmos procedimentos do G2 usando SB. O tratamento com NaOCl resultou em aumento da resistência adesiva para o PB e decréscimo desses valores para o adesivo SB. Os grupos 1 e 3 (controle) foram estatisticamente iguais. Os resultados sugerem que a remoção do colágeno aumenta a resistência de união para o adesivo à base de acetona e os autores ressaltam a necessidade de pesquisas com outros adesivos. A análise em MEV revelou ausência de camada híbrida nos espécimes tratados com NaOCl.

CHERSONI et al., em 1998, avaliaram as diferenças morfológicas na interface adesiva e na resistência ao cisalhamento quando dois sistemas adesivos auto-condicionantes (Liner Bond 2 e KB 1300) foram usados após diferentes tratamentos da dentina. Dezesseis espécimes foram usados para a análise em MEV e 56 para o teste mecânico. Foram criados 2 grupos-controle, nos quais foi feita a aplicação dos adesivos na "smear layer" intacta e 2 grupos experimentais, nos quais a dentina foi tratada com ácido fosfórico a 37% por 30 s, seguido da aplicação do NaOCl a 10% por 30 s, antes da aplicação do adesivo. A análise em MEV mostrou a formação de camada híbrida com 1 a 3  $\mu m$  de largura somente

nos espécimes onde a “smear layer” foi deixada intacta e ausência de camada híbrida nos espécimes desproteinizados. Os resultados do teste mecânico não mostraram diferenças significativas entre os grupos avaliados, embora as médias tenham sido maiores para os grupos experimentais, mostrando uma leve tendência ao aumento da resistência adesiva decorrente da remoção do colágeno. Os autores concluíram que a formação de camada híbrida somente é possível com a presença do colágeno no topo da superfície de dentina e que a presença desta camada não é necessária para a obtenção de altos valores de resistência adesiva.

INAI et al., em 1998, avaliaram o efeito da remoção do colágeno na resistência ao cisalhamento de 5 sistemas adesivos aplicados à dentina. Foram testados os adesivos Prime & Bond 2.1, One Step, SBMP Plus, Single bond e TMG-8 (adesivo experimental). A dentina foi tratada somente com  $H_3PO_4$  (grupo controle), NaOCl a 13% por 2 min ou  $H_3PO_4$  seguido da aplicação de NaOCl a 13% por 2 min. Houve um aumento na força adesiva para o Prime & Bond 2.1 quando aplicado na dentina sem colágeno (tratada com  $H_3PO_4$  e NaOCl) em comparação com os outros tratamentos, os quais não diferiram entre si. Para o One Step, o tratamento somente com o NaOCl reduziu a força de adesão enquanto que a remoção do colágeno não interferiu na adesão. O Scotchbond MP Plus e Single Bond apresentaram redução nos valores de adesão quando aplicados na dentina sem colágeno. A remoção do colágeno resultou em aumento da resistência adesiva para o material à base de acetona (Prime & Bond 2.1).

KANCA & SANDRIK, em 1998, investigaram o efeito da presença da camada de colágeno na resistência ao cisalhamento do adesivo One-Step à superfícies dentinárias secas e úmidas. Oitenta cilindros de resina foram confeccionados sobre a dentina após os seguintes tratamentos: G1-  $H_3PO_4$  a 37% por 10 s, dentina úmida; G2-  $H_3PO_4$  a 37% por 10 s, dentina secada com jato de ar por 3 s à uma distância de 1 cm; G3-  $H_3PO_4$  a 37% por 10 s, NaOCl a 5,25% por 2 min para remover a camada de colágeno; dentina úmida; G4- os mesmos procedimentos do G3 em dentina seca; G5- sem condicionamento com  $H_3PO_4$ , dentina úmida; G6- sem condicionamento com  $H_3PO_4$ , dentina seca; G7- sem condicionamento com  $H_3PO_4$ , NaOCl a 5,25% por 2 min, dentina úmida; G8- os mesmos procedimentos do G7 em dentina seca. Em todos os espécimes o  $H_3PO_4$  foi removido com jato de ar-água por 30 s e o NaOCl recebeu o jato por 2 min. A presença de umidade na dentina mostrou valores de adesão significativamente mais altos se comparados com os grupos onde o substrato foi secado. O condicionamento com  $H_3PO_4$  resultou em valores mais altos de resistência adesiva que os não condicionados. A remoção do colágeno não modificou os valores de adesão para os espécimes mantidos úmidos. Quando os espécimes foram submetidos à secagem, a remoção do colágeno resultou em aumento da força de adesão. Como o One-Step tem a acetona como solvente, era de se esperar que os melhores resultados fossem obtidos com dentina úmida. Em caso de dentina seca, a camada de colágeno em colapso funcionou como uma barreira impedindo a penetração do adesivo e sua remoção resultou em aumento da adesão.

PIOCH et al., em 1999, avaliaram o efeito da remoção do colágeno da dentina humana com NaOCl a 10% por 60 s na resistência à tração dos adesivos Syntac, Gluma CPS e Prime & Bond 2.1. As interfaces adesivas produzidas com e sem a aplicação do NaOCl foram observadas em MEV e microscopia de varredura à laser. A remoção do colágeno reduziu significativamente a resistência adesiva para os materiais que continham água como um dos solventes (Syntac e Gluma CPS). Para o adesivo à base de acetona (Prime & Bond 2.1), ocorreu um aumento significativo dos valores de adesão. Devido à sua alta volatilidade, a acetona pode deslocar a água da superfície dentinária com mais facilidade e levar os monômeros resinosos até os espaços nanométricos e anastomoses criados pelo NaOCl na dentina. A formação de camada híbrida ocorreu apenas nos espécimes tratados com  $H_3PO_4$ , os quais também apresentaram "tags" com maior diâmetro e presença de partículas de carga em seu interior, o que poderia funcionar com um reforço destes e resultar em aumento da retenção.

KOBASLIJA, em 1999, avaliou o efeito da remoção do colágeno na formação de nanoinfiltração em interfaces adesivas. Foram preparadas 40 cavidades de classe V em molares humanos, com margem cervical em dentina e restauradas com os adesivos Syntac ou Gluma CPS. Metade dos espécimes foi tratada com NaOCl a 10% por 60 s para a remoção do colágeno, antes da aplicação do adesivo. Os espécimes foram imersos em solução de nitrato de prata (3 M) por 24 horas e em solução reveladora por 8 h. Após o seccionamento e polimento, os espécimes foram metalizados e analisados em MEV usando

detector de elétrons retroespalhados e o sistema de análise de energia dispersiva de raios X (Link KX 2000). A prata foi analisada pelo detector de raios X e produziu contraste nas imagens. Não foi detectada presença de prata nas margens de esmalte em qualquer espécime. Já para os espécimes dos grupos controle (sem remoção do colágeno), a presença de prata foi observada em todos os espécimes, em forma de linha ao longo das paredes de dentina ou em forma de partículas. Em nenhum espécime dos grupos experimentais (com remoção do colágeno) foi detectada a presença de prata nas margens de dentina. O autor concluiu que a remoção do colágeno evita a formação de nanoinfiltração para os adesivos testados.

SPENCER & SWAFFORD, em 1999, desenvolveram uma técnica para identificar fibras colágenas expostas na interface dentina-resina. Quinze dentes foram restaurados usando adesivos SBMP Plus, SBMP e Single Bond. A análise em microscópio de luz revelou uma linha vermelha de aproximadamente 0,7  $\mu\text{m}$  correspondente à faixa de proteína que foi parcialmente encapsulada pelo adesivo. Para MEV, após as restaurações, os espécimes foram seccionados e imersos em NaOCl a 5% por 2 horas. As micrografias mostraram espaços vazios na camada híbrida correspondentes ao colágeno exposto, o qual foi removido pelo tratamento com NaOCl.

TOLEDANO et al., em 1999, realizaram um estudo para determinar se a remoção do colágeno provocava mudanças na rugosidade e capacidade de molhamento da dentina pela água ou por um “primer”. Foram obtidas superfícies

planas de dentina superficial e profunda na face oclusal de vinte terceiros molares. Essas superfícies foram polidas com lixas abrasivas de carboneto de silício nº 600. Quantidades pré-estabelecidas de água deionizada ou "primer" (SBMP Plus) foram gotejadas nas superfícies dentinárias após os seguintes tratamentos: dentina planificada sem tratamento (grupo controle-presença de "smear layer"), condicionada com  $\text{H}_3\text{PO}_4$  a 35 % por 15 s e tratada com NaOCl a 5 % por 2 min após o condicionamento ácido. O ângulo de contato foi medido através de um programa de análise de imagens e a rugosidade foi determinada com um perfilômetro. O condicionamento ácido resultou em maior capacidade de molhamento da dentina pelo "primer" ou pela água devido um aumento na rugosidade superficial e abertura dos túbulos dentinários. A remoção do colágeno resultou no aumento ainda maior dessa capacidade de molhamento, mesmo sem diferença na rugosidade entre esses dois tratamentos. As mesmas condições de rugosidade podem indicar que o NaOCl não é capaz de remover minerais, agindo somente na camada de colágeno. Essas diferenças foram mais acentuadas em dentina profunda, em virtude das diferenças morfológicas apresentadas por este substrato em relação à dentina superficial. Em dentina profunda, o tratamento com NaOCl resultou em menores ângulos de contato (maior capacidade de molhamento) do "primer" ou água deionizada em comparação com o condicionamento ácido e o grupo controle. Este fenômeno provavelmente ocorre porque existem mais túbulos nessa região e, conseqüentemente, uma difusão lateral do "primer" nas paredes destes pode ocorrer em adição à difusão vertical que ocorre na dentina superficial. A penetração do "primer" ocorre no sentido

longitudinal (dentina intertubular e túbulos) e transversal aos túbulos (paredes dos túbulos). Os autores alertam que a aplicação do NaOCl pode resultar em benefícios adicionais tais como aumento da resistência adesiva e melhor selamento marginal e indicam a realização de mais pesquisas nesse campo. Um possível "condicionamento reverso", no qual somente os componentes orgânicos da dentina seriam removidos, deveria também ser investigado.

FRANKENBERGER et al., em 2000, compararam a resistência adesiva e a adaptação marginal em restaurações de resina realizadas através da técnica convencional e após o tratamento da dentina condicionada com NaOCl a 5% por 60 s. Para isso, 150 cavidades foram feitas em discos de dentina de terceiros molares humanos extraídos e restaurados com os adesivos SBMP Plus, EBS, Solid Bond, Prime & Bond 2.1 ou Syntac Sprint, em combinação com as resinas compostas indicadas pelos respectivos fabricantes. Discos de dentina sem preparo serviram como controle. Após 24 horas em água e 1150 ciclos térmicos (5-55 °C), réplicas foram feitas para análise da adaptação marginal em MEV e o teste de "push-out", a uma velocidade de 0,5 mm/min, foi realizado. As réplicas foram metalizadas e as interfaces, analisadas com 200 vezes de aumento. A qualidade marginal foi calculada como uma razão entre extensão de margem sem fenda em relação ao perímetro total da cavidade, através de um programa de imagens. O tratamento com NaOCl resultou em decréscimo da resistência adesiva e aumento da quantidade de fendas marginais. Esses valores mais baixos em relação aos encontrados em testes de cisalhamento de espécimes tratados com

NaOCl podem ter ocorrido em função da configuração do teste de "push-out" com relação à direção e distribuição dos túbulos dentinários. Enquanto no teste de cisalhamento, após o desgaste da dentina, os túbulos são cortados transversalmente, no "push-out" o corte se aproxima de 0°. O corte transversal favorece uma maior ação dos "tags" como fonte de retenção na ausência da camada híbrida, e como estes são mais volumosos após o tratamento com NaOCl, maiores valores são obtidos por estes grupos em testes de cisalhamento. O corte longitudinal dos túbulos exige a dentina intertubular como fonte principal de retenção e, nesse caso, a camada híbrida seria de fundamental importância.

