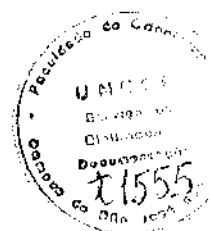


CARLOS ROCHA GOMES TORRES

**AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL EM
RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA, QUANDO O COLÁGENO
DENTINÁRIO É MANTIDO OU ELIMINADO APÓS O
CONDICIONAMENTO ÁCIDO, ALTERANDO-SE O PERÍODO DE
ARMAZENAMENTO E A TERMOCICLAGEM.**



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

Orientadora: Profa. Tit. Maria Amélia Máximo de Araújo

São José dos Campos

2002

TD 2
T036 a
ex. 2
t. 1555

Apresentação gráfica e normalização de acordo com :

BELLINI, A.B.; SILVA, E.A. **Manual para elaboração de monografias : estrutura do trabalho científico**. São José dos Campos: FOSJC/UNESP, 2000. 81p.

TORRES, C.R.G. **Avaliação da microinfiltração marginal em restaurações de resina composta, quando o colágeno dentinário é mantido ou eliminado após o condicionamento ácido, alterando-se o período de armazenamento e a termociclagem**. 2002. 217f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa **Adriana Cristina de Mello Torres**, pelo companheirismo e paciência, e cuja ajuda foi fundamental para que ele pudesse ser realizado. Aos meus pais **Alfredo Gomes Torres Filho e Josepha Rocha Gomes Torres**, pelo exemplo de perseverança e pelo incentivo constante, o qual sempre me ajudou a superar todos os obstáculos.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Professora **Maria Amélia Máximo de Araújo**, que me orienta desde os primeiros contatos com a Odontologia, e que sempre tive como exemplo de pessoa com inteligência e capacidade indiscutíveis, cuja determinação e seriedade com o que se propõe a fazer deve servir como espelho a todos que procuram o sucesso na vida profissional. Muito obrigado por confiar em mim e espero continuar a ser merecedor de sua amizade.

AGRADECIMENTOS

À **Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP**, que sempre me acolheu de braços abertos e tantas oportunidades me deu. Sempre a considerarei como minha casa, e torço para que seu reconhecimento como centro de excelência no ensino cada vez aumente mais.

À **CAPES**, pelo apoio ao Programa de Pós-Graduação e pelo auxílio a mim concedido.

À minha irmã **Sonia Rocha Gomes Torres** que me despertou o gosto pela Odontologia, e me apoiou de todas as formas para que eu pudesse concluir os meus estudos. Sem ela, com certeza este trabalho não seria realizado. Muito obrigado.

Ao meu grande amigo e colega de curso **Claudio Hideki Kubo**, por estar sempre pronto para colaborar nos momentos de dificuldade.

Aos colegas de curso **Andréia Anido Anido**, **Marcelo Bálsamo**, **Nívio Fernandes** e **Ricardo Amore**, cujo convívio tem sido muito enriquecedor.

Aos Professores do Departamento de Odontologia Restauradora **Clóvis Pagani**, **José Roberto Rodrigues**, **João Cândido de Carvalho**, **Regina Célia Santos Pinto Silva**, **Rosehelene Marotta Araújo**, **Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves**, **Maria Filomena R. L. Hutalla** e **Ana Paula Martins Gomes**, pela amizade e por sempre se mostrarem dispostos a contribuir e orientar.

À Professora **Márcia Carneiro Valera**, pessoa de grande sensibilidade e que nunca se esquece do lado humano de cada indivíduo, em função do lado profissional. Obrigado pela atenção e boa vontade em todos os momentos.

Ao Professor **Ivan Balducci**, pela revisão da análise estatística.

À **Maria das Dores Nogueira**, pela imensa boa vontade no auxílio à obtenção dos artigos que enriqueceram a bibliografia deste trabalho.

À todas as funcionárias do Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos.

À **Angela de Brito Bellini**, pela minuciosa revisão bibliográfica e normalização deste trabalho.

Às secretárias **Terezinha Sant'Ana de Oliveira Costa** e **Liliane Marques Franchitto** pelo apoio logístico durante todo o curso.

À **Michelle Silvério Fernandes** pelo auxílio durante as fases laboratoriais.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação **Herena e Rose**, pela inestimável colaboração durante o curso.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CTE-LAS), na pessoa de **Maria Lúcia Brison de Mattos** e **Nélia Ferreira Leite**, pela realização da Microscopia Eletrônica de Varredura.

À Metalúrgica FAVA, na pessoa do **Sr. José Fava**, pelo fornecimento das pontas diamantadas.

Ao Frigoserv de São José dos Campos, através do **Sr. Afonso**, pela doação dos dentes bovinos.

Aos técnicos **Walter Cruz**, da disciplina de histologia, e **Paulo Rogério Martins**, disciplina de anatomia da FOSJC-UNESP, pela orientação na realização da técnica da diafanização.

Ao Professor **José Roberto de Oliveira e Silva**, pelas informações a respeito dos diversos reagentes utilizados.

À Professora **Maria Nadir Gasparoto Mancini**, pela orientação no preparo dos reagentes.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS E QUADROS	8
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	9
RESUMO	11
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Durabilidade da adesão	17
2.2 Remoção do colágeno	49
2.3 Camada intermediária elástica	109
3 PROPOSIÇÃO	128
4 MATERIAL E MÉTODO	129
4.1 Seleção e adequação dos dentes	129
4.2 Preparo das cavidades	130
4.3 Restaurações com diferentes técnicas adesivas	133
4.4 Termociclagem e armazenamento	137
4.5 Análise da microinfiltração.....	138
4.5.1 Penetração dos elementos traçadores	139
4.5.2 Avaliação da microinfiltração ocorrida	141
4.6 Métodos estatísticos	147
4.7 Estudo complementar por Microscopia Eletrônica de Varredura	147
5 RESULTADOS	150
5.1 Análise estatística	150
5.2 Estudo complementar por Microscopia Eletrônica de Varredura	153
6 DISCUSSÃO	158
6.1 Da metodologia	158
6.2 Dos resultados	166
7 CONCLUSÕES	194
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	195
ANEXO	215
ABSTRACT	216

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Seleção e adequação dos dentes: A) região anterior	131
FIGURA 2 – Preparo das cavidades: A) matriz para	132
FIGURA 3 – Preparo dos espécimes e divisão dos grupos	136
FIGURA 4 – Distribuição dos espécimes e variações na ciclagem	138
FIGURA 5 – Etapa de penetração dos elementos traçadores	140
FIGURA 6 – Isolamento da restauração do restante da estrutura	142
FIGURA 7 – Etapa de avaliação da microinfiltração ocorrida	143
FIGURA 8 – Espécime diafanizado posicionado para observação	144
FIGURA 9 – Escores de microinfiltração.	145
FIGURA 10 – Vista da parede gengival de um espécime que	146
FIGURA 11 – Visão direta da parede proximal mesial de uma	146
FIGURA 12 – Comparação entre as médias dos postos	152
FIGURA 13 – Dentina condicionada com ácido fosfórico.	154
FIGURA 14 – Superfície da dentina após a desproteinização.	154
FIGURA 15 – Interface dente-restauração utilizando o Single Bond	155
FIGURA 16 – Interface dente-restauração após desproteinização.	155
FIGURA 17 – Interface adesivo-dentina utilizando-se a técnica	156
FIGURA 18 – Grande aumento da área demarcada na Figura 17.	156
FIGURA 19 – Interface adesiva de um espécime desproteinizado	157
FIGURA 20 – Grande aumento da área demarcada na Figura 19.	157

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 – Escores de microinfiltração observados para todos os	150
Tabela 2 – Comparação entre as médias dos postos das amostras	151
Tabela 3 - Resultados do teste de comparações múltiplas	152
Quadro 1 – Dados técnicos dos materiais utilizados	133

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4-MET = 4 Metacriloxietil do Ácido Trimelítico

4-META = 4 Metacriloxietil Anídrido de Trimelitato

AgNO₃ = Nitrato de Prata

ANOVA = Análise de Variância

Bis-EMA = Bisfenol A-polietilenoglicol Dieter Dimetacrilato

Bis-GMA = Bisfenol A-diglicidil Éter Dimetacrilato

CQ – Canforoquinona

EDTA = Ácido Etilenodiamino Tetraacético

EDTA 3-2 – NH₄/Fe = 0,3M de EDTA-2NH₄ e 0,2M de EDTA-Fe-NH₄

EDTA 3-2 = 0,3M de EDTA-2Na e 0,2M de EDTA-Fe-Na

EDTA 5-0 = 0,5M de EDTA-3Na

EDTA-2Na = Etilenodiamino Tetraacetato Dissódico

EDTA-2NH₄ = Etilenodiamino Tetraacetato Di-amônio

EDTA-3Na = Etilenodiamino Tetraacetato Trissódico

EDTA-Fe-NH₄ = Etilenodiamino Tetraacetato Ferro-Amônio

EDTA-Fe-Na = Etilenodiamino Tetraacetato Férrico Sódico

GM = Glicidil Metacrilato

H₃PO₄ = Ácido Fosfórico

HCl = Ácido Clorídrico

HEMA = Hidroxi Etil Metacrilato

HNO₃ = Ácido Nítrico

HPO₄ = Íon Fosfato

MAATY = O – Metacrilato – N – Acil Tirosina

MET = Microscopia Eletrônica de Transmissão

MEV = Microscopia Eletrônica de Varredura

MEV-EC = Microscopia Eletrônica de Varredura por Emissão de Campo

MFA = Microscopia de Força Atômica
MMA = Metil Metacrilato
MPa = Mega Pascal
MVLC = Microscopia de Varredura Laser Confocal
NaF = Fluoreto de Sódio
NaN₃ = Azida Sódica
NaOCl = Hipoclorito de Sódio
NPG = N-Fenilglicina
Phenyl-P = 2-Metacriloxietil Fenil-Hidrogênio Fosfato
PMMA = Polimetil Metacrilato
REDTA = Etilenodinitrilo Tetraacetato Dissódico
Solução 10-3 = 10% de Ácido Cítrico e 3% de Cloreto Férrico
TBB = Tri-n-Butil Borano
TEGDMA = Trietilenoglicol Dimetacrilato
UDMA = Uretano Dimetacrilato

TORRES, C.R.G. Avaliação da microinfiltração marginal em restaurações de resina composta, quando o colágeno dentinário é mantido ou eliminado após o condicionamento ácido, alterando-se o período de armazenamento e a termociclagem. 2002. 217f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o grau de microinfiltração marginal em restaurações de resina composta, diante das variáveis remoção ou não do colágeno dentinário após o condicionamento ácido, e utilização ou não de uma camada de resina composta fluida sobre a dentina desproteínizada, alterando-se os seguintes fatores: a) tempo de armazenagem (0, 6 e 12 meses); b) ciclagem térmica (500, 1.500 e 2.500 ciclos). Para tal, 180 dentes bovinos receberam preparos classe V ao nível da junção amelo-cementária. Eles foram divididos em três grupos: grupo C – foi aplicado o sistema adesivo Single Bond (3M), segundo as recomendações do fabricante, e a seguir procedida a restauração com a resina composta Z250 (3M); grupo H – após o condicionamento ácido foi aplicada uma solução aquosa de NaOCl a 10% por 1min, e então aplicado o adesivo Single Bond e a resina composta Z250; grupo HF – semelhante ao grupo H, exceto que após a polimerização do adesivo, uma fina camada de resina composta fluida Natural Flow (DFL) foi aplicada e polimerizada, antes da inserção da resina Z250. Todos os espécimes sofreram 500 ciclos térmicos ($5 \pm 5^{\circ}\text{C}$ a $55 \pm 5^{\circ}\text{C}$). Os espécimes em cada grupo foram divididos ao acaso em três subgrupos. No primeiro, a microinfiltração marginal foi avaliada após 24h. No segundo, os espécimes permaneceram imersos em água destilada contendo 0,4% de azida sódica em estufa a 37°C por seis meses, sendo que após este período sofreram mais 1.000 ciclos térmicos. No terceiro, os espécimes permaneceram imersos por 12 meses, e receberam mais 1.000 ciclos térmicos a cada 6 meses, totalizando 2.500 ciclos. Após os respectivos períodos de armazenagem, a microinfiltração marginal foi avaliada pelo método do nitrato de prata seguido pela diafanização. Os espécimes foram analisados em estereomicroscópio e receberam escores de 0 a 4. Os dados foram submetidos à análise estatística, empregando-se os testes de Kruskal-Wallis e de Comparações Múltiplas. Após seis meses de armazenagem, os grupos H e HF mostraram quedas na microinfiltração, enquanto o grupo C não apresentou diferenças significantes. Após 12 meses, os grupos C e H mostraram aumentos significantes de microinfiltração em relação à avaliação inicial. Todavia, em todos os períodos, os grupos H e HF exibiram estatisticamente menos microinfiltração que o grupo C. Não foram constatadas diferenças significantes entre os grupos H e HF, para todos os intervalos de tempo. Concluímos que a remoção do colágeno reduziu significativamente a microinfiltração em relação à técnica convencional, independentemente do tempo de armazenagem e número de ciclos térmicos. A associação da resina fluída à dentina tratada com NaOCl não reduziu a microinfiltração. A armazenagem em água por um período de 6 meses reduziu a microinfiltração quando o colágeno dentinário foi removido. A armazenagem e a ciclagem térmica induziram ao aumento da microinfiltração após 12 meses. Nenhuma das técnicas foi totalmente efetiva em conter a microinfiltração marginal.

PALAVRAS-CHAVE: Microinfiltração; adesão; dentina; desproteínização, hipoclorito de sódio.

1 INTRODUÇÃO

Em 1982, Nakabayashi et al.⁹⁹ observaram que, após o condicionamento ácido da dentina e aplicação de um sistema adesivo a base de monômeros hidrofílicos, ocorria a formação de uma camada ácido-resistente exatamente abaixo da interface adesiva. Esta área formada pelo substrato dentinário e o polímero foi denominada de camada híbrida, e resultava em altos valores de resistência adesiva, sendo considerada como um “novo conceito nos materiais biocompatíveis para uso dental”.

Estudos posteriores por Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET), demonstraram a penetração dos monômeros resinosos por espaços de tamanho nanométrico existentes entre as fibras colágenas, expostas pelo condicionamento ácido (Nakabayashi et al.⁹⁷, 1992). Foi sugerido que o embricamento micromecânico do adesivo com as fibras colágenas da dentina intertubular era o principal mecanismo de adesão (Nakabayashi et al.⁹⁹, 1982; Pioch et al.¹¹⁵, 1999). Segundo Nakabayashi⁹⁶, citado por Retief et al.¹²⁵ (1992), este embricamento é o que mais contribui para a resistência adesiva, e cerca de dois terços desta resistência são proporcionados por ele. A penetração de resina nos túbulos dentinários, com resultante formação de *tags*, contribui com cerca de um terço e ajuda na proteção pulpar.

Todavia, a hibridização da dentina apresenta algumas deficiências. A primeira diz respeito ao fato das fibras colágenas colapsarem quando a dentina ácido-condicionada é seca com jatos de ar (Pashley et al.¹⁰⁵, 1993), o método mais utilizado para secagem de cavidades. Este colapso impede a completa penetração dos monômeros adesivos, deixando uma

camada de colágeno desprotegido, prejudicando a adesão (Nakabayashi & Takarada⁹⁶, 1992; Kato & Nakabayashi⁷², 1996). Estudos comprovaram a diminuição na resistência adesiva (Kato & Nakabayashi⁷², 1996; Gwinnett⁵⁶, 1992; Gwinnett⁵⁷, 1994; Bocangel et al.¹⁷, 1998) e aumento da microinfiltração marginal quando a dentina condicionada é desidratada (Araújo et al.⁵, 1998). Para contornar este problema foi proposta a adesão a dentina úmida, a qual mostrou resultados favoráveis (Gwinnett⁵⁷, 1994). Porém, é bastante difícil manter a quantidade exata de umidade no substrato dentinário, sendo que Tay et al.¹⁵⁵(1996) observaram que a umidade excessiva também é deletéria à adesão.

Outro problema da hibridização é a intensidade do condicionamento ácido. Embora seja reconhecida a necessidade de realizá-lo, quando ele é excessivo, uma desmineralização muito profunda do substrato dentinário pode ocorrer. Nestes casos, o adesivo pode ser incapaz de impregnar toda a profundidade da rede colágena, resultando na presença de colágeno não protegido por resina (Chan et al.³², 1997). Este colágeno pode ser hidrolisado com o tempo, prejudicando a durabilidade da adesão (Armstrong et al.¹⁰, 2000).

Os fatos citados demonstram a grande sensibilidade da técnica de hibridização. Os estudos de Kiyomura⁷⁸ (1987), Takarada¹⁵¹ (1990) e Burrow et al.²⁵ (1993) constataram que uma adesão mediada por uma camada híbrida pode, dependendo do sistema adesivo utilizado e de como ele é aplicado, ter alta resistência adesiva inicial, mas esta é difícil de ser mantida por longos períodos, sendo constatado um decréscimo significativo com o passar do tempo.

Goldman et al.⁵⁴ (1982) e Yamada et al.¹⁷⁴ (1983) observaram a eficiência da irrigação final de canais radiculares instrumentados com Ácido Etilenodiamino Tetraacético a 17% (EDTA), um conhecido quelante, seguido pelo hipoclorito de sódio (NaOCl) a 5,25%, um solvente de matéria orgânica, na remoção completa da *smear layer* e dos resíduos orgânicos da dentina. Goldman et al.⁵³, em 1984, observaram que a

aplicação da solução quelante seguida pelo hipoclorito de sódio, em dentes que possuíam preparos de conduto para confecção de núcleos, os quais foram cimentados com uma mistura dos monômeros resinosos, resultavam numa resistência adesiva à tração maior do que qualquer outro tratamento de superfície ou cimento tradicional. Num estudo posterior, eles constataram que este tratamento removia a *smear layer* e a resina fluída penetrava nos túbulos, possibilitando um grande embricamento mecânico (Goldman et al.⁵⁵ 1984).

A associação de substâncias capazes de descalcificar a estrutura dentinária, seguida pela aplicação de solventes de matéria orgânica, como o hipoclorito de sódio, continuou a ser estudada. Autores como Fujita et al.⁴⁵ (1990), Hosoda et al.⁶⁶ (1993) e Wakabayashi et al.¹⁶⁹ (1994) realizaram estudos propondo uma nova forma de tratar o substrato dentinário. Após o condicionamento ácido e exposição da rede colágena, a dentina recebia a aplicação de uma solução de NaOCl a 10%, de forma a remover o colágeno exposto, resultando numa superfície extremamente porosa e mineral, similar ao esmalte. Eles observaram que a aplicação do adesivo sobre esta superfície foi capaz de aumentar a resistência adesiva, em relação a quando o colágeno estava presente. Wakabayashi et al.¹⁶⁹ (1993) observaram também a diminuição da microinfiltração após a desproteinização. Em outros estudos, a resistência adesiva não foi significativamente influenciada com a remoção do colágeno dentinário (Gwinnett⁵⁷, 1994; Gwinnett⁵⁸, 1994).

Desde então, diversos autores chegaram a conclusão de que a formação da camada híbrida não é essencial para se conseguir forte adesão a dentina (Hosoda et al.⁶⁶, 1993; Armstrong et al.⁸, 1996). Gwinnett⁵⁷ (1994) sugeriu que a eficácia adesiva deriva provavelmente da difusão da resina adesiva na dentina parcialmente desmineralizada, localizada na porção basal do substrato condicionado, e não do embricamento micromecânico com as fibras colágenas. Segundo Vargas et al.¹⁶⁷ (1997), a camada de colágeno pode, na verdade, inibir a

penetração de resina no interior do substrato dentinário e comprometer a durabilidade da adesão. Wakabayashi et al.¹⁶⁹ (1994), Vargas et al.¹⁶⁷ (1997), Inai et al.⁶⁷ (1998) levantaram a hipótese de que a adesão direta a dentina parcialmente desmineralizada poderia produzir uma união mais durável, diretamente com os componentes de hidroxiapatita do substrato dentinário, uma vez que se elimina a possibilidade da ocorrência de áreas de colágeno desprotegido.

Contudo, Uno & Finger¹⁶⁵ (1995) observaram que, apesar da melhora obtida na resistência adesiva, a qualidade marginal foi negativamente afetada. Eles acreditavam que a camada híbrida, possuindo um menor módulo de elasticidade que a resina composta, agiria como uma camada elástica, hábil em absorver o estresse da contração de polimerização. Ao contrário, a ausência da camada híbrida gera uma alta concentração de estresse na superfície de hidroxiapatita da interface sem colágeno que, devido a alta rigidez, é pouco flexível e resulta no descolamento da interface. Desta forma, propuseram que, devido ao estresse da contração de polimerização agindo em oposição às paredes cavitárias, uma zona de transição com apropriada flexibilidade seria desejável.

Van Meerbeek et al.¹⁶⁶ (1993) e Nakazawa et al.¹⁰¹ (1999) confirmaram a existência de uma transição gradual de elasticidade na junta adesiva. Eles mostraram que a camada de resina adesiva é mais flexível do que a camada híbrida, sendo esta mais flexível do que a dentina inalterada e a resina composta restauradora.

Os estudos de Labela et al.⁸⁰ (1999) e Lamerand et al.⁸¹ (1997) comprovaram que as resinas compostas fluidas são mais flexíveis que as resinas compostas convencionais. Schimit & Van Sint Jan¹³⁸ (1997), Tedesco et al.¹⁵⁹ (1999), Braz et al.²¹ (2000) e Russel & Mazer¹²⁸ (2000) confirmaram a eficiência da utilização de uma camada intermediária de resina composta fluida, entre a camada híbrida e a resina composta convencional, para conter a microinfiltração. Montes et al.⁹¹ (2000)

concluíram que a aplicação de uma resina de baixa viscosidade demonstrou maior capacidade na preservação da interface de união.

Baseado nas propriedades físicas das resinas compostas fluidas nós levantamos a hipótese que, se uma camada de resina fluida fosse aplicada sobre o substrato sem colágeno, após a aplicação do sistema adesivo, ela poderia aumentar a flexibilidade da junta adesiva e ser eficiente em absorver o estresse da contração de polimerização, preservando a interface da ocorrência de fraturas. Neste sentido, ela poderia funcionar como substituta da camada híbrida, associando as vantagens de uma adesão direta ao substrato mineral da dentina com um aumento da flexibilidade.

Tendo em mente a necessidade de que os procedimentos restauradores adesivos sejam o mais eficientes e duráveis possíveis, é evidente a necessidade de se determinar qual a melhor técnica de tratamento do substrato dentinário. Neste sentido, a técnica de desproteinização deve ser extensivamente estudada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Visando facilitar a compreensão dos assuntos abordados neste estudo, a revisão bibliográfica foi dividida em três tópicos principais: **2.1 Durabilidade da adesão** - onde podemos constatar a importância da realização de estudos de armazenagem por longos períodos, assim como os efeitos da água sobre as resinas e sobre a junta adesiva, de forma a se conseguir uma real avaliação dos materiais restauradores; **2.2 Remoção do colágeno** - onde são apresentados os principais estudos relativos a esta nova forma de tratar o substrato dentinário, com vistas à melhora da adesão; **2.3 Camada intermediária elástica** - onde estão reunidos os artigos referentes a materiais e técnicas utilizadas, visando aumentar a transição gradual de elasticidade na junta adesiva.

2.1 Durabilidade da adesão

Asmussen & Jorgensen¹¹ (1972) realizaram um estudo para avaliar a adaptação de alguns materiais restauradores resinosos às paredes cavitárias, os danos causados pelo acabamento e polimento e os efeitos da imersão em água nestes dois fatores. Para tal, 231 dentes humanos receberam preparos cavitários de forma cilíndrica ao nível da junção amelo-cementária. Os dentes foram divididos em 11 grupos, cada qual recebendo um dos seguintes materiais, segundo as recomendações dos

fabricantes: Adaptic^{*}, Addent XV[†], Bledant[‡], Concise[†], DFR[§], Palakav^{**}, Palakav encapsulado^{**}, TD71^{††}, Palavit 55^{**}, Sevrton Simplified^{‡‡} e Swedon^{§§}. Para cada grupo, os espécimes foram divididos em 7 subgrupos, de acordo com o tempo de imersão em água. Os espécimes foram imersos em água a 37°C por 10min, 1, 2, 4, 8, 16 ou 32 dias. Após os respectivos períodos de armazenagem, as restaurações foram submetidas ao acabamento com lixa de granulação 600, e polimento com suspensão de pó de *carborundum* com partículas de 0,3 µm. Após o polimento as restaurações foram observadas em microscópio, atribuindo-se escores aos danos causados nas margens de esmalte e medindo-se a largura das fendas marginais. Os autores observaram que, ao se realizar o acabamento e polimento 10min após o término das restaurações, um número muito grande de fraturas ocorreram nas margens de esmalte em todos os grupos. Após 8 dias de imersão em água, margens de esmalte perfeitas foram observadas. O armazenamento em água levou a uma redução da largura das fendas marginais, sendo que para alguns materiais elas foram completamente fechadas em períodos menores que 32 dias.

Kiyomura et al.⁷⁸ (1987) investigaram a relação entre o período de imersão dos espécimes em água e a adesão à dentina com um adesivo a base de 4-META/MMA-TBB (4-metacriloxietil anidrido de trimelitato/metil metacrilato – tri-n-butil borano). Para tal, dentes incisivos bovinos foram utilizados. Metade dos dentes foram envolvidos em resina epóxi de forma que a cavidade pulpar ficasse selada, enquanto na outra metade a câmara pulpar permaneceu aberta. Os dentes tiveram sua superfície desgastada com lixas de granulação 180 a 600, até a exposição da

* Johnson & Johnson

† 3M

‡ Kerr

§ Surgident

** Kulzer

†† Dental Fillings

‡‡ De tey

§§ Svedia

dentina. Eles receberam diferentes tipos de tratamento de superfície: nenhum, solução 10-3 (10% de ácido cítrico + 3% de cloreto férrico) por 30s, ácido fosfórico (H_3PO_4) a 65% por 30s, EDTA 3-2 (0,3 M de EDTA-2Na – etilenodiamino tetraacetato dissódico, 0,2 M de EDTA-Fe-Na - etilenodiamino tetraacetato férrico sódico) por 60s, EDTA 5-0 (0,5 M de EDTA-3Na – etilenodiamino tetraacetato trissódico) por 60s. A seguir os espécimes receberam dois tipos de adesivos. O primeiro contendo o monômero MMA-TBB, e o segundo contendo 5% de 4-META em MMA-TBB. Uma parte dos espécimes foi imersa em água a 37°C por 24h, duas semanas, seis semanas, três meses, seis meses, um ano, dois anos, ou cinco anos. A outra parte dos espécimes foi submetida a termociclagem, com a temperatura variando de 4 a 40°C (60 ou 1000 ciclos) ou 4 a 60°C (1000 ciclos). No momento oportuno, os espécimes foram submetidos ao teste de tração. A utilização da solução 10-3 resultou nos maiores valores de resistência adesiva. A associação do monômero hidrofílico 4-META resultou em maior resistência adesiva do que quando ele não estava presente. A resistência adesiva diminuiu rapidamente de 18MPa (solução 10-3 + 4-META/MMA-TBB) no momento inicial, para 8MPa nos primeiros meses, e diminuiu vagarosamente para 4MPa após dois anos, permanecendo estável após cinco anos. Na ausência do 4-META, a queda na resistência adesiva foi mais rápida e pronunciada. Quando as cavidades pulpares foram seladas com resina para minimizar a influência da água, a queda na resistência adesiva causada pela imersão tornou-se mais lenta. A imersão em água produziu maiores quedas na resistência adesiva do que a termociclagem. As superfícies fraturadas pelo teste de tração foram analisadas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Após 24h de imersão em água a 37°C, as fraturas observadas foram coesivas na resina. Após um mês, as fraturas foram tanto coesivas na resina quanto adesivas na interface entre a resina e a camada híbrida. Após seis meses, além das fraturas na resina e entre a resina e a camada híbrida, fraturas entre a camada híbrida e a dentina intacta também foram

vistas. Após cinco anos de imersão em água, falhas coesivas não mais foram vistas, e dois tipos de fraturas adesivas, entre a resina e a camada híbrida e entre a camada híbrida e a dentina intacta, foram observadas. Foi constatada por Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET), a presença de uma camada de dentina incompletamente desmineralizada na base da camada híbrida, a qual resultou do pré-tratamento.

Hansen & Asmussen⁶² (1989) realizaram um estudo para investigar o efeito da expansão higroscópica e o efeito de dois agentes adesivos dentinários na adaptação marginal de restaurações de resina composta. Para tal, dentes humanos tiveram uma das superfícies radiculares desgastada com lixa de granulação 220, até a exposição de uma superfície plana de dentina. Cavidades cilíndricas com 4mm de diâmetro e 1,5mm de profundidade foram então preparadas. Os espécimes foram divididos em três grupos. No **grupo 1** foi aplicado o sistema adesivo Gluma^{*}, enquanto no **grupo 2** foi utilizado o sistema adesivo Scotchbond 2[†]. O **grupo 3** foi considerado controle e não recebeu nenhum tipo de adesivo. Cada grupo foi dividido em 4 subgrupos, sendo que cada qual foi restaurado com uma das seguintes resinas compostas: Silux[‡], Estilux Posterior XR[‡], Ful-fil[§] e Occlusin^{**}. Após o término das restaurações, os dentes foram imersos em água por 10min, e a seguir realizado o acabamento e polimento. A largura das fendas marginais foi mensurada com um microscópio ótico. Após esta análise inicial, os espécimes foram armazenados em água por 28 dias, sendo as restaurações novamente avaliadas. Os resultados obtidos foram submetidos aos testes de Kruskal-Wallis e Mann Whitney. Os autores observaram que a utilização dos sistemas adesivos reduziu significativamente a formação de fendas marginais em relação ao grupo controle. Não foram constatadas diferenças significantes entre os dois sistemas adesivos. Quando nenhum

* Bayer

† 3M

‡ Kulzer

§ Caulk

** ICI

sistema adesivo foi aplicado, não foram constatadas diferenças entre as resinas compostas Silux e Estilux Posterior XR. Porém, elas mostraram fendas significativamente mais estreitas do que as observadas para as resinas Ful-fil e Occlusin. Todas as resinas compostas mostraram uma melhora significativa na adaptação marginal após 28 dias de imersão em água. Para a resina Silux, as fendas foram completamente fechadas, enquanto para as outras resinas, uma fenda residual permaneceu.

Feilzer et al.³⁹ (1990) realizaram um estudo para investigar o grau de relaxamento do estresse gerado pela contração de polimerização de resinas compostas de várias formulações, através da expansão higroscópica. Para tal, nos lados em que os materiais seriam aplicados, as superfícies de lâminas de vidro foram tornadas ásperas por meio de ação de uma lixa de granulação 120, e a seguir silanizadas. Vários tipos de resinas compostas a base de: a) Bisfenol A - glicidil metacrilato / Trietilenoglicol dimetacrilato (Bis-GMA/TEGDMA); b) Uretano dimetacrilato (UDMA); c) Triciclododecano dimetacrilato, foram aplicadas às superfícies silanizadas com uma espessura de 1mm, através de um molde de silicone. Uma hora após a polimerização do material, as curvaturas dos espécimes foram medidas com um perfilômetro, para detecção da deflexão em micrometros, de forma a calcular o estresse de cisalhamento. Os espécimes foram estocados em água a 37°C e medições periódicas foram realizadas até um período de dois meses. Uma amostra de cada material foi mantida seca como controle. O módulo de Young, assim como a contração volumétrica, foram obtidas para cada material 1h após a polimerização. Os autores observaram que a deflexão dos espécimes estocados a seco continuou aumentando com o tempo, como resultado de um continuado aumento de estresse após a polimerização. Muitas lâminas de vidro fraturaram durante este período. Um *ranking* pôde ser feito do estresse máximo estimado após 1h e das taxas de relaxamento após a exposição à água. Dois grupos puderam ser distinguidos: aquele dos materiais para uso em dentes posteriores com alto conteúdo de carga

e com maior estresse de cisalhamento máximo (16,0 a 23,9MPa); e aquele dos sem carga, pouca carga e resinas com micropartículas, com um valor significativamente menor (3,2 a 9,0 MPa). O relaxamento do estresse pela sorpção de água das amostras a base de Bis-GMA/TEGDMA e uretano dimetacrilato diferiram do triciclododecano dimetacrilato. A hidrofobicidade e natureza mais saturada da última permitiram ocorrer um pequeno relaxamento higroscópico. Para os materiais a base de Bis-GMA/TEGDMA e uretano, a sorpção de água descurvou os espécimes e, em alguns, até ultrapassou levemente este ponto, ilustrando que a sorpção de água aliviou o estresse de cisalhamento. Para a resina fluída adesiva, sem carga, e para a resina composta de micropartículas Silar*, as curvas ultrapassaram a posição neutra e sem estresse a uma considerável extensão. Neste caso, um estresse de expansão passou a ocorrer na interface adesiva. Após uma semana, este estresse esteve no auge, oposto ao estresse de contração observado 1h após a polimerização.

Koike et al.⁷⁹ (1990) realizaram um estudo para avaliar o efeito da mudança de volume da resina composta causada pela absorção de água, sobre a adaptação à parede cavitária. Para tal, o esmalte de uma das superfícies proximais de quarenta molares humanos recém extraídos foi desgastado, de forma a expor uma superfície plana de dentina. A seguir, cavidades cilíndricas com 3mm de diâmetro e 1,5mm de profundidade foram preparadas nestas superfícies. Todas as cavidades foram tratadas com EDTA a 0,5M por 60s, lavadas e secas. Os espécimes foram divididos em quatro grupos. O **grupo 1** recebeu a aplicação de um *primer* a base de HEMA a 35% em água. O **grupo 2** recebeu um *primer* a base de HEMA a 35% e glutaraldeído a 5% em água. O **grupo 3** recebeu a aplicação de um *primer* a base de gliceril metacrilato (GM) em água. Os **grupos 1, 2 e 3** receberam então a aplicação de um agente adesivo

* 3M

(Clearfil New Bond^{*}). O **grupo 4** foi considerado controle e não recebeu nenhum tipo de *primer* ou adesivo. Todas as cavidades foram restauradas com a resina composta Silux[†]. Os espécimes nos **grupos 1, 2 e 3** foram estocados em água a temperatura ambiente por 1, 2, 4 ou 6h. Os espécimes no grupo controle foram estocados por 30min, 24 e 48h. Após os respectivos períodos de armazenagem, as margens das restaurações foram expostas por um acabamento com lixa d'água, seguido por um polimento com pasta a base de alumina. A largura das fendas marginais foi medida com o auxílio de um microscópio ótico com aumento de 1024X. Os autores observaram que o uso dos *primers* e do adesivo reduziu significativamente a largura das fendas interfaciais em relação ao grupo controle. O **grupo 3** mostrou a menor formação de fendas de todos os grupos, sendo que elas foram fechadas completamente após 1 h. No **grupo 2** as fendas marginais foram fechadas após 4h, enquanto para o **grupo 1** isto ocorreu após 6 horas. Para o **grupo 4** (controle), as fendas observadas na avaliação inicial foram completamente fechadas pela absorção de água após 24h.

Nikaído et al.¹⁰² (1990) avaliaram a durabilidade por longos períodos da adesão de uma resina composta à dentina, por meio de um agente adesivo experimental. Para tal, dentes foram desgastados com discos de lixa de granulações 180 e 600, até a exposição da dentina. A superfície da dentina foi tratada com EDTA 3-2 por 60s. A seguir foi aplicado o sistema adesivo que continha N-fenilglicina e 4MET (4-metacriloxietil do ácido trimelítico) em TEGDMA e então a resina composta Silux. Os espécimes foram imersos em água a 37°C por um dia, uma semana, um, três ou seis meses ou um ano. Após o tempo de armazenagem, os espécimes foram submetidos ao teste de resistência adesiva por tração. Uma resistência adesiva de 9MPa foi obtida após a imersão em água por um dia. O valor diminuiu a 7MPa após uma semana

* Kuraray

† 3M

e 4,3MPa após um ano. As observações por MEV da superfície fraturada por tensão, e as observações por MET da interface entre a resina e a dentina, sugerem que a imersão em água por longos períodos diminuiu as propriedades mecânicas do agente adesivo bem como da dentina tratada, o que causou a queda na resistência adesiva. Os padrões de fratura passaram de principalmente coesivas, após 24h, para principalmente adesivas após um ano.

Takarada¹⁵¹ (1990) avaliou a estabilidade da adesão a dentina quando dois tipos de condicionadores de dentina foram utilizados. Para tal, dentes bovinos tiveram suas superfícies vestibulares desgastadas com lixas de granulações 180 e 600, de forma a expor a dentina. Três diferentes pré-tratamentos foram realizados nos espécimes; a) aplicação de EDTA 3-2-NH₄/Fe (0,3M de EDTA-2NH₄ e 0,2M de EDTA-Fe-NH₄) por 60s; b) aplicação da solução 10-3 por 5s; c) aplicação da solução 10-3 por 10s. Após cada tratamento foi aplicado o sistema adesivo a base de 4-META/MMA-TBB. A seguir as hastes para o teste de tração foram cimentadas sobre a área de adesão com cimento resinoso. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 24h, três meses, seis meses ou um ano. Os autores observaram uma melhor estabilidade da adesão quando o pré-tratamento com EDTA 3-2-NH₄/Fe foi realizado, não sendo observadas quedas significantes na resistência adesiva após um ano. Através de MET, para os espécimes tratados com EDTA 3-2-NH₄/Fe, uma camada híbrida foi identificada e tanto as fibras colágenas quanto a hidroxiapatita foram encapsuladas pelos co-polímeros, tornando-se ácido resistente. Quando a dentina foi tratada com a solução 10-3, uma queda significativa na resistência adesiva foi observada após seis meses e um ano, para o tratamento por cinco ou 10s. Fraturas entre a camada híbrida e a dentina foram observadas. Por outro lado, para os espécimes tratados com EDTA 3-2-NH₄/Fe estes tipos de fraturas não ocorreram, e falhas coesivas da resina foram observadas mesmo após o armazenamento em água por um ano. O EDTA 3-2-NH₄/Fe pode não desmineralizar

completamente a hidroxiapatita, especialmente nas porções profundas, sendo observados minerais residuais de apatita nas camadas híbridas. Além disso, a profundidade da dentina desmineralizada mostrou-se menor que $1\mu\text{m}$. Os cristais encapsulados pelos monômeros adesivos podem melhorar a resistência do colágeno contra a deterioração em água, sendo que uma boa durabilidade da adesão pode ser obtida.

Takarada et al.¹⁵², em 1990, estudaram a durabilidade da adesão entre a dentina pré-tratada com solução 10-3, por diferentes intervalos de tempo, e a resina adesiva 4-META/MMA-TBB. Foi testada também a aplicação do glutaraldeído sobre a dentina condicionada, visando melhorar a adesão. A redução do período de condicionamento com a solução 10-3 não foi tão efetiva quanto se esperava. O enfraquecimento da adesão durante a imersão em água a 37°C para a dentina pré-tratada por 1s, ocorreu mais rápido do que para aquelas tratadas por cinco ou 10s. Quando o condicionamento da dentina foi realizado por 1s, a resistência adesiva diminuiu de 12MPa após um dia de armazenagem, para 9MPa aos três meses, 3MPa aos seis meses e finalmente 2MPa após um ano. Para a dentina pré-tratada por cinco e 10s, a resistência adesiva tornou-se metade após o armazenamento em água por um ano. A combinação do pré-tratamento com a solução 10-3 e subsequente tratamento com glutaraldeído pode estabilizar a diminuição da resistência adesiva, mas não completamente. Exames por MEV e MET sugeriram que o colágeno dentinário exposto pelo condicionamento, não foi completamente envolvido e impregnado pelo polímero de 4-META e MMA, sendo facilmente deteriorado pela água durante a longa imersão. O colágeno tratado com a solução 10-3 e em seguida com glutaraldeído, foi também deteriorado pela longa imersão.

Nakabayashi et al.⁹⁸ (1992) examinaram a durabilidade da adesão da resina composta à dentina, mediante a aplicação de dois tipos de condicionadores (EDTA 3-2 e solução 10-3) às superfícies dentinárias. Os espécimes receberam um sistema adesivo a base de 4-META/MMA-TBB

e foram imersos em água por vários intervalos de tempo (um dia, três meses, seis meses e um ano). Após cada período, as amostras foram submetidas ao teste de resistência adesiva à tração. A análise por MET demonstrou a presença de hidroxiapatita encapsulada pela resina na base da camada híbrida quando o EDTA 3-2 foi empregado, e não encapsulada quando a solução 10-3 foi empregada, sendo significativamente diferentes entre si. Os autores observaram que uma diminuição significativa na resistência adesiva ocorreu nas amostras com hidroxiapatita não encapsulada após seis meses. A resistência adesiva para as amostras com hidroxiapatita encapsulada não mostrou diferenças significantes após um ano. Os valores obtidos em MPa ($\pm$ desvio-padrão), para o grupo tratado com EDTA 3-2 (hidroxiapatita encapsulada) foram $16,5 \pm 4,5$ (um dia), $18,1 \pm 2,9$ (três meses), $16,0 \pm 1,9$ (seis meses) e $15,3 \pm 1,6$ (um ano). Para o grupo tratado com 10-3 (hidroxiapatita não encapsulada) os valores foram $13,0 \pm 1,6$ (um dia), $15,4 \pm 3,2$ (três meses), $10,7 \pm 0,8$ (seis meses) e $6,6 \pm 2,2$ (um ano). Assim, os autores concluíram que os dados obtidos após um dia não são suficientes para determinar a durabilidade da adesão da resina à dentina, sendo necessário no mínimo seis meses.

Tjan et al.¹⁶¹ (1992) mediram os efeitos da imersão em água sobre a resistência adesiva ao cisalhamento de 11 agentes adesivos dentinários. Os valores de resistência adesiva foram obtidos pela colagem de botões de resina composta, diretamente à dentina de molares humanos recém-extraídos. Na maioria dos casos, os adesivos foram aplicados juntamente com a resina do mesmo fabricante, conforme é demonstrado nos grupos: **a)** Scotchbond 2 / P-50*; **b)** Tripton / Opalux†; **c)** Universal Bond 2 / APH‡; **d)** Universal Bond 3 / APH‡; **e)** Clearfil Photo Bond / Clearfil Photo Posterior§; **f)** Clearfil New Bond / Clearfil Photo

*3M

† ICI

‡ Calk

§ Kuraray

Posterior; **g)** XR Bond / Herculite*; **h)** Tenure / Perfection[†]; **i)** Mirage Bond[‡] / Herculite; **j)** Gluma / Pekalux[§]; **k)** All Bond^{**} / Herculite. Os testes foram realizados usando uma máquina Instron após a imersão em água destilada por 24h, sete dias, três meses, seis meses e 12 meses. Para cada período de imersão, dez espécimes foram confeccionados, totalizando 550 espécimes. Os testes de ANOVA e Duncan foram usados para analisar os dados. Os grupos **a**, **e**, **g**, **h** e **k** não foram afetados pelo armazenamento em água. Os valores de resistência adesiva dos grupos **c**, **d**, **f** e **i** foram significativamente reduzidos pelo armazenamento em água. Os grupos **b** e **j** foram levemente melhorados pelo armazenamento em água. O grupo **e** mostrou uma média de resistência adesiva de 16,0MPa, seguido pelos grupos **a** e **k** com a mesma média de 15MPa, e pelos grupos **i** e **j** com as médias de 4,3 e 5,3MPa, respectivamente. Os autores concluíram que os grupos Clearfil Photo Bond, Scotchbond 2 e All Bond produziram altos valores de resistência adesiva, e não foram afetados pela imersão em água por até um ano.

Burrow et al.²⁵ (1993) realizaram um estudo cujo propósito foi investigar a durabilidade da resistência adesiva à tração, usando vários métodos de tratamento da superfície dental. Dentes bovinos tiveram a dentina exposta e planificada, sendo acabada com lixa 600. A área de adesão foi delimitada, sendo aplicado um dos seguintes condicionadores: K-etchant (ácido fosfórico a 37%), Ca agent (10% ácido cítrico e 20% de cloreto de cálcio) e solução 10-3, por 40s para os dois primeiros e por 15s para o último. A seguir foram realizadas a lavagem e secagem com ar por 10 a 15s. Os sistemas adesivos utilizados foram o Clearfil Photo Bond^{††}, Super Bond D-Liner^{‡‡}, Gluma^{§§}, e o KB-100^{††}. Exclusivamente para o KB-

* Kerr

† Den Mat

‡ Chameleon

§ Columbus

** Bisco

†† Kuraray

‡‡ Sun Medical

§§ Bayer

100, não foi utilizado o condicionamento ácido prévio, por se tratar de um sistema autocondicionante. Foi aplicada a resina composta de baixa viscosidade Clearfil Protect Liner^{*} nos espécimes que receberam o adesivo Clearfil Photo Bond^{*}. Todos os espécimes receberam a resina composta Photo Clearfil Bright^{*}. Os dentes foram colocados em recipientes de plástico contendo 100ml de água deionizada, 0,4% de azida sódica (NaN_3) e duas peças de gesso paris medindo 12x7x2mm, de forma a manter um meio saturado em íons cálcio, diminuindo a reatividade dos íons e evitando a perda de cálcio da estrutura dental. Eles foram armazenados a 37°C por 24h, um, três, seis e 12 meses antes do teste. Os autores observaram para a maioria dos grupos nos quais se procederam ao condicionamento ácido da dentina, uma diminuição na resistência adesiva ou mudança no predomínio do tipo de fratura com o passar do tempo, de coesiva para adesiva após um ano. A principal exceção foi para o sistema autocondicionante KB-100, para o qual resultados muito estáveis foram observados. Com este adesivo, em nenhum período de tempo se observou qualquer variação estatística. Outra exceção foi o sistema adesivo Super Bond D-Liner, que utilizou um condicionamento com a solução 10-3 por 30s e apresentou grande estabilidade da adesão. O pH das soluções de armazenamento não apresentou variações significantes para todos os períodos, em todos os grupos.

Watanabe & Nakabayashi¹⁷², em 1993, realizaram um estudo para avaliar se um adesivo experimental que interagisse diretamente com a *smear layer*, sem a necessidade do condicionamento ácido, poderia produzir uma adesão mais durável à dentina. O sistema adesivo experimental utilizado era constituído de 2-metacriloxi-etil-fenil-hidrogênio-fosfato (Phenyl-P) a 5%, dissolvido em trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA) com 0,5% de canforoquinona e 0,5% de N-fenilglicina (NPG). Para tal, dentes bovinos extraídos foram congelados para manter o

^{*} Kuraray

frescor dos espécimes até o momento da utilização. Eles foram desgastados com lixas de granulações 180 a 600 até a exposição de dentina. A área de adesão foi então delimitada, recebendo o agente adesivo que foi deixado por 60s sobre a superfície e então fotopolimerizado. A seguir foi aplicada a resina composta Photo Clearfil Bright*, sendo fotopolimerizada por 60s. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 24h, seis meses e um ano. Após os respectivos períodos, os espécimes foram submetidos ao teste de tração. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente. As superfícies fraturadas foram observadas por MEV e MET. Os valores de resistência adesiva à tração diminuíram de $6,7 \pm 2,1$ MPa após um dia de imersão em água, para $4,1 \pm 1,1$ MPa após seis meses, e $2,8 \pm 0,7$ MPa após um ano. Foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre um dia e seis meses, e um dia e um ano. Todavia não foram observadas diferenças significantes entre seis meses e um ano, mas ficou claro que a imersão em água teve um efeito deletério sobre a resistência adesiva. Isto se deve possivelmente à resina que, embora tenha penetrado na *smear layer*, não foi capaz de impregnar uniforme e suficientemente a dentina mineralizada subjacente, de forma a criar uma adesão durável por longo período.

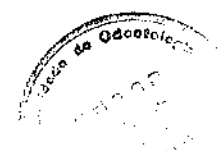
Gwinnett & Yu⁵⁹ (1995) realizaram um estudo para determinar os efeitos do armazenamento em água por longos períodos com o All Bond 2† e Amalgambond‡. Para o teste de resistência adesiva foram empregados quatro grupos de dentes, cada qual com dez terceiros molares hígidos. A dentina oclusal foi exposta, sendo criada uma *smear layer* padrão na superfície com lixa 320. Dois grupos receberam o sistema adesivo All Bond 2, enquanto os demais receberam o Amalgambond. A seguir foi aplicada a resina P50§. Os grupos foram imersos em água a

* Kuraray

† Bisco

‡ Parkell

§ 3M



37°C, sendo que para cada tipo de adesivo, um grupo permaneceu por um período de 24h enquanto o outro permaneceu por seis meses. Os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento. Os dados foram submetidos à análise estatística, e as amostras fraturadas foram observadas por MEV. Para o teste de microinfiltração, quatro grupos foram preparados, de forma semelhante aos do teste de cisalhamento. Os dentes receberam cavidades de classe V e foram restaurados de forma semelhante à já descrita. Os tempos de armazenamento foram os mesmos do teste de cisalhamento. Após os respectivos períodos, os dentes foram imersos em eosina a 37°C por 24h. Os dentes foram seccionados longitudinalmente, atribuindo-se escores quanto ao nível de microinfiltração. Metade das restaurações foram moldadas e os moldes analisados por MEV, atribuindo-se escores quanto à presença ou ausência de fendas marginais. Os resultados mostraram uma queda significativa na resistência adesiva com o armazenamento, na qual o All Bond 2 perdeu aproximadamente 25% do valor médio de resistência adesiva e o Amalgambond cerca de 50%. A análise dos padrões de fratura mostrou a ocorrência das falhas entre o *primer* e o agente adesivo, para os espécimes com Amalgambond. Para o All bond 2, após seis meses, as falhas passaram a ocorrer dentro do agente adesivo, em relação às falhas coesivas em dentina ou falhas entre a interface *primer/adesivo*, observadas após 24h. Nenhum dos grupos mostrou qualquer evidência de penetração do corante. O exame das interfaces não mostrou evidências de fendas nas margens de esmalte e cavo-superficial gengival. Fendas foram observadas nas paredes de fundo dos preparos, pouco frequentes para o All Bond 2, e relativamente frequente para os espécimes que receberam o Amalgambond. As fendas se localizaram entre o *primer* e o agente adesivo, principalmente no terço interno da restauração. Parece que a interface *primer/bond* foi o “elo fraco da corrente”, particularmente para o Amalgambond. A mudança no padrão de fraturas para o All Bond 2, sugere que a sorpção de água pode ter um

papel no enfraquecimento das propriedades do agente adesivo. Isto pode também ser verdade para o Amalgambond, pois ambos os produtos parecem conter componentes que são predispostos a significativa absorção de água.

Kato & Nakabayashi⁷¹ (1995) realizaram um estudo visando investigar a influência do colágeno exposto com ácido fosfórico, na durabilidade da adesão à dentina por longos períodos. Espécimes de dentina bovina foram preparados e condicionados com ácido fosfórico a 65%. A seguir foi procedida a lavagem e aplicação de 4-META a 5% em acetona e da resina adesiva a base de 4-META/TEGDMA - CQ(Canforoquinona) e N-fenilglicina (NPG). Os espécimes aderidos foram imersos em água a 37°C por vários intervalos de tempo, e a resistência adesiva à tração foi medida. A resistência adesiva diminuiu significativamente de $6,6 \pm 1,0\text{MPa}$ a $3,4 \pm 1,7\text{MPa}$ após um mês, $3,9 \pm 0,9\text{MPa}$ após seis meses e $2,0 \pm 1,0\text{MPa}$ após 12 meses de imersão em água. Observações por MEV das superfícies fraturadas devido à carga de tensão, mostraram que falhas coesivas ocorreram na camada colágena que não foi completamente reforçada com a difusão de resina, cuja incidência foi aumentando com o período de imersão. Os autores concluíram que o colágeno exposto pelo condicionamento com ácido fosfórico foi facilmente enfraquecido pela hidrólise, e a durabilidade por longos períodos da adesão foi pobre com este sistema adesivo.

Miears Júnior et al.⁸⁸ (1995) realizaram um estudo para avaliar os efeitos da umidade e do tempo de armazenamento, sobre a resistência adesiva ao cisalhamento, em dentina, com o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose*. Para tal, sessenta molares humanos tiveram a dentina oclusal exposta e planificada. Eles foram divididos em quatro grupos. No **primeiro grupo**, após o condicionamento ácido a dentina foi seca com um jato de ar por 10s, recebendo a seguir o adesivo e a resina composta Z100*. Após o armazenamento em água destilada a 37°C por 24h, os

* 3M

espécimes foram testados por cisalhamento. Para o **grupo 2**, após o condicionamento ácido, o excesso de umidade foi absorvido com gaze, recebendo a seguir o adesivo e a resina. Os espécimes foram armazenados por 24 h. O **grupo 3** foi semelhante ao **grupo 1**, mas os espécimes foram armazenados por 90 dias em água a 37°C. O **grupo 4** foi semelhante ao **grupo 2**, mas a armazenagem foi realizada por 90 dias. Os resultados não mostraram diferenças significantes na resistência adesiva, em relação à dentina seca x úmida, para qualquer tempo de armazenamento. O tempo não teve efeito significativo nos grupos secos e úmidos.

Burrow et al.²⁴ (1996) realizaram um estudo para determinar a durabilidade da resistência adesiva à tração, por até três anos, à dentina bovina usando o sistema adesivo Clearfil Photobond^{*}, com ou sem a aplicação do agente *primer*. Para tal, foram utilizados dentes bovinos armazenados e congelados antes do uso. As superfícies foram preparadas em dentina superficial, as quais foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 40s, lavadas e secas, mas não ressecadas. A seguir foi aplicado o *primer* a base de álcool (AS *primer**), seguido pelo adesivo Clearfil Photobond, que foi fotopolimerizado por 20s, sendo então procedida a aplicação da resina composta. Os espécimes controle foram preparados de forma similar, exceto que o *primer* não foi usado. Dez dentes foram preparados para cada grupo e para cada período de tempo testado, isto é: um dia, um mês, três meses, seis meses, um ano e três anos. Os dentes testados foram estocados numa solução de 100ml de água com troca de íons, contendo 0,4% de azida sódica e dois blocos de gesso de 12x7x2mm, mantidos a 37°C até o teste. O pH da solução de armazenamento foi avaliado antes e durante a realização dos testes, para assegurar que ele tivesse permanecido próximo de sete. Os espécimes foram submetidos ao teste de tração e os resultados analisados estatisticamente. Os espécimes fraturados foram inspecionados

* Kuraray



visualmente para determinar o modo de fratura: **a)** adesiva; **b)** parcialmente adesiva; **c)** principalmente coesiva na resina; **d)** coesiva na dentina. O modo de fratura foi analisado pelo teste-U de Mann-Whitney. Dois espécimes do grupo um dia e três anos foram seccionados perpendicularmente, através da camada híbrida, e observados por MEV para saber se qualquer modificação ocorreu. Para o grupo controle, uma pequena diminuição na resistência adesiva foi observada após três anos, sendo as diferenças não significantes entre um dia ($5,2 \pm 1,4\text{MPa}$) e três anos ($4,3 \pm 0,6\text{MPa}$), possivelmente pela pobre infiltração da resina. Para o grupo que recebeu o *primer*, uma grande diminuição na resistência adesiva à tração foi observada após três anos. A resistência adesiva aos três anos ($5,5 \pm 1,0\text{MPa}$) foi significativamente menor que todos os demais períodos testados (um dia = $10,6 \pm 2,8\text{MPa}$), possivelmente devido à hidrólise na região onde as fibras colágenas foram incompletamente envolvidas pelo *primer* e resina adesiva. Em geral, a resistência adesiva permaneceu estável até o primeiro ano no grupo que recebeu o *primer*. No grupo controle, quase todas as falhas foram adesivas entre a resina e a dentina. A MEV mostrou que as falhas variaram entre o topo e a base da camada híbrida, mas não foi dependente do tempo. Ao contrário, a característica de falha do grupo que recebeu o *primer* foi grandemente modificada após três anos. Durante os seis primeiros meses, metade dos espécimes fraturaram parcialmente ou totalmente em dentina, e os restantes sofreram fraturas adesivas. Após três anos, o número de falhas adesivas aumentou bastante e estavam localizadas principalmente na base ou topo da camada híbrida. Os espécimes cortados transversalmente e observados por MEV, indicaram que aqueles que receberam *primer* exibiram uma camada híbrida. Estruturas consideradas fibras colágenas circundadas por resina puderam ser claramente observadas. O grupo controle também exibiu fibras colágenas características, mas com uma aparência mais porosa. Isto indica que a resina adesiva não penetrou com sucesso na dentina descalcificada. Os

espécimes após três anos mostraram um grau maior de porosidade que os espécimes de um dia. Os autores concluíram que a aplicação do *primer* pode ser útil para fortalecer a adesão em curto prazo. Eles comentaram que a deficiência da penetração de resina na base da camada híbrida pode ser o “elo fraco” para se obter uma adesão durável. Isto pode estar também associado com uma possível degradação do adesivo com o passar do tempo. Estes resultados podem ter implicações significantes relacionadas à longevidade clínica das restaurações.

Jakob et al.⁶⁸ (1996) realizaram um estudo para avaliar os efeitos do armazenamento em água por longos períodos e termociclagem, sobre a resistência adesiva e adaptação marginal à dentina de vários materiais restauradores adesivos, usando um teste de descolamento por extrusão. Agentes adesivos/resinas compostas híbridas (All-Bond 2* / Brilliant*; ART Bond† / Brilliant; Gluma 2000 plus‡ / Pekafill‡; Optibond§ / Herculite§; Scotchbond Multi Purpose** / Z100**; Syntac†† / Tetric††) e dois compômeros (Compoglass†† e Dyract§) foram selecionados para este estudo. Perfurações cilíndricas (2,3mm de diâmetro) foram preparadas em discos de dentina que foram cortados de molares humanos extraídos. Após o condicionamento e aplicação do *primer*, as cavidades foram preenchidas com os materiais restauradores, que foram fotopolimerizados por 60s (n=20 por material). Impressões de silicone das superfícies acabadas e polidas foram feitas, e as restaurações receberam carga até que elas sofressem uma extrusão dos discos de dentina, através de uma máquina de teste universal, 1h após a fotopolimerização (**grupo a**), e após seis meses de armazenagem em água a 37°C, incluindo a termociclagem (1500X, 5°C/55°C) a cada seis semanas (**grupo b**). Réplicas de resina epoxi obtidas através das impressões de silicone foram

* Bisco

† Coltène

‡ Bayer

§ Kerr

** 3M

†† Vivadent

observadas por MEV, para avaliar a adaptação marginal. Após seis meses, a formação de fendas marginais aumentou para o All Bond 2, ART e Gluma 2000. Os sistemas adesivos mostraram diminuição significativa na resistência adesiva à dentina, entre o estado inicial e após longos períodos. A maioria dos sistemas mostrou duráveis valores de resistência adesiva e adaptação marginal após um período de seis meses. Nenhuma correlação clara foi observada entre a resistência adesiva e a formação de fendas marginais.

Chan et al.³² (1997) realizaram um estudo para examinar a premissa que, o condicionamento da dentina com ácidos mais diluídos, podem não reduzir somente o grau e a profundidade de desmineralização, mas que a zona desmineralizada mais fina pode prestar-se a uma penetração mais completa dos monômeros adesivos, proporcionando assim uma adesão forte e não permeável. Para tal, foram utilizados incisivos bovinos recém-extraídos, que foram embutidos em resina auto-polimerizável de polimetil metacrilato (PMMA) e tiveram sua superfície vestibular desgastada para expor a dentina. Soluções aquosas de ácido maleico a 0,5%, 1%, 2,5%, 5% e 10%, e de ácido fosfórico nas concentrações de 1%, 5%, 10%, e 37% foram preparadas e utilizadas, além do ácido maleico em gel a 10%. Foram utilizados dez espécimes para cada solução ácida, sendo estas aplicadas por 15s, lavadas e gentilmente secas com um jato de ar, deixando uma superfície levemente úmida. Foi então aplicado o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose* e em seguida foi confeccionado um cilindro de resina Z100* sobre a área de dentina. Os espécimes foram divididos em dois grupos. O primeiro foi estocado em água destilada a 37°C por 24h e o segundo por 180 dias, após os quais foi procedido o teste de cisalhamento. Os resultados foram submetidos à análise estatística. Os dentes testados e seus cilindros de resina destacados foram observados por MEV. Foi observada que a maior resistência adesiva ao cisalhamento foi obtida para o ácido maleico a 1%,

* 3M

2,5% e 5% (diferenças não significantes) e para o ácido fosfórico a 5% e 10% (diferenças não significantes). Não foram observadas diferenças estatísticas entre os altos valores de resistência adesiva obtidos para o ácido fosfórico a 5% e 10% e para o ácido maleico a 1% e 5%, embora tenham sido maiores, de forma estatisticamente significantes, do que aquelas obtidas para o ácido maleico a 10% e fosfórico a 37%, concentrações que são recomendadas pelos fabricantes do Scotchbond Multipurpose. Foi também observado que a resistência adesiva obtida para a solução aquosa a 10% de ácido maleico foi significativamente maior que o obtido com o gel. Aos 180 dias houve uma redução na resistência adesiva para todas as concentrações de ácido fosfórico, e para 0,5%, 1% e 2,5% de ácido maleico, enquanto a resistência adesiva para o ácido maleico a 5% e 10% aumentou. A queda da resistência adesiva após 180 dias foi maior em magnitude para os grupos com ácido fosfórico. Nos espécimes que exibiram falhas adesivas, os cilindros de resina e a superfície de dentina parecem estar intactos, e o colágeno pode ser visto aderido ao cilindro de resina composta e à superfície de dentina. Os *tags* fraturados foram aparentes tanto no cilindro quanto entrando nos túbulos dentinários. As claras zonas de fraqueza foram observadas na camada profunda de colágeno, adjacente a dentina normal, que não foi infiltrada pelo adesivo. Para os espécimes estocados por longos períodos onde o ácido fosfórico foi usado, algumas formas de precipitações ou agregados foram vistas entre as fibras colágenas não infiltradas. Os autores concluíram que a alta resistência adesiva em dentina pode ser obtida pelo condicionamento com ácidos em diluições menores que aquelas recomendadas pelos fabricantes, e que soluções aquosas produzem maiores valores de resistência adesiva que preparações em gel. Por curtos períodos, a resistência adesiva onde o ácido maleico e fosfórico foram usados como condicionamento, foram semelhantes, mas com o passar do tempo (180 dias), aquelas produzidas com ácido maleico foram significativamente maiores. Foi especulado que

a solubilidade dos produtos de reação produzidos pelos ácidos pode ser um fator de influência. Parece que para o Scotchbond Multipurpose, o ácido maleico é preferido para a manutenção da resistência adesiva por longos períodos.

Kato & Nakabayashi⁷³, em 1998, considerando a hipótese que o colágeno denaturado e exposto, resultante do condicionamento da dentina com ácido fosfórico, não proporciona uma adesão efetiva e durável por longos períodos, avaliaram a resistência adesiva à tração dos espécimes após vários intervalos de imersão em água. Avaliaram também a característica microscópica da dentina dos espécimes fraturados, revelando as possíveis explicações para a demonstrada instabilidade da adesão à dentina desmineralizada. A *smear layer* criada foi removida por ácido fosfórico a 65% por 30s, lavando e mantendo a superfície úmida. Após a aplicação do sistema adesivo (*primer* a base de 4-META a 5% e adesivo a base de 4-META/TEGDMA-CQ/NPG) e da resina composta, os espécimes foram imersos em água a 37°C por um dia, uma semana, um mês, três meses, seis meses e um ano. Os dados obtidos foram analisados por ANOVA *one-way* e teste de Duncan. A dentina dos espécimes fraturados foi examinada por microscopia ótica e eletrônica de varredura. A resistência adesiva à tração diminuiu de $6,6 \pm 1,0$ MPa após um dia para $3,4 \pm 1,7$ MPa após um mês de imersão em água. Após seis meses de imersão, a resistência adesiva à tração foi $3,9 \pm 0,9$ MPa e diminuiu para $2,0 \pm 1$ MPa após um ano, uma diferença estatisticamente significativa. A porcentagem de falhas coesivas na resina composta polimerizada diminuiu com o passar do tempo, enquanto que as falhas adesivas e coesivas na dentina desmineralizada aumentaram.

Visto que a resistência inicial é uma necessidade óbvia para a *performance* clínica das restaurações de resina composta, a durabilidade da adesão sobre o estresse do meio oral é igualmente importante. Baseado nisto, o objetivo do estudo de Seghi et al.¹⁴⁰ (1998) foi avaliar a resistência à fratura da resina composta sob simulação do estresse

térmico do meio oral. Cinquenta espécimes compactos de teste, confeccionados em resina composta, foram usados. O período de teste de uma semana foi escolhido para testar as mudanças físicas na resina composta (Charisma*), associado com a sorção de água destilada a 37°C e termociclagem entre 5°C e 55°C por 500, 2.000 ou 4.000 ciclos. Reduções estatisticamente significantes nas quantidades de energia que devem ser aplicadas aos espécimes para promover suas fraturas, para os tempos de envelhecimento com termociclagem, foram notados para 4.000 ciclos. Contudo, reduções na resistência à fratura com termociclagem necessitam mais explicações, se ela é devido à propagação de fraturas, ou efeito degradativo da água sobre a junção carga-matriz dos compósitos dentais.