PERDIGÃO et al., em 2000, avaliaram o efeito da remoção do colágeno através da aplicação de gel de NaOCl a 10% (AD gel) na resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos de frasco único. Foram usados 80 incisivos bovinos, e os adesivos Prime & Bond NT e Single Bond foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante (grupos-controle) ou após o tratamento da dentina com gel de NaOCl por 15, 30 ou 60 s (grupos-teste). Os espécimes foram submetidos a 500 ciclos térmicos (5 - 55 °C) e armazenados em água a 37 °C por 24 horas. O aumento no tempo de aplicação do NaOCl resultou em decréscimo progressivo dos valores de resistência adesiva, independente do sistema adesivo testado. Para o Single Bond, a aplicação do AD gel por 60 s reduziu em 38% a resistência adesiva em relação ao grupo controle, enquanto que para o Prime & Bond NT, a redução foi de 31%. Os autores concluíram que a

camada de colágeno desempenha um papel importante no mecanismo de adesão dos materiais testados, através da formação da camada híbrida.

### 3. PROPOSIÇÃO

Baseado na revisão da literatura e na hipótese de que o colágeno pode interferir na adesão ao substrato dentinário, este trabalho se propôs a avaliar o efeito da remoção do colágeno na infiltração marginal de corante na interface adesiva de restaurações de resina composta, utilizando dois sistemas adesivos de frasco único, sendo um à base de acetona e outro à base de água.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. SELEÇÃO DOS DENTES E PREPAROS DAS CAVIDADES

Para este trabalho foram utilizados um total de 40 terceiros molares inclusos, armazenados em formol a 10% (pH 7,0) em temperatura ambiente, por um período máximo de 3 meses. Uma semana antes da realização do experimento, os dentes foram imersos em água destilada. Todos os dentes foram examinados através de inspeção visual quanto à formação do ápice e ausência de trincas na superfície da raiz a fim de padronizar a amostra. Estes foram raspados em sua porção radicular com curetas periodontais nº 13-14 (Duflex S.A. - Brasil) para remoção de restos de ligamento periodontal e posteriormente submetidos a uma profilaxia com jato de bicarbonato de sódio (Profi 2 - Dabi Atlante - Brasil) (Fig. 1). Os dentes tiveram as coroas separadas das raízes 1 mm abaixo da junção esmalte-cimento por meio de corte com disco de diamante de dupla face (K. G. Sorensen Ltda - Brasil) controlado manualmente e montado em uma peça reta de baixa rotação, sob refrigeração ar/água. O ápice e a embocadura dos canais radiculares de todas as raízes foram vedados com resina composta Z 100, (3M do Brasil) seguindo-se as instruções do fabricante, para evitar uma possível penetração de corante por estes locais (Fig. 2). Cada remanescente radicular recebeu dois preparos cavitários que foram restaurados utilizando-se o mesmo adesivo, variando-se o tratamento dentinário com NaOCl para a remoção do colágeno. As raízes fusionadas receberam os preparos em superfícies opostas e

no caso de raízes separadas, cada uma recebeu um preparo. A escolha do local exato do preparo foi feita através de inspeção visual e, em caso de raízes não fusionadas, foram selecionadas as raízes mais espessas, tendo sido o mesmo sempre realizado no terço médio ou entre este e o terço cervical e na área mais plana. Cada remanescente radicular correspondente a um dente recebeu dois preparos de forma a testar os adesivos com e sem o tratamento dentinário prévio com NaOCl, em um mesmo remanescente radicular. O preparo foi realizado com uma ponta diamantada cilíndrica de extremo arredondado nº 2294 (KG Sorensen Ltda - Brasil), especialmente desenhada para esse fim, cuja parte ativa media 1,8 mm de diâmetro por 2,0 mm de profundidade. O mesmo foi feito com um movimento único a fim de não alargar a cavidade e a profundidade foi padronizada por um delimitador na haste da ponta diamantada, que evitava um desgaste excessivo na parede de fundo da cavidade (Fig. 3). Teve-se o cuidado de trocar a ponta diamantada a cada dez preparos para que se mantivesse a uniformidade de desgaste das mesmas. Dessa forma, foram confeccionados preparos padronizados com 2 mm de diâmetro por 2 mm de profundidade (Fig. 4). Todos os preparos foram realizados com refrigeração abundante através de jato ar-água.

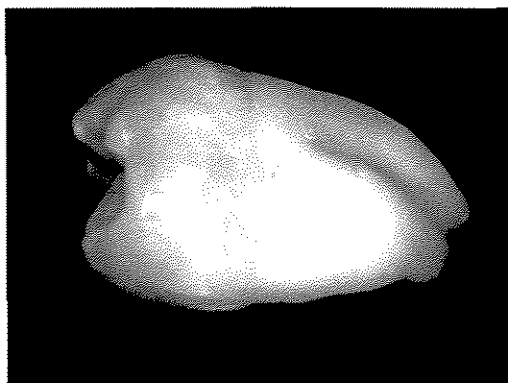


Fig. 1- Dente íntegro após a profilaxia.

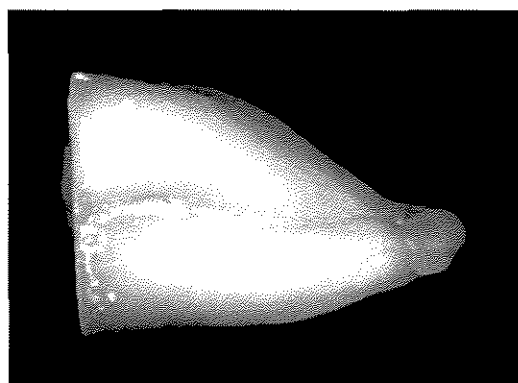


Fig. 2 - Raiz vedada com compósito.

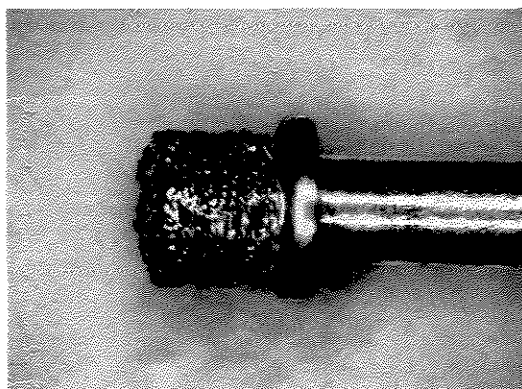


Fig. 3- Ponta diamantada nº 2294 usada no preparo.

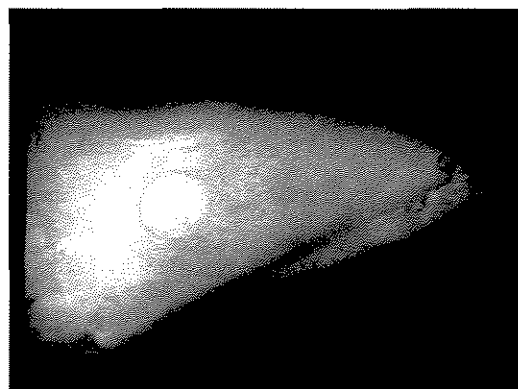


Fig. 4- Cavidade preparada.

#### 4.2. DIVISÃO DOS GRUPOS E PROCEDIMENTO RESTAURADOR

As raízes foram designadas para a restauração com os adesivos Prime & Bond 2.1 ou Single Bond por meio de sorteio. Os principais componentes destes materiais desses materiais são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Sistemas adesivos utilizados e seus principais componentes químicos.

| PRIME & BOND 2.1 (Dentsply) PB | SINGLE BOND - (3M) SB                                 |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------|
| PENTA                          | HEMA, BIS-GMA                                         |
| Resina R 5-62-1                | Dimetacrilatos                                        |
| Resina U                       | Copolímeros dos ácidos poli-acrílico e poli-itacônico |
| Resina B                       | Água                                                  |
| Acetona                        | Álcool                                                |

\*Informação contida no Perfil Técnico dos Materiais fornecido pelos respectivos fabricantes

Foram obtidos então dois conjuntos de 20 remanescentes radiculares, cada um deles com 40 cavidades a serem restauradas. Cada cavidade recebeu um número em ordem crescente; desta forma, cada raiz apresentava 2 cavidades com números subsequentes. Tendo-se o conhecimento do adesivo a ser usado em cada raiz, foi feito um novo sorteio para saber qual das duas cavidades receberia o tratamento com NaOCl. Foram estabelecidos, então, 4 grupos, descritos a seguir e mostrados na tabela 2. A seqüência do procedimento restaurador foi feito por sorteio dos números de 1 a 80, o que evitou a repetição excessiva de restaurações com o mesmo material.

Tabela 2 - Distribuição dos grupos, procedimentos e materiais utilizados.

| GRUPOS   | CONDICIONAMENTO<br>DA DENTINA               | ADESIVO | REMOÇÃO<br>DO<br>COLÁGENO | RESINA |
|----------|---------------------------------------------|---------|---------------------------|--------|
| 1 (PBSH) | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> a 37% - 15 s | P&B 2.1 | NÃO                       | Z 100  |
| 2 (PBCH) | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> a 37% - 15 s | P&B 2.1 | NaOCl 10% - 60 s          | Z 100  |
| 3 (SBSH) | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> a 37% - 15 s | SB      | NÃO                       | Z 100  |
| 4 (SBCH) | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> a 37% - 15 s | SB      | NaOCl 10% - 60 s          | Z 100  |

*GRUPO 1 (PBSH):* A dentina foi condicionada com gel de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> a 37% (Dentsply Ind e Com Ltda - Brasil) por 15 s e lavada com jato de ar/água por 15 s. A remoção do excesso de umidade da dentina foi feita com papel absorvente (Kleenex Ind e Com-Brasil), por meio de capilaridade. A aplicação do adesivo Prime & Bond 2.1 (Dentsply Ind e Com Ltda - Brasil) foi feita por meio de “microbrush” (Dentsply Ind e Com Ltda - Brasil), tendo-se o cuidado de aplicar o mínimo possível em toda a cavidade. Após 30 s, um jato de ar suave foi aplicado por 5 s a 10 cm de distância para ajudar na evaporação do solvente. Após 20 s de fotopolimerização, foi aplicada a segunda camada do adesivo e logo em seguida repetiu-se o jato de ar. A segunda camada foi fotopolimerizada por 20 s. Foi utilizado um aparelho fotopolimerizador dotado de radiômetro (Optilux 500 - Demetron - USA), onde foi observada a intensidade de luz de 580 mW/cm<sup>2</sup>. Para a restauração, usou-se a resina composta Z 100 (3M do Brasil Ltda), cor C2,

aplicada com espátula nº 1 (Golgran Ind e Com Ltda - Brasil) em incremento único. A resina composta foi fotopolimerizada por 40 s, sendo os primeiros 20 s à uma distância de 1 cm da superfície da restauração. Durante os 20 s finais a ponta do fotopolimerizador tocou diretamente na restauração.

*GRUPO 2 (PBCH):* Após o condicionamento ácido e lavagem, a dentina foi secada com ar e uma solução de NaOCl a 10% (Laboratório de Manipulação do Hospital dos Fornecedores de Cana de Piracicaba - Brasil) foi aplicada com "microbrush" e deixada nas paredes da cavidade por 60 s (WAKABAYASHI, 1994). Procedeu-se, então, uma lavagem com jato ar/água por 30 s e a remoção do excesso de umidade da dentina foi feita com papel absorvente. A aplicação do adesivo e os procedimentos restauradores foram os mesmos adotados para o grupo 1.

*GRUPO 3 (SBSh):* Após o condicionamento ácido (gel de  $H_3PO_4$  a 37% - Dentsply Ind e Com Ltda - Brasil), lavagem e remoção do excesso de umidade conforme descritos para o grupo 1, foram aplicadas 2 camadas consecutivas do adesivo Single Bond. Após 5 s de espera, foi aplicado um jato suave de ar, como descrito no grupo 1, e procedeu-se a fotopolimerização por 20 s. Os procedimentos restauradores foram iguais aos do grupo 1.

*GRUPO 4 (SBCH):* Procedimentos iguais aos do grupo 3, sendo adicionada a aplicação do NaOCl a 10%, como no grupo 2.

Os espécimes foram armazenados em água a 37 °C por 24 horas. O procedimento de acabamento e polimento foi feito com discos de óxido de alumínio, de granulação seriada, Sof-lex (3M do Brasil Ltda), sendo empregadas as duas menores granulações.