Sano et al.¹³⁶ (1999) realizaram um estudo *in vivo* de um ano para avaliar a durabilidade da adesão resina-dentina na cavidade oral, bem como testar a hipótese que a interface adesiva pode mostrar modificações morfológicas *in vivo* com o tempo. Cavidades rasas em dentina, em forma de pires, foram confeccionadas em 12 dentes intactos de um macaco japonês sob anestesia geral, sendo 4 cavidades realizadas na primeira intervenção, quatro cavidades após seis meses e quatro após 1 ano. As cavidades foram restauradas com Clearfil Liner Bond II† e Clearfil Photo Posterior†. Os dentes foram extraídos após a última intervenção. Um dia após o macaco ser sacrificado, os espécimes dos três períodos de tempo foram submetidos ao teste de micro-tração. As superfícies adesivas, após a fratura, foram observadas por MEV. A resistência adesiva foi estável em aproximadamente 19MPa durante um ano de teste. As observações por MEV das superfícies fraturadas revelaram, no topo da camada híbrida e dentro da resina adesiva, porosidades que aumentaram com o tempo.

Tanaka et al.¹⁵⁴ (1999) realizaram um estudo para avaliar a durabilidade da resistência adesiva do sistema adesivo MAATY/HEMA (O-

* Kulzer

† Kuraray

metacriloil-N-acil tirosina / hidroxietil metacrilato) à dentina humana não condicionada quando imersa em água. Além disso, a absorção de água pelos copolímeros MAATY/HEMA foi medida para dar alguma luz sobre os efeitos da estrutura molecular, sobre a quantidade de absorção de água e resultante durabilidade da resistência adesiva. Para análise da absorção, vários tipos de monômeros contendo tirosina, com variação no número de carbonos no grupo N-acyl e no número de grupos carboxílicos foram utilizados nas formulações dos adesivos que foram polimerizados, obtendo-se cilindros de 12mm de comprimento e 5mm de espessura. Os espécimes foram pesados antes e depois da imersão em água a 37°C, em intervalos que variam entre 0 e 600h. A partir dos valores obtidos foi calculada a absorção de água. Para o teste de resistência adesiva, as superfícies vestibulares de molares humanos permanentes recém-extraídos foram desgastadas e planificadas, criando-se uma *smear layer* padrão com lixa de granulação 600. A área de adesão foi delimitada e o agente adesivo aplicado sobre a dentina. A resina composta Clearfil-II* foi aplicada na matriz de polietileno posicionada sobre o espécime. A resistência adesiva à tração foi medida após 24h, uma semana e um mês de imersão em água destilada a 37°C. Os autores observaram que todos os espécimes absorveram água rapidamente até chegar a um equilíbrio, dentro de aproximadamente uma a duas semanas. Os espécimes absorveram de 29 a 37% de água. Ocorreu uma diminuição da absorção de água com o aumento do número de carbonos no grupo N-acyl, enquanto observou-se um aumento na absorção de água com o aumento do número de grupos carboxílicos. Estes dois fatores têm relação direta com as propriedades hidrofílicas do MAATY. Ou seja, a quantidade de absorção de água aumenta com o aumento das propriedades hidrofílicas do MAATY. Quanto à resistência adesiva, uma diminuição acentuada foi observada, a qual foi mais acentuada após a primeira semana. Ficou claro que grande quantidade da absorção de água está associada a grande

* Kuraray

diminuição nos valores de resistência adesiva. Os autores concluíram que é importante preparar monômeros funcionais que absorvam uma pequena quantidade de água, visando desenvolver um sistema adesivo que possa manter uma resistência adesiva relativamente alta, embora esteja na cavidade oral.

Uma preocupação é levantada por vários pesquisadores sobre a possibilidade de degradação hidrolítica do componente colágeno da camada híbrida, devido a pobre ou inadequada penetração do sistema adesivo. Baseado nisso, Armstrong et al.¹⁰ (2000) realizaram um estudo para avaliar a durabilidade da camada híbrida em meio aquoso e não aquoso. As superfícies oclusais de dez molares livres de cárie foram desgastadas com lixa de granulação 600. O sistema adesivo Scotchbond Multipurpose^{*} foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante, e coroas de compósito (TPH Spectrum[†]) de 6mm de altura foram confeccionadas em dois incrementos. As coroas foram seccionadas com uma serra diamantada de baixa rotação em duas direções, obtendo-se seis espécimes com secção de 2 x 2mm. Os espécimes foram montados em dispositivos de teste de tração, usando uma matriz de Microespécimes da Universidade de Iowa. Metade de cada dente foi estocado em água e a outra em óleo de silicone a 37°C. Os testes de tração a 1mm/min foram realizados após duas semanas, seis meses e 12 meses de armazenamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística. O armazenamento em água por seis meses e 12 meses resultou num risco significativamente maior de falhas do que por duas semanas. Todos os tempos de armazenagem em água tiveram um risco de falha significativamente maior que a armazenagem em óleo. A degradação hidrolítica da junta adesiva dentina-resina composta pode ocorrer, como demonstrado pelo risco significativamente alto de falha para

* 3M

† Dentsply

os espécimes estocados em água, quando comparados com a armazenagem em óleo.

Os valores de resistência adesiva são comumente avaliados após 24h de armazenagem dos espécimes. Contudo, os dados por longos períodos de armazenagem são mais clinicamente pertinentes. Baseado nisso, Flessa et al.⁴¹ (2000) realizaram um estudo para determinar os dados de resistência adesiva em modo de tração de oito adesivos após 24h e seis meses de armazenagem. Para tal, 128 molares humanos foram desgastados (lixa de granulação 600) para expor uma superfície plana de dentina superficial, e divididos aleatoriamente em 16 grupos. A resina Tetric Ceram^{*} foi aplicada em dois incrementos, num molde com um diâmetro de 3mm, e aderida à superfície da dentina ácido-condicionada com um dos oito adesivos: **a)** Syntac Sprint[†]; **b)** One Step[†]; **c)** Prime&Bond 2.1[‡]; **d)** Optibond Solo[§]; **e)** Single Bond^{**}; **f)** Tenure Quick^{††}; **g)** Solobond M^{‡‡}; **h)** Heliobond^{‡‡}. As instruções do fabricante foram seguidas. Os espécimes foram estocados por 24h e seis meses em água a 37°C, e descolados por tensão numa velocidade de 0,5mm/min. Os dados foram submetidos à análise de variância *one-way*, teste de Tukey e teste t. Os resultados revelaram diferenças estatisticamente significantes entre os adesivos após 24h, bem como aos seis meses de armazenamento. A resistência adesiva do Tenure Quick aumentou significativamente com o tempo, embora Prime & Bond, Optibond Solo, e controle Heliobond mostraram valores de resistência adesiva significativamente menores após seis meses de armazenagem, quando comparados aos dados após 24h. A estabilidade dos valores de resistência adesiva, com o tempo, é dependente dos sistemas adesivos individuais.

* Vivadent

† Bisco

‡ Dentsply

§ Kerr

** 3M

†† Dent Mat

‡‡ Kulzer

Giannini et al.⁵² (2000) realizaram um estudo para avaliar a resistência de união de oito adesivos dentinários de frasco único após três períodos de armazenagem dos espécimes. Foram utilizadas as faces vestibulares e linguais/palatinas de 12 terceiros molares. As faces em esmalte foram abrasionadas com lixas de granulação 600 para exposição de uma região dentinária planificada. Foram aplicados os adesivos Bond 1*, One Step†, Optibond Solo‡, Prime & Bond 2.1§, Single Bond**, Stae††, Syntac Sprint‡‡ e Tenure Quick§§, associados ao compósito Z100**. Os espécimes foram armazenados em 100% de umidade relativa por uma semana, três meses (1500 ciclos térmicos) e seis meses (3000 ciclos térmicos). Decorrido o período de armazenagem, os espécimes foram submetidos ao ensaio de cisalhamento em máquina universal de ensaio com velocidade de 0,5mm/min. Os dados foram expressos em MPa e submetidos a ANOVA e teste de Duncan. Os resultados sugeriram que os adesivos Bond 1, One Step, Prime & Bond 2.1, Single Bond e Syntac Sprint não mostraram diferenças estatísticas significativas na resistência de união nos três períodos de tempo estudados. Para os materiais Optibond Solo, Stae e Tenure Quick foram observadas diminuições significantes na resistência adesiva após seis meses.

Kitasako et al.⁷⁷ (2000) avaliaram a influência da solução de armazenamento na durabilidade da adesão de três cimentos resinosos a dentina bovina, por um período de um ano. Para tal, dentes bovinos, preparados dentro de 6h após a extração, tiveram a superfície vestibular desgastada de forma a expor a dentina. As áreas de adesão foram delimitadas e receberam um dos seguintes materiais: Panavia 21***,

* Jeneric Pentron

† Bisco

‡ Kerr

§ Dentsply

** 3M

†† SDI

‡‡ Vivadent

§§ Dent Mat

*** Kuraray

Bistite* e MASA Bond†. A seguir foi cimentada uma haste de resina composta (Clearfil CR Inlay‡) na superfície tratada. Os meios de armazenamento testados foram os seguintes: água trocada diariamente por um ano, água não trocada por um ano, salina tamponada com fosfato trocada toda semana durante um ano, solução salina tamponada com fosfato não trocada durante um ano. Para todos os materiais, controles estocados por apenas um dia foram confeccionados. Após os respectivos períodos de armazenagem os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento. Os valores obtidos foram analisados por ANOVA *two-way* e teste de Fisher. Os padrões de fratura também foram analisados. Os resultados mostraram quedas significantes na resistência adesiva somente para os grupos nos quais os meios de armazenagem foram trocados diariamente, não existindo diferenças significantes entre a água e a solução tamponada. Para todos os cimentos, os tipos de fratura variaram quando as soluções foram trocadas. Os autores concluíram que a troca das soluções pode ter acelerado a hidrólise do colágeno desprotegido na interface entre a camada híbrida e a dentina, e também entre a camada híbrida e o cimento resinoso.

Okuda et al.¹⁰³ (2000) realizaram um estudo para testar a hipótese que a resistência adesiva à dentina poderia estar diretamente relacionada a nanoinfiltração. Para tal, molares humanos foram desgastados de forma a proporcionar uma superfície plana. Foram aplicados os sistemas adesivos One Step§ ou Single Bond**, e restaurados com Clearfil AP-X‡. Após 24h de armazenagem em água a 37°C, os dentes foram seccionados em fatias de 0,7mm de espessura e desgastados até obter secção transversal de 1mm² para teste de micro-tração. Os valores de resistência adesiva à tração de todas as fatias foram medidas após um dia, três, seis e nove meses após a preparação dos espécimes. Antes de

* Tokuyama

† Sun Medical

‡ Kuraray

§ Bisco

** 3M

cada teste, uma parte das fatias foram cobertas com esmalte de unha, protegendo a interface adesiva, enquanto a outra parte não foi coberta. As fatias foram imersas durante 1h em nitrato de prata (AgNO_3) a 50% e expostas a uma solução fotoreveladora por 12h. Todos os espécimes foram submetidos ao teste de micro-tração a uma velocidade de 1mm/min. Os espécimes imersos em AgNO_3 e descolados foram observados usando microscopia ótica com aumento de 64 vezes, e as imagens escaneadas para convertê-las do formato analógico para digital. Elas foram então submetidas ao analisador de imagem *NIH Image PC*. A taxa entre a penetração de prata e a não penetração foi calculada e correlacionada com a resistência adesiva. Os valores de resistência adesiva foram analisados pelos testes de ANOVA e Fisher. Para todos os grupos, uma significativa diminuição na resistência adesiva foi observada após nove meses. A taxa entre a área de penetração de prata e as áreas de não penetração foram gradualmente aumentadas com o tempo de armazenagem.

Em relação à premissa que a expansão do material por sorção de água pode reduzir a microinfiltração marginal, Poolthong et al.¹¹⁷ (2000) investigaram a relação entre as alterações dimensionais e a microinfiltração dos materiais restauradores estéticos estocados em saliva artificial a 37°C por três, sete, 105, e 180 dias. Os materiais foram a resina composta Clearfil AP-X* associada ao sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2*, resina composta modificada por poliácido F-2000† e o ionômero de vidro modificado por resina Fuji II LC‡. Cada material foi utilizado segundo as recomendações dos fabricantes. Para analisar as alterações dimensionais, dez espécimes de cada material, com dimensões de 2x2x4mm, foram confeccionados e recobertos com esmalte para unhas. Uma superfície de 2x4mm foi polida para expor à saliva artificial. A largura dos espécimes foi medida em todos os intervalos de tempo. Para analisar

* Kuraray

† 3M

‡ GC

a microinfiltração, para cada intervalo de tempo, dez cavidades com dimensões de 2x4x4mm foram confeccionadas para cada material, utilizando terceiros molares humanos extraídos. Elas foram restauradas e os espécimes mantidos em saliva artificial. Em cada intervalo de tempo, os dentes foram submetidos a termociclagem (100 ciclos) e colocados em solução de nitrato de prata (50% em peso) por 2h, e a seguir em solução reveladora por 4h. Os dentes foram cortados para expor a restauração e a coloração pela prata, sendo aplicados escores quanto a microinfiltração, usando um estereomicroscópio óptico. Os resultados obtidos para cada material a diferentes intervalos de tempo foram comparados usando ANOVA *one-way*. A correlação linear entre alterações dimensionais e microinfiltração foi testada aplicando o coeficiente de correlação de Pearson. Foi observada uma mudança significativa na largura dos espécimes, mas nenhum dos materiais mostrou diferenças nos escores de microinfiltração acima de seis meses. Nenhuma correlação significativa entre mudanças dimensionais e microinfiltração foi observada para os materiais estudados. Em conclusão, as mudanças dimensionais dos materiais após imersão em saliva artificial até seis meses não reduziram a microinfiltração.

Yamamoto et al.¹⁷⁵ (2000) conduziram um estudo para avaliar a durabilidade da adesão de três tipos de sistemas adesivos dentinários: Scotchbond Multi Purpose*/Z100*, Single Bond*/Z100 e Iperva Fluorbond†/Litetfil II†. A dentina bovina foi desgastada com lixa de granulação 600 e cada sistema foi aplicado. As amostras (n=10) foram imersas em água a 37°C e a resistência adesiva à tração foi medida após 1, 30, 90, 180 e 360 dias. As superfícies fraturadas foram observadas por MEV. Os dados foram analisados com ANOVA e teste de Sheffe. No sistema Scotchbond Multipurpose, a resistência adesiva à tração foi significativamente reduzida após 360 dias, e a degradação da superfície

* 3M

† Shofu

da dentina foi efetivamente mostrada após noventa dias. No sistema Single Bond, a resistência adesiva à tração e o padrão de fratura da superfície (falha adesiva) foram constantes, e foram observadas em todos os períodos. No sistema Fluorbond, a resistência adesiva não foi significativamente reduzida após 360 dias, e a superfície de dentina degradada semelhante ao Scotchbond Multipurpose não foi notada. Estas observações sugerem que os sistemas Single Bond e Fluorbond exibiram durabilidade adesiva superior ao sistema Scotchbond Multipurpose, por meio de uma dentina hibridizada estável, que resultou da suficiente infiltração do monômero adesivo na superfície de dentina tratada.

Carrilho et al.²⁸ (2001) realizaram um estudo para verificar o efeito da armazenagem em água na resistência adesiva à dentina humana. Espécimes tiveram a dentina exposta, e foram divididos em quatro grupos. No **grupo 1** a dentina foi condicionada com ácido fosfórico por 15s, lavada e mantida úmida, e então aplicado o sistema adesivo Single Bond[†]. No **grupo 2** a dentina foi condicionada por 30s, e aplicado o sistema adesivo Single Bond. No **grupo 3** a dentina foi condicionada por 15s e então aplicado o sistema adesivo One Step[†]. No **grupo 4** a dentina foi condicionada por 30s e aplicado o sistema adesivo One Step. A seguir foram adicionadas três camadas da resina composta Z250*, e fotopolimerizadas por 40s. Os dentes foram armazenados em água destilada por 24h e fatiados em forma de "palitos" para serem testados pelo ensaio de microtração. Parte dos palitos foram testados imediatamente, enquanto o restante, após 6 meses de armazenagem em água destilada ou óleo mineral. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e Teste de Tukey. Os valores obtidos em MPa ($\pm$ desvio padrão) foram os seguintes: **grupo 1** – Imediato (33 ± 10)a, 6 meses/água (26 ± 14)c, 6 meses/óleo (44 ± 15)e; **grupo 2** - Imediato (22 ± 7)b, 6 meses/água (14 ± 7)d, 6 meses/óleo (35 ± 16)f; **grupo 3** - Imediato (35

* 3M

† Bisco

± 11)a, 6 meses/água (30 ± 9)c, 6 meses/óleo (43 ± 9)e; **grupo 4** - imediato (23 ± 9)b, 6 meses/água (17 ± 11)d, 6 meses/óleo (26 ± 14)f. As letras iguais indicam semelhança estatística. Os autores concluíram que a armazenagem em água por 6 meses reduziu significativamente a resistência adesiva. O tempo de condicionamento afetou significativamente a resistência adesiva para os dois materiais, levando a quedas mais acentuadas.

Li et al.⁸³ (2001) realizaram um estudo para avaliar a durabilidade da adesão à dentina com o passar do tempo, através do estudo da nanoinfiltração. Para tal, 80 molares humanos tiveram o esmalte oclusal removido com um recortador de modelos, de forma a expor uma superfície plana de dentina. A *smear layer* foi padronizada com lixa de granulação 600. Os dentes foram divididos em quatro grupos, que receberam os seguintes sistemas adesivos segundo as recomendações dos fabricantes: **grupo 1** – Single Bond[†]; **grupo 2** – Stae[†]; **grupo 3** – Clearfil SE Bond[‡]; **grupo 4** – Perma Quik[§]. A seguir as superfícies foram cobertas com uma camada de resina composta Silux Plus*, com cerca de 1mm de espessura. Cada grupo foi dividido em quatro subgrupos, que foram mantidos em solução salina tamponada com fosfato (pH 7,4), contendo 0,01% de azida sódica a 37°C, por 24h, três, seis ou 12 meses. Após as primeiras 24h, todas as restaurações tiveram suas margens acabadas e polidas com discos Sof-Lex*. Após os respectivos períodos de armazenamento, as superfícies dentais, com exceção de 1mm adjacente à interface dente-restauração, foram cobertas com esmalte para unhas. As amostras foram imersas em solução de nitrato de prata a 50% por 24h, levadas à solução reveladora e expostas à luz fluorescente por 8h. Três secções foram realizadas longitudinalmente, no sentido vestibulo-lingual. As superfícies seccionadas foram polidas, montadas em *stubs* e

* 3M

† SDI

‡ Kuraray

§ Ultradent

observadas em MEV-EC, usando o modo do elétron *backscattered*. Os resultados mostraram que os sistemas que usam o ácido fosfórico como condicionador, tiveram uma linha contínua de deposição de prata na base da camada híbrida, enquanto o sistema autocondicionante Clearfil SE Bond mostrou uma difusão da prata de forma intermitente e difusa dentro da camada híbrida. Porém, após 12 meses de armazenagem, a deposição de prata aumentou significativamente para todos os sistemas adesivos.

Pereira et al.¹¹⁰ (2001) realizaram um estudo para avaliar a influência da degradação hidrolítica na resistência à microtração de três sistemas adesivos. Para tal, trinta e seis discos dentinários obtidos de terceiros molares, com espessura da *smear layer* padronizada com lixa de granulação 600, foram divididos aleatoriamente em nove grupos. O sistema Prime & Bond 2.1* foi utilizado nos grupos A, e a resistência adesiva foi avaliada após armazenamento em água destilada por 7 (**A1**), 60 (**A2**) e 180 dias (**A3**). O mesmo ocorreu para o sistema Prime & Bond NT*, nos grupos **B1**, **B2** e **B3**, e Clearfil MegaBond† nos grupos **C1**, **C2** e **C3**. A adesão foi obtida sob o efeito de pressão pulpar simulada de 25 mmHg e as superfícies dentinárias foram restauradas com coroas de compósito de 8mm de altura. Após os diferentes períodos de tempo, os dentes foram seccionados paralelamente ao seu longo eixo para a obtenção de espécimes com 1mm² de área. Aqueles obtidos na região central da coroa foram considerados como dentina superficial (**DS**), enquanto aqueles obtidos na região acima dos cornos pulpare, foram considerados como dentina profunda (**DP**). Todos os espécimes foram submetidos ao teste de microtração. O teste PLSD de Fisher apontou os resultados em MPa: **A1/DS** – 39,0 a; **A1/DP** – 30,0 fg; **A2/DS** – 38,5 ab; **A2/DP** – 29,9 fg; **A3/DS** – 36,8 b; **A3/DP** – 21,6 h; **B1/DS** – 32,3 cde; **B1/DP** – 31,0 def; **B2/DS** – 30,07 ef; **B2/DP** – 28,10 g; **B3/DS** – 21,20 h;

* Dentsply

† Kuraray

B3/DP – 19,0 j; **C1/DS** – 34,4 c; **C1/DP** – 33,5 cd; **C2/DS** – 10,4 j; **C2/DP** – 7,4 k; **C3/DS** – 8,2 k; **C3/DP** – 7,5 k. Os autores concluíram que a resistência adesiva dos sistemas Clearfil MegaBond e Prime & Bond NT decresceu significativamente após os períodos de 60 e 180 dias de armazenamento em água, e que o aumento da profundidade dentinária influenciou negativamente o comportamento do sistema Prime & Bond 2.1.

2.2 Remoção do colágeno

Goldman et al.⁵⁴ (1982) testaram a habilidade de duas soluções irrigadoras, usadas sozinhas ou em variadas combinações, para limpar todo o comprimento dos canais radiculares. Para tal, quarenta dentes uniradiculares tiveram seus canais instrumentados em todo o comprimento. Os dentes foram divididos em quatro grupos, que receberam os seguintes tratamentos: **grupo 1** – o NaOCl a 5,25% foi usado durante a instrumentação, seguido por uma lavagem final com solução aquosa de etilenodinitrilo tetraacetato dissódico a 17% tamponado com hidróxido de sódio a um pH 8 (REDTA); **grupo 2** – instrumentação com REDTA, seguido por uma irrigação final com NaOCl; **grupo 3** – instrumentação com NaOCl seguido por irrigação final com NaOCl e REDTA, nesta ordem; **grupo 4** – instrumentação com REDTA, seguido por irrigação final com REDTA e NaOCl, nesta ordem. Após a instrumentação e irrigação, os dentes foram clivados e a superfície da dentina do canal foi analisada por MEV. O exame dos canais mostrou que a seqüência de uso dos agentes irrigantes tem grande efeito na limpeza de superfície. Os **grupos 2 e 4**, nos quais o REDTA foi seguido pelo NaOCl como irrigação final, mostraram os melhores resultados gerais. Neste caso, nenhum resíduo de tecido orgânico foi evidente. Todos os canais mostraram-se limpos e os túbulos evidentes.

Yamada et al.¹⁷⁴ (1983) avaliaram os efeitos de diversas soluções utilizadas na irrigação final de canais radiculares na sua capacidade de limpeza da superfície da dentina. Para tal, dentes uniradiculares foram instrumentados e, como irrigação final, receberam uma das seguintes soluções: solução salina, NaOCl a 5,25%, EDTA (ácido etilenodiamino tetraacético) a 17%, EDTA a 8,5%, ácido cítrico a 25%, EDTA a 17% seguido pelo NaOCl a 5,25%, EDTA a 8,5% seguido por NaOCl a 5,25%, ácido cítrico a 25% seguido pelo NaOCl a 5,25%. Após os respectivos tratamentos, as raízes foram clivadas e observadas por MEV. Os autores observaram que a solução salina não mostrou qualquer efeito na limpeza de superfície. A utilização do NaOCl a 5,25% não foi capaz de remover a *smear layer*. Para o EDTA a 8,5% ou 17%, e para o ácido cítrico a 25%, a *smear layer* foi removida, mas debris orgânicos permaneceram na superfície. A combinação do EDTA a 17% seguido pelo NaOCl a 5,25% removeu a *smear layer* efetivamente e teve uma melhor habilidade na remoção dos debris superficiais. Esta combinação removeu tanto os debris orgânicos quanto inorgânicos, melhor do que qualquer solução sozinha ou combinada. A utilização do ácido cítrico seguido pelo NaOCl também foi efetiva na remoção dos debris superficiais e da *smear layer*, embora seu efeito não tenha sido tão homogêneo quanto o EDTA/NaOCl em todo o comprimento do canal. Assim, os autores concluíram que para obter o efeito máximo após a instrumentação, é necessário usar um agente quelante seguido por um solvente de tecido.

Goldman et al.⁶³ (1984) analisaram os efeitos da *smear layer* dentinária sobre a resistência à tração de núcleos cimentados com vários materiais. Para tal, foram preparados 120 dentes, que após o preparo dos condutos, receberam um dos seguintes tratamentos: **a)** lavagem dos canais com NaOCl a 5,25%; **b)** lavagem dos canais com solução de EDTA a 17%, seguida por NaOCl a 5,25%. Em cada grupo, metade dos espécimes receberam preparos de conduto com 4mm e a outra metade com 7mm. Para cada comprimento de conduto, os núcleos foram

cimentados com um dos seguintes materiais: cimento de fosfato de zinco, cimento de policarboxilato de zinco, mistura de 30% de Bis-GMA com TEGDMA e um catalisador. Após a cimentação, os espécimes foram submetidos ao teste de tração. Para os espécimes tratados com EDTA seguido de NaOCl e cimentados com resina fluida, foi obtida uma resistência adesiva à tração significativamente maior que qualquer outro grupo sob qualquer condição. Os resultados indicam fortemente que, ao se remover a *smear layer* e expor os túbulos dentinários o agente de cimentação pode fluir nos túbulos abertos e nas irregularidades do núcleo, melhorando muito a retenção.

Goldman et al.⁵⁵ (1984) realizaram um estudo para avaliar a suposição de que a melhora na resistência adesiva à tração de pinos cimentados com resina sem carga, observado em estudos prévios após o tratamento do canal com EDTA e NaOCl, se devia ao forte travamento mecânico da resina. Para tal, vinte dentes anteriores tiveram a coroa removida e os canais instrumentados e obturados. Foram realizados preparos para núcleo e os dentes foram divididos em dois grupos. No **grupo a**, os preparos foram lavados com 2ml de NaOCl a 5,25%, enquanto no **grupo b** eles foram lavados com 1ml de EDTA a 17% seguido imediatamente por 1ml de NaOCl a 5,25%. Os espécimes foram abundantemente secos com pontas de papel e jatos de ar comprimido. Uma mistura de duas gotas de 30% de Bis-GMA em TEGDMA* (resina fluída sem carga) e duas gotas de catalisador foram aplicadas em cada dente. A seguir foi procedido o assentamento completo do núcleo. Os dentes foram armazenados durante sete dias num ambiente de umidade 100%. Após este período, eles foram descalcificados em ácido nítrico (HNO₃) a 5% e a estrutura orgânica da dentina foi dissolvida em NaOCl a 5,25%. As estruturas restantes foram observadas em MEV. No grupo tratado apenas com NaOCl a 5,25% uma superfície lisa e homogênea foi observada, com esparsas áreas de penetração da resina nos túbulos.

* L.D. Caulk

Para o grupo tratado com EDTA seguido por NaOCl, toda a superfície do pino estava coberta por extensões de resina resultante da sua penetração nos túbulos dentinários. Em grandes aumentos, as extensões da resina nos túbulos com canaliculos e conexões intertubulares foram claramente observadas. Este estudo confirmou que a entrada da resina nos túbulos dentinários expostos realmente ocorre. O grande número de extensões de resina nos túbulos dentinários proporciona uma retenção mecânica muito forte, devido à força compressiva da resina.

Sakae et al.¹³⁴ (1988) realizaram um estudo para descrever as alterações nos cristais da dentina induzidas pelo tratamento com NaOCl, e para obter algumas informações sobre a natureza dos cristais dentinários através de análise termogravimétrica, análise térmica diferenciada, espectroscopia de absorção infravermelho e análise por difração de raios X. Amostras de dentina bovina foram obtidas e pulverizadas. Uma parte do pó de dentina (100mg) foi tratada com 300ml de NaOCl a 10% por 30 min, a temperatura ambiente e com leve vibração. O pó foi então filtrado através de uma membrana de celulose, lavado com água e seco com ar. A outra parte foi analisada sem tratamento. As análises indicaram remoção dos materiais orgânicos da amostra de dentina após o tratamento com hipoclorito. Foi observada uma modificação nos cristais de dentina e formação de calcita após o tratamento. Foi observado também um enfraquecimento nos registros correspondentes aos íons carbonato e a dissolução dos íons magnésio. Os resultados sugerem que alguns íons magnésio e carbonato foram removidos da estrutura do cristal de dentina, após o tratamento com o NaOCl, enquanto ao mesmo tempo os materiais orgânicos foram também removidos da amostra. Foi sugerido que os cristais na dentina tratada com NaOCl são similares aos cristais de esmalte, do ponto de vista cristalográfico.

Fujita et al.⁴⁵ (1990) avaliaram o efeito de diferentes tratamentos da dentina na resistência adesiva da resina composta. Amostras de dentina

foram preparadas, produzindo-se uma *smear layer* padrão na superfície com lixa de granulação 600. Elas receberam um dos seguintes tratamentos: ácido fosfórico por 30s, solução de NaOCl a 10% por 60s, e a associação do condicionamento ácido por 15, 30 ou 60s, seguido pela aplicação de NaOCl por 15, 30, 60, 120 ou 240s. A seguir foram aplicados o sistema adesivo e a resina composta. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência adesiva. Os autores observaram um aumento da resistência adesiva com a associação do condicionamento ácido com a aplicação do NaOCl. Para o condicionamento ácido aplicado por 15 ou 30s, a maior resistência adesiva foi obtida pela aplicação do NaOCl por 60s. Quando a dentina foi condicionada por 60s, a maior resistência adesiva foi obtida após a aplicação do NaOCl por 120s. Através de MEV, os autores observaram que o colágeno dentinário exposto pelo condicionamento ácido é eficientemente removido pela aplicação do NaOCl a 10% por mais que 30s.

Hosoda et al.⁶⁶ (1993) realizaram um estudo para explicar o mecanismo de adesão entre a resina e a dentina, e o papel da camada impregnada por resina formada na interface. Para tal, diversos dentes tiveram sua superfície desgastada com lixa de granulação 600, de forma a proporcionar uma superfície plana. Em cada espécime, uma área de teste de 5mm foi delimitada. Os dentes foram divididos em cinco grupos, cada qual recebendo um dos seguintes tratamentos: **a)** condicionamento com ácido fosfórico por 40s e aplicação do adesivo Clearfil Photo Bond^{*}; **b)** condicionamento ácido, seguido da aplicação de NaOCl a 10% por 1min, e do adesivo Clearfil Photo Bond; **c)** igual ao grupo **b**, exceto que o NaOCl a 10% foi aplicado por 5min; **d)** condicionamento ácido, seguido do NaOCl a 10% por 1min, aplicação do primer do sistema adesivo Clearfil Liner Bond System (AS Primer^{*}) e do adesivo Clearfil Photo Bond; **e)** igual ao grupo **d**, exceto que o NaOCl foi aplicado por 5min. Os dispositivos para o teste de tração foram cimentados com Panavia EX^{*}. Alguns

^{*} Kuraray

espécimes foram preparados para observação da interface resina-dentina por MEV. Os resultados foram submetidos à análise estatística, utilizando os testes de ANOVA e Duncan. Os resultados mostraram melhoras significativas na resistência adesiva quando a aplicação do NaOCl foi realizada, mesmo sem a utilização do *primer*. O aumento do tempo de aplicação do NaOCl não resultou em melhoras significantes na resistência adesiva. Nenhuma camada impregnada por resina foi observada na interface após a aplicação do NaOCl. A aplicação do AS-*primer* à dentina tratada com NaOCl não aumentou a resistência adesiva, indicando que os efeitos de promoção de adesão do AS-*primer* foram devido a sua atuação sobre as fibras colágenas expostas na superfície da dentina pelo condicionamento ácido. Segundo os autores, uma mínima descalcificação da dentina deveria ser realizada para minimizar a espessura da camada de colágeno, o qual pode ser um fator que interfere na adesão. Concluíram que uma camada impregnada por resina não é necessária para obter boa adesão, contudo, sua criação não pode ser evitada quando uma solução condicionadora ácida é usada para remover a *smear layer* da superfície dentinária.

Tanaka & Nakai¹⁵³, em 1993, realizaram um estudo para avaliar os efeitos dos agentes de limpeza de canais radiculares com habilidade de remover colágeno, como tratamento de superfície da dentina visando melhorar a adesão. Para tal, eles empregaram incisivos bovinos recém-extraídos que tiveram suas superfícies vestibulares desgastadas com lixa de granulação 600, até a exposição da dentina. Os dentes receberam a aplicação por 30 ou 60s, de um dos seguintes agentes de limpeza: RC-*prep** (10% de peróxido de uréia e 15% de EDTA) sozinho ou associado com uma solução de hipoclorito de sódio a 2,5% ou 10%, alternando-se a ordem de aplicação; solução de hipoclorito de sódio a 3%; solução de hipoclorito de sódio a 10%, sozinha ou seguida pela aplicação de peróxido de hidrogênio a 3%; EDTA-2Na a 14,3%, sozinho ou seguido

* Premier Dental Products

pelo hipoclorito de sódio a 10%; ácido fenolsulfônico a 70%, sozinho ou seguido pela aplicação de hidrogenocarbonato de sódio a 9% ou hipoclorito de sódio a 10%; ácido fosfórico a 38,5%, sozinho ou seguido pelo hipoclorito de sódio a 10%; ácido cítrico a 10%, sozinho ou associado ao hipoclorito de sódio a 10 %; EDTA a 0,5M, sozinho ou seguido pelo hipoclorito de sódio a 10%. As superfícies foram lavadas com spray de ar-água por 30s e secas com jatos de ar por 15s. Após a aplicação dos agentes de limpeza, uma parte dos espécimes recebeu o adesivo dentinário Clearfil New Bond^{*} e a resina composta Clearfil G-H^{*}, sendo submetidos ao ensaio de resistência adesiva à tração. Nos espécimes restantes foi avaliada a perda de superfície e a dureza Knoop. Após os tratamentos de superfície alguns espécimes também foram avaliados por MEV. Foi observado um aumento significativo da resistência adesiva para os grupos que receberam hipoclorito de sódio a 3 e 10%, e EDTA-2Na, em relação ao grupo controle que não recebeu qualquer tratamento da dentina. Todavia, sob MEV não foi observada a remoção da *smear layer* para os grupos tratados com hipoclorito de sódio. Os autores, após a análise de várias concentrações e tempos de aplicação, constataram que as maiores resistências adesivas foram obtidas para o NaOCl na concentração de 10% e no tempo de 60s. Para o hipoclorito a 10%, a resistência adesiva foi maior quando ele foi lavado com spray de ar-água, do que quando foi neutralizado com peróxido de hidrogênio a 3%. Quanto à utilização do RC-prep e hipoclorito de sódio, o uso conjunto é mais efetivo que o uso isolado, contudo a ordem de aplicação é importante. O uso do hipoclorito de sódio após o RC-prep é mais efetivo que o inverso. O uso do EDTA-2Na seguido pelo hipoclorito de sódio a 10% aumentou efetivamente a resistência adesiva, e o tratamento por 30 a 60s foi suficiente. O uso conjunto do ácido fenolsulfônico seguido pelo hipoclorito de sódio a 10% aumentou efetivamente a resistência adesiva, sendo a aplicação por 60s o bastante. Todavia, a perda de superfície

^{*} Kuraray

aumentou com o aumento do tempo de condicionamento. Tanto para o EDTA-2Na quanto para o ácido fenolsulfônico ocorreu a remoção da *smear layer*. Para os ácidos cítrico e fosfórico, somente leve aumento na resistência adesiva foi obtido em relação à dentina não tratada. Foi também possível aumentar a resistência adesiva pelo uso conjunto dos ácidos fosfórico ou cítrico, condicionadores tradicionais, com o hipoclorito de sódio a 10%. Contudo, sérios danos à dentina ocorreram. Os autores concluíram que todos os agentes de limpeza de canais radiculares testados, quando utilizados sozinhos, foram efetivos em aumentar a resistência adesiva, especialmente o hipoclorito de sódio a 10%. A remoção da *smear layer* não foi essencial para aumentar a resistência adesiva. O uso conjunto de ácidos e hipoclorito de sódio possibilita o melhor resultado de todos. Neste caso, os ácidos devem ser aplicados antes do hipoclorito.

Wakabayashi¹⁶⁸, em 1993, estudou um novo método de pré-tratamento que melhora a adesão entre a dentina e restaurações. O novo método consistiu de: **a)** condicionamento ácido da superfície aderente da dentina; **b)** remoção do colágeno dentinário exposto com um agente solvente de substância orgânica; **c)** aplicação do adesivo diretamente sobre as irregularidades feitas sobre a apatita dentinária exposta. Como agentes primários para tratar a dentina, três tipos de condicionadores ácidos foram utilizados: ácido fosfórico a 40%, EDTA a 0,5M e ácido cítrico a 10%. Como agentes secundários, dois tipos de agentes solventes de substâncias orgânicas foram utilizados: a solução de hipoclorito de sódio a 10% (NaOCl solução) e a solução de NaOCl a 10% contendo 8 a 18% em peso de alumina (NaOCl gel). Eles foram aplicados a dentina de duas maneiras: mantendo-se a superfície da dentina na horizontal ou na vertical. Além disso, um agente adesivo disponível comercialmente e outro agente adesivo que tem uma maior concentração de agente redutor (benzenossulfonato de sódio) foram também usados. Após o

condicionamento e a aplicação do sistema adesivo, o Panavia EX* foi aplicado, servindo para cimentar a haste de tração. Os espécimes foram submetidos à ciclagem térmica (0, 2.500, 5.000, 10.000 e 20.000 ciclos), com a temperatura variando entre 4 e 60°C, e então submetidos ao teste de tração. A resistência adesiva obtida quando o NaOCl solução foi aplicado ao espécime na horizontal foi de 11MPa. Quando foi aplicado na vertical a resistência adesiva foi de 3,6MPa. Quando o NaOCl gel foi utilizado na vertical, a resistência adesiva foi em média de 10,6MPa. As análises por MEV e da composição elemental da superfície da dentina após os diferentes tratamentos, revelaram que o NaOCl gel pode manter-se bem em uma superfície na vertical e dissolver eficientemente o colágeno exposto. Foi constatada uma grande interrelação entre a dissolução e remoção da camada de colágeno, e o aumento da resistência adesiva à tração. Quando o adesivo contendo benzenossulfonato de sódio foi usado, uma resistência adesiva de 8,1MPa foi mantida após 20.000 ciclos e também não ocorreu diminuição na adesão devido a fraturas adesivas. Foi realizada também a análise da microinfiltração marginal, comparando-se os seguintes tratamentos: **a)** nenhum; **b)** ácido fosfórico por 30s seguido pelo agente adesivo; **c)** ácido fosfórico por 30s + NaOCl solução por 60s; **d)** ácido fosfórico + NaOCl gel por 60s; **e)** ácido fosfórico + NaOCl gel + adesivo modificado. O uso do novo método de tratamento de superfície produziu uma melhor adaptação marginal comparada com nenhum pré-tratamento e quando somente o ácido foi utilizado. A adaptação marginal foi melhorada pelo aumento da concentração do benzenossulfonato de sódio. O autor concluiu que seu método de pré-tratamento é considerado um instrumento para proporcionar maior resistência adesiva e melhor adaptação marginal.

Considerando a hipótese de que a presença da camada relativamente impermeável de colágeno desorganizado, resultante da desmineralização da *smear layer* através do condicionamento ácido, pode

* Kuraray

resultar numa infiltração incompleta do adesivo e menor resistência adesiva, Ciucchi et al.³⁶ (1994) resolveram testar os efeitos da aplicação do hipoclorito de sódio como agente de remoção do colágeno. Para tal, quarenta dentes humanos tiveram uma superfície de dentina exposta, e foram divididos em cinco grupos. Todos os grupos receberam o condicionamento com gel de ácido fosfórico a 35%. O primeiro grupo, considerado controle, não recebeu nenhum tratamento adicional. Os demais foram tratados com gel experimental de hipoclorito de sódio a 10%[†], por vários tempos de aplicação (5s, 30s, 1 e 3min.). A seguir foi aplicado o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose* e os espécimes restaurados com a resina Z100*. Os dentes foram submetidos a um teste de resistência adesiva à tração, usando uma técnica modificada. Os espécimes foram cortados perpendicularmente à superfície aderida. Cada fatia de 0,5 a 1mm de espessura teve sua superfície aderida reduzida até 1mm², e foi testada até que a falha ocorresse. Os resultados obtidos em MPa foram: grupo controle: 25,03 ($\pm 5,94$), aplicação por 5s: 34,23 ($\pm 11,82$), 30s: 18,89 ($\pm 5,37$), 1min: 26,18 ($\pm 8,51$), 3min: 24,63 ($\pm 6,83$). Os autores observaram que 5s de tratamento com NaOCl aumentou significativamente a resistência adesiva, possivelmente pela dissolução da *smear layer* colágena e da camada superficial de fibras colágenas expostas. O tratamento por 30s desorganizou a rede colágena, enquanto a aplicação por 1 a 3min dissolveu completamente a fase orgânica e deixou uma superfície dentinária mineralizada irregular.

Gwinnett⁵⁷ (1994) realizou um estudo para investigar os efeitos da secagem com ar e reidratação da dentina condicionada, sobre a resistência adesiva da resina composta. O segundo propósito foi determinar o quanto a rede colágena superficial e a área de superfície da dentina mineralizada remanescente contribuem para a resistência adesiva. Doze grupos, contendo dez terceiros molares hígidos cada um,

* 3M

† kuraray

tiveram a dentina oclusal dos dentes exposta. Os **grupos** de **a** a **f** tiveram a dentina condicionada com ácido fosfórico por 20s. As diferenças entre os grupos estavam nos tratamentos imediatamente após o condicionamento e antes da aplicação do *primer*: **a)** a dentina foi seca pela técnica da absorção com uma compressa de algodão úmida; **b** e **c)** secagem com ar por 10 e 30s respectivamente; **d** e **e)** secagem com ar por 10 e 30s respectivamente e reidratação imediata por 5s com uma compressa de algodão úmida, até a superfície ficar visivelmente úmida; **f)** aplicação da solução de hipoclorito de sódio a 5% por 2min, lavagem por 30s e secagem por absorção. Os **grupos** de **g** a **i** não foram condicionados. No **grupo g** a *smear layer* foi seca pela técnica de absorção. Os **grupos h** e **i** foram secos com ar por 10s sendo que o **grupo i** foi reidratado. No **grupo j** a *smear layer* foi tratada com NaOCl como o **grupo f**. Os **grupos k** e **l** foram submetidos a um jato de bicarbonato de sódio como uma alternativa para remover a *smear layer*, sendo que o **grupo l** recebeu a seguir a aplicação do NaOCl. Após todos os tratamentos foi aplicado o sistema adesivo All Bond 2[®] e a resina composta BisFil*. As amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento. Foi realizada uma análise micromorfológica de discos de dentina em MEV, para cada tratamento experimental. Para a análise perfilométrica foram analisadas as superfícies tratadas com ácido + NaOCl, jato de bicarbonato + NaOCl e *smear layer* + NaOCl. Os resultados foram submetidos à análise estatística. O autor observou que nos grupos ácido-condicionados, os valores para as amostras reidratadas não foram estatisticamente diferentes dos controles úmidos. Os valores médios para a dentina seca, contudo, foram estatisticamente inferiores a dentina úmida. Os valores médios relatados para o grupo que recebeu o NaOCl após o condicionamento ácido ($25,97 \pm 3,61\text{MPa}$), não foi estatisticamente diferente do grupo apenas condicionado com o ácido e mantido úmido ($24,20 \pm 2,03\text{MPa}$). Por MEV, para a dentina condicionada

* Bisco

e seca, nota-se a abertura dos túbulos, mas uma aparência lisa e com poucos detalhes na dentina intertubular. Para a dentina úmida, uma rede fibrosa pôde ser observada na dentina intertubular. Para a dentina condicionada e desproteïnizada não foi observada a evidência de fibras colágenas, mas túbulos evidentes e suas conexões laterais aumentaram a sua área de superfície em relação à dentina apenas condicionada com ácido. Os valores derivados dos grupos não condicionados com ácido mostraram uma redução significativa na resistência adesiva com a secagem, a qual não foi completamente recuperada com a reidratação. Dentre os grupos não condicionados com ácido, o menor valor foi obtido para a dissolução da *smear layer* com NaOCl, enquanto que a remoção mecânica produziu valores estatisticamente similares ao grupo com a *smear layer* preservada e úmida. Por MEV, observou-se que o NaOCl aplicado sobre a *smear layer* foi capaz de removê-la, assim como seus agregados, de forma a expor a estrutura tubular ocluída. A abrasão com jato de bicarbonato removeu a *smear layer*, mas a maioria dos túbulos permaneceu ocluída. Quanto à análise perfilométrica, em relação à quantidade de rugosidade, uma diferença estatística existiu entre os valores médios derivados da abrasão com jato de bicarbonato e do condicionamento ácido seguido de desproteïnização (maiores), em relação a *smear layer* tratada apenas com NaOCl (menor). Os valores para a aplicação do jato de bicarbonato e o condicionamento ácido foram compatíveis. A análise morfológica e perfilométrica demonstraram que parece existir uma relação entre a área de superfície e a resistência adesiva, e que a zona rica em colágeno da dentina desmineralizada não contribui por si, para a resistência interfacial. Contudo, sua integridade e estado de umidade exercem um significativo papel na obtenção de uma resistência adesiva satisfatória.

Gwinnet⁵⁸ (1994) realizou um estudo visando investigar o papel da zona colagenosa desmineralizada, na resistência adesiva interfacial da resina composta a dentina, usando três sistemas adesivos de quarta

geração, disponíveis no mercado, em combinação com três diferentes agentes condicionadores ácidos. Seu experimento foi dividido em duas partes. A primeira foi relativa ao papel dos diferentes tratamentos ácidos sobre a resistência adesiva. A segunda diz respeito à contribuição da zona colagenosa na adesão. Para a primeira parte, três grupos de trinta dentes tiveram a dentina exposta e receberam tratamento com lixa de granulação 320. O **grupo a** recebeu o sistema adesivo/resina composta All Bond 2/Bisfil*. O **grupo b** recebeu o sistema Optibond Dual cure/XRV† e o **grupo c** o sistema Scotchbond Multipurpose/Z100‡. Estes grupos foram divididos em três subgrupos que representaram os três diferentes condicionamentos: ácido maleico a 10% (15s), ácido fosfórico a 10% (20s) e ácido nítrico a 2,5% (60s). Os espécimes foram condicionados e receberam os respectivos sistemas adesivos, segundo as recomendações dos fabricantes, sendo a seguir procedidas as restaurações com resina composta. Os resultados mostraram que o tipo de condicionamento não afetou significativamente a resistência adesiva, exceto para uma tendência a um menor valor para o Scotchbond Multipurpose com o ácido maleico. Na segunda parte do experimento a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 10% por 20s, seguido pela aplicação do hipoclorito de sódio a 5% por 120s. Estes espécimes também receberam os três tipos de adesivos pela técnica úmida, como nos grupos anteriores. Não foram constatadas diferenças significantes na resistência adesiva, em relação aos grupos que receberam apenas o condicionamento ácido. Estas observações levaram a conclusão de que os altos valores de resistência adesiva obtidos são derivados da difusão e da polimerização dos monômeros resinosos dentro da zona parcialmente desmineralizada, localizada na base da camada de colágeno exposto pelo ácido, confirmando a hipótese de que a zona colagenosa não contribui diretamente para a resistência interfacial. O autor observou também, após

* Bisco

† Kerr

‡ 3M

a desproteinização dos espécimes condicionados com os ácidos maleico, fosfórico e nítrico, um aumento na rugosidade e, conseqüentemente, na área de superfície, conforme aumentava o poder de desmineralização do ácido. Este fato talvez possa explicar a tendência a menores valores de resistência adesiva obtidos com o Scotchbond Multipurpose, após o condicionamento com o ácido maleico.

Wakabayashi et al.¹⁶⁹ (1994) realizaram um estudo para examinar a dissolução e remoção da camada de colágeno dentinário, usando ácido fosfórico seguido por hipoclorito de sódio a 10%, de forma a expor a superfície “fresca” de apatita dentinária, e comparar este método de tratamento com o condicionamento convencional sem o uso do hipoclorito de sódio. A resistência adesiva inicial e a durabilidade da adesão foram avaliadas. Para o teste de resistência adesiva à tração, foram utilizados molares humanos extraídos e estocados em salina fisiológica ou água destilada. A superfície oclusal foi cortada com uma serra de diamante e a superfície polida com lixa de granulação 600. Os dentes foram divididos em quatro grupos, cada qual recebendo um dos seguintes tratamentos: **a)** H_3PO_4 por 30s; **b)** H_3PO_4 por 30s + NaOCl por 60s; **c)** H_3PO_4 por 30s + NaOCl por 120s; **d)** H_3PO_4 por 60s + NaOCl por 120s. O sistema adesivo Clearfil New Bond^{*} foi então aplicado. Hastes de aço foram cimentados na superfície da dentina com Panavia EX^{*}. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 24h e submetidos ao teste de tração. Alguns espécimes, após o condicionamento da dentina de forma semelhante ao teste de adesão, foram observados por MEV. Os autores obtiveram uma resistência adesiva inicial de 6,7MPa para o H_3PO_4 e 9,7MPa com o H_3PO_4 /NaOCl por 60s. Nenhuma alteração óbvia na resistência adesiva foi observada quando o tempo de NaOCl foi aumentado para 120s. Contudo, a resistência adesiva aumentou quando o tempo de condicionamento ácido aumentou para 60s. Por MEV, após aplicação do ácido fosfórico foi observada a remoção da *smear layer* e a

* Kuraray

formação de uma dentina intertubular lisa. Com a aplicação do NaOCl por 60s observou-se uma grande abertura dos túbulos e finas irregularidades na dentina intertubular. A aplicação do NaOCl por 120s produziu um aspecto semelhante aos 60s. Contudo, com a aplicação do ácido por 60s e NaOCl por 120s a dentina intertubular foi adicionalmente erodida, causando uma maior abertura dos túbulos. Além disso, irregularidades pontiagudas foram encontradas na dentina intertubular. Para o teste de durabilidade da adesão os espécimes foram divididos em dois grupos. No primeiro, eles foram condicionados apenas com ácido fosfórico por 30s, enquanto no segundo receberam também NaOCl por 60s. Cada grupo foi dividido em três subgrupos, que foram termociclados por 2.500 ciclos, 5.000 ou 10.000 ciclos, respectivamente. A resistência adesiva foi determinada da mesma maneira do teste inicial. Após 2.500 e 5.000 ciclos, a resistência adesiva para os dois grupos diminuiu gradualmente. Após 10.000 ciclos, a resistência adesiva para o grupo tratado com ácido fosfórico e NaOCl foi 6,2MPa, cerca de 1,5 vezes maior do que dos espécimes tratados somente com ácido fosfórico (4,2MPa). Os autores concluíram que a remoção da camada de colágeno com o NaOCl melhora a resistência adesiva, e ela é mantida alta mesmo após 10.000 ciclos. A aplicação do NaOCl por 60s foi considerada suficiente.

Uno & Finger¹⁶⁵, em 1995, realizaram um estudo para investigar os efeitos da dissolução do colágeno após o condicionamento ácido, como um passo adicional no procedimento de união adesiva, sobre a micro-morfologia da interface de ligação, resistência adesiva e adaptação marginal em restaurações de resina composta. Para tal, foram utilizados molares humanos embutidos em resina epoxi que tiveram sua face proximal ou vestibular desgastada com séries de lixas de granulações 240 a 600. Os dentes foram divididos em três grupos. O primeiro serviu como controle. A dentina foi condicionada com gel de ácido fosfórico a 20% por 30s, lavada com água deionizada por 15s e a seguir foi aplicado o

sistema adesivo Gluma^{*}, segundo as recomendações do fabricante. Foram confeccionados cilindros de resina composta (Pekafill^{*}) através de um molde de Teflon. O segundo grupo consistiu no tratamento com o gel de ácido fosfórico, seguido pela aplicação de solução aquosa de hipoclorito de sódio a 10% por 60s, com uma bolinha de algodão umedecida. Os espécimes foram lavados com água deionizada por 15s e secos suavemente com ar, antes da aplicação do sistema adesivo. No último grupo uma solução de ácido fosfórico a 20% foi utilizada, visando eliminar a aderência e precipitação do agente espessante do gel que poderia mascarar o efeito do NaOCl, seguido pelo tratamento idêntico ao do segundo grupo. Os espécimes foram armazenados em água por 24h, sendo submetidos ao teste de cisalhamento. Os resultados foram analisados por ANOVA *one-way*. Para a análise da microinfiltração marginal, a exposição de uma superfície plana proximal ou vestibular foi realizada por desgaste com lixa de granulação 600. Sobre esta superfície foram preparadas cavidades cilíndricas (3mm de diâmetro e aproximadamente 1,5mm de profundidade, com ângulo cavo-superficial a 90°), realizadas com pontas diamantadas cilíndricas montadas em peça de mão sob refrigeração. Como para o teste de resistência, três grupos de dez dentes cada foram tratados com os procedimentos previamente descritos. As cavidades foram restauradas com um incremento único de Pekafill. O excesso de resina foi removido com lixa de granulação 600 até que toda a margem da cavidade estivesse acessível à inspeção microscópica a 800X, em um microscópio de luz incidente. Quando uma fenda era encontrada, a largura máxima era determinada com três medições repetidas, com um micrômetro fixo na ocular. Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis. As larguras das camadas impregnadas por resina também foram medidas e os dados foram analisados pelos testes de ANOVA e Newman-Keuls. Os resultados para o teste de resistência ao cisalhamento foram 12,7 (± 2)MPa para o gel de

* Bayer Dental

ácido fosfórico; $16,6 (\pm 3,2)$ MPa para o gel de ácido fosfórico e NaOCl; e $15,4 (\pm 4,4)$ MPa para a solução de ácido fosfórico e NaOCl. O teste estatístico não revelou diferenças significantes entre os grupos. A análise por MEV das superfícies condicionadas mostrou, após a aplicação do condicionamento ácido, uma superfície lisa com túbulos abertos em forma de funil. O tratamento com hipoclorito de sódio removeu a camada de colágeno colapsado, resultando numa interface dentinária irregular erodida, com entradas tubulares muito largas. Quanto à presença de fendas marginais, os grupos tratados com NaOCl não diferiram significativamente entre si, enquanto que o grupo controle foi significativamente melhor. Quanto à espessura da camada híbrida, para os grupos tratados com NaOCl os valores não diferiram significativamente do zero, sendo constatadas diferenças significativas em relação ao grupo controle ($11,0 \pm 1,7 \mu\text{m}$). Em relação aos padrões de falhas, nos espécimes controle, elas ocorreram na camada híbrida ou na interface da camada híbrida e resina. Para os espécimes desproteinizados, elas se caracterizaram predominantemente pela falha da resina nas bases amplas dos tags. Os autores concluíram que, de forma semelhante a outros relatos publicados na literatura, a camada de ligação impregnada por resina não teve efeito positivo em termos de resistência adesiva. Concluíram também que a adaptação marginal foi altamente influenciada pelo tipo de condicionamento. Os resultados deste estudo revelam que a resistência adesiva sozinha é um indicador inadequado da eficácia adesiva, e que ela pode levar a avaliações enganosas da eficácia dos sistemas adesivos.

Armstrong et al.⁸ (1996) realizaram um estudo visando examinar o mecanismo de adesão do All Bond 2* à dentina, analisando as fraturas mecânicas. Vinte e quatro molares humanos não cariados foram divididos em dois grupos. A superfície oclusal foi desgastada de forma a expor a dentina e polida com lixa de granulação 600. Um dos grupos recebeu a

* Bisco

aplicação do sistema adesivo All Bond 2 segundo as recomendações do fabricante, enquanto o outro recebeu a aplicação de NaOCl a 5% por 1min, entre o condicionamento com H₃PO₄ a 32% e o passo dos *primers* A e B. A seguir os dentes receberam a resina composta Prodigy*. Os espécimes foram preparados para o teste de progressão de fratura por esforço plano. O primeiro grupo apresentou uma resistência à fratura de 0,44 ($\pm 0,24$)MPa, enquanto o segundo grupo apresentou valores de 0,75 ($\pm 0,36$)MPa. Nenhuma camada híbrida formou-se no grupo tratado com hipoclorito de sódio, ainda que a resistência à fratura tenha sido significativamente maior (test t de *Student*). Os autores argumentaram que o resultado obtido é o contrário do que se poderia esperar, segundo a teoria do entrelaçamento mecânico ou camada híbrida, que é considerada o principal mecanismo entre um agente adesivo e a dentina.

Fujita et al.⁴⁶ (1996) realizaram um estudo visando avaliar o efeito de um método de pré-condicionamento recém-desenvolvido com solução de NaOCl a 10%, sobre a resistência adesiva ao cisalhamento entre a dentina bovina do canal radicular e cimentos adesivos resinosos. Três cimentos adesivos resinosos disponíveis no mercado foram usados: Imperva Dual Cement†, Bistite Resin Cement‡ e Panavia 21§. Sessenta espécimes radiculares bovinos foram seccionados ao longo de seu eixo e embebidos em resina epóxi. A superfície foi acabada com lixa de granulação 600, sendo divididos em seis grupos e utilizados dez espécimes para cada condição experimental. Os três primeiros grupos consistiram de condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30s, seguido pela aplicação da solução de NaOCl por 120s. A seguir foi aplicado o agente adesivo Clearfil New Bond§ e procedida a cimentação de cilindros de aço inox jateados, com um dos cimentos resinosos acima citados. Os mesmos procedimentos foram repetidos nos três demais

* Kerr

† Shofu

‡ Tokuyama

§ Kuraray

grupos, exceto pela não aplicação do NaOCl, sendo considerados grupos controle. As médias de resistência adesiva ao cisalhamento em MPa foram : Iperva Dual Cement ($18,3 \pm 5,2$ no grupo controle e $29,3 \pm 7,7$ no grupo que recebeu NaOCl), Bistite Resin Cement ($16,2 \pm 4,6$ no controle e $33,7 \pm 10,7$ no NaOCl), Panavia 21 ($21 \pm 7,8$ no controle e $39,2 \pm 8,6$ no NaOCl). A ANOVA *two way* e o teste de Duncan revelaram que as médias para os grupos que receberam NaOCl foram significativamente maiores que nos grupos controle. Os autores concluíram que o pré-condicionamento com NaOCl aumentou significativamente a resistência adesiva ao cisalhamento, entre a dentina e o cimento resinoso, comparado com o método padrão do fabricante.

Gwinnett et al.⁶⁰ (1996) realizaram um estudo para determinar a contribuição quantitativa da hibridização da dentina na resistência da junta adesiva, e demonstrar a micromorfologia da interface com ou sem o colágeno presente. Quatro grupos de dez dentes molares foram preparados com uma *smear layer* produzida com uma lixa de granulação 320. Dois grupos serviram como controle, recebendo apenas o condicionamento ácido da dentina, enquanto os dois grupos experimentais foram submetidos à digestão, através de colagenase tipo II a 0,1% (6h), do colágeno exposto pelo condicionamento ácido. All Bond 2^{*} e Amalgambond[†] foram usados para aderir as resinas compostas Bisfil^{*} e Epic[†], respectivamente. Após armazenagem em água a 37°C por 24h, as juntas adesivas foram testadas por cisalhamento a uma velocidade de 5mm/min. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística. Vinte e quatro dentes em quatro grupos foram examinados por MEV e MET, para avaliar o relacionamento entre resina e dentina condicionada, com e sem a rede colágena. Os valores obtidos para os controles All Bond 2 e Amalgambond foram 28,41 ($\pm 3,9$) e 19,04 ($\pm 5,96$)MPa, respectivamente, enquanto os grupos tratados com colagenase exibiram 26,43 ($\pm 2,90$) e

^{*} Bisco

[†] Parkell

19,70 ($\pm 4,25$)MPa, respectivamente. Nenhuma diferença significativa foi constatada entre os grupos controles e experimentais. A MEV mostrou, após o condicionamento ácido da superfície da dentina, a remoção da *smear layer*, com túbulos evidentes e alargados superficialmente devido à dissolução da dentina peritubular. Uma rede aberta de fibras colágenas foi observada. Após a digestão com collagenase, uma transformação morfológica dramática foi constatada. A superfície mostrou-se rugosa, irregular e porosa. Os túbulos dentinários em forma de funil, juntamente com as aberturas de seus braços laterais estavam evidentes. Nenhuma fibrila estava presente e as características topográficas sugerem a existência de significativa porosidade e área de superfície. Uma distinta camada híbrida e penetração tubular foram observadas para os espécimes tratados apenas com ácido, enquanto os espécimes tratados com collagenase mostraram somente resina nos túbulos e suas extensões laterais. A MET confirmou a ausência de uma zona híbrida distinta nos grupos que receberam a collagenase, embora os túbulos e seus braços laterais tenham sido completamente preenchidos com resina, com uma junção apertada e livre de fendas entre a resina e a dentina não mineralizada. Uma zona elétron-densa na base da camada híbrida nas superfícies condicionadas, e nas superfícies minerais da dentina desproteinizada foi observada para os grupos All Bond 2 e Amalgambond, talvez representando a área da frente de desmineralização, com encapsulamento dos cristais de hidroxiapatita parcialmente desmineralizados. A espessura desta camada foi de 20 a 30nm para o All Bond 2 (ácido fosfórico 10% por 20s) e 50nm para o Amalgambond (ácido cítrico 10% e 3% de cloreto férrico). Os autores concluíram que a rede colagenosa reforçada por resina ou hibridizada não contribuiu com qualquer valor quantitativamente por si, para a adesão dentinária com os sistemas testados.

Tsuda et al.¹⁶⁴ (1996), utilizando a técnica de Micro-Raman, que é capaz de analisar a composição mineral do dente, realizaram um estudo

para obter o espectro Raman dos minerais da dentina humana, comparando-o com o espectro do esmalte. Compararam também a porção coronária e radicular, obtendo informações preliminares sobre a influência dos tratamentos com NaOCl, fluoreto de sódio (NaF) e flúor fosfato acidulado sobre os minerais dentinários. Para tal, amostras de dentina e esmalte foram estudados tanto na forma de pó, como em amostras cortadas de molares permanentes. Todas as amostras em pó foram agitadas ultra-sonicamente em acetona. Os tratamentos com NaOCl e NaF foram realizados tanto nas amostras em pó quanto nas cortadas, mas a fluoretação acídica pelo gel de flúor fosfato acidulado foi realizada apenas nas amostras cortadas. As medições Micro-Raman foram então procedidas. Os autores observaram fortes leituras de fosfato e carbonato, característicos da hidroxiapatita carbonatada para esmalte e dentina. Nenhuma diferença significativa na comparação foi observada nas amostras de dentina provenientes das porções coronárias e radiculares. Os autores observaram que a quantidade de proteínas na dentina foi reduzida pelo NaOCl. A quantidade de HPO_4 é reduzida pelo NaOCl mas é aumentada pelo flúor fosfato acidulado gel. O tratamento com o NaOCl aumenta a quantidade de CO_3 , mas o tratamento com o NaF afetou o carbonato induzido pelo NaOCl. O NaOCl também afetou os minerais da dentina, extraíndo seletivamente fosfatos ácidos.

Blunck et al.¹⁶ (1997) realizaram um estudo para avaliar a influência da camada híbrida como uma faixa elástica, capaz de agir na compensação do estresse de polimerização. Para tal, foram confeccionadas cavidades cilíndricas com 3mm de diâmetro e 2mm de profundidade, na superfície radicular de 64 dentes humanos extraídos. Eles foram distribuídos em quatro grupos. Dentro de cada grupo, metade das cavidades foram tratadas com NaOCl a 10% por 60s após o procedimento de condicionamento ácido total, enquanto a outra metade foi tratada segundo as recomendações do fabricante. As cavidades foram restauradas com os seguintes sistemas adesivos/resinas compostas:

Gluma CPS/Pekafill*, Optibond FL/Herculite†, Prime & Bond 2.0/Prisma TPH‡ e Scotchbond Multipurpose/Z100§. Antes e após a termociclagem, réplicas das superfícies das restaurações foram confeccionadas. A análise das margens em MEV foi realizada com aumento de 200x. Para os adesivos testados os resultados mostraram, após a termociclagem, uma quantidade média de margens excelentes na dentina, com a utilização apenas do condicionamento ácido, entre 40 e 99% de todo o comprimento da margem. Somente para as cavidades tratadas com hipoclorito e Prime & Bond 2.0, a análise estatística de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney mostraram um aumento significativo na porcentagem de margens excelentes após a termociclagem. Para todos os outros grupos, diferenças não estatisticamente significantes foram observadas. Contudo, para o Optibond FL e Gluma CPS os desvios padrão dos resultados foram menores para as cavidades pré-tratadas com NaOCl. Os autores concluíram que a camada híbrida mostrou-se não ser essencial como uma banda elástica, para melhorar a adaptação marginal da resina composta em combinação com os adesivos dentinários e cavidades cilíndricas.

Chersoni et al.³⁴ (1997) realizaram um estudo visando avaliar a resistência adesiva ao cisalhamento, obtida com a utilização de três sistemas adesivos sobre a dentina, após dois diferentes pré-tratamentos: a) ácido fosfórico a 35% em gel por 15s; b) ácido fosfórico em gel a 35% por 15s, seguido por um tratamento de 2min com NaOCl a 1,3%. Para tal, eles empregaram terceiros molares de pacientes jovens que receberam um dos seguintes sistemas adesivos: a) Exl 332§; b) Prime & Bond 2.0†; c) Optibond FL†. Eles foram aplicados às superfícies tratadas e cobertos com um compósito híbrido. O teste adesivo foi realizado 1min após o término das restaurações. MEV dos espécimes descolados ou fraturados

* Bayer

† Kerr

‡ Dentsply

§ 3M

também foram realizadas. Eles observaram que após o tratamento com NaOCl a resistência adesiva para o EXL 332 caiu de 14,94 ($\pm 1,21$) para 10,55 ($\pm 1,54$)MPa, enquanto aumentou para o Optibond FL de 12,67 ($\pm 0,70$) para 17,85 ($\pm 1,28$)MPa, e para o Prime & Bond 2.0, de 10,27 ($\pm 0,80$) para 11,30 ($\pm 0,52$)MPa. A MEV mostrou que o tratamento com NaOCl removeu as fibras colágenas, tanto dentro quanto entre os túbulos e aumentou o número de porosidades de superfície. Desta forma eles concluíram que a infiltração do *primer* resinoso entre as fibras colágenas não é o único mecanismo de obter adesão a dentina.