#### 4.3. ARMAZENAMENTO E TERMOCICLAGEM

Os espécimes foram imersos em água e armazenados em estufa (Fanen 002CB - Brasil) a 37 °C pelo período de 1 ano. A cada 15 dias, a água era trocada, para evitar a proliferação de fungos. Durante o período de armazenamento, os espécimes foram submetidos a 5000 ciclos térmicos (Máquina de ciclagem MCTZ - AMM2 Instrumental - Brasil), sendo 2000 no primeiro mês e 1500 em cada um dos dois meses seguintes. Após a termociclagem, os espécimes voltavam imediatamente para a estufa. Cada ciclo se constituiu em banhos de 1 min nas temperaturas de  $5\pm 2$  °C e  $55\pm 2$  °C, com um intervalo de transferência de 5 s entre os banhos.

#### 4.4. IMERSÃO NO CORANTE

Após o período de 1 ano, os dentes foram preparados para a imersão no corante. Pequenos círculos de plástico adesivo medindo 3 mm de diâmetro foram obtidos por meio de um vazador nº 3 usado por sapateiros. Estes artefatos plásticos foram posicionados sobre as restaurações de forma que cobrissem 1 mm além de todas as margens das mesmas (Fig. 5). Duas camadas de esmalte para unha de cor escura (Colorama, Bozzano-ceil Ltda - Brasil) foram aplicadas em toda a superfície radicular, exceto sobre o plástico adesivo, e permaneceram secando por 24 horas. O plástico adesivo foi removido e toda a margem das restaurações ficou exposta, ou seja, sem cobertura de esmalte (Fig. 6).

Foi preparada uma solução de azul de metileno a 2% (pH 6,8) e os espécimes foram imersos nesta solução por 4 horas em temperatura ambiente, sendo depois lavados em água corrente por 5 min e secados com papel absorvente.

#### 4.5. ANÁLISE QUALITATIVA DA MICROINFILTRAÇÃO

Para a análise da microinfiltração, os remanescentes radiculares foram seccionadas por meio de corte com disco de diamante de dupla face (K. G. Sorensen Ltda - Brasil) controlado manualmente e montado em uma peça reta de baixa rotação, sob refrigeração ar/água. O seccionamento das restaurações foi feito no sentido longitudinal da raiz, passando pelo centro da restauração. Cada restauração deu origem então a 2 fragmentos (Fig. 7). Com ajuda de uma lupa estereoscópica, (Meiji EMZ – TR – Meiji Techno Co., Ltd.- Japan) com 45 x de aumento, foi selecionado o fragmento que apresentou maior índice de infiltração e melhores condições para a análise (Fig. 8), sendo o outro descartado da pesquisa. Foram então selecionados 80 fragmentos com duas margens de restauração para exame visual da microinfiltração. Foi sempre escolhida para análise a margem da restauração que apresentou maior índice de infiltração de corante.

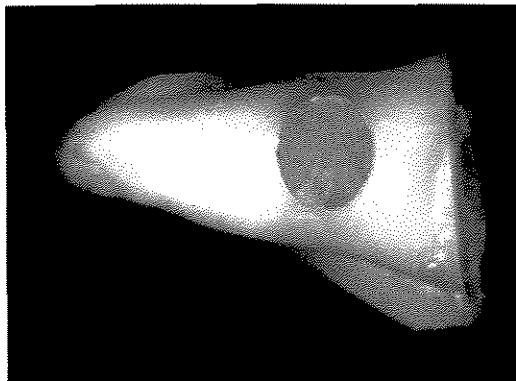


Fig. 5- Plástico adesivo posicionado sobre a restauração.

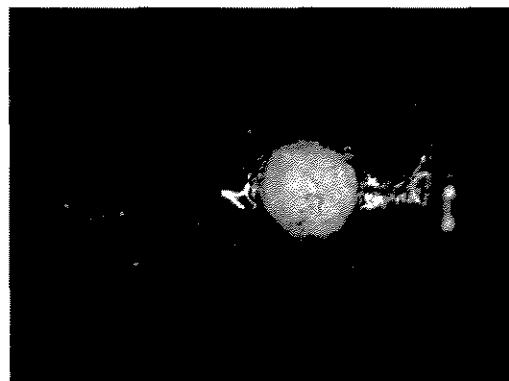


Fig. 6- Espécime preparado para imersão no corante.

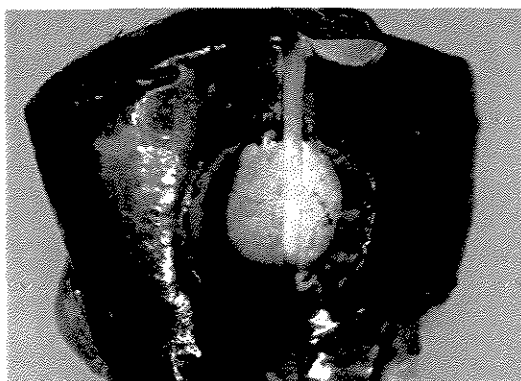


Fig. 7- Espécime após o seccionamento da restauração.

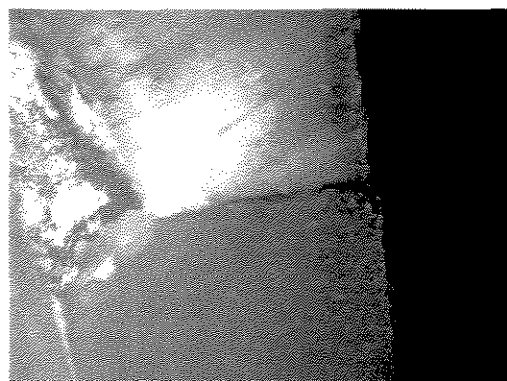


Fig. 8- Visão da interface adesiva para análise da microinfiltração.

De acordo com a penetração do corante nas margens da restauração, foram atribuídos um dos seguintes escores para cada fragmento analisado, conforme esquema mostrado na figura 9.

Escores:

0 - ausência de penetração de corante

- 1- penetração de corante até  $1/3$  da distância entre a margem da cavidade e a parede axial.
- 2- penetração de corante até  $2/3$  da distância entre a margem da cavidade e a parede axial.
- 3- penetração de corante até a parede axial.
- 4- penetração de corante além da parede axial

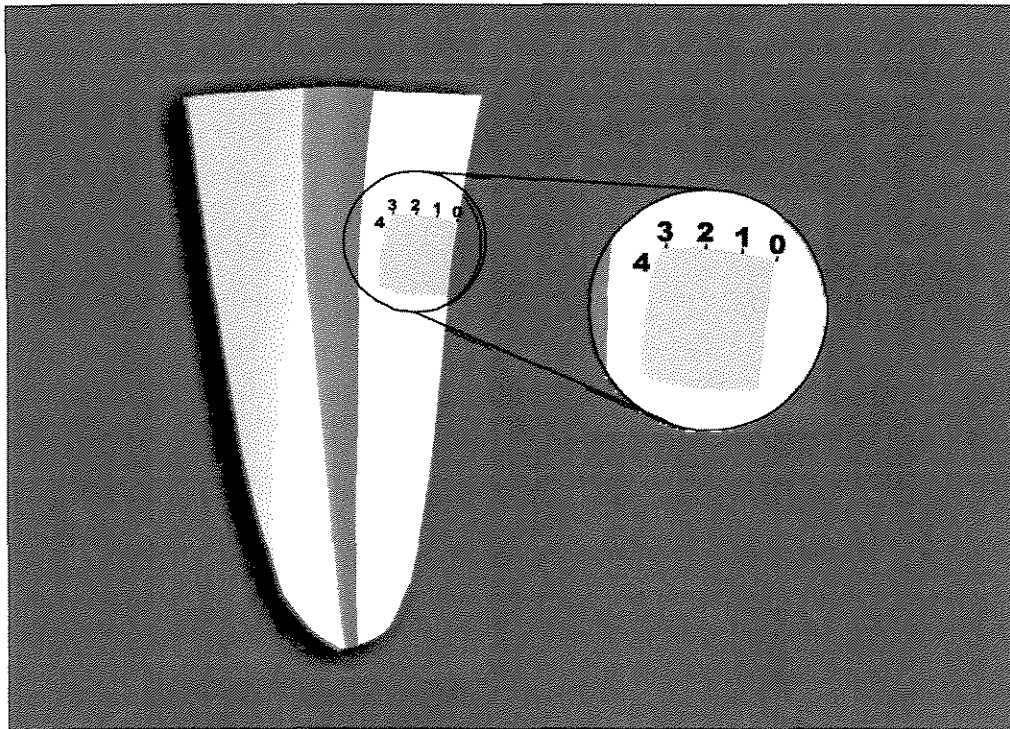


Fig. 9 - Desenho esquemático dos escores de infiltração do corante

Dois examinadores previamente calibrados fizeram a análise dos espécimes. Quando não havia acordo no escore dado para um determinado espécime este era examinado novamente até que houvesse um consenso entre os examinadores. Os dados foram tabulados e submetidos à análise estatística.

## 5. RESULTADOS

As figuras 10, 11, 12 e 13 exemplificam a determinação dos escores de acordo com o grau de infiltração do corante na interface adesiva das restaurações.

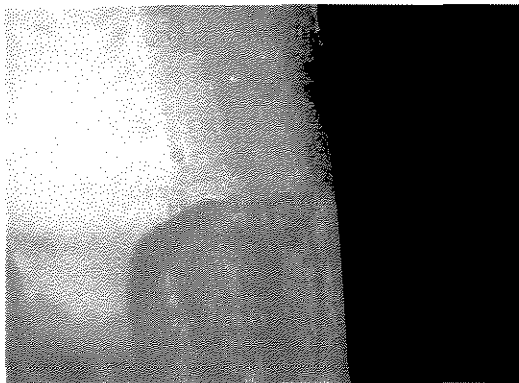


Fig. 10- Espécime sem infiltração (escore 0).

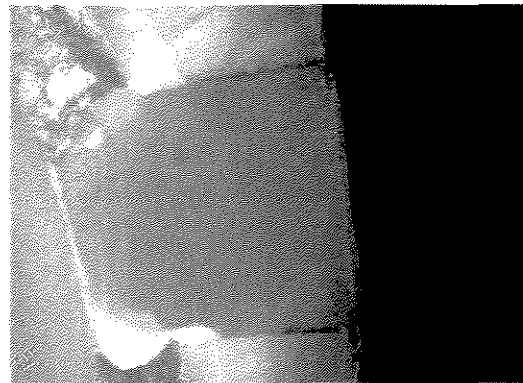


Fig. 11- Espécime com escore 1 (margem inferior) e escore 2 (margem superior).



Fig. 12- Espécime com escore 3.

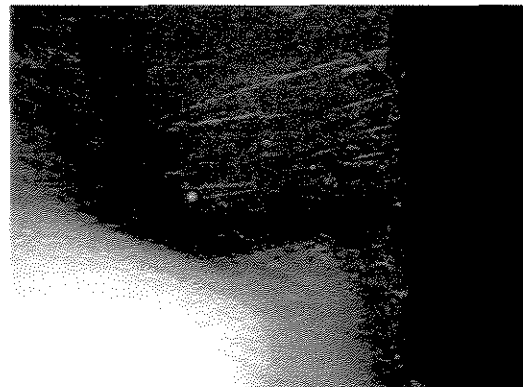


Fig. 13- Espécime com escore 4.

Os escores de infiltração foram submetidos ao teste Exato de Fisher\* para verificar a influência do tratamento com NaOCl na microinfiltração para cada adesivo testado.

Os dados exploratórios para cada grupo podem ser vistos no quadro 1.

Quadro 1- Distribuição dos escores de microinfiltração por grupo em relação ao total de espécimes (n) por grupo.

| EscORES<br>Grupos | 0    | 1    | 2    | 3    | 4     |
|-------------------|------|------|------|------|-------|
| G1- PBSH          | 0/20 | 7/20 | 1/20 | 1/20 | 11/20 |
| G2- PBCH          | 4/19 | 5/19 | 5/19 | 1/19 | 4/19  |
| G3- SBSH          | 3/16 | 3/16 | 2/16 | 2/16 | 6/16  |
| G4- SBCH          | 2/15 | 2/15 | 2/15 | 0/15 | 9/15  |

Como pode ser visto no quadro acima, 10 espécimes, de um total de 80, foram perdidos durante o processamento dos mesmos. Os motivos para a exclusão foram: manchamento intenso de toda a dentina e canal radicular, indicando que o corante não penetrou pela interface adesiva e sim pelo ápice radicular ou câmara pulpar (8/10); deslocamento da restauração durante o seccionamento do espécime, causando danos ao mesmo, o que dificultou a análise (2/10).