Marshall et al.⁸⁵ (1997) realizaram um estudo para avaliar a resistência adesiva que resultava de vários tratamentos de superfície da dentina, em combinação com vários adesivos dentinários. Foram utilizados os sistemas adesivos Scotchbond Multipurpose Plus*, One Step† e Clearfil Liner Bond II‡. Para cada sistema adesivo os seguintes tratamentos da dentina foram realizados: **a)** segundo as recomendações do fabricante (condicionamento com ácido fosfórico a 35%, pH 0,07, para os adesivos Scotchbond Multipurpose e One Step); **b)** condicionamento da dentina com ácido mais fraco (pH = 1); **c)** pH = 2; **d)** pH = 4; **e)** remoção do colágeno da dentina condicionada com NaOCl a 13%; **f)** Aplicação do NaOCl sobre a *smear layer*. Para o **grupo a**, não foram constatadas diferenças significantes entre os adesivos (Scotchbond Multipurpose = 18,2 $\pm$ 2,8MPa, One Step = 15 $\pm$ 3,2MPa e Clearfil Liner Bond II = 17,1 $\pm$ 4,8MPa). A utilização de ácidos mais fracos resultou na diminuição na resistência adesiva, talvez pela incompleta remoção da *smear layer*. A desproteinização resultou em diferenças não significantes para o One Step (16,0 $\pm$ 1,8MPa), mas uma diminuição significativa para Scotchbond Multipurpose (4,2 $\pm$ 1,5MPa). As amostras no qual o NaOCl foi aplicado sobre a *smear layer* mostraram uma significativa diminuição

* 3M

† Bisco

‡ Kuraray

da adesão, em relação ao grupo condicionado com ácido (One Step = $7,4 \pm 1,2\text{MPa}$ e Scotchbond Multipurpose = $1,5 \pm 0,9\text{MPa}$).

Schimit & Van Sint Jan¹³⁸ (1997) realizaram um estudo cujo propósito foi avaliar o efeito dos atuais agentes adesivos dentinários, sobre a adaptação marginal inicial em restaurações diretas de resina composta classe II. Em cada um dos quarenta terceiros molares livres de cáries extraídos, duas cavidades classe II foram preparadas a 0,5mm abaixo da junção cimento-esmalte. Para cada dente, as cavidades foram restauradas por um diferente par de técnicas restauradoras (A ou B) : **grupo 1A:** Scotchbond Multipurpose*, **grupo 1B:** Scotchbond Multipurpose/Protect Liner F†; **grupo 2A:** All Bond 2‡, **grupo 2B:** All Bond 2/Protect Liner F; **grupo 3A:** Clearfil Linerr Bond 2, **grupo 3B:** Clearfil Liner Bond 2/ Protect Liner F; **grupo 4A:** All Bond 2/NaOCl, **grupo 4B:** Scotchbond Multipurpose /NaOCl. O **grupo 4** recebeu a aplicação de NaOCl a 5% durante 1min entre o condicionamento com ácido fosfórico e a aplicação do *primer*. O Protect Liner F é uma resina composta fotopolimerizável de baixa viscosidade que foi usada como um absorvedor de estresse. As cavidades do **grupo 1** receberam o condicionamento com ácido fosfórico a 32%. O **grupo 3** utilizou um *primer* auto-condicionante que foi aplicado por 1min. A resina composta Herculite XRV§ foi aplicada em três incrementos horizontais, contra uma matriz metálica, em todos os grupos. As restaurações foram acabadas a seco, e imediatamente imersas em solução de Eritrosina B por 1h, embebidos em resina e cortados em três secções (seis superfícies). Um software de análise imagem foi usado para avaliar a habilidade de selamento pela medida da profundidade de penetração do corante. O examinador intencionalmente desconhecia o material que estava aplicando o escore. O teste t de *Student* para pequenas amostras foi realizado. Nenhuma microinfiltração

* 3M

† Kuraray

‡ Bisco

§ Kerr

em qualquer nível de esmalte foi significativamente observada. Dos resultados os autores concluíram que todos os agentes adesivos dentinários foram efetivos no esmalte. O Protect Liner teve um efeito significativamente benéfico como absorvedor de estresse com o **grupo 1**. Em relação à utilização do NaOCl, os autores constataram mais microinfiltração sem a camada híbrida (**grupo 4A > grupo 2A**). Experimentos adicionais precisam validar estes resultados.

Vargas et al.¹⁶⁷ (1997) realizaram um estudo cujo propósito foi avaliar o efeito da exposição da dentina ácido condicionada ao NaOCl a 5% durante 2min, sobre a resistência adesiva ao cisalhamento de dois sistemas adesivos; e examinar a ultra-estrutura da interface resina-dentina sob MEV. Para tal, as superfícies mesiais e distais de 28 terceiros molares humanos foram desgastadas até a exposição da dentina, sendo então polidos com lixa de granulação 600. Os dentes foram divididos ao acaso em quatro grupos teste, contendo 14 espécimes cada um, e receberam os seguintes tratamentos: **SBMP** - as amostras foram condicionadas com ácido fosfórico a 37%, lavadas e deixadas úmidas, aplicado o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose* de acordo com as instruções dos fabricantes, e restauradas com resina composta Z100; **SBMP/NaOCl** - os mesmos procedimentos foram seguidos para o SBMP, com exceção do tratamento com NaOCl a 5% por 2min, após o condicionamento ácido; **AB2** - foi utilizada a mesma técnica do grupo **SBMP**, mas usando o sistema adesivo All Bond 2† segundo as recomendações do fabricante; **AB2/NaOCl** - o mesmo procedimento que o grupo (**SBMP/NaOCl**), mas usando o All Bond 2. Os espécimes foram termociclados e testados quanto ao cisalhamento. A ANOVA *one-way* e o teste de Duncan foram usados para análise estatística dos dados. A exposição ao NaOCl não teve efeito significativo na resistência ao cisalhamento para o grupo **SBMP**, mas aumentou significativamente para

* 3M

† Bisco

o **AB2**. Os autores sugeriram que isto se deve a uma melhor capacidade de penetração do sistema adesivo Scotchbond Multipurpose na rede colágena. Por MEV foi observada, nos grupos que não foi aplicado o NaOCl, a presença clara de uma camada híbrida sem a presença de fendas interfaciais. Para os grupos que receberam o NaOCl, foi observada a ausência da camada híbrida, embora tenha sido notada a ausência de fendas e uma maior quantidade de anastomoses tubulares preenchidas com resina, além de uma penetração mais profunda de resina nos túbulos. Os resultados deste estudo suportam a teoria que a camada de colágeno pode não ser crucial ao mecanismo de adesão entre resina e dentina. Na verdade, esta camada de colágeno pode inibir a penetração de resina no substrato dentinário e comprometer a durabilidade da adesão por longos períodos. Uma adesão durável pode ser facilitada pela remoção da camada de colágeno, permitindo uma difusão mais completa do adesivo na dentina parcialmente desmineralizada. O pré-tratamento ideal da superfície dentinária ainda precisa ser determinado, de forma a melhorar a integridade adesiva da resina a dentina.

Armstrong et al.⁹ (1998) realizaram um estudo para determinar se a presença da camada colágena, sobre a dentina ácido condicionada, contribui para o fortalecimento da junção adesiva, através da avaliação das fraturas elásticas lineares mecânicas. Para tal, vinte molares humanos hígidos, extraídos e recém-congelados, tiveram sua superfície oclusal desgastada até a exposição da dentina, sendo polidas com lixas de granulações 240, 400 e 600. Os dentes foram divididos em dois grupos. No primeiro grupo foi realizado o condicionamento com gel de ácido fosfórico a 32%, lavando-se a superfície e deixando-a úmida. A seguir foi aplicado o sistema adesivo All Bond 2*, sendo procedida a aplicação da resina composta Prodigy†. No segundo grupo, o tratamento foi idêntico ao primeiro, com exceção a aplicação de NaOCl a 5,25%

* Bisco

† Kerr

esfregando-se continua e suavemente por 1min, após a lavagem do ácido. Os espécimes foram recortados e preparados para o teste de progressão de fratura. Os valores obtidos de resistência à fratura por esforço plano foram obtidos e submetidos à análise estatística. Após o teste, as superfícies fraturadas foram analisadas por MEV. Os valores obtidos foram 0,88MPa para o All Bond 2 e 0,73MPa para o All Bond 2/NaOCl, com desvio padrão 0,24MPa para cada grupo. Estas diferenças não foram estatisticamente significantes. As amostras de All Bond 2 falharam dentro da junta adesiva (camada híbrida), enquanto as fraturas de All Bond2/NaOCl propagaram-se da interface da resina adesiva e dentina a 1 a 2µm dentro da dentina. Os autores concluíram que, sob as condições deste estudo, a presença de colágeno não contribuiu para fortalecer significativamente a junta adesiva.

Bahn et al.¹³ (1998) realizaram um estudo para determinar como o condicionamento enzimático sozinho, ou em conjunto com o condicionamento ácido pode afetar a união dos adesivos à dentina. Três sistemas adesivos foram avaliados: Optibond FL*, Scotchbond Multipurpose Plus†, e Fuji II LC‡. Noventa molares extraídos foram desgastados em sua superfície oclusal, de forma a proporcionar discos de dentina de 4mm de diâmetro para adesão. Um terço dos discos foram tratados com uma mistura de metaloproteinases (colagenases) e proteases por 2min. O segundo terço dos discos foram condicionados com ácido (como nas recomendações dos fabricantes), enquanto o terço restante foi condicionado com ácido e tratado enzimaticamente por 2min. Os adesivos foram aplicados segundo as recomendações dos fabricantes. A resistência adesiva ao cisalhamento foi determinada após uma semana de armazenamento em solução salina. Os resultados para o sistema adesivo Optibond foram os seguintes: enzima (9,2MPa), ácido (14,1MPa) e ácido+enzima (17MPa). Para o Scotchbond Multipurpose: enzima

* Kerr

† 3M

‡ GC

(6,5MPa), ácido (6,7MPa), e ácido+enzima (7,2MPa). Para o Fuji II LC: enzima (10,1MPa), ácido (13,8 MPa), e ácido+enzima (18,3 MPa). Os autores concluíram que o condicionamento enzimático da dentina resultou em valores similares de resistência adesiva em relação ao condicionamento ácido, para os três sistemas. Além disso, a utilização das enzimas aumentou significativamente a adesão do Fuji II LC quando usado em conjunção com o condicionamento ácido.

Chersoni et al.³⁵, em 1998, realizaram um estudo para definir o espectro morfológico que existe na interface resina-dentina, quando dois sistemas autocondicionantes (Clearfil Liner Bond 2* e KB1300*) foram usados após diferentes tratamentos de superfície da dentina. A hipótese testada foi que a remoção da *smear layer* e fibrilas colágenas podem influenciar a adesão e a morfologia da camada híbrida. Para tal, foram utilizados 16 discos de dentina obtidos de terceiros molares, tratados com ácido fosfórico a 35% mais NaOCl a 10% (AD gel*) ou somente com água. Após a adesão e aplicação do compósito, os espécimes foram seccionados longitudinalmente, polidos usando pasta diamantada, fixados, secos e observados por MEV. Testes de resistência adesiva ao cisalhamento foram feitos em discos adicionais. Os autores observaram a formação de camadas híbridas de 1 a 3µm somente nas amostras em que a *smear layer* foi preservada. Ao contrário, nenhuma camada híbrida foi observada nas amostras desproteinizadas. Diferenças estatísticas não foram observadas após os testes de resistência adesiva. Os autores concluíram que a formação da camada híbrida somente é possível quando o colágeno está no topo da superfície de dentina. A formação da camada híbrida não é necessária para obter alta resistência adesiva.

Inai et al.⁶⁷ (1998) realizaram um estudo para avaliar o efeito do tratamento com hipoclorito de sódio da dentina ácido-condicionada, sobre uma variedade de sistemas adesivos modernos, em termos da resistência adesiva e características morfológicas, visando propor mais um método

* Kuraray

para adesão à dentina. Para tal, foram utilizados molares humanos que tiveram suas superfícies vestibular e lingual planificadas por desgaste, até a exposição de uma superfície de dentina de 3mm. Os dentes foram seccionados no sentido mésio-distal e as metades foram divididas em 3 grupos. No **grupo 1**, os sistemas adesivos Prime&Bond 2.1*, One Step†, Scotchbond Multipurpose Plus‡, Single Bond‡ e TMG-8§ (autocondicionante experimental) foram aplicados segundo as recomendações do fabricante, ou seja, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico, menos para o TMG-8. Para o **grupo 2**, a dentina foi tratada apenas com solução de NaOCl a 13% por 2min, sendo lavado em água corrente por 15min, recebendo a seguir os sistemas adesivos. Para o **grupo 3**, foi realizado o condicionamento ácido (menos para o grupo TMG-8) e a seguir o tratamento com NaOCl a 13% por 2min, e em seguida a aplicação dos sistemas adesivos. Após a aplicação dos adesivos, as amostras receberam matrizes padronizadas e aplicações da resina composta AP-X**. Os espécimes foram armazenados por 24h a 37°C em 100% de umidade e submetidos aos testes de cisalhamento. Os resultados foram submetidos à análise estatística. Espécimes com a superfície de dentina tratada, assim como as interfaces adesivas com estas três técnicas foram observadas por MEV, por emissão de campo (MEV-EC). Para o Prime&Bond 2.1, a resistência adesiva para o **grupo 3** ($37,5 \pm 7,9\text{MPa}$) foi estatisticamente maior que os **grupos 1** ($27,4 \pm 3,4\text{MPa}$) e **2** ($24,2 \pm 4,2\text{MPa}$). Para One Step, não houve diferenças entre os **grupos 1** ($15 \pm 3,2\text{MPa}$) e **3** ($16 \pm 1,9\text{MPa}$), mas o **grupo 2** foi significativamente menor ($7,4 \pm 1,2\text{MPa}$). Para o Scotchbond Multipurpose foram constatadas diferenças entre os **grupos 1** ($18,2 \pm 2,8\text{MPa}$), **2** ($1,5 \pm 0,9\text{MPa}$) e **3** ($4,2 \pm 1,2\text{MPa}$). Para o Single Bond, o **grupo 3** foi significativamente menor que o **1** ($30,7 \pm 2,2\text{MPa}$) e **2** ($16,3 \pm 3,2\text{MPa}$).

* Dentsply

† Bisco

‡ 3M

§ Tokuyama

** Kuraray

Para o TMG-8, o **grupo 3** ($29,7 \pm 4,9\text{MPa}$) foi significativamente maior que o **1** ($22,7 \pm 2\text{MPa}$). Por MEV, a superfície tratada com ácido e NaOCl mostrou-se muito porosa e rugosa, com muitos túbulos estreitos (braços laterais dos túbulos dentinário) detectáveis na dentina íntertubular. Na superfície tratada apenas com NaOCl, alguns túbulos foram observados através da superfície, que foi parcialmente coberta com a *smear layer*. Para o grupo tratado com ácido, a *smear layer* foi removida e todos os túbulos foram abertos. Os autores constataram que os materiais contendo acetona (Prime & Bond 2.1 e TMG-8) tiveram um aumento significativo na resistência adesiva após o tratamento com NaOCl, em comparação com as instruções do fabricante, com exceção para One Step para o qual não foram constatadas diferenças significantes. Para os sistemas sem acetona (Scotchbond Multipurpose e Single Bond), ocorreu uma diminuição na resistência adesiva. Eles sugeriram que os sistemas com acetona podem impregnar melhor a superfície porosa da dentina condicionada e tratada com NaOCl. A rugosidade da superfície pode contribuir para aumentar a resistência adesiva devido a sua retenção mecânica. Do ponto de vista dos monômeros, o Prime & Bond 2.1 e o TMG-8 contêm monômeros éster fosfóricos ácidos. É possível que estes terminais fosfatos possam ter algum tipo de interação com os íons cálcio deixados sobre a superfície de dentina após a remoção do colágeno, explicando seus melhores resultados quando da aplicação do ácido mais NaOCl em comparação com o One Step. A capacidade de penetração da resina nos túbulos e braços laterais também foi maior no Prime & Bond 2.1, podendo estar relacionada com sua alta resistência adesiva. Eles concluíram que uma adesão aceitável à dentina condicionada e tratada com hipoclorito de sódio foi obtida, embora os parâmetros de aplicação utilizados neste estudo precisam ser otimizados para o uso clínico. A durabilidade da adesão sob estas condições precisa ser determinada, pois a adesão ao mineral da dentina pode, supostamente, apresentar melhores resultados.

Prisco et al.¹²⁰ (1998) realizaram um estudo visando avaliar os efeitos do tratamento da superfície dentinária com NaOCl, sobre a resistência adesiva ao cisalhamento de dois sistemas adesivos. O KB1300^{*} (autocondicionante) e o Optibond Solo[†] (frasco único) foram testados. Incisivos bovinos foram desgastados para expor uma superfície plana de dentina para cada sistema adesivo. Os dentes foram divididos em quatro grupos. Os **grupos 1 e 2** receberam os adesivos KB1300 e Optibond Solo, respectivamente. No **grupo 3**, um gel de NaOCl a 10% (AD^{*}) foi aplicado por 60s sobre a superfície, antes da aplicação do *primer* autocondicionante. No **grupo 4**, o gel de NaOCl foi aplicado por 60s após o condicionamento da superfície da dentina com ácido fosfórico a 37%, e as superfícies tratadas receberam o Optibond Solo. Os autores concluíram que ao se utilizar o Optibond Solo, o tratamento com NaOCl diminuiu a resistência adesiva à dentina, ao passo que o KB1300 não foi influenciado pelo condicionamento.

Bocangel et al.¹⁷ (1998) realizaram um estudo para avaliar a importância da formação da camada híbrida, e o papel do ressecamento do substrato condicionado sobre a adesão à dentina. Foram usados quarenta terceiros molares humanos que foram incluídos em resina epoxi. Após a inclusão eles foram desgastados usando lixas de granulações 120, 200, 400 e 600, obtendo uma superfície plana de dentina, evitando criar exposições pulpares. A seguir, a área de adesão foi delimitada usando uma broca cirúrgica do tipo *trephine*, com diâmetro interno de 3mm, e então os dentes foram divididos ao acaso em quatro grupos para receber os diferentes tratamentos. O adesivo testado foi o Scotchbond Multipurpose Plus[‡] em conjunção com a resina Z100[‡]. O **grupo 1** foi usado como controle e aplicado de acordo com as instruções do fabricante. No **grupo 2**, após a dentina ser tratada com ácido fosfórico e lavada, ela foi ressecada e então o *primer* e a resina adesiva fluida foram

* Kuraray

† Kerr

‡ 3M

aplicados e fotopolimerizados por 20s. No **grupo 3** a dentina foi tratada com ácido fosfórico por 20s, lavada e então tratada com NaOCl a 10% por 1min, lavada e novamente deixada a superfície úmida, para então aplicar o *primer* e o adesivo e fotopolimerizar por 20s. No **grupo 4** a dentina foi condicionada com ácido fosfórico por 20s, lavada e aplicado o NaOCl a 10% por 1min, lavada e então ressecada, aplicado o *primer* e o adesivo e fotopolimerizado por 20s. Após o adesivo ser aplicado sobre a superfície de dentina, um cone de resina composta foi confeccionado usando uma matriz de teflon. A seguir os espécimes foram estocados em água destilada por 24h a temperatura de 37°C, e então realizado o teste adesivo de resistência à tração. Os resultados em MPa para os grupos foram: **grupo 1** – 13,85 ($\pm$ 3,37), **grupo 2** – 8,87 ($\pm$ 3,31), **grupo 3** – 12,24 ($\pm$ 1,07) e **grupo 4** – 11,85 ($\pm$ 1,73). Os resultados foram submetidos ao teste de ANOVA. Baseado nos resultados nós podemos concluir que a secagem da dentina ácido-condicionada resulta em diminuição da resistência adesiva. A remoção das fibras colágenas expostas pelo tratamento ácido da dentina, ou o ressecamento da dentina após isso, não tem qualquer efeito negativo sobre a adesão a dentina deste sistema adesivo de quarta geração.

Kanca III & Sandrik⁶⁹ (1998) realizaram um estudo para examinar os efeitos sobre a resistência adesiva, da permanência ou da remoção da zona desmineralizada sobre a superfície de dentina condicionada, quando esta é seca ou permanece úmida. Para tal, foram utilizados oitenta dentes humanos, divididos em oito grupos, que tiveram sua superfície vestibular desgastada até expor a dentina. A *smear layer* foi padronizada com lixa 320. No **grupo 1**, a dentina foi tratada com ácido fosfórico a 37% por 10s, lavada por 3s e seca com um leve jato de ar, para remover o excesso de umidade, permanecendo visivelmente úmida. A seguir foi aplicado o sistema adesivo One Step*. No **grupo 2** a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 37% por 10s, lavada por 3s e seca por 3s a uma

* Bisco

distância de 1cm. O adesivo foi aplicado como no grupo anterior. No **grupo 3**, o ácido fosfórico foi aplicado por 10s, lavado e seco brevemente. O hipoclorito de sódio a 5,25% foi aplicado na superfície condicionada por 2min para remover o colágeno desmineralizado. O hipoclorito foi lavado abundantemente por 2min e a superfície foi deixada úmida. A seguir foi aplicado o adesivo. O **grupo 4** – foi semelhante ao **grupo 3**, mas a superfície desproteínizada foi seca com jato de ar por 3s, a uma distância de 1cm. No **grupo 5** o adesivo foi aplicado sobre a *smear layer* intacta e úmida. No **grupo 6** o adesivo foi aplicado a *smear layer* seca com ar. No **grupo 7** a *smear layer* intacta foi tratada com NaOCl por 2 min, lavada e o excesso de umidade removido, permanecendo úmida. O **grupo 8** foi semelhante ao **grupo 7**, mas a superfície foi seca com ar por 3s. Espécimes foram preparados para visualizar cada tipo de condição experimental da superfície dentinária por MEV. A ANOVA e o teste de Newman-Keus indicaram que os espécimes ácido-condicionados tiveram uma resistência adesiva significativamente maior que os não condicionados. A remoção da zona desmineralizada rica em colágeno não teve efeito significativo na resistência adesiva, tanto sobre os espécimes secos ou úmidos. O adesivo aplicado sobre os espécimes úmidos teve uma resistência adesiva significativamente maior que o aplicado sobre a dentina seca, tanto com o colágeno presente quanto quando ele foi removido. Por MEV, os espécimes não tratados revelaram uma aparência desprovida de qualquer detalhe particular, a não ser as estriações de desgaste. Para o tratamento apenas com hipoclorito, as estriações ainda foram visíveis, mas a superfície foi mais rugosa e foram vistos ocasionalmente túbulos abertos. A escassez de aberturas tubulares sugeriu que a *smear layer* é composta em grande parte de tecido mineralizado. A dentina condicionada com ácido fosfórico e seca mostrou a abertura tubular, mas ausência de detalhes na dentina intertubular devido ao colapso das fibras colágenas, na ausência da tensão de superfície proporcionada pela água. Para a dentina úmida, as fibras

colágenas foram claramente visíveis na superfície em seu estado de tensão superficial suportado. Para a superfície condicionada e desproteïnizada, tanto seca quanto mantida úmida, exibiram morfologia similar. Elas parecem estar livres de fibras colágenas frouxamente arranjadas e tem uma aparência micromorfológica porosa distinta. Os dados sugerem que a camada colágena desmineralizada em nada contribui para a qualidade ou fortalecimento da adesão com este adesivo em particular.

Saboia & Pimenta¹³⁰ (1998) realizaram um estudo para verificar os efeitos da remoção do colágeno na resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos de frasco único. Foi utilizado como substrato a dentina planificada de profundidade média, de terceiros molares recém-extraídos e armazenados em formol a 10% (pH neutro). Foram usados os adesivos Prime & Bond 2.1* e Single Bond†. Nos grupos controles, os adesivos foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes, enquanto nos grupos experimentais, após o condicionamento com ácido fosfórico a 37%, foi aplicada uma solução de hipoclorito de sódio a 10% por 1 min, para remover o colágeno exposto pelo condicionamento ácido. Foram confeccionados cilindros de 3 mm de diâmetro por 5 mm de altura com resina Z100†. Após 24 h em ambiente úmido a 37°C, foi realizado o teste de cisalhamento com velocidade de 0,5 mm/min. As médias de força de adesão foram : Prime & Bond (17,59MPa), Prime & Bond + Hipoclorito (21,83MPa), Single Bond (15,85MPa) e Single Bond + Hipoclorito (15,32MPa). Os resultados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis. Os autores concluíram que a remoção do colágeno aumentou a resistência de união para o adesivo a base de acetona (Prime & Bond), e diminuiu a resistência adesiva quando foi usado um material a base de água (Single Bond). A manutenção do colágeno resultou em resistências adesivas semelhantes para os materiais testados.

* Dentsply

† 3M

Bedran de Castro et al.¹⁵ (1999) realizaram um trabalho para observar a influência da remoção do colágeno da dentina na resistência ao cisalhamento de adesivos hidrofílicos de frasco único. Foram utilizados 120 dentes bovinos incluídos em resina de poliestireno, lixados até alcançar a dentina e divididos aleatoriamente em seis grupos: **grupo 1** - NaOCl-10% + Bond 1^{*}; **grupo 2** - Bond 1 aplicado de acordo com o fabricante; **grupo 3** - NaOCl-10% + Optibond Solo[†]; **grupo 4** - Optibond Solo aplicado de acordo com o fabricante; **grupo 5** - NaOCl-10% + Single Bond; e **grupo 6** - Single Bond aplicado como recomenda o fabricante. Em todos os grupos a dentina sofreu condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15s, lavagem e secagem. Nos **grupos 1, 3 e 5** foram colocadas, após condicionamento ácido, uma gota de NaOCl a 10% por 60s nas superfícies dentinárias, lavando-se subsequente por 30s. Os sistemas adesivos foram aplicados e, após sua polimerização, um cilindro de resina Z100 foi confeccionado utilizando-se uma matriz de teflon bipartida, sendo procedida a fotopolimerização. Os espécimes foram armazenados sob umidade em estufa à 37°C por sete dias. A resistência ao cisalhamento foi obtida em máquina universal de ensaio, com velocidade de 0,5mm/min. Os valores das médias em MPa $\pm$ desvio padrão, em ordem decrescente de resultados foram : **grupo 1** = 13,90 $\pm$ 3,16 (a); **grupo 5** = 13,90 $\pm$ 4,11 (a), **grupo 6** = 9,90 $\pm$ 2,93 (b); **grupo 3** = 9,76 $\pm$ 5,66 (b); **grupo 4** = 9,29 $\pm$ 3,38 (b); **grupo 2** = 8,90 $\pm$ 3,12 (b). Os testes estatísticos de ANOVA e SIDAK identificaram diferenças estatisticamente significantes, representadas por letras diferentes. A remoção do colágeno aumentou significativamente a resistência adesiva ao cisalhamento somente para os adesivos Bond 1 e Single Bond. Os autores concluíram que a remoção do colágeno pode ser uma conduta complementar para otimizar a adesão dos materiais restauradores ao dente, dependendo do sistema adesivo.

* Jeneric Pentron

† Kerr

Campos et al.²⁷ (1999) avaliaram a microinfiltração marginal em restaurações classe II, quando removida as fibras colágenas e colocada uma camada de resina composta fluida sob a resina composta condensável. Foram preparados *slots* verticais nas faces mesiais e distais de 16 terceiros molares, e os dentes foram divididos em quatro grupos. Todos os grupos receberam o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15s, lavagem e secagem. Após este passo, foram procedidos os seguintes tratamentos: **grupo 1** - Bond-1/Alert, **grupo 2** - NaOCl (10%-1min)/Bond-1/Alert, **grupo 3** - Bond-1/Flow-it/Alert e **grupo 4** - NaOCl (10%-1min)/Bond-1/Flow-it/Alert*. Em seguida foi realizado o acabamento, polimento e, na face oclusal, o glazeamento (Protect-it*). Após a ciclagem térmica, foram imersos em AgNO₃ (50%) por 8h. Revelada a substância traçadora, as amostras foram seccionadas mesio-distalmente e analisadas na parede gengival e axial por três examinadores. Com os resultados foi realizada a análise estatística (Kruskal-Wallis). Na parede axial houve diferença estatística apenas entre o **grupo 3** e o **grupo 4**. Na parede gengival não houve diferenças estatísticas entre **grupo 1/grupo 3** e **grupo 2/grupo 4**, mas sim entre **grupo 1/grupo 2** e **grupo 3/grupo 4**, sendo **grupo 2** e **grupo 4** apresentaram os menores valores. A microinfiltração não foi reduzida com o uso da resina *flow*, entretanto diminuiu com o uso do hipoclorito de sódio.

Castiglia et al.³⁰ (1999) avaliaram a resistência à tração dos adesivos Scotchbond Multipurpose[†] e One Step[‡] sob duas condições de tratamento da dentina: **a)** somente condicionamento ácido e **b)** condicionamento ácido seguido de NaOCl. Os corpos de prova constituíram-se de fragmentos de dentina incluídos em cilindros de resina acrílica nos quais, após a aplicação dos adesivos, foi construído um cone de resina composta com 3mm de diâmetro. Os quarenta espécimes foram divididos em quatro grupos, sendo que em dois deles (controles) foi

* Jeneric Pentron

† 3M

‡ Bisco

aplicado somente ácido fosfórico a 37%, e nos outros dois, após o ácido, foi aplicado o NaOCl a 10% por 30s. Todas as outras etapas seguiram as recomendações dos fabricantes. Após a armazenagem por 24h em água destilada a 37°C, os corpos de prova foram testados numa máquina Wolpert-Werk a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados em MPa foram os seguintes (média $\pm$ desvio padrão) : Scotchbond Multipurpose: 9,6 $\pm$ 2,4; One Step: 10,3 $\pm$ 3,7; Scotchbond Multipurpose + NaOCl: 4,5 $\pm$ 1,2; One Step + NaOCl: 10,2 $\pm$ 2,6. O teste ANOVA mostrou que o grupo Scotchbond Multipurpose + NaOCl apresentou média significativamente menor em relação aos outros três grupos. Os autores concluíram que a união promovida pelo adesivo que contém água como solvente (Scotchbond Multipurpose) foi afetada negativamente pela remoção da rede de colágeno, enquanto que o adesivo que contém acetona (One Step) não teve sua resistência adesiva afetada.

Perdigão et al.¹⁰⁸ (1999) realizaram um estudo para avaliar a ultramorfologia da dentina superficial e profunda após o condicionamento ácido e desproteinização. Dois discos de dentina (superficial e profunda) foram obtidos de cada um dos dez terceiros molares humanos extraídos, através de secções paralelas a superfície oclusal. A dentina foi desgastada com lixa de granulação 600. A superfície oclusal foi condicionada com ácido fosfórico a 35% por 15s e lavada abundantemente com água por 10s. Metade dos espécimes foram desproteinizados por friccionamento do NaOCl a 5% por 2min, seguido por lavagem com água por 30s. Os espécimes foram mantidos úmidos e analisados por microscopia de força atômica (MFA). Após a análise por MFA, os espécimes foram imediatamente fixados em glutaraldeído, desidratados em etanol e secos em Hexametildisilazane. Os discos de dentina foram observados por MEV. A superfície da dentina condicionada mostrou uma camada granular de sílica que não alcançou o colágeno peritubular. Esta camada foi mais uniformemente distribuída na dentina superficial que na dentina profunda. Apesar da deposição de sílica, a

porosidade intertubular permaneceu evidente quando observada em grande aumento. De uma vista lateral, a dentina intertubular foi desmineralizada a uma profundidade de 2,5 a 3µm. A desproteinização removeu o colágeno exposto tanto para a dentina superficial quanto para a profunda. O número de túbulos abertos foi maior na dentina profunda. Contudo, um extenso labirinto de túbulos secundários laterais e anastomoses foi revelado pelo processo de desproteinização sobre a superfície da dentina superficial. Este fenômeno diminuiu a área de dentina intertubular exposta, quando comparada a dentina ácido-condicionada, conseqüentemente aumentando a área ocupada pelas aberturas tubulares. Estes canais laterais não foram observados na dentina desproteinizada próxima à polpa.