Os resultados do teste Exato de Fisher mostraram que o tratamento da dentina com NaOCl, quando usado em conjunto com o adesivo à base de acetona (PB), foi capaz de reduzir significativamente os índices de microinfiltração

\* Gomes, F.P. Curso de Estatística Experimental, 13ª Ed., Editora ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1990.

(tabela 3). A distribuição percentual de escores de infiltração do corante por grupo pode ser vista na tabela 3 e gráficos 1 e 2.

Tabela 3 - Distribuição percentual de escores nos grupos 1(PBSH) e 2(PBCH)

|        | 0     | 1     | 2     | 3    | 4     |
|--------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1-PBSH | 0,00  | 35,00 | 5,00  | 5,00 | 55,00 |
| 2-PBCH | 21,05 | 26,32 | 26,32 | 5,26 | 21,05 |

p=0,02 teste Exato de Fisher

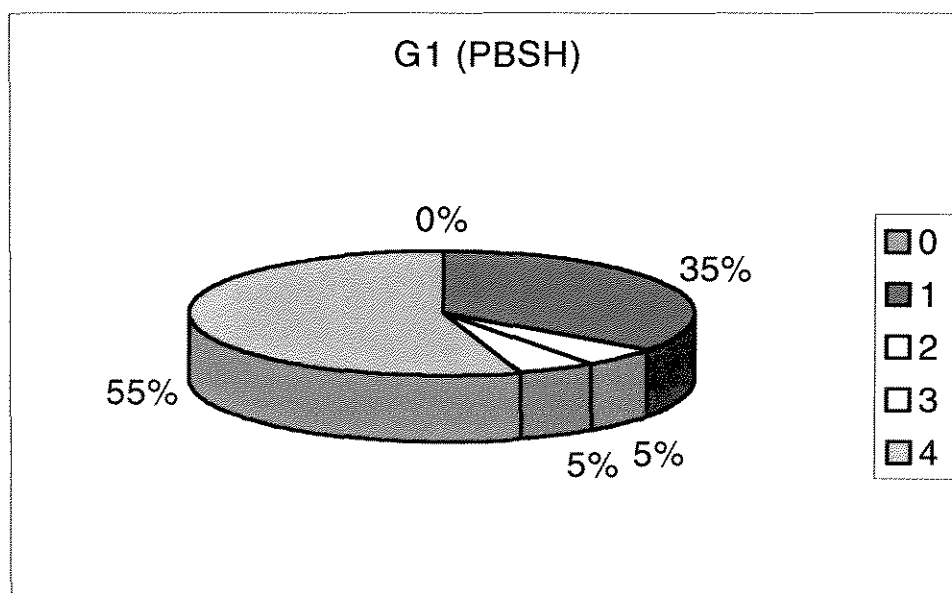


Gráfico 1- Ilustração da distribuição dos escores de microinfiltração encontrados no Grupo 1 (PBSH)

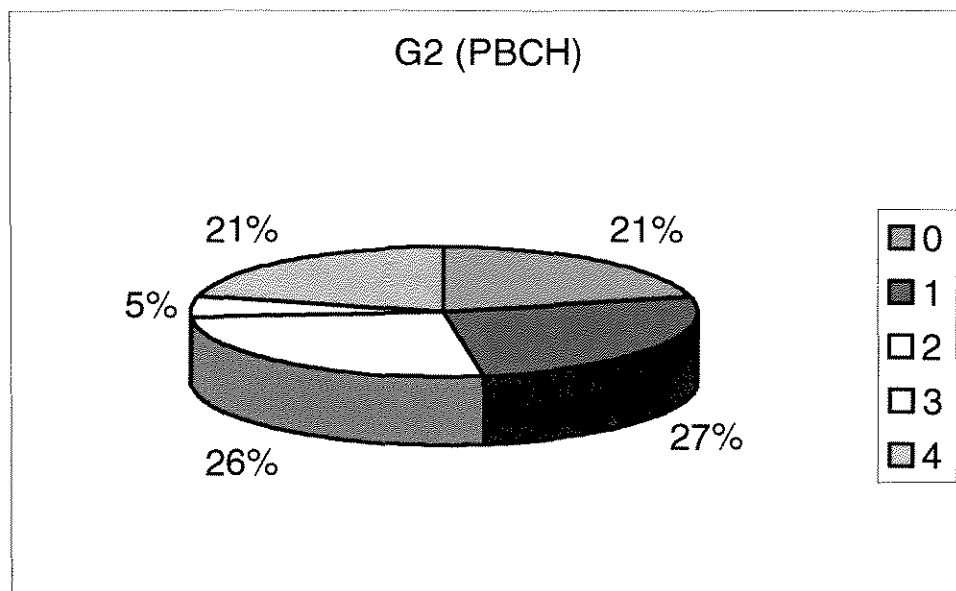


Gráfico 2 - Ilustração da distribuição dos escores de microinfiltração encontrados no Grupo 2 (PBCH)

Para o adesivo à base de etanol/água (SB), o tratamento com NaOCl não teve influência nos índices de microinfiltração, já que não houve diferença significativa entre os grupos 3 (SBSH) e 4 (SBCH). A distribuição percentual dos escores de infiltração do corante por grupo pode ser visto na tabela 4 e gráficos 3 e 4.

Tabela 4 - Distribuição percentual de escores nos grupos 3(SBSH) e 4(SBCH)

|        | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3-SBSH | 18,75 | 18,75 | 12,50 | 12,50 | 37,50 |
| 4-SBCH | 13,33 | 13,33 | 13,33 | 0,00  | 60,00 |

p=0,72 teste Exato de Fisher

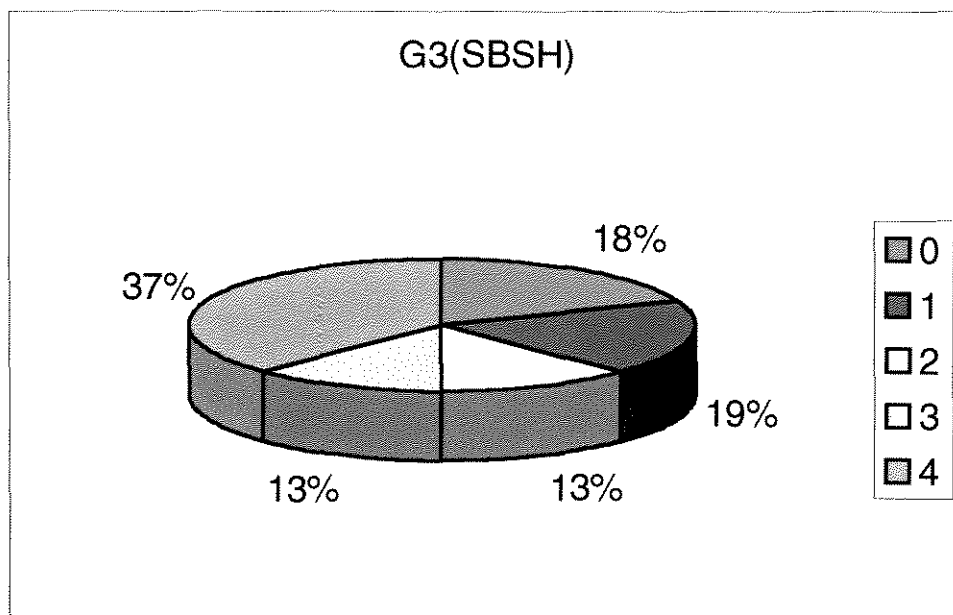


Gráfico 3- Ilustração da distribuição dos escores de microinfiltração encontrados no Grupo 3 (SBSH)

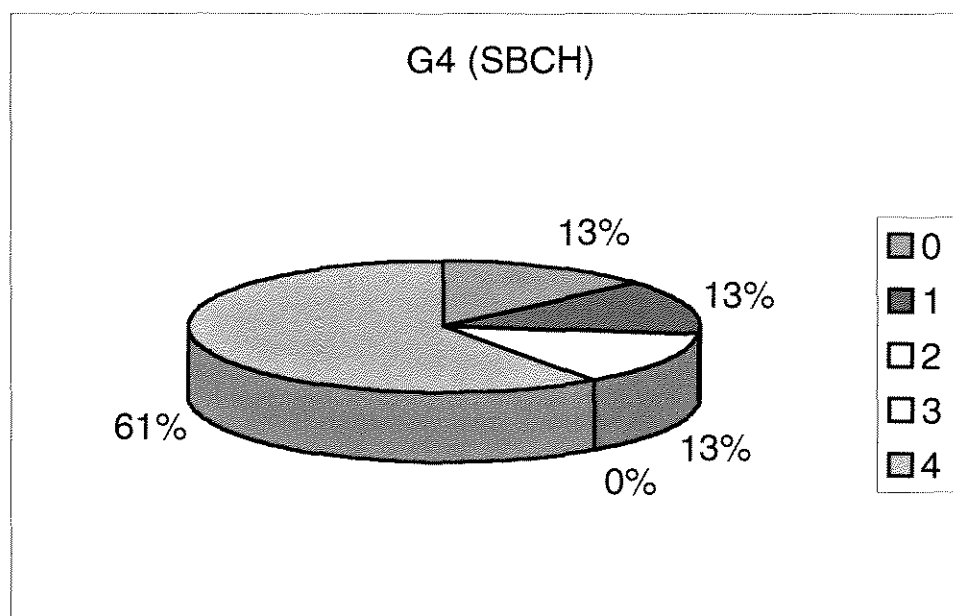


Gráfico 4- Ilustração da distribuição dos escores de microinfiltração encontrados no Grupo 4 (SBCH).

## 6. DISCUSSÃO

A experiência revolucionária e bem sucedida de reter restaurações na estrutura dental por meio de micro-retenções, após o tratamento superficial do esmalte com ácido (BUONOCORE, 1955), direcionou as pesquisas odontológicas para a possibilidade de aplicação dessa técnica também no tecido dentinário (NAKABAYASHI et al., 1982; VAN DJIKEN & HORSTEDT, 1987; NAKABAYASHI et al., 1992; GWINNETT, 1994; GWINNETT et al., 1996). As características morfofisiológicas da dentina, bem como sua composição heterogênea, têm se constituído num problema para se conseguir uma adesão estável a este tecido (WALSHAW & McCOMB, 1996; PASHLEY & CARVALHO, 1997; VAN MEERBECK et al., 1998).

A adesão à dentina pode ser avaliada por meio de testes mecânicos (WAKABAYSHI, 1994; VARGAS et al., 1987; INAI et al., 1998), os quais quantificam a força necessária ao rompimento de uma interface adesiva, ou de infiltração, que avaliam a qualidade do selamento marginal por meio de penetração de substâncias na interface adesiva, dentre outros métodos (RETIEF et al., 1994; FORTIN et al., 1994; ALANI & TOH, 1997). Neste trabalho, foi utilizado o azul de metileno a 2% como corante (RETIEF et al., 1994) e foram criados escores de 0 a 4 para permitir uma análise estatística dos níveis de infiltração. Esta metodologia tem sido utilizada freqüentemente (WENNER et al., 1988; CHAN & GLYN JONES, 1994; VICHI et al. 1997), o que permite uma

melhor comparação e posterior discussão dos resultados encontrados com outros descritos na literatura.

Resultados obtidos em trabalho de resistência adesiva e microinfiltração sugeriram que estes dois fenômenos estão intimamente associados (RETIEF et al., 1994). Valores de resistência adesiva ao cisalhamento em torno de 21 MPa levaram à redução da microinfiltração a níveis quase indetectáveis (RETIEF et al., 1994). Entretanto, FORTIN et al. (1994) não observaram a existência de uma correlação significativa entre esses dois fenômenos, apesar de existirem fortes indícios de que um material com maior resistência adesiva venha a apresentar menor microinfiltração.

A durabilidade da adesão entre resina e dentina é de fundamental importância para a longevidade dos procedimentos adesivos em odontologia restauradora (SANO et al., 1999). A ausência de microinfiltração na interface dente-restauração pode ser considerada um importante fator no sucesso das restaurações a longo prazo (ANUSAVICE, 1989; ALANI & TOH, 1997). A microinfiltração invariavelmente leva à pigmentação das margens da restauração, o que pode resultar em desenvolvimento de cárie recorrente, hipersensibilidade e até danos pulpare (ALANI & TOH, 1997; ANUSAVICE, 1989).