Pioch et al.¹¹⁵ (1999) estudaram a morfologia interfacial entre a dentina tratada com H₃PO₄ ou H₃PO₄ + NaOCl, por MEV e microscopia de varredura laser confocal (MVLC), além da influência do tratamento de superfície na resistência adesiva. Analisaram também os efeitos de cada tratamento sobre a estrutura da dentina. Para a análise da interface, discos de dentina foram obtidos de molares humanos e receberam os sistemas adesivos Syntac*, Gluma CPS†, e Prime & Bond 2.1‡. Um corante fluorescente (Rodamina B isocianato) foi misturado ao primer de forma que sua penetração pudesse ser evidenciada quando observado por MVLC. Em uma parte dos espécimes, após o condicionamento ácido, foi aplicada uma solução aquosa de NaOCl a 10% por 60s. Os discos foram embutidos em resina e seccionados perpendicularmente a interface, resultando em duas metades. Uma metade foi observada por MEV e a outra por MVLC. Para análise por MEV, a superfície seccionada foi polida com lixa de granulação 1.200 e condicionada com H₃PO₄ a 5% por 1min. Para análise dos efeitos de cada tratamento, discos de dentina receberam os mesmos tratamentos já descritos, e sua superfície foi

* Ivoclar - Vivadent

† Bayer

‡ Dentsply

analisada por MEV. Para o teste de resistência adesiva, a porção radicular de molares humanos foi embutida em resina acrílica, e a dentina oclusal foi exposta. Os mesmos tratamentos de superfície e adesivos dentinários foram utilizados. Por MEV, para a superfície tratada com NaOCl, não foram observadas fibras colágenas. Quanto à interface, todos os espécimes tratados com NaOCl não exibiram evidências de uma camada híbrida. Por MVLC, o corante fluorescente pôde ser visto dentro da dentina intertubular nos grupos tratados apenas com o ácido, como resultado da resina que penetrou a zona desmineralizada. Ao contrário, todos os espécimes tratados com NaOCl não mostraram tal camada híbrida. Pelas duas análises, nos grupos tratados com NaOCl, nem uma zona ácido-resistente nem uma penetração intertubular pôde ser interpretada destas imagens. A resina composta, incluindo as partículas de carga, penetrou nos túbulos abertos. Um número maior de anastomoses pôde ser observado quando comparado aos espécimes onde a dentina foi tratada apenas com ácido fosfórico. Em relação à resistência adesiva, os valores para os espécimes que receberam os adesivos Syntac e Gluma CPS e foram tratados com NaOCl diminuíram significativamente em relação aos controles. Para o Prime & Bond 2.1, os valores após o tratamento com NaOCl aumentaram. Os autores concluíram que a remoção da camada de colágeno com NaOCl pode aumentar ou diminuir a resistência adesiva, dependendo do sistema adesivo usado.

Prati et al.¹¹⁸ (1999) testaram a hipótese de que a presença do colágeno é necessária para se obter alta resistência adesiva da resina à dentina. Para avaliar os efeitos dos diferentes tratamentos da dentina por MEV, foram utilizados terceiros molares humanos estocados em salina a 4°C por não mais que um mês. Discos de dentina foram preparados por remoção do esmalte oclusal e da raiz através de secções com serra diamantada. As superfícies foram polidas com lixa de granulação 600 e os dentes foram divididos em dois grupos. As superfícies receberam um dos

seguintes tratamentos: **a)** condicionamento com ácido fosfórico gel a 35% por 20s, lavagem com água e secagem suave com pequena bolinha de algodão por 6 a 7s; **b)** H_3PO_4 a 35% por 20s, lavagem e secagem com ar, aplicação de NaOCl a 1,5% por 2min, lavagem e secagem com algodão; **c)** NaOCl a 1,5% por 2min sobre a superfície da *smear layer*, lavagem e secagem com bolinha de algodão; **d)** H_3PO_4 a 35% por 20s, lavagem e imersão em NaOCl a 10% por 120h para obter a completa remoção do colágeno de toda a amostra de dentina, intensificando desta forma os efeitos do tratamento **b**, para que ele possa ser visualizada por MEV. Após os referidos tratamentos as amostras receberam um dos seguintes adesivos: Optibond FL^{*}, Prime & Bond 2.0[†], Scotchbond Multipurpose Plus[‡] e Single Bond[‡]. Sobre o adesivo foi aplicada a resina composta Z100[‡]. Os espécimes foram avaliados por MEV quanto à espessura da camada híbrida, e quanto à morfologia e diâmetro dos *tags* de resina. Espécimes adicionais foram preparados para avaliar o efeito dos diferentes tratamentos sobre a dentina, sem a aplicação dos adesivos. A área de superfície da dentina ocupada pela dentina intertubular, frequência de braços laterais e diâmetro dos túbulos com os diferentes tratamentos foram calculados. Os autores avaliaram ainda os efeitos dos tratamentos **a** e **b** sobre a resistência adesiva ao cisalhamento. As amostras tratadas com ácido fosfórico mostraram a espessura da camada híbrida variando de 2 a 8,5 μ m. Fendas interfaciais foram frequentemente observadas ao longo da interface entre a dentina intertubular e camada híbrida ou entre a camada híbrida e a camada de adesivo subjacente. Nenhuma camada híbrida pôde ser observada nas amostras desproteinizadas ao longo da interface com a dentina. Em várias amostras, uma camada híbrida muito fina ou sua ausência foram observadas na dentina intertubular com o Prime & bond 2.0 e Optibond FL. Isto pode ter sido produzido pelo efeito de condicionamento dos

* Kerr

† Dentsply

‡ 3M

monômeros acídicos destes *primers*. A adaptação da resina foi freqüentemente observada em íntimo contato com a dentina, sem qualquer penetração do adesivo na dentina sadia subjacente. Os *tags* de resina foram mais numerosos e largos em dentina profunda do que na superficial. As bases dos *tags* tinham 2 a 3 μ m nas superfícies tratadas com ácido fosfórico somente, e foram mais largos (2,5 a 4 μ m e, em vários casos, maior que 5 μ m) após o tratamento com ácido/NaOCl. As imagens observadas sugerem que a desproteinização permite a formação de *tags* de resina mais numerosos, que podem exercer um importante papel na resistência adesiva. Várias amostras tratadas com NaOCl mostraram largos *tags* com um colar de “fibras de resina” que pode ter sido criado pela penetração do adesivo após a remoção das fibras colágenas da dentina. Após o condicionamento ácido, a *smear layer* foi removida e exibiu túbulos dentinários abertos. O diâmetro dos orifícios tubulares variou de 1,5 a 3 μ m na dentina superficial e profunda. Após a desproteinização a superfície de dentina intertubular tornou-se mais porosa. Os orifícios foram alargados (4 a 5 μ m) e tiveram uma configuração em funil. Foram observados numerosos braços laterais ao longo das paredes dos túbulos com cerca de 0,5 μ m de diâmetro. O NaOCl aplicado à dentina coberta com *smear layer* não produziu modificações em sua morfologia. O colágeno foi provavelmente removido somente na superfície da *smear layer*. O tratamento prolongado da dentina com NaOCl a 10% por cinco dias removeu todas as fibras colágenas da matriz dentinária, resultando em pequenos canais vazios dentro do substrato mineral. Quando estes espécimes foram aderidos com Scotchbond Multipurpose ou Single bond, o adesivo foi capaz de penetrar estes canais vazios, mesmo sendo muito pequenos com cerca de 0,05 μ m de diâmetro. Isto indica que estes adesivos têm uma adequada tensão de superfície e viscosidade para penetrar estes espaços e criar um tipo de rede de fibrilas de resina, denominada camada híbrida

reversa. Em relação à resistência adesiva ao cisalhamento, o Scotchbond Multipurpose e o Single bond mostraram a maior resistência adesiva quando o condicionamento ácido da dentina foi usado. Para o Scotchbond Multipurpose a resistência adesiva foi maior do que para o Prime & Bond 2.0, de forma estatisticamente significativa. Quando o $H_3PO_4/NaOCl$ foi usado, o Scotchbond Multipurpose e Single Bond tiveram uma queda significativa na resistência adesiva. O Optibond FL produziu uma resistência adesiva significativamente maior após o tratamento com $H_3PO_4/NaOCl$, mas a resistência adesiva para o Prime & Bond 2.0 não foi afetada. Para o tratamento com $H_3PO_4/NaOCl$ todas as amostras aderidas com Optibond FL tiveram falhas coesivas. Segundo os autores, os resultados de seu estudo suportam a hipótese que as fibras colágenas não são necessárias para a alta resistência adesiva da resina a dentina. Contudo, o uso do condicionamento ácido seguido pelo procedimento com NaOCl não é ainda advogado para adesão das resinas, mas foi usado para ilustrar as diferenças na habilidade dos adesivos e vários substratos clínicos. Desta forma, os monômeros adesivos tomaram o lugar das fibrilas colágenas para produzir uma imagem tridimensional em resina da malha de fibras colágenas. Isto sugere que o tratamento c também deve ter produzido tais efeitos, mas em menor escala. Isto ainda precisa ser avaliado por metodologias que permitam uma melhor resolução, como a MET. Os sistemas Optibond FL e Prime & Bond 2.0 não apresentaram a mesma capacidade de penetração.

Saboia & Pimenta¹³¹ (1999) avaliaram os efeitos do tempo de aplicação do adesivo na resistência de união à dentina, após a remoção do colágeno. Cento e vinte incisivos bovinos recém-extraídos foram preparados e divididos em oito grupos: **grupo 1** – Prime & Bond 2.1* aplicado seguido-se as instruções do fabricante (PB); **grupo 2** - os mesmos procedimentos do **grupo 1**, exceto que a dentina foi tratada com NaOCl a 10% por 1min após o condicionamento ácido, e o adesivo foi

* Dentsply

aplicado à superfície úmida da dentina por um intervalo de 5s entre as aplicações (PBH/5); **grupo 3** – Prime & Bond 2.1 com intervalo de 30s (PBH/30); **grupo 4** – Prime & Bond 2.1 com intervalo de 60s (PBH/60); **grupo 5** – Single Bond aplicado de acordo com as instruções do fabricante (SB); **grupo 6** – foram seguidos os mesmos procedimentos do **grupo 2** usando-se Single Bond* (SBH/5); **grupo 7** – Single Bond com um intervalo de 30s (SBH/30); **grupo 8** – Single Bond com um intervalo de 60s (SBH/60). Foram confeccionados cilindros com resina composta Glacier†, e os espécimes estocados por uma semana em água destilada a 37°C. O teste de cisalhamento foi realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os valores médios obtidos (MPa $\pm$ Desvio Padrão) foram analisados estatisticamente (ANOVA e SIDAK) e os resultados foram os seguintes : PB = 6,69 $\pm$ 2,35 (c); PBH/5 = 11,2 $\pm$ 5,26 (ab); PBH/30 = 12,85 $\pm$ 3,84 (ab); PBH/60 = 14,53 $\pm$ 5,59 (a); SB = 7,21 $\pm$ 4,04 (bc); SBH/5 = 9,61 $\pm$ 4,83 (ab); SBH/30 = 8,86 $\pm$ 5,87 (bc); SBH/60 = 10,00 $\pm$ 4,70 (ab). Os grupos acompanhados das mesmas letras indicam diferenças não significantes. A remoção do colágeno aumentou a resistência ao cisalhamento do adesivo a base de acetona (Prime & Bond).

Toledano et al.¹⁶² (1999) realizaram um estudo para determinar se a remoção das fibras colágenas resultava em mudanças na rugosidade dentinária e molhabilidade. Vinte terceiros molares humanos extraídos foram seccionados paralelamente a superfície oclusal, para expor a dentina superficial e profunda. A dentina foi desgastada com lixa de granulação 600 para proporcionar superfícies uniformes. As medições dos ângulos de contato foram realizadas para avaliarem a molhabilidade, usando a técnica de análise da forma axiométrica de uma gota d'água (destilada ou deionizada) e de uma solução *primer* (Scotchbond Multipurpose), aplicadas em cinco diferentes áreas de superfície. A quantidade de rugosidade foi determinada com um perfilômetro, antes de

* 3M

† SDI

cada avaliação do ângulo de contato, sobre a *smear layer*. Os espécimes foram analisados após o condicionamento com H_3PO_4 a 35% por 15s e re-analisados após desproteinização com NaOCl a 5% por 2min, com agitação constante. Após estas avaliações iniciais, consideradas na dentina superficial, novas secções foram realizadas 800µm abaixo da superfície original, para se obter dentina profunda. As médias foram comparadas usando o teste t de *Student*. O condicionamento ácido aumentou a rugosidade para a dentina superficial e profunda. Quando a dentina profunda foi desproteinizada, a rugosidade não foi afetada. Contudo, o mesmo tratamento na dentina superficial resultou em diminuição da rugosidade de superfície. Para a dentina ácido-condicionada, não foram constatadas diferenças significantes na rugosidade entre a dentina superficial e profunda. Após a desproteinização, a rugosidade da dentina superficial foi menor que a da dentina profunda. O ângulo de contato para a água diminuiu com o condicionamento ácido, comparado com a dentina recoberta pela *smear layer*, independentemente da profundidade da dentina. A média do ângulo de contato obtido para a dentina condicionada versus condicionada e desproteinizada foi estatisticamente similar para a dentina superficial, mas diferente para a dentina profunda. A desproteinização da dentina condicionada resultou num grau estatisticamente maior de molhabilidade para a dentina profunda, tanto para a água quanto para o *primer*. Os autores concluíram que o condicionamento ácido produz um aumento na molhabilidade da dentina, devido a um aumento da rugosidade de superfície e abertura e alargamento dos túbulos dentinários, aumentando sua ação capilar. A desproteinização da dentina condicionada aumenta sua molhabilidade, embora não aumente a rugosidade. As mudanças foram especialmente evidentes na dentina profunda, pois a dentina profunda é mais molhável que a superficial devido a suas diferenças morfológicas.

O propósito do estudo de Aguilera et al.¹ (2000) foi determinar a resistência adesiva ao cisalhamento e a microinfiltração com a utilização do sistema adesivo Syntac Sprint*, usando H₃PO₄ como condicionador de dentina, versus H₃PO₄ seguido pelo NaOCl a 5%. Para o teste de resistência adesiva, vinte terceiros molares foram usados. Dentina superficial e profunda foram expostas por secções paralelas à superfície oclusal. A resistência adesiva foi determinada numa máquina de teste universal pela técnica de Watanabe. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste t de *Student*. Para a análise da microinfiltração, 12 terceiros molares receberam cavidades padronizadas de classe V. As cavidades foram tratadas com H₃PO₄ ou H₃PO₄ + NaOCl, sistema adesivo e resina composta Tetric*. Os espécimes foram polidos, estocados em água por 24h a 37°C e termociclados (500x). Após a imersão em fuccina básica a 0,5% por 24h, a penetração do corante foi avaliada de acordos com uma escala ordinal. Os dados foram analisados pelo teste U de Mann-Whitney. Os resultados sugerem que a desproteinização não afeta os valores médios de resistência adesiva ou microinfiltração quando o Syntac Sprint foi usado como adesivo dental. A profundidade da dentina não afeta os valores de adesão. Os valores de microinfiltração nas margens oclusais foram sempre menores que na margem gengival.

Bedran de Castro et al.¹⁴ (2000) realizaram um estudo para observar o efeito do NaOCl na resistência ao cisalhamento de adesivos hidrofílicos de frasco único. Foram utilizados 180 dentes bovinos incluídos em resina de poliestireno, lixados até alcançar a dentina e divididos aleatoriamente em 12 grupos: **grupo 1** – Gluma One Bond[†] (GOB); **grupo 2** – NaOCl 10% solução + GOB; **grupo 3** – NaOCl gel + GOB; **grupo 4** – Prime & Bond 2.1[‡] (PB); **grupo 5** – solução NaOCl 10% + PB; **grupo 6** –

* Vivadent

† Heareus Kulzer

‡ Dentsply

NaOCl gel + PB; **grupo 7** – Single Bond[†] (SB); **grupo 8** – solução NaOCl 10% + SB; **grupo 9** – NaOCl gel + SB; **grupo 10** – Prime & Bond NT[†] (PBNT); **grupo 11** – solução NaOCl 10% + PBNT; **grupo 12** – NaOCl gel + PBNT. Em todos os grupos a dentina sofreu condicionamento com ácido fosfórico a 35%, sendo em seguida lavada e seca. Na seqüência, nos grupos pré-determinados, foram aplicados NaOCl em solução ou gel por 60s, e lavados por 30 s. Os sistemas adesivos foram aplicados e, após sua polimerização, foi inserida a resina Z100* em matriz de teflon e fotopolimerizada. Os espécimes foram armazenados sob umidade em estufa a 37°C por sete dias. A resistência ao cisalhamento foi obtida em máquina universal de ensaio[‡], com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados estatísticos (ANOVA e SIDAK) identificaram diferenças estatisticamente significantes representadas por letras diferentes. Os valores em MPa $\pm$ Desvio Padrão, em ordem decrescente foram **grupo 11** = 17,40 $\pm$ 4,88(a); **grupo 12** = 16,93 $\pm$ 5,28 (ab); **grupo 6** = 15,61 $\pm$ 6,25 (ab); **grupo 10** = 15,33 $\pm$ 5,31 (ab); **grupo 3** = 14,33 $\pm$ 3,81 (ab); **grupo 8** = 14,26 $\pm$ 4,57 (ab); **grupo 7** = 14,00 $\pm$ 3,40 (abc); **grupo 5** = 13,84 $\pm$ 3,05 (abc); **grupo 4** = 13,50 $\pm$ 4,27 (abc); **grupo 9** = 11,85 $\pm$ 4,35 (abc); **grupo 2** = 11,38 $\pm$ 3,28 (bc); **grupo 1** = 8,33 $\pm$ 3,31 (c). Os grupos seguidos de mesma letra, entre parênteses, não possuem diferenças significantes. O uso do NaOCl gel aumentou significativamente a resistência adesiva ao cisalhamento somente para o adesivo Gluma One Bond. Os autores concluíram que o uso de NaOCl pode interferir na resistência de união, dependendo do sistema adesivo.

Briso et al.²² (2000) realizaram um trabalho cujo objetivo foi observar a influência da remoção do colágeno da dentina, na resistência ao cisalhamento de adesivos hidrofílicos de frasco único. Foram utilizados 120 dentes bovinos incluídos em resina de poliestireno, desgastados até alcançar dentina e divididos aleatoriamente em seis grupos: **grupo 1** –

* 3M

† Denstply

‡ Emic

Single Bond^{*}, aplicado de acordo com o fabricante; **grupo 2** – Gel de NaOCl a 10% + Single Bond; **grupo 3** – Prime & Bond 2.1[†] aplicado de acordo com o fabricante; **grupo 4** – Gel de NaOCl a 10% + Prime & Bond 2.1; **grupo 5** – Gluma One Bond[‡] aplicado de acordo com o fabricante; **grupo 6** – NaOCl a 10% + Gluma One Bond. Em todos os grupos a dentina sofreu condicionamento com ácido fosfórico a 35%, sendo em seguida lavada e seca. Nos **grupos 2, 4 e 6** foi aplicado, após o condicionamento ácido, NaOCl gel a 10% por 60s e procedida a lavagem subsequente por 30s. Os sistemas adesivos foram aplicados e, após sua polimerização, um cilindro de resina Z100* foi confeccionado utilizando-se uma matriz de teflon bipartida. Os espécimes foram armazenados sob umidade em estufa à 37°C por sete dias. A resistência ao cisalhamento foi obtida em máquina universal de ensaio, com velocidade de 0,5 mm/min. Os valores em MPa $\pm$ desvio padrão, em ordem decrescente de resultados foram: **grupo 6** = 13,83 $\pm$ 4,55 (a); **grupo 1** = 13,55 $\pm$ 3,76 (a); **grupo 2** = 12,55 $\pm$ 4,81 (a); **grupo 3** = 12,41 $\pm$ 5,25 (a); **grupo 4** = 10,05 $\pm$ 2,27 (a); **grupo 5** = 9,9 $\pm$ 2,96 (b). Os testes estatísticos de ANOVA e SIDAK identificaram diferenças estatisticamente significantes representadas por letras diferentes. A remoção do colágeno aumentou significativamente a resistência adesiva ao cisalhamento apenas quando o adesivo Gluma One Bond foi empregado. Os autores concluíram que a associação de NaOCl gel com o Gluma One Bond pode influenciar positivamente a adesão dos materiais restauradores ao dente.

De Castro et al.³⁷ (2000) realizaram um estudo para avaliar a influência da remoção do colágeno na resistência adesiva ao cisalhamento de três sistemas adesivos hidrofóbicos de frasco único. Para tal, espécimes de teste foram preparados de 120 dentes incisivos bovinos. Os espécimes foram debridados, polidos com lixas de granulação 320 a 600, e divididos aleatoriamente em 6 grupos: **grupo 1** – ácido / NaOCl a

* 3M

† Dentsply

‡ Heareus Kulzer

10% / Bond 1^{*}; **grupo 2** – ácido / Bond 1 aplicado de acordo com as instruções do fabricante; **grupo 3** – ácido / NaOCl a 10% / Optibond Solo[†]; **grupo 4** – ácido / Optibond Solo aplicado de acordo com as instruções do fabricante; **grupo 5** – ácido / NaOCl a 10% / Single Bond; **grupo 6** – ácido / Single Bond aplicado de acordo com as instruções do fabricante. Em todos os grupos a dentina foi condicionada por 15s, lavada e seca. Nos grupos 1, 3 e 5, o NaOCl a 10% foi aplicado por 60s, lavado e seco. Em todos os grupos, os sistemas adesivos foram aplicados e fotopolimerizados, e então a resina composta Z100 foi inserida em uma matriz de Teflon e fotopolimerizada. Os espécimes foram estocados em condições de umidade a 37°C por 7 dias. Os testes de resistência adesiva foram realizados numa máquina de teste universal, com uma velocidade de 0,5 mm/min. As médias de resistência adesiva em MPa($\pm$ desvio padrão) foram analisadas por ANOVA *two-way* e teste de Tukey ($\alpha = 5\%$). Os autores observaram que a aplicação do NaOCl aumentou significativamente os valores de resistência adesiva ao cisalhamento para todos os sistemas adesivos, exceto para o Optibond Solo. As médias para os sistemas adesivos foram: Single Bond – 10,35 (2,95); Single Bond + NaOCl – 14,28 (4,21); Bond 1 – 9,38 (3,1); Bond 1 + NaOCl – 14,39 (3,61); Optibond Solo – 9,79 (3,48); Optibond Solo + NaOCl – 10,35 (5,74). Os autores concluíram que a remoção do colágeno pode aumentar a resistência adesiva a dentina, dependendo do sistema adesivo usado.

Hemker et al.⁶³ (2000) compararam a microinfiltração das restaurações de resina composta nas quais a camada de colágeno exposto pelo ácido foi removida, com aquelas na qual a camada de colágeno permaneceu intacta. Para tal, trinta terceiros molares humanos extraídos foram embebidos em resina acrílica. As superfícies vestibular e lingual de cada espécime foram desgastadas para expor a dentina, e então polidas com lixa de granulação 600. Preparos cavitários foram feitos

* Jeneric Pentron

† Kerr

usando broca *carbide* 332. Os preparos foram divididos ao acaso em 6 grupos e restaurados como descrito a seguir: **grupo 1** – H_3PO_4 + All Bond 2*; **grupo 2** – H_3PO_4 + Prime & Bond NT†; **grupo 3** – H_3PO_4 + remoção do colágeno dentinário com NaOCl (5,25% por 20 min, lavagem por 10s) + All Bond 2; **grupo 4** – H_3PO_4 + NaOCl + Prime & Bond NT; **grupo 5** – NaOCl + All Bond 2; **grupo 6** – NaOCl + Prime & Bond NT. Os preparos foram então restaurados com resina composta (Prodigy‡) e polidos. Após a armazenagem em água deionizada a 37°C por sete dias, todos os espécimes foram termociclados (1.500 ciclos), selados com esmalte de unha a 1mm das margens das restaurações, imersos em azul de metileno a 10% por 4h e lavados em água deionizada. Todos os espécimes foram seccionados longitudinalmente através do centro das restaurações. Usando um estereomicroscópio (20x), a extensão da penetração do corante em cada secção foi avaliada numa escala de 0-4: 0 = nenhuma coloração; 1 = coloração até um terço da profundidade da cavidade; 2 = coloração de um terço a dois terços da profundidade da cavidade; 3 = coloração maior que dois terços da profundidade da cavidade, mas não incluindo a parede axial; 4 = coloração envolvendo a parede axial. O maior escore ao longo de qualquer margem de qualquer secção foi usado para obter um único escore para cada espécime. Amostras adicionais de cada grupo foram preparadas e observadas em MEV. A mediana dos escores de microinfiltração variou de 1 a 2,5. O teste de Kruskal-Wallis revelou diferenças não significantes entre os seis grupos de tratamento ($p>0,05$). Entre os tratamentos avaliados, a ausência da camada híbrida não afetou a microinfiltração dentinária.

Perdigão et al.¹⁰⁹ (2000) realizaram um estudo para determinar o efeito de um gel comercial de NaOCl a 10%, sobre a resistência adesiva ao cisalhamento e a ultramorfologia da camada híbrida de dois adesivos simplificados. Para tal, incisivos bovinos tiveram a superfície vestibular

* Bisco

† Dentsply

‡ Kerr

desgastada, de forma a expor a dentina. Os espécimes foram divididos e receberam um dos seguintes adesivos: Prime & Bond NT* e Single Bond†. Após a lavagem do condicionador, uma gota de NaOCl a 10% (AD Gel‡) foi aplicada à dentina condicionada e deixada por 0 (controle), 15, 30 ou 60s. O gel foi lavado com água e a superfície da dentina foi mantida visivelmente úmida antes da aplicação do adesivo, como nas instruções do fabricante. As respectivas resinas compostas foram subsequentemente aplicadas e fotopolimerizadas. Após 24h em água a 37°C, os espécimes foram termociclados por 500 ciclos, e a resistência adesiva ao cisalhamento foi medida. Os dados foram analisados por ANOVA two-way. Para análise por MET, os mesmos tratamentos e adesivos foram utilizados. Os autores observaram que o aumento do tempo de aplicação do NaOCl resultou numa diminuição progressiva na resistência adesiva para ambos adesivos. Para o Single Bond, a aplicação do AD Gel por 60s resultou em redução na resistência adesiva em cerca de 38% daquela obtida para o controle. Para o Prime & Bond NT, a média da resistência adesiva obtida quando o AD Gel foi aplicado por 60s foi 31% daquela obtida para o controle. A aplicação do AD Gel resultou numa morfologia distinta para cada um dos adesivos testados. Para o Single Bond, a morfologia geral da rede colágena foi mantida, independentemente do tempo de desproteinização. O espaço interfibrilar dentro da rede colágena aumentou com o aumento do tempo de desproteinização. Para o Prime & Bond NT, a aparência geral da camada híbrida foi mantida para o tempo de desproteinização de 15 e 30s. Após 60s, a aparência morfológica da camada híbrida perdeu seu arranjo fibrilar. Os autores concluíram que a integridade das fibras colágenas expostas pelo condicionamento ácido tem um grande papel no mecanismo de adesão dos sistemas adesivos testados neste estudo.

* Dentsply Caulk

† 3M

‡ Kuraray

Phrukkanon et al.¹¹³ (2000) estudaram as modificações na dentina desmineralizada com ácido fosfórico, pela aplicação de NaOCl ou colagenase tipo I, visando observar a influência sobre a morfologia da dentina, resistência adesiva e estrutura da interface adesiva. Incisivos bovinos recém-extraídos foram estocados congelados até o uso. A superfície vestibular foi desgastada de forma a obter uma superfície plana de dentina. Para análise dos tratamentos de superfície, secções de 1mm de espessura foram obtidas e receberam um dos seguintes tratamentos: ácido fosfórico a 15 ou 35% seguida pela aplicação de colagenase tipo I a 0,1% por 1, 3 ou 6h, ou ácido fosfórico a 35% seguido pela aplicação de NaOCl a 12,5% por 30s, 1 ou 2min. As superfícies tratadas foram lavadas abundantemente com *spray* de água por 20s e observadas por Microscopia de Força Atômica. Foram analisados o aspecto da superfície e a rugosidade. Para o teste de resistência adesiva as superfícies foram polidas com lixa de granulação 600, e a área de adesão delimitada. Dois sistemas adesivos foram testados: Single Bond* e One Coat Bond†. Para cada adesivo, os seguintes tratamentos de superfície foram realizados: segundo as recomendações do fabricante (Controle), aplicação de colagenase por 1, 3 ou 6h após o condicionamento ácido, ou aplicação do NaOCl por 30s, 1min ou 2min após o condicionamento ácido. Após os diferentes tratamentos de superfície, os respectivos agentes adesivos foram aplicados, seguidos pela resina composta Z100. Os espécimes foram submetidos ao teste de tração. Os espécimes fraturados foram examinados por microscopia óptica e eletrônica de varredura para determinar o modo de fratura. Os autores observaram que os tratamentos com NaOCl ou colagenase resultaram em maiores aberturas tubulares do que nos grupos controles, e o aumento do tempo de tratamento resultou num alargamento ainda maior dos túbulos dentinários. Com o aumento do tempo de aplicação, a remoção das fibras colágenas também aumentou.

* 3M

† Coltène

Após 1min de tratamento algumas pequenas fibras puderam ser observadas, mas a maioria da superfície era de material inorgânico. Em relação à rugosidade de superfície, a dentina tratada com ácido fosfórico a 15% mostrou-se mais rugosa do que a tratada com o ácido a 35%. A rugosidade da superfície foi significativamente aumentada para todos os tempos de tratamento com NaOCl ou collagenase, sendo o pico de rugosidade observado para 1min de NaOCl e 3h para a collagenase. Estes espécimes exibiram aberturas consideravelmente mais largas e afuniladas que nos espécimes apenas tratados com ácido. Para o Single Bond, a resistência adesiva obtida com o tratamento por 30s ou 1min de NaOCl, 1 ou 3h de collagenase foi significativamente maior que aquela obtida para o grupo controle. Para o One Coat Bond, a resistência adesiva obtida para 1min de NaOCl e 3h de collagenase foram significativamente maiores que os obtidos nos grupos controles. Não foram constatadas diferenças entre os dois adesivos quanto o mesmo procedimento adesivo foi usado. Para o Single Bond a resistência adesiva aumentou de 15,9 (3,7)MPa no grupo controle para 20,4 (5,6)MPa para o NaOCl por 1min. A análise estatística mostrou que a duração da aplicação tanto do NaOCl ou collagenase teve efeito significante. Em relação ao modo de fratura, diferenças não significantes foram observadas para os diferentes procedimentos adesivos. Para ambos os sistemas adesivos, fraturas parcialmente adesivas entre a camada de adesivo e a dentina, e parcialmente coesiva na camada de adesivo foram predominantes. Apenas dois espécimes tratados com NaOCl por 1min e Single Bond, e um tratado com collagenase por 1h e One Coat Bond mostraram falhas coesivas em dentina. Analisando a interface adesiva, para o Single Bond, a camada híbrida teve cerca de 2-3 μ m de espessura, e uma zona porosa localizada em sua base, justo acima da dentina mineralizada, onde a estrutura das fibras colágenas pôde ser observada. Para o One Coat Bond, a espessura da camada híbrida foi de 1 a 2 μ m, não sendo uniforme. Uma zona porosa na base da camada híbrida também foi

observada. Para os grupos tratados com NaOCl, a área que se acredita ser a camada híbrida foi muito rugosa e fina, cerca de 0,5µm e algumas vezes quase indistinguível. Todos os espécimes mostraram íntima adaptação da resina na interface, sem qualquer zona porosa. Neste estudo, com um aumento da rugosidade, um similar aumento na resistência adesiva foi observado. Os resultados deste estudo sugerem que a collagenase e o NaOCl não removem completamente as fibras colágenas de dentina. Os autores concluíram que o mecanismo de adesão entre a resina e a dentina não foi dependente da espessura da camada híbrida. Ao contrário, a remoção do colágeno pode melhorar significativamente a resistência adesiva. O mecanismo de adesão acredita-se ser dependente não somente das fibras colágenas, mas também da rugosidade de superfície, penetração da resina adesiva na dentina tratada, a presença de cristais de hidroxiapatita projetando-se na matriz colágena e possível interação química na interface resina-dentina.

Saboia et al.¹³² (2000) avaliaram o efeito do tempo de aplicação de um adesivo de frasco único a base de acetona (Prime & Bond 2.1*) na adesão à dentina sem colágeno. Oito terceiros molares humanos tiveram o terço oclusal da coroa removido por meio de corte horizontal, obtendo-se assim uma superfície planificada de dentina. Estes remanescentes foram aleatoriamente separados em quatro grupos e receberam os seguintes tratamentos: **grupo 1** (controle) – condicionamento com H₃PO₄ a 37% por 15s, lavagem e aplicação do Prime & Bond 2.1 na dentina úmida com intervalos de 30s entre as aplicações, seguindo-se as instruções do fabricante (PB); **grupo 2** – após o condicionamento ácido, a superfície da dentina foi tratada com NaOCl a 10% por 60s, lavada e o adesivo aplicado na dentina úmida com um intervalo de 5s (PBH/5); **grupo 3** – igual ao grupo 2 mas com intervalo de tempo de 30s (PBH/30); **grupo 4** – igual ao grupo 2 mas com intervalo de tempo de 60s. A resina composta Z100 foi aplicada em camadas de 2mm até formar um platô de

* Dentsply

6 mm sobre a superfície dentinária. Os espécimes foram fatiados em espessuras de 1mm nos sentidos méso-distal e vestibulo-lingual, obtendo-se espécimes em forma de “palitos”. Oito espécimes de cada grupo foram afixados individualmente em um dispositivo para micro-tração e o teste realizado a uma velocidade de 0,5mm/min. Os testes de ANOVA e Duncan mostraram os seguintes resultados: PBH/60 = 73,10 (a); PBH/30 = 69,67 (a); PBH/5 = 67,27 (a); PB = 33,43 (b). Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes. A remoção do colágeno aumentou a resistência adesiva, enquanto que a variação no tempo de aplicação do adesivo Prime & Bond 2.1 não influenciou a resistência adesiva a dentina sem colágeno.