O desenvolvimento de adesivos hidrófilos e a técnica da hibridização (NAKABAYASHI et al. 1982; NAKABAYASHI et al., 1992) possibilitaram, em testes mecânicos, a obtenção de valores iniciais de adesão à dentina considerados

satisfatórios (FORTIN et al., 1994; RETIEF et al., 1994). No entanto, valores menores de resistência adesiva foram observados após envelhecimento dos espécimes em água, indicando uma diminuição da força de adesão com o avançar do tempo (WAKABAYASHI et al., 1994). O grande desafio parece ser a obtenção de uma adesão estável mesmo após longos períodos de vida clínica das restaurações.

No presente estudo, foram selecionados dois sistemas adesivos hidrófilos de frasco único largamente usados no Brasil. Os materiais escolhidos necessitam de condicionamento ácido da dentina antes da aplicação de uma solução única de monômeros resinosos ("primer" mais adesivo). Além disso, foram escolhidos materiais com diferentes composições, a fim de avaliar a influência desses componentes na adesão, sob as condições deste experimento. O monômero resinoso do Prime & Bond 2.1 (Dentsply) se encontra dissolvido em grande quantidade de acetona, enquanto o Single Bond (3M) tem a água como solvente principal (Tabela 1).

Os espécimes foram envelhecidos através de imersão em água por 1 ano, o que induz a uma possível hidrólise dos peptídeos do colágeno não encapsulado por resina (NAKABAYASHI, 1992; SANO et al., 1995; SANO et al., 1999) e/ou extração dos monômeros residuais livres da base da camada híbrida (SANO et al., 1999), resultando em defeitos marginais detectáveis no teste de microinfiltração. Ainda com o intuito de promover o envelhecimento da restauração e fadiga da interface adesiva, os espécimes foram submetidos a 5000

ciclos térmicos entre 5 e 55 °C. Esses procedimentos tiveram como objetivo simular um tempo de vida clínica da restauração; no entanto, uma relação entre procedimentos laboratoriais e tempo de envelhecimento ainda não estão bem estabelecidos. KREJCI et al. (1993) sugeriram que 3.000 ciclos térmicos adicionados à desintegração química (240 h em etanol 75%), abrasão por escovação com dentífrício (300 min) e ciclagem mecânica (1.200.000 ciclos) corresponderiam a, aproximadamente, 5 anos de vida clínica.

O desenvolvimento de adesivos hidrófilos contribuiu sobremaneira para o aumento da resistência de união e diminuição da microinfiltração nas restaurações adesivas, em virtude de uma penetração e difusão mais efetiva desse material para o interior da dentina (NAKABAYASHI, 1992; NAKABAYASHI et al., 1992). Além dessa característica, inerente ao material, a dentina deve estar com sua permeabilidade aumentada para facilitar a difusão do monômero resinoso (NAKABAYASHI, 1992; PASHLEY & CARVALHO, 1997). Devido à baixa resistência coesiva da “smear layer” resultante do preparo cavitário, técnicas que tentaram adesão a esse substrato não lograram êxito (HALLER, 2000). Um aumento da resistência adesiva só poderia ser conseguido com a remoção desta camada, resultando em maior permeabilidade dentinária e melhor difusão da resina ou, ainda, com o desenvolvimento de materiais que pudessem atravessá-la e alcançar a matriz de dentina subjacente (PASHLEY & CARVALHO, 1997).

A remoção da “smear layer”, por meio de condicionamento ácido com conseqüente desmineralização superficial da dentina, tem se tornado um

procedimento usual no que diz respeito à adesão dentinária (MARSHALL et al., 1997; PASHLEY & CARVALHO, 1997). O condicionamento da superfície dentinária, com ácido fosfórico a 37% por 15 s, conforme usado neste trabalho, remove a “smear layer”, abre os túbulos dentinários e desmineraliza a dentina inter e peritubular (Fig. 14), aumentando a permeabilidade da dentina e deixando exposta a malha de fibras colágenas (Fig. 15 e 16), antes preenchida por hidroxiapatita (NAKABAYASHI et al., 1982; NAKABAYASHI, 1992; NAKABAYASHI et al., 1992). Nessas condições, a aplicação de “primers” hidrófilos facilita a subsequente penetração de adesivos de baixa viscosidade para os espaços entre as fibras colágenas e para o interior dos túbulos dentinários (NAKABAYASHI, 1992; NAKABAYASHI et al., 1992; MARSHALL et al., 1997). Sua polimerização cria uma zona de transição de dentina reforçada por resina entre o substrato dentinário inalterado e a resina polimerizada, conhecida como camada híbrida (NAKABAYASHI et al., 1982; NAKABAYASHI, 1992; NAKABAYASHI et al., 1992) (Fig. 17). Esta camada ácido- resistente é formada por uma mistura, em nível molecular, de componentes dentinários e resina polimerizada (NAKABAYASHI et al., 1992).

O mecanismo de adesão das resinas à dentina tem sido explicado por vários fatores, como a formação de zona híbrida, a presença de “tags” no interior dos túbulos dentinários, difusão dos monômeros hidrófilos para a dentina intertubular ou, ainda, ligações químicas com os componentes orgânicos e inorgânicos do substrato (NAKABAYASHI, 1992). Tal mecanismo também pode

ser entendido como o somatório de todos esses fatores e sua contribuição para a retenção varia de acordo com as características do substrato em questão (PASHLEY & CARVALHO, 1997). Estudos atuais apontam para a retenção micromecânica nas irregularidades superficiais da dentina intertubular como a principal fonte de adesão nesse processo (MARSHALL et al., 1997; VAN MEERBECK et al., 1998). As ligações químicas não estão bem esclarecidas e, se de fato existirem, parecem desempenhar um papel secundário na adesão, ficando seu entendimento na dependência de trabalhos futuros (VAN MEERBECK et al., 1998).

A manutenção da estrutura espacial da malha de colágeno durante o processo de hibridização (Fig. 15 e 16) favorece a difusão do monômero resinoso (PASHLEY & CARVALHO, 1997; MARSHALL et al., 1997; HALLER, 2000). Porém, seu colapso, decorrente da secagem excessiva da dentina, diminui a permeabilidade tecidual, resultando em decréscimo da resistência adesiva (PASHLEY & CARVALHO, 1997; MARSHALL et al., 1997). A difusão da resina em toda extensão da zona desmineralizada é primordial para a obtenção de uma camada híbrida íntegra e uniforme, o que poderia se traduzir em resultados clínicos de adesão e microinfiltração mais satisfatórios (NAKABAYASHI et al., 1992).

Apesar do aumento da permeabilidade tecidual, nem sempre os monômeros hidrófilos conseguem atravessar toda a camada de colágeno e atingir a zona de dentina parcialmente desmineralizada. Diversos trabalhos mostram a

presença de espaços vazios resultantes da diferença entre a profundidade de desmineralização e o seu preenchimento por resina, o que foi apontado como a provável causa inicial da falha na adesão (NAKABAYASHI, 1992; SANO et al., 1995; SANO et al., 1999; PRATI et al., 2000). SANO et al. (1999) mostraram a presença de poros na camada híbrida através da imersão dos espécimes em nitrato de prata e posterior análise em MEV.

Uma incompleta infiltração da resina na dentina desmineralizada pode deixar colágeno exposto na interface adesiva. Essa faixa de colágeno não encapsulado por resina pode ser penetrada e degradada por várias substâncias exógenas, inclusive as proteases bacterianas (SPENCER & SWAFFORD, 1999).

Com o intuito de evitar diferenças entre profundidade de desmineralização e penetração do adesivo, foram desenvolvidos os materiais autocondicionantes (HALLER, 2000). A aplicação conjunta de um ácido mais fraco juntamente com o "primer"/adesivo resultaria em uma desmineralização mais superficial e uma penetração do monômero resinoso concomitante à desmineralização. No entanto, tem sido notada, nesses materiais, a presença de uma zona porosa na base da camada híbrida, provavelmente devido à incompleta difusão do monômero, e um aumento na quantidade de poros com o decorrer do tempo (SANO, 1999). Esse aumento de poros na camada híbrida seria conseqüência de ataque hidrolítico ao colágeno exposto ao meio bucal. Sendo assim, a camada híbrida seria o elo fraco na ligação dentina/resina, funcionando como ponto de partida para a degradação da interface adesiva (SANO, 1999).

Apesar de necessário para a formação da camada híbrida, o colágeno parece não oferecer contribuição quantitativa direta para a obtenção de maiores valores de resistência adesiva (GWINNETT, 1994; GWINNETT et al., 1996; CHERSONI et al., 1998). Sua presença, mesmo nas condições naturais de expansão da malha, pode impedir a difusão completa da resina para os espaços interfibrilares, ou mesmo para alcançar a dentina intertubular parcialmente desmineralizada (VARGAS et al., 1997).

A hipótese testada neste trabalho foi de que, com a remoção do colágeno, poderia se obter um substrato mais permeável, facilitando a difusão do monômero resinoso, reduzindo a formação de espaços vazios na interface adesiva e permitindo, dessa forma, que toda a superfície dentinária tratada fosse completamente alcançada pelo monômero resinoso. Esse procedimento poderia dar origem a uma interface adesiva mais homogênea e com espessura uniforme, ou seja, toda a faixa de dentina desmineralizada e posteriormente desproteinizada seria impregnada pelo monômero resinoso.

A remoção do colágeno poderia resultar num aumento da longevidade das restaurações, já que o processo de degradação da interface hibridizada decorrente da hidrólise dos peptídeos do colágeno não teria início, caso essas fibras não estivessem presentes na interface adesiva. O colágeno exposto pelo condicionamento ácido pode ser encarado como um fator que afeta negativamente a durabilidade da interface adesiva (WAKABAYASHI, 1994). Para determinados tipos de agentes adesivos foram obtidos maiores valores de

resistência de união quando o procedimento adesivo foi realizado diretamente na porção mineral da dentina (WAKABAYASHI et al., 1994; CIUCCHI et al., 1994; FUJITA et al., 1996; VARGAS et al., 1997; INAI et al., 1998; SABOIA et al., 2000).

A remoção da camada de colágeno pode ser facilmente conseguida através da aplicação de NaOCl a 10% por 1 min (GWINNETT, 1994; UNO & FINGER, 1995, SABOIA et al., 2000) ou a 5% por 2 min (VARGAS et al., 1997) na dentina previamente condicionada com ácido fosfórico. Esse procedimento remove apenas a camada orgânica exposta previamente pelo condicionamento ácido (GWINNETT, 1994) (Fig. 18 e 19).

SABOIA et al. (2000), trabalhando em dentina humana tratada com NaOCl, mostraram um aumento significativo na força de adesão para espécimes restaurados com um sistema adesivo à base de acetona (Prime & Bond 2.1) em relação ao grupo controle (sem remoção do colágeno). Foi observado, no entanto, um decréscimo da força de adesão para os espécimes restaurados com um adesivo à base de água (Single Bond). Outros trabalhos (VARGAS et al., 1997; INAI et al., 1998; PIOCH et al., 1999) têm mostrado um aumento na força de adesão à dentina sem colágeno para sistemas adesivos à base de acetona. Uma inversão nesses resultados foi encontrada em apenas um trabalho (PERDIGÃO et al., 2000). Já para os adesivos à base de água, esse tratamento não alterou significativamente os valores de adesão ou resultou em diminuição na força adesiva (KANCA III & SANDRIK, 1998; INAI et al., 1999; PIOCH et al., 1999; FRANKENBERGER et al., 2000). O resultado obtido com o tratamento com

NaOCl parece estar diretamente ligado ao tipo de adesivo utilizado (SABOIA et al., 2000) e, especialmente, ao seu solvente (HALLER, 2000).

Embora não exista uma correlação comprovada entre resistência adesiva e microinfiltração, os fortes indícios de que materiais com maior resistência adesiva venham a apresentar menores índices de microinfiltração sugeriram uma investigação desse fenômeno em restaurações aderidas à dentina sem colágeno.