Shinohara et al.¹⁴¹ (2000) avaliaram a influência da aplicação do hipoclorito de sódio ao esmalte e dentina através do teste de microinfiltração, utilizando três sistemas adesivos de frasco único. Foram utilizados 180 dentes bovinos, divididos aleatoriamente em nove grupos: **grupo 1** – Single Bond*; **grupo 2** – NaOCl 10% solução + Single Bond; **grupo 3** – NaOCl gel + Single Bond; **grupo 4** – Prime & Bond NT†; **grupo 5** – NaOCl 10% solução + Prime & Bond NT; **grupo 6** – NaOCl gel + Prime & Bond NT; **grupo 7** – Gluma One Bond‡; **grupo 8** – NaOCl 10% solução + Gluma One Bond; **grupo 9** – NaOCl gel + Gluma One Bond. O NaOCl foi aplicado após o condicionamento ácido. Foram confeccionadas cavidades classe V padronizadas com uma ponta diamantada, ao nível da junção amelocementária, e restauradas com compósito Definite§. Após acabamento e polimento das restaurações os espécimes foram submetidos a termociclagem (1.000 ciclos). Em seguida, os espécimes foram protegidos com duas camadas de esmalte para unhas, imersos por 4h em solução neutra de azul de metileno a 2%, lavados, secos, cortados e analisados em lupa estereoscópica (45X). Os índices de microinfiltração

* 3M

† Dentsply

‡ Heareus Kulzer

§ Degussa

foram registrados em escores (0-4), considerando a microinfiltração nas paredes incisal em esmalte e cervical em dentina. Os resultados foram analisados pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Para o fator esmalte, não houve diferenças estatísticas entre os grupos. Em dentina houve diferenças estatisticamente significantes. As somas dos postos obtidos para cada grupo foram as seguintes: **grupo 1** – 1008,00 (a); **grupo 2** – 1802,00 (c); **grupo 3** – 1687,00 (ab); **grupo 4** – 1301,50 (ab); **grupo 5** – 1889,00 (c); **grupo 6** – 1963,00 (c); **grupo 7** – 1744,00 (bc); **grupo 8** – 1950,00 (c); **grupo 9** – 1963,00 (c). Os grupos com as mesmas letras não apresentavam diferenças significantes. Os autores concluíram que o uso do NaOCl pode interferir negativamente na microinfiltração em dentina, dependendo do sistema adesivo utilizado.

Soeno et al.¹⁴⁵ (2000) realizaram um estudo para investigar a união de agentes de cimentação adesiva a dentina, antes e após o embebimento em cresol formalina. Para tal, 75 dentes anteriores bovinos congelados tiveram a superfície vestibular planificada e polida com lixas de granulação 400 e 600. Uma parte dos dentes foi colocada sobre compressas de gaze embebidas em cresol formalina, em pequenos recipientes fechados, e mantidos a 37°C por dois ou sete dias. Após este período, eles foram lavados com água e secos com ar. O restante dos dentes não entrou em contato com o cresol formalina. Para o teste de resistência adesiva, os seguintes materiais foram utilizados: Super-Bond C&B*, Iperva Dual Set†, Bistite II‡, Panavia 21§ e Panavia 21 associado com a utilização do gel de NaOCl a 10% (AD Gel§) após o condicionamento ácido. Sobre as superfícies tratadas com os adesivos foram cimentadas hastes de acrílico e os espécimes submetidos ao teste de tração. Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística. Para os espécimes que não entraram em contato com o cresol formalina, os

* Sun Medical

† Shofu

‡ Tokuyama

§ Kuraray

maiores valores de resistência adesiva foram observados para o Super Bond C&B e para o Iperva Dual Set. A utilização do AD Gel associado ao Panavia 21 não resultou em diferenças significantes na resistência adesiva. Após o embeбimento com cresol formalina, todos os materiais exibiram quedas significativas na resistência adesiva. As menores quedas foram observadas para a Super Bond C&B. Os autores especularam que a inibição da polimerização é a maior causa da reduzida resistência adesiva pelo cresol formalina, e isto ocorre quando o cresol reage com os radicais e inibem a polimerização.

O papel das fibras colágenas na adesão a dentina ainda não foi claramente estabelecido. Baseado nisso, Toledano et al.¹⁶³ (2000) realizaram um estudo laboratorial para avaliar a microinfiltração nas interfaces resina-dentina e resina-esmalte em restaurações de resina composta classe V, após o condicionamento total com ácido fosfórico ou após o condicionamento com ácido fosfórico seguido pela desproteinização com hipoclorito de sódio a 5% para impedir a formação de uma camada híbrida. Para tal, dez molares humanos extraídos foram usados para preparar cavidades de classe V padronizadas nas faces vestibular e lingual. Os dentes foram divididos ao acaso em dois grupos: **grupo 1** – as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico por 15s; **grupo 2** – as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico por 15s, seguido pela remoção do colágeno com hipoclorito de sódio a 5% por 2min. As cavidades foram restauradas utilizando o sistema adesivo Prime & Bond 2.1 e a resina composta TPH. Os espécimes foram estocados em água a 37°C por 24h, e submetidas a 500 ciclos térmicos, com a temperatura variando entre 5 e 55°C. A seguir eles foram imersos em solução aquosa de fucsina básica a 0,5% por 24h. Três secções longitudinais de cada restauração foram obtidas, sendo observadas com um estereomicroscópio para avaliação qualitativa da microinfiltração. Os dados obtidos foram analisados pelo teste de Mann-Whitney e Wilcoxon. Espécimes extras foram analisados por MEV. As margens em esmalte

resultaram num grau estatisticamente menor de microinfiltração do que as margens em dentina, em ambos os grupos. Para cada tipo de margem, não foram constatadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos condicionados e condicionados e desproteinizados. Por MEV, as margens oclusais não mostraram descolamento entre o esmalte e a resina, enquanto as margens em dentina/cimento resultaram na formação de fendas.

Arias et al.⁷ (2001) realizaram um estudo para avaliar a influência de diferentes concentrações de NaOCl (1%, 5% e 10%), em solução, com diferentes tempos de aplicação (15, 30 e 60s) na resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos. Para tal, trezentos dentes bovinos foram incluídos em resina de poliestireno e as superfícies vestibulares desgastadas com lixa de granulação 600, expondo a dentina. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 20 grupos. Os **grupos de 1 a 10** receberam o sistema adesivo Prime & Bond 2.1, e de **11 a 20** o sistema adesivo Gluma Confort Bond, sendo os **grupos 1 e 11** considerados controles, nos quais não foi aplicado o NaOCl. O NaOCl a 1% foi aplicado nos **grupos 2, 5, 8, 12, 15 e 18**, durante 15, 30 e 60s. O NaOCl a 5% foi aplicado nos **grupos 3, 6, 9, 13, 16, e 19**, durante 15, 30 e 60s. Os **grupos 4, 7, 10, 14, 17 e 20** receberam o NaOCl a 10% durante 15, 30 e 60s. Os espécimes foram restaurados com a resina composta Z250 e realizado o teste de cisalhamento, sendo os valores obtidos em MPa. Foi utilizada a análise estatística *three-way* ANOVA e Tukey. As médias dos grupos foram: **grupo 1** – 8,98; **grupo 2** – 12,21; **grupo 3** – 10,47; **grupo 4** – 8,23; **grupo 5** – 10,23; **grupo 6** – 9,84; **grupo 7** – 11,21; **grupo 8** – 10,82; **grupo 9** – 10,97; **grupo 10** – 13,19; **grupo 11** – 13,92; **grupo 12** – 9,51; **grupo 13** – 10,68; **grupo 14** – 14,42; **grupo 15** – 9,80; **grupo 16** – 10,47; **grupo 17** – 9,84; **grupo 18** – 7,71; **grupo 19** – 9,89; **grupo 20** – 12,85. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos que utilizaram diferentes concentrações e tempos de aplicação de NaOCl e os grupos controle. O

uso de diferentes concentrações e tempos de aplicação de NaOCl não aumentou os valores de resistência ao cisalhamento.

Gatti et al.⁵¹ (2001) realizaram um estudo para avaliar os efeitos da aplicação do gel de NaOCl em diferentes tempos e concentrações na resistência adesiva de dois sistemas adesivos dentinários. Foram utilizados 300 dentes bovinos incluídos em resina acrílica, lixados até expor a dentina e divididos em 20 grupos. Todos os grupos receberam o condicionamento ácido da dentina. Os **grupos 1 e 11** foram os grupos controle, e não receberam nenhum tratamento adicional. Os **grupos 2, 3, 4, 12, 13 e 14** foram tratados com gel a 1%. Os **grupos 5, 6, 7, 15, 16, 17** foram tratados com gel a 5%. Os grupos **8, 9, 10, 18, 19 e 20** foram tratados com gel a 10%. Em relação ao tempo de aplicação, **2, 5, 8, 12, 15 e 18** receberam o gel por 15s. Os grupos **3, 6, 9, 13, 16, 19** receberam a aplicação do gel por 30s. Os grupos **4, 7, 10, 14, 17 e 20**, receberam a aplicação do gel por 60s. Os grupos de **1 a 10** receberam o sistema adesivo Gluma Comfort Bond*, a base de álcool, enquanto os grupos de **11 a 20** receberam o sistema adesivo Gluma One Bond*, a base de acetona. A seguir os espécimes receberam a resina composta, e foram armazenados por 24h. Os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento, e os dados obtidos foram submetidos ao teste de Duncan. Os valores em MPa (desvio padrão), em ordem decrescente foram: **grupo 17** – 14,97 (5,01) a; **grupo 13** – 14,87 (5,64) a; **grupo 19** – 14,35 (4,64) ab; **grupo 18** – 12,91 (4,68) abc; **grupo 15** – 12,48 (4,17) abc; **grupo 8** – 12,45 (4,7) abc; **grupo 14** – 12,38 (4,65) abc; **grupo 16** – 12,25 (3,22) abc; **grupo 1** – 12,12 (4,72) abc; **grupo 12** – 12,05 (5,07) abc; **grupo 6** – 11 (5,29) abc; **grupo 7** – 10,91 (5,15) abc; **grupo 11** – 10,80 (2,88) abc; **grupo 20** – 10,69 (5,61) bc; **grupo 5** – 10,57 (4,70) bc; **grupo 3** – 10,31 (2,31) bc; **grupo 2** – 9,98 (4,12) c; **grupo 10** – 9,80 (3,27) c; **grupo 9** – 9,41 (3,85) c; **grupo 4** – 9,03 (2,68) c. A aplicação do gel de NaOCl não causou variações estatisticamente significantes nos valores de resistência

* Heareus Kulzer

adesiva ao cisalhamento, em relação aos grupos controles, para ambos os adesivos. Os grupos **17** e **13**, onde foi aplicado o NaOCl e o adesivo Gluma One Bond resultaram em valores de resistência adesiva significativamente maiores do que os grupos **20, 5, 3, 2, 10, 9 e 4**.

O termo “nanoinfiltração” foi introduzido para explicar o caminho de penetração dentro das camadas híbridas das junções dentina-resina composta na ausência de formação de fendas. Este fenômeno é discutido na literatura como um fator de risco para a qualidade da adesão à dentina. O NaOCl é um agente bem conhecido usado para remover camadas de colágeno que são expostas após o condicionamento ácido. Baseado nisso, Pioch et al.¹¹⁶ (2001) realizaram um estudo para determinar a influência de um tratamento da dentina com NaOCl na ocorrência da nanoinfiltração. Para tal, cavidades classe V foram preparadas em quarenta molares humanos com as margens cervicais localizadas em dentina. Após o condicionamento com ácido fosfórico, vinte amostras foram tratadas com NaOCl a 10% por 60s, e vinte foram usadas como controle. As restaurações de resina composta foram aplicadas usando dois diferentes sistemas adesivos. Os espécimes foram expostos à solução de nitrato de prata e então em revelador radiográfico. Após o embutimento, os dentes foram seccionados, secos, cobertos com ouro, e analisados por MEV. Para todos os espécimes no grupo controle, as imagens indicaram uma penetração de prata dentro da camada híbrida. Não foi constatada penetração de prata detectável nos dentes que foram tratados com NaOCl. Os autores concluíram que a remoção da camada colágena pelo uso do NaOCl evitou a formação de nanoinfiltração com os materiais testados.

Ramos et al.¹²¹ (2001) realizaram um estudo para avaliar a influência da desproteínização, pelo uso do NaOCl, da rede de colágeno exposta pelo condicionamento ácido, sobre o selamento marginal em restaurações de resina composta, utilizando dois sistemas adesivos. Para tanto, oitenta cavidades padronizadas de classe V foram confeccionadas

em quarenta incisivos bovinos, com margens em esmalte e cimento. Os dentes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos e restaurados da seguinte maneira: **grupo 1** (controle) – condicionamento com ácido fosfórico a 37%, seguido pelo emprego do sistema adesivo Scotchbond Multipurpose e resina composta Z250, **grupo 2** – ácido fosfórico seguido por NaOCl a 5%, associado ao sistema adesivo Scotchbond Multipurpose e resina Z250, **grupo 3** (controle) – ácido fosfórico, associado ao sistema adesivo Single Bond e resina Z250, **grupo 4** – ácido fosfórico e NaOCl, associado ao sistema adesivo Single Bond e resina Z250. Os espécimes foram armazenados por 7 dias, polidos e submetidos à ciclagem térmica, seguida por imersão no corante. Após o seccionamento, a microinfiltração marginal foi avaliada com um aumento de 40X, com base em escores padronizados. Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, verificando-se que em esmalte não houve diferenças entre os grupos. Em cimento, os **grupos 1, 3 e 4** apresentaram *performance* similar, enquanto o **grupo 2** mostrou maior grau de microinfiltração que o **grupo 4**. A microinfiltração em cimento foi estatisticamente maior que aquela observada em esmalte. Os autores concluíram que a desproteção afetou negativamente o selamento marginal quando o adesivo Scotchbond Multipurpose foi utilizado, não afetando porém quando o adesivo simplificado Single Bond foi aplicado.

Saboia et al.¹³³ (2001) realizaram um estudo para verificar os efeitos da remoção do colágeno da dentina na resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos de frasco único. Quarenta coroas de incisivos bovinos foram incluídas em resina de piestireno e desgastadas até expor a dentina. As coroas foram divididas em quatro grupos: **grupo 1** – Prime & Bond 2.1* aplicado de acordo com as instruções do fabricante; **grupo 2** – Prime & Bond 2.1 aplicado sobre a dentina tratada com NaOCl a 10% por 1min após o condicionamento

* Dentsply

ácido; **grupo 3** – Gluma* aplicado de acordo com as instruções do fabricante; **grupo 4** – Gluma aplicado após a remoção do colágeno da dentina; conforma descrito para o grupo 2. Foram confeccionados cilindros de resina composta Z100 sobre a área de adesão, e os espécimes foram estocados em água destilada a 37°C por 24h. Os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento. Os resultados foram submetidos aos testes de ANOVA e Tukey, sendo constatadas diferenças significativas entre os grupos. As médias obtidas, em MPa, foram as seguintes : **grupo 4** – 6,512 (a), **grupo 1** – 6,291 (a), **grupo 2** – 5,575 (ab), **grupo 3** – 4,583 (b). Os autores concluíram que a remoção do colágeno aumentou a resistência ao cisalhamento para o Gluma e não interferiu nos valores de adesão para o Prime & Bond 2.1.

2.3 Camada intermediária elástica

Van Meerbeek et al.¹⁶⁶(1993) realizaram um estudo para avaliar a dureza e o módulo de Young das camadas sucessivas da área de adesão resina-dentina. Para tal, discos de dentina foram obtidos de terceiros molares, sendo recobertos por uma *smear layer* padronizada produzida por lixa de granulação 600. Os discos receberam os seguintes sistemas adesivos: All Bond 2[†], Clearfil Liner Bond System[‡], Mirage Bond[§] e Scotchbond Multipurpose^{**}, segundo as recomendações dos fabricantes. Para os adesivos Clearfil e Scotchbond Multipurpose foi também utilizado o ácido fosfórico a 40% por 60s. Após a polimerização dos respectivos adesivos, foi aplicada sobre cada espécime uma camada de resina composta de baixa viscosidade (Clearfil Protect Liner[†]). Os discos de

* Heareus Kulzer

† Bisco

‡ Kuraray

§ Chamaleon

** 3M

dentina foram seccionados transversalmente e embutidos em resina epoxi. As superfícies foram polidas e avaliadas por nanoindentação. Na dentina, a indentação foi realizada na dentina intertubular. Na zona de interdifusão resina-dentina, o local selecionado foi o mais próximo possível da camada de adesivo. A indentação foi realizada também no centro da camada de adesivo e na camada de resina composta de baixa viscosidade. Os autores observaram uma nano-dureza de 496MPa para a dentina intertubular, que diferiu significativamente da zona de interdifusão resina-dentina. Esta variou de 148 a 196MPa, dependendo do sistema adesivo utilizado. A nanodureza de diferentes tipos de adesivos variou de 102 a 113MPa, enquanto a nanodureza de 197MPa foi medida para a resina de baixa-viscosidade. O módulo de Young da dentina inalterada (19,259MPa) foi significativamente diferente da zona de interdifusão. Os valores desta variaram de 8,157 a 9,687MPa. Observou-se uma média para as resinas adesivas de 4,171MPa, mostrando sua maior elasticidade, enquanto um módulo de Young de 5,872MPa foi medido para a resina composta de baixa viscosidade. Através da área de adesão, uma transição gradual da elasticidade foi observada da dentina relativamente rígida, através de uma zona de interdifusão mais elástica, camada de resina adesiva e resina composta de baixa viscosidade. Os autores concluíram que a zona de interdifusão junto com a resina adesiva, não somente proporciona uma ligação micromecânica adequada da restauração à dentina, mas parece ter também uma elasticidade inerente que contribui para a conservação desta adesão. Esta investigação mostrou uma transição gradual dos módulos de elasticidade através da área de adesão, validando portanto o conceito de parede cavitária elástica. A transição gradual é mais substancial naqueles sistemas que produzem camadas de adesivo relativamente espessas, ou proporcionaram suplementarmente uma resina de baixa viscosidade com carga, como uma camada intermediária entre o adesivo e a resina composta restauradora. Tal área de adesão elástica pode ter uma

capacidade de resistência suficiente para aliviar o estresse, entre a restauração que se contrai e o substrato dentinário rígido, melhorando portanto a adaptação marginal e a retenção das restaurações de compósito.

Staninec et al.¹⁴⁹ (1995) compararam as propriedades de três sistemas adesivos em relação à resistência adesiva, tipo de fratura na junta adesiva e formação de defeitos interfaciais. Um dos adesivos apresentava uma base para aplicação entre a camada de adesivo e a resina composta. Para a realização do teste de resistência adesiva, foram utilizados molares humanos que tiveram o esmalte oclusal removido, expondo a dentina. Os dentes foram divididos em 4 grupos, cada qual recebendo um dos seguintes sistemas adesivos e resinas compostas: a) Tenure* + Marathon V*; b) Clearfil Liner Bond System† + Clearfil Photo Posterior†; c) Clearfil Liner Bond System + Clearfil Protect Liner† (resina composta de baixa viscosidade) + Clearfil Photo Posterior; d) Scotchbond 2‡ + P50‡. Os espécimes foram submetidos ao teste de tração e os resultados analisados estatisticamente. As superfícies fraturadas foram observadas em MEV, para determinar o tipo de fratura (adesiva, coesiva em resina ou dentina) e a porcentagem de área para cada tipo de fratura em relação à área total aderida. Para avaliar a interface adesiva foram confeccionadas cavidades classe V em forma de V. Os dentes foram divididos em 4 grupos e restaurados com os mesmos materiais utilizados no teste de tração. Eles foram seccionados no sentido vestibulo-lingual, passando pelo centro da restauração. Foram confeccionadas réplicas em epoxi das superfícies seccionadas e observadas em MEV, medindo-se o tamanho das fendas e a espessura da camada de resina adesiva. Os espécimes originais também foram observados por MEV. As fendas mais estreitas foram observadas nas réplicas, em relação àsquelas nos dentes originais, pois as moldagens foram feitas antes da secagem e exposição

* Dent Mat

† Kuraray

‡ 3M

ao vácuo. Não foram observadas fendas em esmalte. Todas as fendas foram observadas na interface resina/dentina. A utilização de resina composta fluida como material de base intermediário resultou nas menores larguras de fendas de todos os materiais testados. Os autores concluíram que o Clearfil Liner Bond System mostrou-se similar ao Tenure e significativamente melhor que Scotchbond 2, em termos de resistência adesiva à dentina. Todos os sistemas testados tenderam a falhar adesivamente na interface resina/dentina. A utilização de uma camada de resina de baixa viscosidade diminuiu a proporção das áreas de falha dentro do agente adesivo, mas não afetou as proporções de falhas nas superfícies da dentina. Nas secções transversais todas as falhas observadas foram adesivas, com fendas na interface resina-dentina. Em todos os sistemas, mais fendas foram observadas na superfície da dentina do que no esmalte.

Swift Júnior et al.¹⁵⁰ (1996) realizaram um estudo para determinar se o uso de resinas compostas de baixa viscosidade como uma camada intermediária, entre a resina adesiva e os materiais restauradores, melhoram o selamento marginal em restaurações de resina composta, utilizando vários sistemas adesivos. Para tal, foram utilizados 132 terceiros molares humanos, divididos em 11 grupos de 12 espécimes. Cada espécime recebeu um preparo cavitário de classe V em forma de cunha, nas superfícies vestibular e lingual, no limite amelo-cementário. Os sistemas adesivos utilizados foram o All Bond 2*, Clearfil Liner Bond 2†, Opti Bond FL‡, Prime & Bond§ e Scotchbond Multipurpose**. A forma de aplicação destes adesivos em cada grupo foi uma das seguintes: a) seguindo as recomendações dos fabricantes (controle); b) após a utilização dos adesivos segundo os fabricantes, foi aplicada uma camada da resina de baixa viscosidade Protect Liner F†; c) após o adesivo, foi

* Bisco

† Kuraray

‡ Kerr

§ Dentsply

** 3M

aplicada uma camada da resina de baixa viscosidade que acompanha o sistema adesivo Opti Bond FL (RBV). As cavidades foram restauradas com incremento único de Z100*. O agente traçador utilizado foi o nitrato de prata, sendo os espécimes seccionados e avaliados, atribuindo-se escores de 0 a 3 para a microinfiltração. Os resultados foram submetidos à análise estatística. Observou-se que melhoras significantes entre os grupos somente ocorreram usando o Protect Liner F associado com Scotchbond Multipurpose. A associação Scotchbond Multipurpose + RBV não exibiu uma diminuição significativa na microinfiltração. A microinfiltração para o All Bond 2 e Clearfil Liner Bond 2 foi significativamente maior quando estes materiais foram utilizados com a RBV. O Prime & Bond teve menos microinfiltração quando a RBV foi usada, embora mais microinfiltração com o Protect Liner, ainda que as diferenças não sejam significantes. Os pequenos efeitos das resinas de baixa viscosidade neste estudo sugeriram que a microinfiltração pode ter ocorrido em outros locais, ao invés das fendas marginais. Os autores concluíram que dos sistemas adesivos testados, Optibond e Clearfil Liner Bond 2 foram os mais efetivos em reduzir a microinfiltração na margem gengival das restaurações classe V. Estes sistemas incluem resinas intermediárias de baixa viscosidade com carga. A avaliação microscópica dos locais de microinfiltração é necessária para determinar a localização exata da penetração do traçador.

O estresse da contração de polimerização foi citado como um importante elemento na integridade da adesão compósito-dentina. A habilidade do compósito de se flexionar e resistir a falha da adesão pode ser um importante fator no comportamento *in vivo*. Baseado nisso, Lamerand et al.⁸¹ (1997) realizaram um estudo para determinar o módulo de elasticidade de vários materiais compósitos populares. Cinco amostras (25x2x2 mm) de cada material foram preparadas e submetidas a cargas em três pontos até que a falha ocorresse. Para tal, foi utilizado um

* 3M

dispositivo de teste de tensão* programável. Os dados foram obtidos como módulo flexural, 5min após a cura e após 24h de armazenagem em água. A resina fluida Aeliteflo†, um material com carga moderada (60%), mostrou possuir um módulo similar às resinas adesivas e consideravelmente menor que os materiais com muita carga (Aelitefil - 80%).

Mazer & Russel⁸⁷ (1998) realizaram um estudo para avaliar a extensão da microinfiltração em preparos classe V, restaurados com compósito fluido (F) e resina composta híbrida (Z100‡). Os preparos foram realizados sobre a cervical vestibular e lingual de vinte premolares extraídos (margem gengival 1mm abaixo da junção cimento/esmalte) usando preparos em forma de "V" e "C" (sem retenções mecânicas). Os dentes foram restaurados com adesivo + F (**grupo 1**) ou adesivo + Z100 (**grupo 2**), segundo as recomendações do fabricante, polidas e submetidas à carga oclusal (70N por 100.000 ciclos) e ciclagem térmica (250 ciclos), sendo imersos em fucsina básica a 0,5% por 48h. Os espécimes foram então seccionados vestibulo-lingualmente em três planos separados e ranqueados quanto a microinfiltração (0: nenhuma microinfiltração, 1: menor que um terço da parede gengival; 2: até dois terços da parede; 3: toda a parede gengival e 4: atingindo os túbulos dentinários). Os escores foram atribuídos às paredes gengivais e oclusais e analisados por ANOVA e Mann-Whitney-U. Foram constatadas diferenças não significantes na microinfiltração entre os grupos, independente do desenho cavitário. As paredes oclusais, independente da configuração, exibiram menos microinfiltração que as paredes gengivais. Este estudo mostrou que a utilização de um compósito fluido não reduziu a microinfiltração em cavidades classe V, quando comparados com a resina composta híbrida.

* MTS Systems Corp. Q-TEST

† Bisco

‡ 3M

A microinfiltração marginal tem sido uma das maiores preocupações da dentística restauradora. A contração de cura da resina composta permanece se apresentando como um problema no controle da microinfiltração e sensibilidade pós-operatória. Russel & Mazer¹²⁷ (1998) avaliaram a microinfiltração marginal quando um compósito com baixo módulo de elasticidade (F) foi usado como uma base, combinado com uma resina híbrida (Z100*), em cavidades classe II. Um total de 24 molares humanos recém-extraídos receberam preparos mésio-oclusais ou ocluso-distais (parede gengival 1mm abaixo da junção cimento-esmalte) e foram restaurados segundo as instruções do fabricante: a) adesivo + F + Z100, b) adesivo + Z100. A resina composta foi curada incrementalmente e polida com brocas de 12 lâminas. Os dentes foram montados em recipientes de metal e submetidos a uma carga oclusal (70N por 100.000 ciclos), ciclagem térmica (250 ciclos), e imersos em fucsina básica a 0,5% por 48h. Os espécimes foram então seccionados no sentido mésio-distal e vestibulo-lingual para qualificação da microinfiltração usando escala de 0 a 4. Os resultados foram analisados por ANOVA e teste de Mann-Whitney. Foram observadas diferenças significantes na microinfiltração ao longo das paredes oclusais da restauração, mas não diminuição significativa na extensão da microinfiltração ao longo da parede gengival. Este compósito particular de baixo módulo reduziu a microinfiltração ao longo das paredes oclusais das restaurações classe II, mas não reduziu a microinfiltração melhor que a resina composta híbrida e adesivo ao longo da parede gengival.

Walshaw & McComb¹⁷⁰ (1998) realizaram um estudo para investigar a eficácia da associação de um agente adesivo dentinário (All Bond 2†) a um compósito fluido híbrido (Flow it‡ – **grupo A**) ou a um ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Bond§ – **grupo B**), como

* 3M

† Bisco

‡ Jeneric Pentron

§ GC

uma camada intermediária de baixa viscosidade para absorver o estresse da polimerização e reduzir a microinfiltração em restaurações classe II de resina composta. Restaurações de resina composta sem nenhum material intermediário, proporcionaram o **grupo C** (controle). Para tal, 62 cavidades classe II estendendo-se abaixo da junção cimento-esmalte foram confeccionadas, mesialmente e distalmente, em 31 molares humanos recém-extraídos. Cavidades mesiais e distais foram tratadas das diferentes maneiras (**A**, **B** ou **C**) e restauradas incrementalmente com a resina composta Prisma TPH Spectrum*. Os espécimes foram estocados em água a 37°C por 36h, termociclados 300 vezes e imersos em azul de metileno a 2% por 24h, a uma temperatura de 37°C. Secções seriais de 600µm foram feitas para avaliar a microinfiltração. Espécimes selecionados e réplicas foram observadas por MEV. As dificuldades técnicas de aplicar uma espessura uniforme do material de base influenciaram a eficácia adesiva. A análise χ^2 dos escores de microinfiltração, mostrou que a aplicação do Fuji Bond foi significativamente mais efetiva em reduzir a microinfiltração. Isto foi confirmado pela ANOVA. O teste de Duncan mostrou diferenças não significantes entre as restaurações adesivas com ou sem a resina composta fluida intermediária. Resultados da Microscopia Eletrônica de Varredura confirmaram a adaptação sem fendas do Fuji Bond quando uma espessura ideal, considerada como maior que 100µm, esteve presente.

Braga et al.²⁰ (1999) realizaram um estudo *in vitro* para comparar a capacidade de selamento marginal de um sistema restaurador adesivo, com e sem a aplicação de uma resina composta intermediária de baixa viscosidade. Foram preparadas cavidades classe V padronizadas em dez dentes hígidos, recém-extraídos, localizadas nas faces vestibular e lingual, com uma margem em dentina/cimento e outra em esmalte. Todos os materiais foram usados de acordo com as instruções do fabricante. No

* Dentsply

grupo 1 o sistema adesivo Bond 1* foi aplicado. No **grupo 2**, após o sistema adesivo, foi aplicada a resina de baixa viscosidade Flow-it*. Todas as cavidades foram restauradas com a resina condensável Alert*. Os espécimes foram então armazenados em água destilada a 37°C por 24h, isolados com duas camadas de esmalte para unhas, impregnados com uma solução de nitrato de prata a 50%, incluídos em resina epóxi e seccionados. As restaurações foram avaliadas por três examinadores calibrados, em lupa estereoscópica com aumento de 25X. Foi atribuída uma classificação, de acordo com a penetração do corante, indo de: 0 (ausência de penetração) a 3 (microinfiltração até a parede axial). Os resultados foram tratados estatisticamente pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Os postos médios obtidos foram, numa avaliação global: **grupo 1** – 38,94 e **grupo 2** – 42,06; e numa avaliação por região: esmalte – 29,19 e cimento/dentina – 51,81. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os **grupos 1 e 2**, e ocorreu maior microinfiltração em cimento/dentina do que em esmalte. Baseado nos resultados os autores concluíram que a utilização de uma resina intermediária de baixa viscosidade não foi capaz de reduzir o grau de microinfiltração marginal em restaurações de resina composta condensável classe V, com terminação em cimento.

Nakazawa et al.¹⁰¹ (1999) realizaram um estudo para determinar os valores de dureza da camada híbrida e regiões adjacentes da interface adesiva. Para tal, dois cães adultos receberam anestesia geral, sendo que quatro dentes de cada animal receberam preparos cavitários classe V. Os dentes foram divididos em quatro grupos que receberam um dos seguintes sistemas adesivos e resinas compostas segundo as instruções dos fabricantes: Bond 1/Conquest Crystal*, Clearfil Liner Bond 2/Clearfil AP-X†, One Step/Aelitefil‡, Single Bond/Z100§. Após 7 dias, os animais

* Jeneric Pentron

† Kuraray

‡ Bisco

§ 3M

foram abatidos e as coroas removidas, fixadas, embebidas em resina epóxi e seccionadas, de forma a expor a interface dente-restauração. As superfícies seccionadas foram polidas e a dureza ao redor da interface adesiva foi medida por microidentação. Eles constataram que a camada híbrida é mais elástica e menos dura do que a dentina íntegra e a resina composta.