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que a remoção do colágeno foi capaz de reduzir significativamente os índices de microinfiltração para o adesivo à base de acetona (PB) (Tabela 3). Isto pode ser explicado por dois fatores: (1) a maior difusibilidade desse carreador, bem como sua maior capacidade de deslocar a água (KANCA III & SANDRIK, 1998) favorecem a penetração do monômero resinoso nas irregularidades superficiais microscópicas da dentina intertubular, expostas pelo NaOCl (SABOIA, 1988; SABOIA et al., 2000) (Fig. 19). A remoção do colágeno facilitaria a chegada do adesivo a esta região, permitindo um envolvimento completo dos cristais de hidroxiapatita parcialmente expostos, resultando em uma interface homogênea e sem espaços vazios; (2) não haveriam fibras colágenas expostas e, por conseguinte, o início da degradação da interface adesiva por hidrólise seria evitada. Uma interface adesiva com menor índice de degradação resulta em diminuição dos defeitos marginais e, conseqüentemente, menores índices de microinfiltração.

A ocorrência de 21,05% de escores zero (ausência de infiltração) para o grupo experimental (PBCH) em relação à ausência (0%) de espécimes sem infiltração no grupo controle (PBSH) reforça a hipótese de que este tratamento promove uma intimidade maior entre as superfícies aderidas, resultando numa interface capaz de resistir às intempéries do meio bucal, aqui simuladas pela ciclagem térmica e estocagem em água por 1 ano. Em todos os espécimes nos quais a adesão foi feita sobre a camada de colágeno, ocorreu infiltração do corante, sendo que 55% atingiram a parede axial da cavidade. Já no grupo onde o colágeno foi removido (PBCH), apenas 21,05% dos espécimes tratados com NaOCl e restaurados com PB/Z 100 mostraram infiltração do corante até a parede axial (Tabela 3).

O tratamento com NaOCl, para a remoção do colágeno, aumenta a energia de superfície da dentina, deixando-a mais fácil de ser molhada pelo adesivo (TOLEDANO et al., 1999). Um aumento da luz dos túbulos dentinários e o aparecimento de anastomoses entre estes, devido a remoção do colágeno (Fig. 19), favorece uma melhor penetração do monômero resinoso (VARGAS et al., 1997; SABOIA, 2000). Sua polimerização dentro dessas retenções criadas na dentina pelo NaOCl produz uma ancoragem sólida, que provavelmente resulta em melhor selamento (TOLEDANO et al., 1999). A remoção do colágeno transforma a superfície da dentina em um tecido com características semelhantes ao esmalte, ou seja, com alto conteúdo mineral (GWINNETT, 1994; VARGAS et al., 1997). A adesão feita diretamente na hidroxiapatita da dentina pode resultar em

uma interface adesiva mais estável (GWINNETT, 1994; INAI et al., 1998; TOLEDANO et al., 1999).

TOLEDANO et al. (1999) mostraram que a rugosidade da dentina condicionada somente com  $H_3PO_4$  era similar àquela observada após o tratamento adicional com NaOCl, o que demonstra que a ação do  $H_3PO_4$  não produz uma superfície de dentina intertubular lisa ou plana. Isso significa que uma superfície irregular e propícia para a adesão pode ser conseguida somente com o condicionamento ácido. Essa superfície, no entanto, precisa ser alcançada e totalmente preenchida pelo monômero resinoso. Os menores valores de resistência adesiva encontrados nos espécimes não tratados com NaOCl se devem, provavelmente, à presença do colágeno, que funcionaria como uma barreira mecânica à penetração do adesivo.

Para o adesivo à base de água (SB), a remoção do colágeno não teve influência nos índices de microinfiltração, já que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos tratados e não tratados com NaOCl (G3 e G4).

Os adesivos à base de água poderiam apresentar menor difusibilidade, o que dificultaria sua chegada à região mais profunda da dentina intertubular, exposta após a remoção do colágeno. Dessa forma, a interface adesiva poderia apresentar falhas em sua base, ou seja, espaços nanométricos desmineralizados e não preenchidos pelo monômero resinoso. Esses espaços vazios seriam

similares àqueles deixados na camada híbrida após a degradação hidrolítica do colágeno (SABOIA, 1988; SABOIA et al, 2000). Com esses materiais, na presença ou ausência do colágeno, haveria a formação de espaços vazios na interface adesiva, resultando em provavelmente em defeitos marginais e microinfiltração, aqui confirmados pelos resultados iguais obtidos por essas duas técnicas.

A presença de poros na dentina intertubular e anastomoses entre os túbulos dentinários, observadas após a aplicação do NaOCl (SABOIA, 1998; SABOIA et al 2000) (Fig. 18 e 19), podem também reforçar a hipótese de que a difusibilidade do monômero resinoso foi de primordial importância nos resultados obtidos para o grupo 2 (PBCH), onde a acetona pode ter favorecido a maior penetração do monômero resinoso nessas microporosidades, levando à obtenção de uma interface adesiva mais homogênea.

No entanto, é preciso que mais pesquisas sejam realizadas até que essas hipóteses possam ser cientificamente confirmadas. Parece lógico esperar que a remoção de uma barreira mecânica possa resultar em melhor difusão e penetração de qualquer tipo de adesivo, independente de sua composição.

Trabalho desenvolvido por KOBASLIJA (1999) revelou a ausência total de nanoinfiltração em espécimes tratados com NaOCl e restaurados com adesivos à base de acetona (Syntac) ou água e glutaraldeído (Gluma CPS). Nesse trabalho, o tempo de permanência do adesivo na dentina pode ter sido

crucial para um desempenho eficaz do adesivo à base de água. Um tempo maior entre as aplicações e a polimerização pode permitir que o mesmo se difunda até o interior do substrato, alcançando todas as retenções criadas pelo tratamento com NaOCl. No nosso estudo foram seguidas as instruções do fabricante e foi dado ao adesivo à base de água (Single Bond) um tempo de somente 5 s para difusão, antes da fotopolimerização. Talvez este tempo não tenha sido suficiente para o adesivo alcançar as porções mais profundas do substrato, o que pode ter resultado na maior presença de defeitos na interface adesiva.

VICHI et al. (1997), usando um adesivo à base de água (SBMP Plus), mostraram um aumento nos índices de microinfiltração para os espécimes tratados com NaOCl em relação aos espécimes onde o colágeno permaneceu intacto. No entanto, a falta de padronização nas metodologias utilizadas nestes trabalhos dificulta sua comparação e posterior discussão, indicando a necessidade da realização de mais pesquisas nesse campo.

O verdadeiro papel do colágeno na resistência adesiva parece não ter sido ainda esclarecido. A importância de uma interface adesiva elástica decorrente da presença do colágeno, como preconizam UNO & FINGER (1995), parece superestimada quando se compara a adesão em dentina e esmalte. Este tecido tem uma quantidade desprezível de constituintes orgânicos, sua adesão não envolve a formação de camada híbrida e, no entanto, oferece boa adaptação marginal, mesmo sendo submetido aos efeitos deletérios da contração de polimerização e às adversidades do meio bucal. Baseado na hipótese desses

autores, poderíamos esperar uma grande quantidade de fendas nas restaurações com margens em esmalte, em virtude da ausência da elasticidade proporcionada pela camada híbrida, o que não corresponde à realidade (KOBASLIJA, 1999).

A adesão de materiais resinosos à dentina pode ser conseguida basicamente por 3 caminhos: (1) *hibridização* - através de remoção da "smear layer" e difusão de monômeros resinosos para o interior da dentina com encapsulamento das fibras colágenas expostas pelo condicionamento ácido (Fig. 17 e 20). É o procedimento mais difundido mundialmente e largamente descrito na literatura (NAKABAYASHI et al., 1982; NAKABAYASHI et al., 1992; GWINNETT, 1994; GWINNETT et al., 1996, PASHLEY & CARVALHO, 1997; MARSHALL et al., 1997; HALLER, 2000). Inicialmente, oferece bons níveis de adesão; no entanto, uma perda gradual da resistência adesiva tem sido observada com o avanço do tempo (NAKABAYASHI et al., 1992); (2) *adesivos auto-condicionantes* - limitam a profundidade da desmineralização e, com isso, tendem a preencher todos os espaços criados (MIYAZAKI et al., 1998). Apresentam boa retenção à dentina, mas sua eficácia em aderir ao esmalte tem sido questionada. Como nesses sistemas o ácido não é removido, teme-se que uma liberação constante de íons hidrogênio possa causar uma desmineralização lenta, resultando em danos à camada híbrida e à dentina subjacente; (3) *remoção do colágeno da dentina* - essa técnica consiste em aumentar a permeabilidade e a energia de superfície da dentina, através da remoção da camada de colágeno

(TOLEDANO et al., 1999), promovendo a adesão diretamente sobre a porção mineral da dentina (Fig. 21).

Amparada por trabalhos que provam sua eficácia com os adesivos à base de acetona (GWINNETT et al., 1996; VARGAS et al., 1997; INAI et al., 1998; PIOCH et al., 1999; SABOIA et al., 2000), a técnica da remoção do colágeno se coloca como uma opção viável para obtenção de adesão entre materiais resinosos e o substrato dentinário. Mesmo se constituindo em um passo clínico adicional, este seria plenamente justificado, caso se confirmem as expectativas de redução de falhas marginais, biocompatibilidade e estabilidade de adesão, aliadas ao aumento de resistência adesiva já comprovado anteriormente.

## 7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste experimento, é possível concluir que:

1. A remoção do colágeno reduziu os índices de microinfiltração para o adesivo à base de acetona (Prime & Bond 2.1).
2. A remoção do colágeno não alterou os índices de microinfiltração para o adesivo à base de água (Single Bond).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>▼</sup>

- ALANI, A. H. & TOH, C.G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. **Dent. Mater.**, Washington, **22**(4): 173-85, July-Aug. 1997.
- ANUSAVICE, K.J. **Quality evaluation of dental restorations**. Chicago: Quintessence. 1989, p. 61-72.
- BUONOCORE, M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. **J. dent. Res.**, Washington, **34**(6): 849-53, Dec. 1955.
- CHAN, M. F. W-Y.; GLYN JONES, J. C. Significance of thermal cycling in microleakage analysis of root restorations. **J. Dent.**, Oxford, **22**(5):292-95, Oct. 1994.
- CHERSONI, S. et al.. Effect of collagen layer on self-etching bonding systems adhesion. **J. dent. Res.**, Washington, **77**: 238, Mar. 1998. [Abstract 1062]
- CIUCCHI, B.; SANO, H.; PASHLEY, D. H. Bonding to sodium hypochlorite treated dentin. **J. dent. Res.**, Washington, **73**: 296, Mar, 1994. [Abstract 1556]
- FORTIN, D. et al.. Bond strenght and microleakage of current dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Washington, **10**(4): 253-58, July, 1994.
- FRANKENBERGER, R. et al.. Dentin bond strength and marginal adaption after NaOCl pre-treatment. **Operative Dent.**, Indianapolis, **25**(1):40-5, Jan.-Feb. 2000.
- FUJITA, E. et al.. Effect of NaOCl pre-conditioning to bovine root canal dentin. **J. dent. Res.**, Washington, **75**:391, Mar. 1996. [Abstract 2990].
- GWINNETT, A. J. Altered tissue contribution to interface bond strength with acid conditioned dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **7**(5): 243-46, Oct. 1994.

---

<sup>▼</sup> De acordo com a norma NB-66 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos periódicos em conformidade com o "World List of Scientific Periodicals".

- GWINNETT, A. J. et al. Quantitative contribution of the collagen network in dentin hybridization. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **9**(4): 140-44, Aug. 1996.
- HALLER, B. Recent developments in dentin bonding. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **13**(1):44-50, Feb. 2000.
- INAI, N. et al.. Adhesion between collagen depleted dentin and dentin adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **11**(3):123-27, June 1998.
- KANCA III, J & SANDRIK, J. Bonding to dentin. Clues to the mechanism of adhesion. . **Am. J. Dent.**, San Antonio, **11**(4):154-59, Aug. 1998.
- KOBASLIJA, S. The effect of NaOCl dentin treatment on leakages within the hybrid layer. Thesis. Bosnia: University of Sarajevo, 1999.
- KREJCI, I.; LUTZ, F.; REIMER, M. Marginal adaptation and fit of adhesive ceramic inlays. **J. Dent.**, Oxford, **21**(1):39-46, Feb. 1993.
- MARSHALL, G. W. et al.. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **J. Dent.**, Oxford, **25**(6): 441-58, Dec. 1997.
- MIYAZAKI, M. et al.. Influence of thermal cycling on dentin bond strength of two-step bonding systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **11**(3):118-22, June 1998.
- NAKABAYASHI, N. Adhesive bonding with 4-META. **Oper. Dent.**, Seattle, **5**: 125-30, 1992. [Supplement 5].
- NAKABAYASHI, N.; ASHIZAWA, M.; NAKAMURA, M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. **Quintessence int.**, Berlin, **23**(2): 135-41, Feb. 1992.
- NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. mat. Res.**, New York, **16**(3): 265-73, May, 1982.
- PASHLEY, D. H. & CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J. Dent.**, Oxford, **25**(5): 355-72, Sept. 1997.
- PERDIGÃO, J. et al.. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. **Dent. Mater.**, Washington, **16**(5): 311-23, Sept. 2000.

- PIOCH, T. et al.. Interfacial micromorphology and tensile bond strength of dentin bonding systems after NaOCl treatment. **J. Adhes. Dent.**, Berlim, 1(2):135-42, Mar. 1999.
- PRATI, C. et al.. Marginal hybrid layer in class V restorations. **Operative Dent.**, Indianapolis, 25(3):228-33, May-June 2000.
- RETIEF, D. H.; MANDRAS, R. S.; RUSSELL C. M. Shear bond strength required to prevent microleakage at the dentin/restoration interface. **Am. J. Dent.**, San Antonio, 7(1): 43-6, Feb. 1994.
- SABOIA, V. P. A. **Efeito da remoção do colágeno na resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos de frasco único.** Piracicaba, 1998. 110p. [Tese (Mestrado) - FOP-UNICAMP].
- SABOIA, V. de P. A.; RODRIGUES, A. L.; PIMENTA, L. A. F. Effect of collagen removal on shear bond strength of two single-bottle adhesive systems. **Operative Dent.**, Indianapolis, 25(5):397-402, Sep.-Oct. 2000.
- SANO, H. et al. Nanoleakage: Leakage within the hybrid layer. **Oper. Dent.**, Seattle, 20(1): 18-25, Jan-Feb. 1995.
- SANO, H. et al.. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, *in vivo*. **J. Dent. Res.** Washington, 78(4):906-11, April. 1999.
- SPENCER, P.; SWAFFORD, J. R. Unprotected protein at the dentin-adhesive interface. **Quintessence int.**, Berlin, 30(7):501-7, July 1999.
- TOLEDANO, M. et al.. Effect of acid etching and collagen removal on dentin wettability and roughness. **J. Biomed Mater Res.**, New York, 47(2):198-203 Mar. 1999.
- UNO, S.; FINGER, W. J. Function of the hybrid zone as a stress-absorbing layer in resin-dentin bonding. **Quintessence int.**, Berlin, 26(10): 733-8, Oct. 1995.
- VAN DJIKEN, J. W. V. & HORSTEDT, P. Effect of 5% sodium hypochlorite or tubulicid pretreatment in vivo on the marginal adaptation of dental adhesives and glass ionomer cements. **Dent. Mater.**, Washington, 3(6): 303-06, Nov. 1987.

- VAN MEERBECK et al.. The clinical performance of adhesives. **J. Dent.**, Oxford, **26**(1): 1-20, Jan. 1998.
- VARGAS, M. A.; COBB D. S.; ARMSTRONG S. R. Resin-dentin shear bond strength and interfacial ultrastructure with and without hybrid layer. **Oper. Dent.**, Seattle, **22**(5): 159-66, Sep-Oct. 1997.
- VICHI, A.; FERRARI, M.; DAVIDSON, C. L. *In vivo* leakage of na adhesive system with and without NaOCl as pretreatment. **J. Dent. Res.** Washington, **76**: 398, Mar 1997. [Abstract 3077]
- WAKABAYASHI, Y. et al.. Effect of dissolution of collagen on adhesion to dentin. **Int. j. Prosthodont.**, Carol Stream, **7**(4):302-06, July-Aug. 1994.
- WALSHAW, P.R.; McCOMB, D. Clinical considerations for optimal dentinal bonding. **Quintessence int.**, Berlin, **27**(9): 619-25, Sept. 1996.
- WENNER, K. et al.. Microleakage of root restorations. **J. Am. dent. Assoc.**, Chicago, **117**(7):825-28, Dec. 1988.

## ANEXO 1

## ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS GRUPOS 1 (PBSH) E 2 (PBCH)

The SAS System 08:24 Tuesday, August 22, 2000 3

TABLE OF GRUPO BY ACERTO

| GRUPO        |           | ACERTO |       |       |       |       |        |
|--------------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
|              |           | 0      | 1     | 2     | 3     | 4     | Total  |
| G1<br>(PBSH) | Frequency | 0      | 7     | 1     | 1     | 11    | 20     |
|              | Percent   | 0.00   | 17.95 | 2.56  | 2.56  | 28.21 | 51.28  |
|              | Row Pct   | 0.00   | 35.00 | 5.00  | 5.00  | 55.00 |        |
|              | Col Pct   | 0.00   | 58.33 | 16.67 | 50.00 | 73.33 |        |
| G2<br>(PBCH) | Frequency | 4      | 5     | 5     | 1     | 4     | 19     |
|              | Percent   | 10.26  | 12.82 | 12.82 | 2.56  | 10.26 | 48.72  |
|              | Row Pct   | 21.05  | 26.32 | 26.32 | 5.26  | 21.05 |        |
|              | Col Pct   | 100.00 | 41.67 | 83.33 | 50.00 | 26.67 |        |
| Total        |           | 4      | 12    | 6     | 2     | 15    | 39     |
| %            |           | 10.26  | 30.77 | 15.38 | 5.13  | 38.46 | 100.00 |

STATISTICS FOR TABLE OF GRUPO BY ACERTO

| Statistic                           | DF | Value  | Prob         |
|-------------------------------------|----|--------|--------------|
| Chi-Square                          | 4  | 10.248 | 0.036        |
| Likelihood Ratio Chi-Square         | 4  | 12.162 | 0.016        |
| Mantel-Haenszel Chi-Square          | 1  | 4.381  | 0.036        |
| <b>Fisher's Exact Test (2-Tail)</b> |    |        | <b>0.023</b> |
| Phi Coefficient                     |    | 0.513  |              |
| Contingency Coefficient             |    | 0.456  |              |
| Cramer's V                          |    | 0.513  |              |

Sample Size = 39

WARNING: 60% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.

## ANEXO 2

## ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS GRUPOS 3 (SBSH) E 4 (SBCH)

The SAS System

08:24 Tuesday, August 22, 2000 3

TABLE OF GRUPO BY ACERTO

| GRUPO        |           | ACERTO |       |       |        |       |        |
|--------------|-----------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|
|              |           | 0      | 1     | 2     | 3      | 4     | Total  |
| G3<br>(SBSH) | Frequency | 3      | 3     | 2     | 2      | 6     | 16     |
|              | Percent   | 9.68   | 9.68  | 6.45  | 6.45   | 19.35 | 51.61  |
|              | Row Pct   | 18.75  | 18.75 | 12.50 | 12.50  | 37.50 |        |
|              | Col Pct   | 60.00  | 60.00 | 50.00 | 100.00 | 40.00 |        |
|              |           |        |       |       |        |       |        |
| G4<br>(SBCH) | Frequency | 2      | 2     | 2     | 0      | 9     | 15     |
|              | Percent   | 6.45   | 6.45  | 6.45  | 0.00   | 29.03 | 48.39  |
|              | Row Pct   | 13.33  | 13.33 | 13.33 | 0.00   | 60.00 |        |
|              | Col Pct   | 40.00  | 40.00 | 50.00 | 0.00   | 60.00 |        |
|              |           |        |       |       |        |       |        |
| Total        |           | 5      | 5     | 4     | 2      | 15    | 31     |
| %            |           | 16.13  | 16.13 | 12.90 | 6.45   | 48.39 | 100.00 |

STATISTICS FOR TABLE OF GRUPO BY ACERTO

| Statistic                           | DF | Value | Prob         |
|-------------------------------------|----|-------|--------------|
| Chi-Square                          | 4  | 2.971 | 0.563        |
| Likelihood Ratio Chi-Square         | 4  | 3.747 | 0.441        |
| Mantel-Haenszel Chi-Square          | 1  | 0.711 | 0.399        |
| <b>Fisher's Exact Test (2-Tail)</b> |    |       | <b>0.717</b> |
| Phi Coefficient                     |    | 0.310 |              |
| Contingency Coefficient             |    | 0.296 |              |
| Cramer's V                          |    | 0.310 |              |

Sample Size = 31

WARNING: 80% of the cells have expected counts less than 5. Chi-Square may not be a valid test.

## APÊNDICES

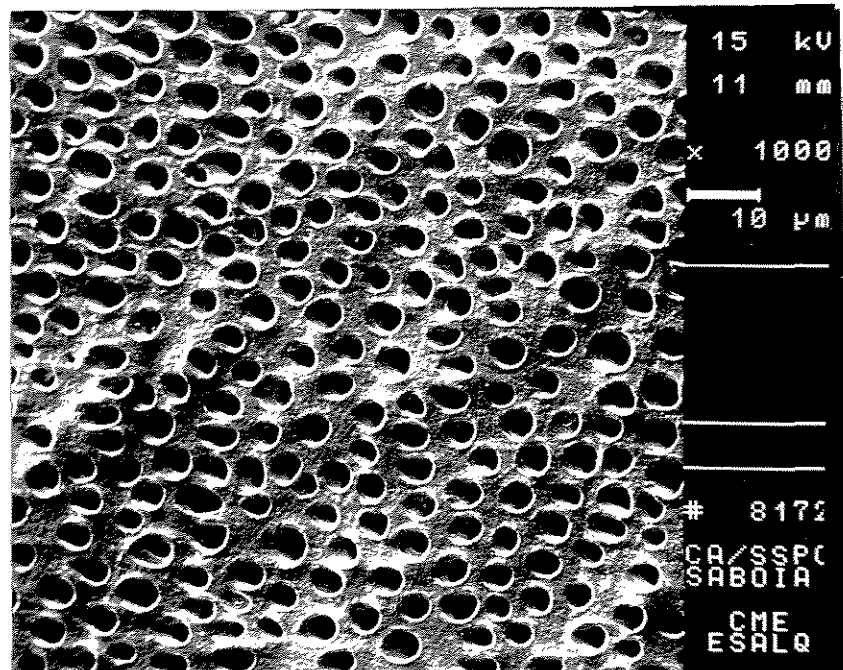


Fig. 14 - Aspecto em MEV da dentina após condicionamento com  $H_3PO_4$  a 37% por 15 segundos.

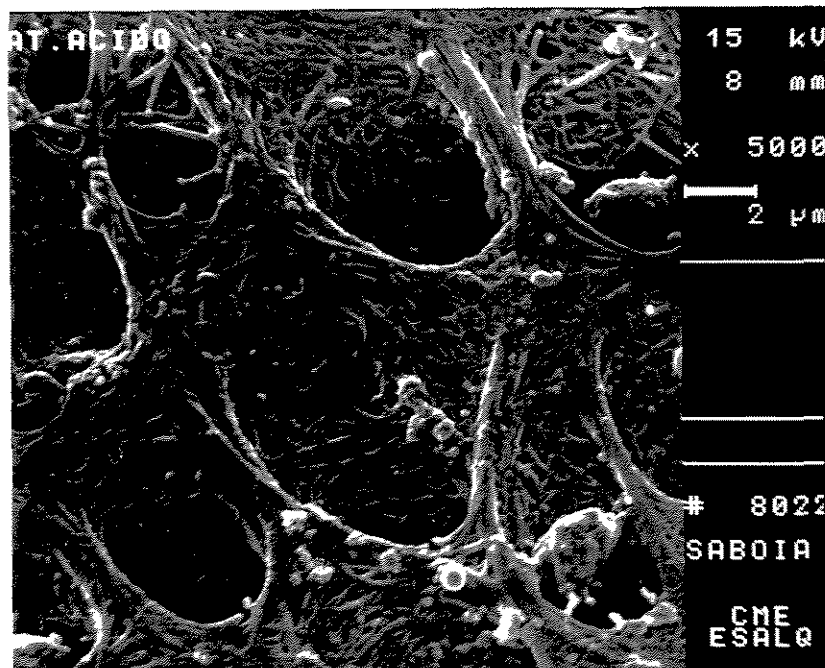


Fig. 15 - Aspecto em MEV da malha de colágeno exposta após condicionamento com  $H_3PO_4$  a 37% por 15 segundos. O espécime foi submetido à secagem ao ponto crítico. Os grânulos observados são resquícios de sílica usada como espessante do gel do ácido.

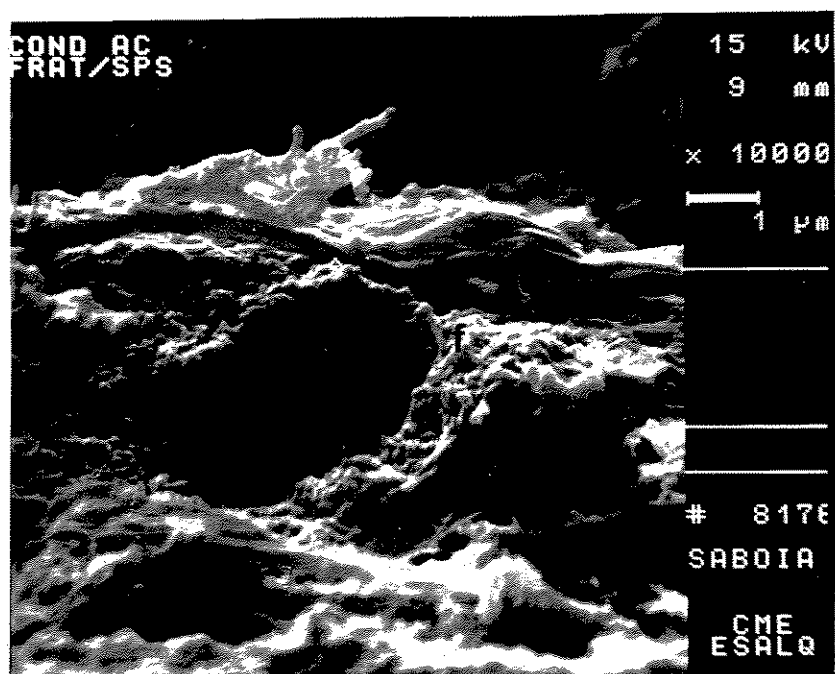


Fig. 16 - Aspecto em MEV da malha de colágeno em espécime de dentina fraturado. O espécime foi submetido à secagem ao ponto crítico. Notar a densa malha de fibras (f) que devem ser encobertas pelo monômero resinoso.

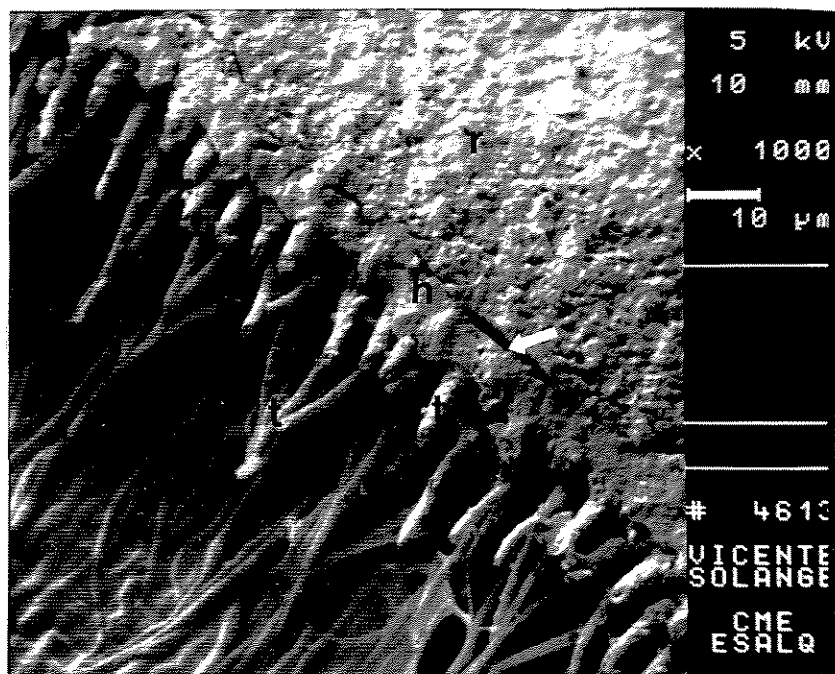


Fig. 17 - Aspecto em MEV da interface adesiva mostrando formação de camada híbrida (R-resina restauradora, H-camada híbrida, T-"tags" de resina). A fenda observada entre o adesivo e a resina restauradora é decorrente, provavelmente, do alto vácuo nos procedimentos de metalização e visualização em MEV (seta).

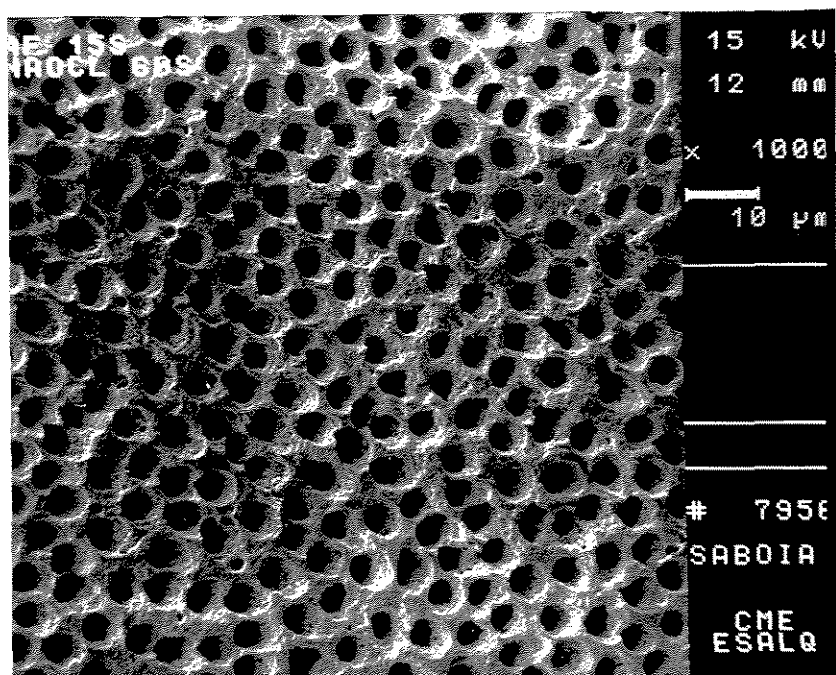


Figura 18 - Aspecto em MEV da dentina após condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos e aplicação de NaOCl a 10% por 1 minuto.

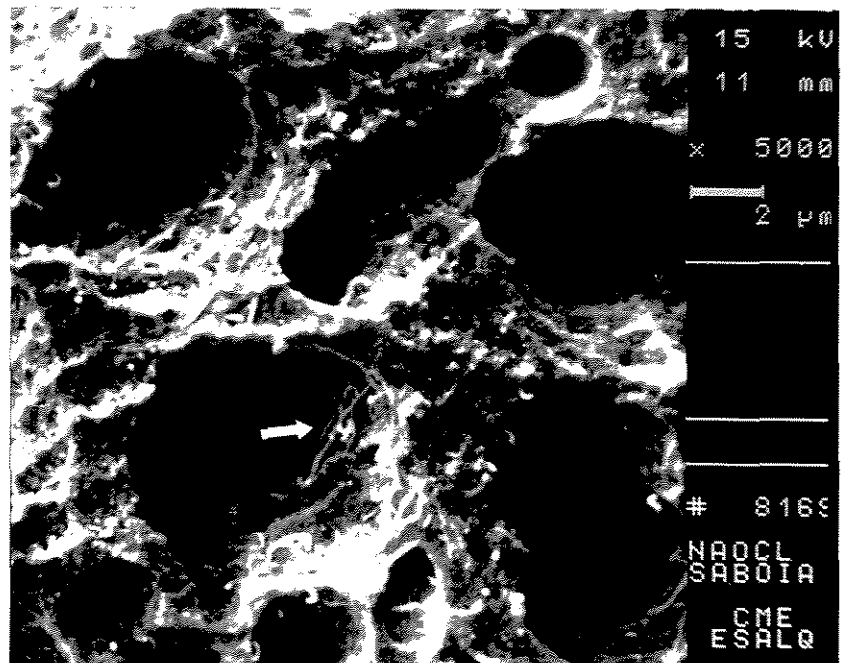


Figura 19 - Aspecto em MEV da dentina intertubular após o tratamento com NaOCl. A dentina se apresenta porosa e com superfície mais irregular. Fibras colágenas remanescentes indicam que a ação do NaOCl foi apenas superficial (seta).

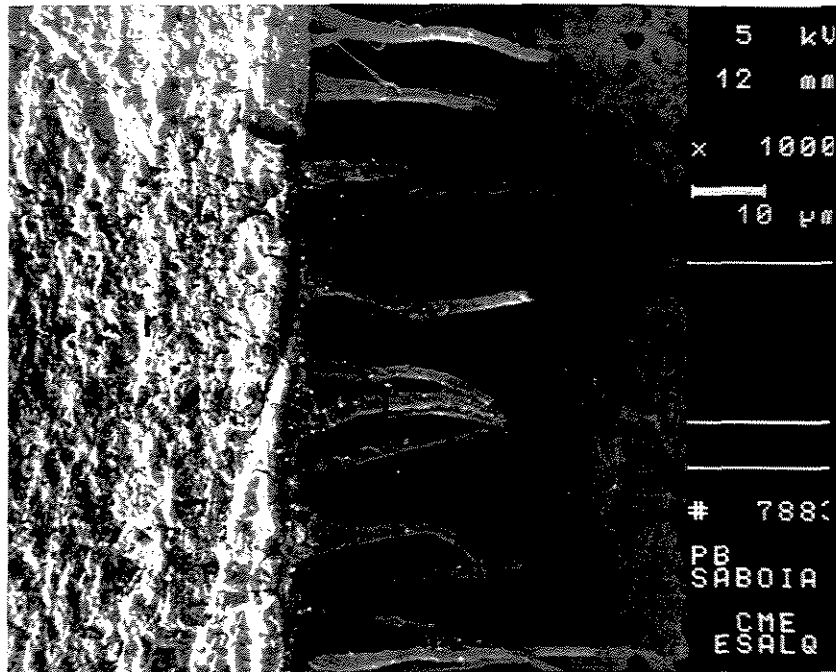


Figura 20 - Aspecto em MEV de interface adesiva em espécime proteinizado mostrando formação de camada híbrida (R-resina restauradora, H-camada híbrida, T-"tags").

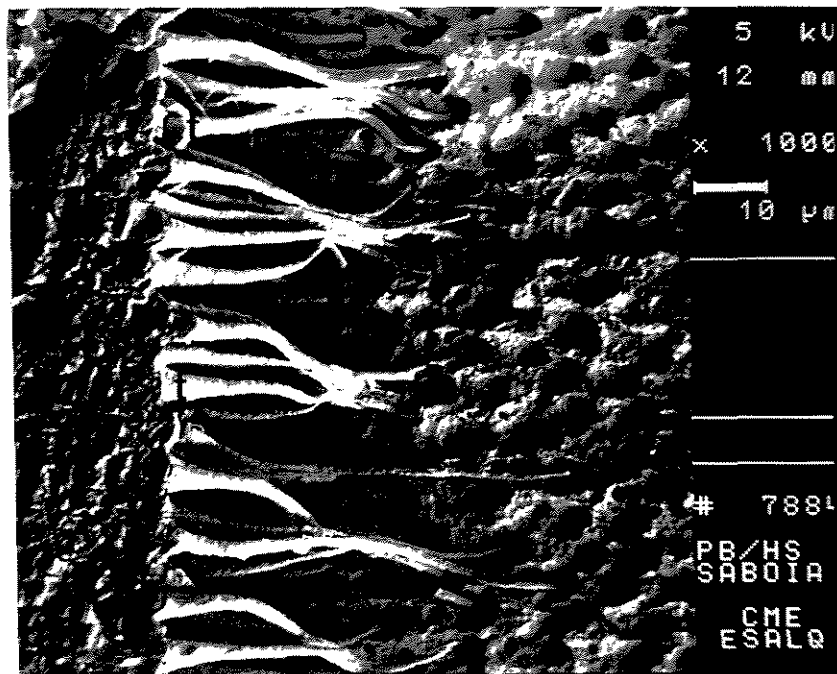


Figura 21: Aspecto em MEV de interface adesiva em espécime desproteinizado mostrando ausência de camada híbrida (R-resina restauradora, H-camada híbrida, T-"tags"). Notar um maior alargamento da embocadura dos "tags" (seta).