Labela et al.⁸⁰ (1999) realizaram um estudo para avaliar o módulo de elasticidade, contração de polimerização e contração cinética de vários compósitos fluidos e adesivos com carga, e comparar estes com os compósitos convencionais, não fluidos, e um adesivo sem carga. Em relação ao módulo de elasticidade, os compósitos fluidos mostraram os menores valores, onde os de micropartículas e os adesivos com carga também foram ranqueados. Os compósitos vendidos como híbridos, mostraram claramente uma maior rigidez que os outros materiais. Os compósitos fluidos tenderam a contrair mais que os não fluidos, e menos que as resinas adesivas. Os autores concluíram que entre as resinas restauradoras, aquelas vendidas como fluidas e híbridas tenderam a estar em pontos opostos do espectro de contração e valores de rigidez. As fluidas contraíram mais e são menos rígidas. Portanto, seus efeitos sobre a geração de estresse interfacial não podem ser facilmente preditos.

Miranda et al.⁸⁹ (1999) avaliaram o efeito de uma resina de baixa viscosidade no controle da microinfiltração em restaurações classe V. Trinta dentes recém-extraídos receberam preparos padronizados nas faces vestibular e lingual, com margem oclusal em esmalte e cervical em cimento/dentina, com 3mm de diâmetro. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos e restaurados com: **grupo 1** – adesivo dentinário Prime & Bond 2.1* + resina TPH Spectrum*; **grupo 2** – Prime & Bond 2.1 + resina de baixa viscosidade (Flow-it†); e **grupo 3** – adesivo dentinário Prime & Bond 2.1 + Flow-it + TPH. Após as restaurações, os

* Dentsply

† Jeneric Pentron

dentes foram submetidos a 500 ciclos térmicos, sendo então imersos em solução de nitrato de prata a 50% por 24h e em revelador para filmes radiográficos* por 20min. Em seguida, os dentes foram incluídos em resina acrílica, seccionados e a microinfiltração avaliada por três examinadores calibrados, com uma lupa (40X), utilizando escores de 0 a 3. Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis. Os postos médios foram: global por região – esmalte = 41,18 e dentina = 79,82; e global por material – **grupo 1** = 56,00, **grupo 2** = 77,61 e **grupo 3** = 57,81. O **grupo 1** foi estatisticamente semelhante ao **grupo 3** e o **grupo 2** apresentou diferença estatística em relação aos **grupos 1** e **3**. Os autores concluíram que a microinfiltração foi menor nas margens de esmalte. O uso da resina fluída como material de base não produziu efeitos significantes. A resina Flow-it utilizada isoladamente apresentou maior microinfiltração.

Soares et al.¹⁴³ (1999) avaliaram *in vitro* a microinfiltração marginal nas regiões gengival e oclusal de cavidades classe II com resina condensável Alert†, usando-se a resina de baixa viscosidade Flow-it† e o compômero Dyract‡ como base. Foram utilizados 18 molares recém-extraídos, divididos em três grupos de seis dentes, e preparadas cavidades classe II nas faces mesial e distal, totalizando 12 amostras para cada grupo. Os três grupos receberam o sistema adesivo Bond 1† e foram restauradas de uma das seguintes maneiras : **grupo I** – Alert; **grupo II** – Flow-it + Alert e **grupo III** – Dyract + Alert. Em seguida, os dentes passaram pelo processo de ciclagem térmica (500 ciclos), foram impermeabilizados e imersos em solução de nitrato de prata a 50% por 24h. Após a imersão, as amostras foram seccionadas, fotografadas e avaliadas por três avaliadores calibrados, usando uma escala qualitativa de 0 a 3. Foram avaliadas as áreas gengivais e oclusais e aplicados os testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Em relação à parede gengival,

* Kodak

† Jeneric Pentron

‡ Dentsply

não houve diferença significativa entre os grupos. Nenhuma das técnicas empregadas foi suficiente para impedir a microinfiltração marginal na região gengival.

Tedesco et al.¹⁵⁹ (1999) avaliaram a microinfiltração em restaurações classe II de resinas compostas condensáveis associadas ou não às resinas fluidas, utilizando uma resina convencional como referência. Cavidades padronizadas do tipo *slot* vertical foram confeccionadas em 50 molares humanos hígidos recém-extraídos, com término cervical em cimento. As cavidades foram restauradas com: **grupo 1** – Bond 1 + Alert; **grupo 2** – Bond 1 + Flow-it + Alert^{*}; **grupo 3** – Prime & Bond NT + SureFil[†]; **grupo 4** – Prime & Bond NT + Dyractflow[‡] + Surefil e **grupo 5** – Single Bond[‡] + P60[‡]. Os sistemas adesivos, a inserção dos materiais e o tempo de polimerização seguiram as especificações dos fabricantes. Os dentes foram armazenados em água destilada (37°C/24h) e após acabamento e polimento (tiras de lixa[‡]), submetidos à ciclagem térmica, corados com solução de nitrato de prata a 50% (24h) e seccionados no sentido longitudinal. Três avaliadores calibrados analisaram a microinfiltração marginal através de lupa estereoscópica, atribuindo escores 0 a 3. Os resultados foram tratados estatisticamente pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Os postos médios obtidos foram: **grupo 1** = 220,15; **grupo 2** = 199,77; **grupo 3** = 124,17; **grupo 4** = 111,20 e **grupo 5** = 97,93. Foi notada diferença estatisticamente significativa entre o **grupo 1** > **grupo 2** > **grupos 3, 4 e 5**, os quais foram estatisticamente iguais. Os autores concluíram que a resina condensável SureFill associada ou não ao Dyractflow apresenta controle de microinfiltração marginal em cimento semelhante à resina convencional P60; e que a resina condensável Alert associada a Flow-it apresenta resultados melhores do que quando utilizada isoladamente, sendo estes inferiores aos da SureFill e P60.

* Jeneric Pentron

† Dentsply

‡ 3M

Amin Parsa et al.³ (2000) realizaram um estudo para comparar a adaptação marginal de restaurações classe II tipo *sandwich*, usando compômero ou resina composta de baixa viscosidade em combinação com resina composta convencional. Para tal, 24 cavidades classe II com as margens gengivais em esmalte (1mm acima da junção cimento-esmalte) ou dentina (1,5mm abaixo da junção cimento-esmalte) foram preparadas em molares humanos extraídos, divididas aleatoriamente em três grupos de oito dentes. Após o condicionamento total, as cavidades foram tratadas com adesivo Syntac classic* de acordo com as instruções do fabricante. Um compômero (Compoglass F* - **grupo I**) ou um compósito de baixa viscosidade (Tetric Flow* - **grupo II**) foram aplicados, resultando numa espessura de 1mm sobre o assoalho da cavidade, e fotopolimerizados. Subseqüentemente as cavidades foram preenchidas com uma resina composta híbrida (Tetric Ceram*), usando a técnica incremental e matriz metálica. As cavidades do grupo controle (**grupo III**) foram somente preenchidas com Tetric Ceram. Após a armazenagem em água por 24h / 37°C, termociclagem (2.000X, 5-55°C) e ciclagem mecânica (50.000X, 50N), réplicas das superfícies das restaurações foram feitas. As margens cervicais foram quantitativamente avaliadas em MEV, quanto à porcentagem da extensão total da margem ocupada pelas fendas, e os resultados analisados estatisticamente com ANOVA e teste de Bonferroni. Os resultados mostraram que: a) em caixas limitadas em dentina, diferenças não estatisticamente significantes foram observadas; b) em limitadas extensões do esmalte, o compósito sozinho teve significativamente menos formação de fendas.

Braz et al.¹³ (2000) realizaram um estudo para avaliar *in vitro* a microinfiltração marginal em restaurações classe II com término cervical em esmalte ou em dentina, empregando resinas compostas condensáveis sobre diferentes materiais de base cavitária. Foram utilizados cinquenta premolares humanos extraídos, divididos em cinco grupos: **grupo 1** –

* Vivadent

Flow-it^{*} (resina de alta fluidez) + Alert^{*} (resina composta condensável); **grupo 2** – Dyract[†] (compômero) + Alert; **grupo 3** – Flow-it Self Cure^{*} (resina de alta fluidez autopolimerizável) + Alert; **grupo 4** – Alert (grupo controle) e **grupo 5** – Vitremer[‡] (ionômero híbrido) + Alert. Após a confecção das restaurações foi realizada a termociclagem (500 ciclos). Para evidenciar a microinfiltração foi empregado o corante fucsina básica a 0,5% por 24h. Os resultados mostraram que o **grupo 2** mostrou melhores resultados quando a terminação cervical se localizava ao nível de esmalte, enquanto que o **grupo 5** obteve o melhor selamento em dentina. Os **grupos 3 e 4** apresentaram os maiores graus de microinfiltração marginal, independente da localização marginal. Os autores concluíram que o emprego de bases cavitárias estendidas nas margens cervicais de restaurações classe II minimizam a microinfiltração marginal cervical, sendo os ionômeros resinosos os materiais mais indicados para essa finalidade.

Chain et al.³¹ (2000) avaliaram se o uso de resinas de baixa viscosidade como bases cavitárias, diminuía a microinfiltração de restaurações com resinas de alta viscosidade (condensáveis). Para tanto, foram selecionados sessenta premolares separados em seis grupos, onde foram executadas restaurações classe V com margem em esmalte e dentina. Três grupos foram classificados como grupos teste, nos quais foram utilizadas resinas de baixa viscosidade: a) Bond 1^{*} + Flow-it + Alert; b) Prime & Bond NT[†] + Natural Flow[§] + Surefil[†]; c) Single Bond[‡] + Natural Flow + P60[‡]. Os três grupos restantes foram classificados como grupos controle, onde não foram utilizadas resinas de baixa viscosidade. A microinfiltração foi analisada em margens de esmalte e dentina de cada restauração. Depois de 24h imersos em água os dentes foram termociclados (250 X). Os espécimes foram imersos em solução de azul

* Jeneric Pentron

† Dentsply

‡ 3M

§ DFL

de metileno por 12h e seccionados longitudinalmente com um disco diamantado. A microinfiltração foi analisada com escala de 0 a 4. Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis. Observou-se que a microinfiltração nas margens em esmalte foi significativamente menor do que em dentina. Os autores concluíram que a utilização da resina de baixa viscosidade como agente de base diminui significativamente a microinfiltração marginal.

Montes et al.⁹¹ (2000) avaliaram o efeito das resinas de baixa viscosidade Flow-it e Protect Liner F*, na resistência de união do adesivo sobre a dentina. Trinta e três incisivos bovinos foram desgastados na face vestibular para obter uma superfície dentinária plana, sobre a qual foi posicionada uma fita adesiva delimitando uma área de união de 4mm de diâmetro. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos. Em todos os grupos a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 35% por 15s, seguida de aplicação do adesivo Single Bond†. No **grupo 1**, apenas o sistema adesivo foi utilizado. No **grupo 2**, sobre a superfície de adesivo foi aplicada a resina Flow-it, enquanto no **grupo 3** foi aplicada a resina Protect Liner F. Todos os materiais foram usados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Um cilindro de resina composta (Z100†) foi confeccionado na área de união, para a realização de ensaio de tração. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24h e submetidos à tração em uma máquina de teste universal Instron, a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey. Após o teste de tração, os espécimes foram submetidos a MEV para análise do modo de fratura. Os valores da resistência à tração foram: **grupo 1** (7,80MPa $\pm$ 2,38), **grupo 2** (5,94MPa $\pm$ 2,21) e **grupo 3** (5,72MPa $\pm$ 1,69). Não houve diferença estatística significativa. A análise do modo de fratura mostrou nos **grupos 1 e 2** uma predominância de fraturas do tipo coesiva no adesivo e na

* Kuraray

† 3M

dentina, enquanto no **grupo 3** uma predominância de fraturas coesivas na resina composta fluida.

Russel & Mazer¹²⁸ (2000) realizaram um estudo para avaliar a influência do instrumento utilizado para realização do preparo e da utilização de uma base, na microinfiltração marginal de uma resina composta híbrida (Z100). Foram confeccionados preparos cavitários tipo mésio-oclusal ou ocluso-distal, com uma broca (B) ou abrasão a ar (A) em molares humanos extraídos, e restaurados usando somente a resina híbrida (RH), ou usando a resina fluida como base (RF). Os dentes foram restaurados de acordo com as instruções do fabricante, polidas com brocas de acabamento, submetidos à ciclagem mecânica (70N, 100K ciclos) e térmica (5 a 55°C, 500 ciclos) e imersos no elemento traçador da microinfiltração. Eles foram seccionados no sentido mésio-distal e atribuídos escores de microinfiltração. Os resultados foram analisados estatisticamente. Não foram observadas diferenças significantes nos graus de microinfiltração nas margens oclusais de qualquer grupo. Foi observada uma diferença significativa na microinfiltração marginal ao longo da parede gengival para os seguintes grupos: RC+B e RC+A, RF+B e RC+A, RC+A e RF+A. O instrumento utilizado no preparo e o uso do compósito fluido não influenciaram a adaptação marginal do compósito nas margens oclusais. A adaptação da resina composta ao longo da margem gengival foi melhorada pelo compósito fluido, especialmente quando a abrasão a ar foi usada.

Resinas compostas de alta densidade foram recentemente introduzidas para uso em dentes posteriores. Algumas alternativas têm sido sugeridas para reduzir falhas decorrentes do seu emprego. Baseado nisso, Santos et al.¹³⁷ (2000) avaliaram *in vitro* a microinfiltração em dentes restaurados com resina composta condensável combinada ou não com uma resina fluida, utilizando a inserção em incrementos ou em bloco. Nas proximais de vinte dentes premolares humanos extraídos foram confeccionados quarenta preparos tipo *slot*, com margens cervicais em

esmalte e divididos em quatro grupos ($n = 10$). As cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% e usou-se Unibond[†] como adesivo. Foram restaurados dez dentes com Fill Magic Condensável* utilizando como base Fill Magic Flow* e dez dentes restaurados sem a base. Para cada dente utilizou-se de um lado a inserção incremental e do outro a inserção em bloco. As amostras foram seladas com Loctite e esmalte para unhas, com exposição de 1mm além da união dente/restauração; submetidas à ciclagem térmica (255 ciclos) e imersas em azul de metileno a 2% (pH 7,2). Todas as amostras foram seccionadas e a microinfiltração cervical foi observada em microscopia ótica (escala 0-3), por três examinadores. Os resultados isolados dos grupos mostraram uma maior tendência de microinfiltração nas restaurações inseridas em bloco com o uso da resina composta fluída, entretanto quando analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$), não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Os autores concluíram que não existiram diferenças significantes na microinfiltração em restaurações de classe II de resina condensável com margens em esmalte, independente das técnicas de inserção em bloco ou incremental e do uso ou não da resina fluída.

Carvalho²⁹ (2001) realizou um estudo cujo objetivo foi avaliar o selamento em cavidades de classe V, localizadas em esmalte de dentes bovinos, empregando-se teste de microinfiltração, levando-se em consideração os fatores: configuração do preparo cavitário, o tratamento das paredes de esmalte com a presença ou não de bisel, e o emprego de uma resina composta fluída associada a uma resina compactável. Foram selecionados 80 dentes bovinos, que foram divididos em quatro grupos. Cada grupo recebeu uma das seguintes modalidades de preparo cavitário: caixa, caixa com bisel, em forma de gota, gota com bisel. Todos os espécimes receberam o adesivo dentinário Prime & Bond NT[†]

* Vigodent

† Dentsply

segundo as recomendações do fabricante. Cada grupo foi dividido em dois subgrupos. No subgrupo A foi procedida a restauração com a resina composta compactável Surefil*, enquanto no subgrupo B uma base de resina composta fluida Flow it† foi aplicada antes da inserção da resina Surefil. Os espécimes foram termociclados e imersos em Rodamina B a 2% por 24h. A seguir foram seccionados e observados em estereomicroscópio, atribuindo-se escores de acordo com o grau de microinfiltração marginal. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística. O autor concluiu que: a) a configuração do preparo não influenciou o grau de microinfiltração marginal; b) a presença do bisel diminuiu significativamente a microinfiltração marginal apenas no preparo em forma de caixa; c) a utilização da resina composta fluida levou a uma melhora significativa no selamento marginal apenas no grupo que recebeu os preparos em forma de gota com bisel.

Peris & Duarte Júnior¹¹¹ (2001) realizaram um estudo para avaliar a microinfiltração nas paredes de esmalte e dentina em restaurações de classe II de acordo com o tipo de resina composta e a influência da resina de baixa viscosidade. Foram utilizados quarenta terceiros molares humanos íntegros e extraídos, onde, nas faces mesial e distal foram realizados preparos cavitários de classe II padronizados. Todos os espécimes receberam o sistema adesivo Scotchbond Multi Purpose‡. Os espécimes foram divididos em quatro grupos: **grupo 1** – os espécimes foram restaurados com a resina composta Z100[†], **grupo 2** – os espécimes foram restaurados com a resina composta Prodigy Condensable[§], **grupo 3** – foi utilizada a resina de baixa viscosidade Revolution associada a resina Z100, **grupo 4** – foi utilizada a resina de baixa viscosidade Revolution associada a resina Prodigy Condensable. Foi realizada a termociclagem dos corpos de prova (200 ciclos) e imersão

* Dentsply

† Jeneric Pentron

‡ 3M

§ Kerr

em solução de nitrato de prata a 50%. A seguir os corpos de prova foram seccionados e avaliados, aplicando-se escores de 0-3, segundo a microinfiltração observada. Os resultados foram avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis, que demonstrou haver uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Os valores das médias dos postos obtidos foram: **grupo 1** – 52,5 (a); **grupo 2** – 46,2 (a); **grupo 3** – 39,6 (a); **grupo 4** – 23,7 (b). Os autores concluíram que a utilização da resina de baixa viscosidade Revolution, associada com a resina compactável Prodigy Condensable diminuiu significativamente a microinfiltração, contudo não foi capaz de eliminá-la por completo.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar o grau de microinfiltração marginal em restaurações de resina composta, diante das variáveis remoção ou não do colágeno dentinário após o condicionamento ácido, e utilização ou não de uma camada de resina composta fluida sobre a dentina desproteinizada, alterando-se os seguintes fatores:

- a) tempo de armazenagem (0, 6 e 12 meses);
- b) ciclagem térmica (500, 1.500 e 2.500 ciclos).

4 MATERIAL E MÉTODO

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos (UNESP), sendo aprovada sua realização (Anexo A).

4.1 Seleção e adequação dos dentes

Foram utilizados dentes incisivos bovinos, provenientes de animais com idade média de três anos, hígidos e irrompidos. Após o abate dos animais, os dentes foram imediatamente extraídos, limpos com lâmina de bisturi e polidos com pedra pomes e água, por meio de uma escova de Robinsom. A seguir eles foram observados em Estereomicroscópio* para certificar a inexistência de trincas ou defeitos na superfície que seria preparada, sendo os dentes inadequados desprezados. Foram selecionados ¹²⁰180 dentes em perfeitas condições, os quais foram imersos em água destilada e mantidos em freezer a -18°C (Watanabe & Nakabayashi¹⁷², 1993; Araújo et al.⁶, 1999), por no máximo 12 horas, até o momento da sua utilização. Os terços apicais das raízes foram seccionados através de disco de Carborundum em Torno de Alta Rotação†, de forma a promover um melhor acesso ao conteúdo pulpar e padronizar o comprimento das raízes, uma vez que raízes muito longas impediriam a fixação dos espécimes no dispositivo de preparo cavitário e

* Stemi 2000-C – Carl Zeiss Jena

† Nevoni

corte. O tecido pulpar foi extirpado por meio de limas endodônticas tipo Kerr números 15 e 20, de 31 mm^{*}, por via apical, sendo a câmara pulpar abundantemente irrigada com água destilada para a remoção dos resíduos pulpares, de forma a evitar sua deterioração durante o período de armazenagem dos espécimes (Figura 1).

4.2 Preparo das cavidades

Os dentes foram posicionados numa matriz de silicone[†] para inclusão, sendo os terços apicais das raízes embutidos em resina acrílica[‡], de forma que se obtivesse uma base adequada para fixação dos espécimes no aparelho utilizado para os preparos cavitários (Figura 2 – A e B).

Os espécimes foram levados a um dispositivo para preparos cavitários, composto de uma caneta de alta rotação acoplada a uma base de microscópio, idealizado por Walter & Hokama¹⁷¹ (1976), e modificado por Sá & Gabrielli¹²⁹ (1979), de forma a conseguir-se a sua padronização (Figura 2 - C). Foram confeccionados preparos cavitários padronizados nas faces vestibulares, com 3mm no sentido mesio-distal, 3mm no sentido inciso-apical e 1,5mm de profundidade, localizados no limite amelo-cementário, empregando-se pontas diamantadas número 1090[§], em alta rotação e com abundante refrigeração. Cada ponta diamantada foi utilizada em cinco preparos, sendo a seguir substituída por uma nova (Borges et al.¹⁸, 2001) (Figura 2 – D e E).

* Maillefer

† Rodhorsil - Clássico

‡ Jet - Clássico

§ Metalúrgica Fava

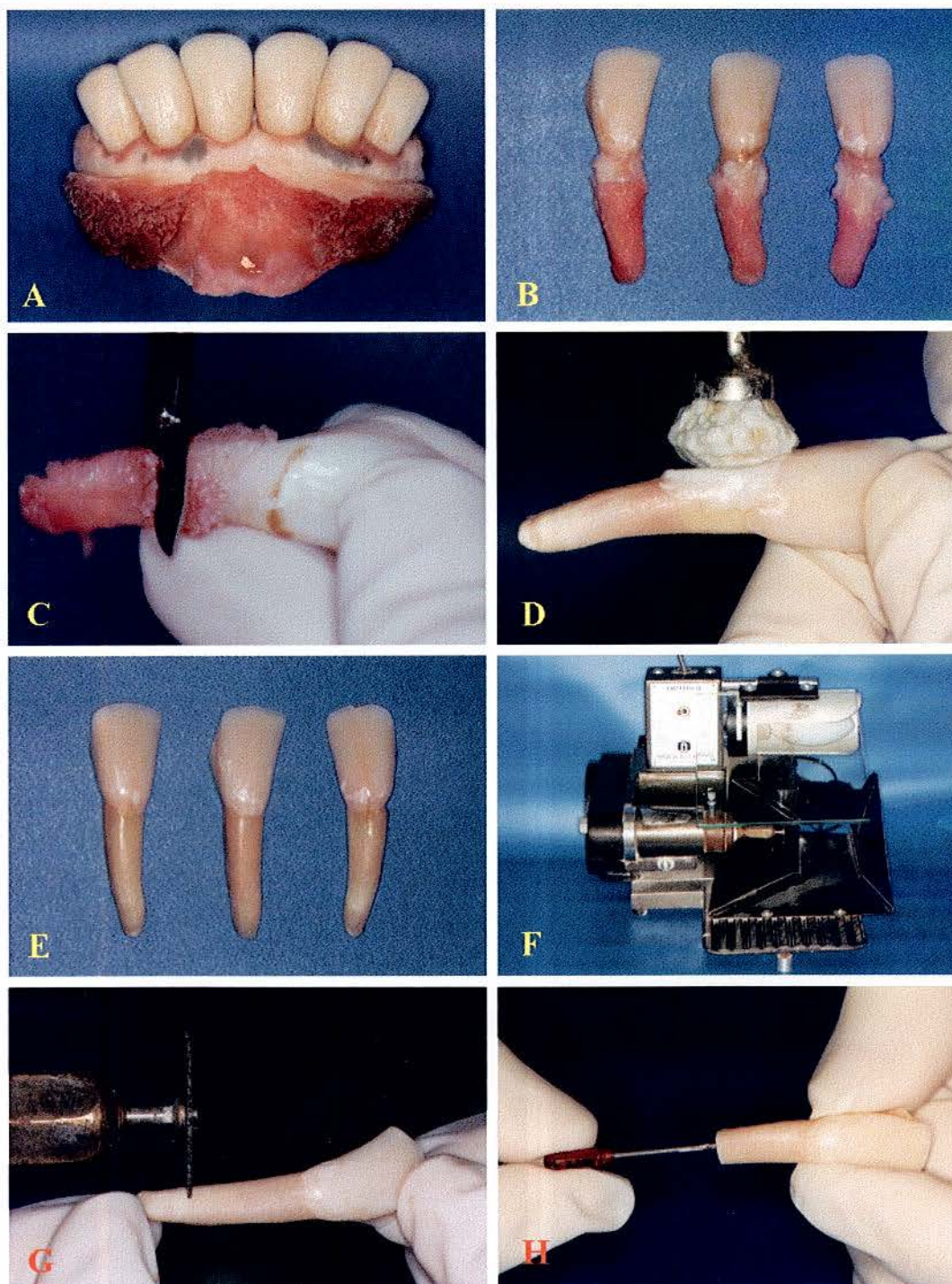


FIGURA 1 – Seleção e adequação dos dentes: A) região anterior de mandíbula bovina removida após o abate; B) extração cuidadosa, evitando-se gerar fraturas e trincas nos dentes; C) remoção do ligamento periodontal com lâmina de bisturi; D) profilaxia com pedra pomes e água através de uma escova de Robinson; E) dentes limpos e livres de resíduos de tecido mole; F) torno de alta rotação Nevoni; G) seccionamento do terço apical através de disco de *carburundum*; H) remoção do tecido pulpar

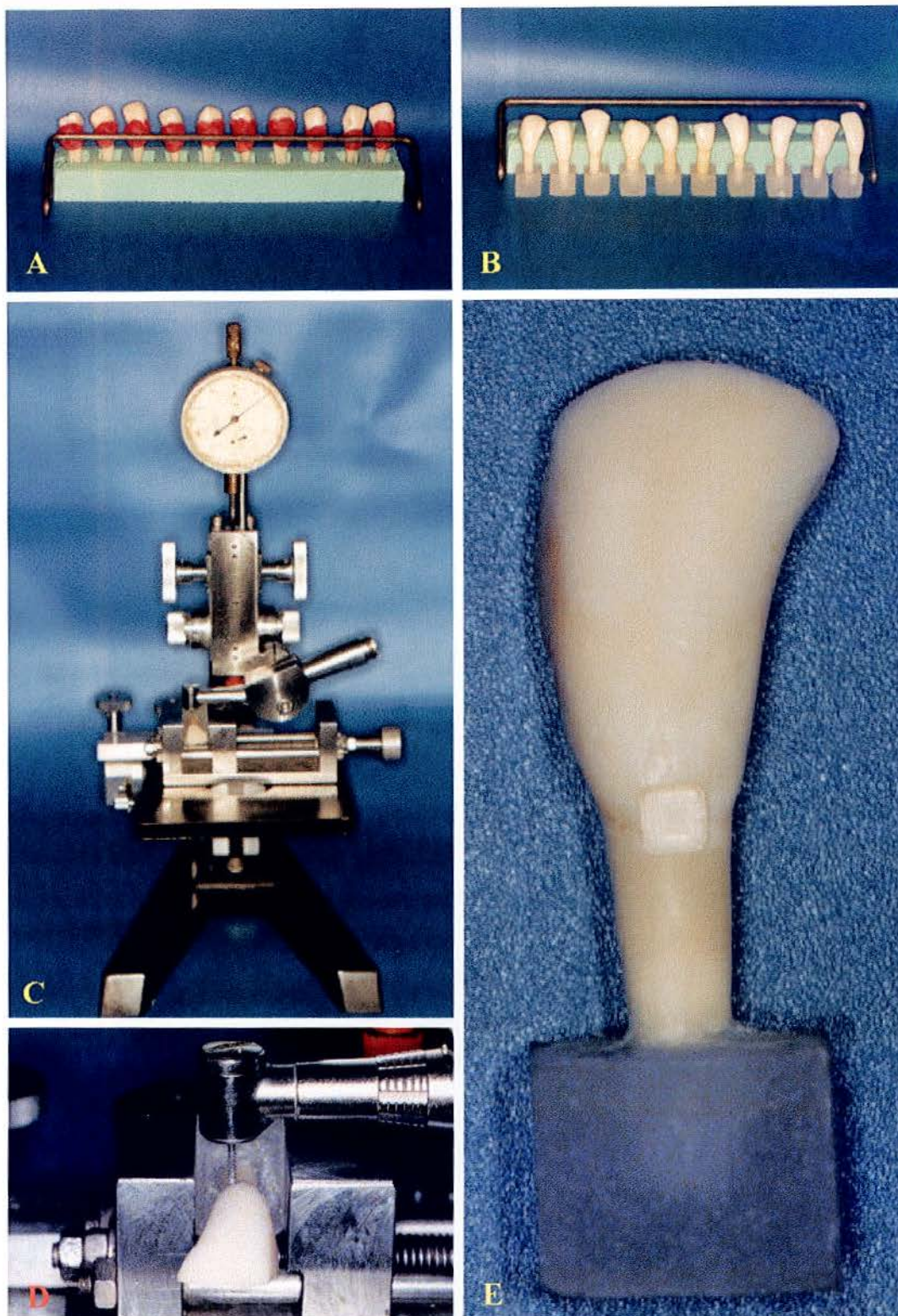


FIGURA 2 – Preparo das cavidades: A) matriz para embutimento dos dentes em resina acrílica; B) dentes com sua porção apical embutida; C) dispositivo para realização de preparos padronizados; D) detalhe do dente posicionado de forma a iniciar-se o preparo cavitário; E) cavidade preparada, espécime pronto para a confecção da restauração

4.3 Restaurações com diferentes técnicas adesivas

Os dados técnicos dos materiais que foram utilizados neste estudo para a confecção das restaurações, são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Dados técnicos dos materiais utilizados

Materiais	Composição *	Lote	Fabricante
Ácido de ataque	Ácido fosfórico a 35%, sílica	3007	3M
Hipoclorito de sódio a 10%	NaOCl, água	045998	Ao Farmacêutico
Single Bond	HEMA, Bis-GMA, dimetacrilatos, copolímeros dos ácidos poliacrílico e poli-itacônico, água, etanol, fotoiniciadores	9DK	3M
Natural Flow	Bis-GMA, resinas de dimetacrilato, boro alumínio silicato de vidro, sílica sintética, fotoiniciadores	9910943	DFL
Z250	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA, Zircônia/Sílica	9BA	3M

* HEMA – hidróxetil metacrilato; Bis-GMA – bisfenol A-diglicidil éter dimetacrilato; UDMA – uretano dimetacrilato; Bis-EMA – bisfenol A-poliétileno glicol dieter dimetacrilato; TEGDMA – triétileno glicol dimetacrilato.

Os dentes foram divididos em três grupos de sessenta, os quais foram restaurados utilizando três técnicas diferentes:

- a) grupo C** - Técnica Convencional realizada segundo as recomendações do fabricante (Colágeno Preservado):
- condicionamento de toda a cavidade com gel de ácido fosfórico a 35%, durante 15s (Figura 3 – D_C);
 - lavagem com água destilada por 10s;
 - remoção do excesso de umidade com pedaços de papel de filtro, deixando a superfície úmida;

- aplicação de duas camadas consecutivas do sistema adesivo Single Bond, sobre o esmalte e dentina (Figura 3 – E_C);
- secagem suave com jato de ar;
- fotopolimerização durante 10s, com a ponta do aparelho tocando a superfície vestibular do dente. O aparelho utilizado foi o Optilight 600*, tendo a potência constantemente monitorada através de um radiômetro†, mantendo uma intensidade de luz mínima de 400mW/cm²;
- inserção de resina composta híbrida de uso universal (Z250), cor A2, em dois incrementos oblíquos, através de uma espátula antiaderente‡, sendo cada incremento fotopolimerizado por 20s (Figura 3 – F_C).

b) grupo H – Utilização do Hipoclorito de Sódio (Colágeno Removido):

- condicionamento com gel de ácido fosfórico a 35% por 15s (Figura 3 – D_H);
- lavagem com água destilada por 10s;
- secagem suave com jato de ar durante 2s;
- aplicação de solução aquosa de hipoclorito de sódio a 10 % por 60s, por meio de uma bolinha de algodão embebida na solução (Figura 3 – E_H);
- lavagem com água destilada por 15s;
- remoção do excesso de umidade com pedaços de papel de filtro;
- aplicação de 2 camadas consecutivas do sistema adesivo Single Bond (Figura 3 – F_H);
- secagem suave com jato de ar;
- fotopolimerização durante 10 s;

* Gnatus

† Demetron

‡ Thompson

-inserção de resina composta híbrida de uso universal (Z250), cor A2, em dois incrementos oblíquos, através de uma espátula antiaderente, sendo cada incremento fotopolimerizado por 20s (Figura 3 – G_H).

c) grupo HF – Utilização do Hipoclorito de Sódio e Resina Composta Fluida (Colágeno Removido) :

-os mesmos procedimentos adesivos do **grupo H**;

-aplicação de uma fina camada de resina composta fluida Natural Flow, cor A3.5, em todas as paredes do preparo, através de um aplicador*, seguida de fotopolimerização por 30s (Figura 3 – G_{HF}). A restauração foi concluída por dois incrementos da resina composta Z250, inseridos de forma oblíqua, sendo cada incremento fotopolimerizado por 20s (Figura 3 – H_{HF}).

Após o término das restaurações os dentes foram imersos em água destilada a 37°C por 24h, em estufa bacteriológica†. Após este período foi realizado o acabamento e polimento com os discos Sof-Lex‡, e as superfícies das restaurações foram avaliadas em estereomicroscópio§, de forma a verificar a existência de excessos marginais.

* Microbrush

† Marconi

‡ 3M

§ Stemi 2000-C – Carl Zeiss Jena

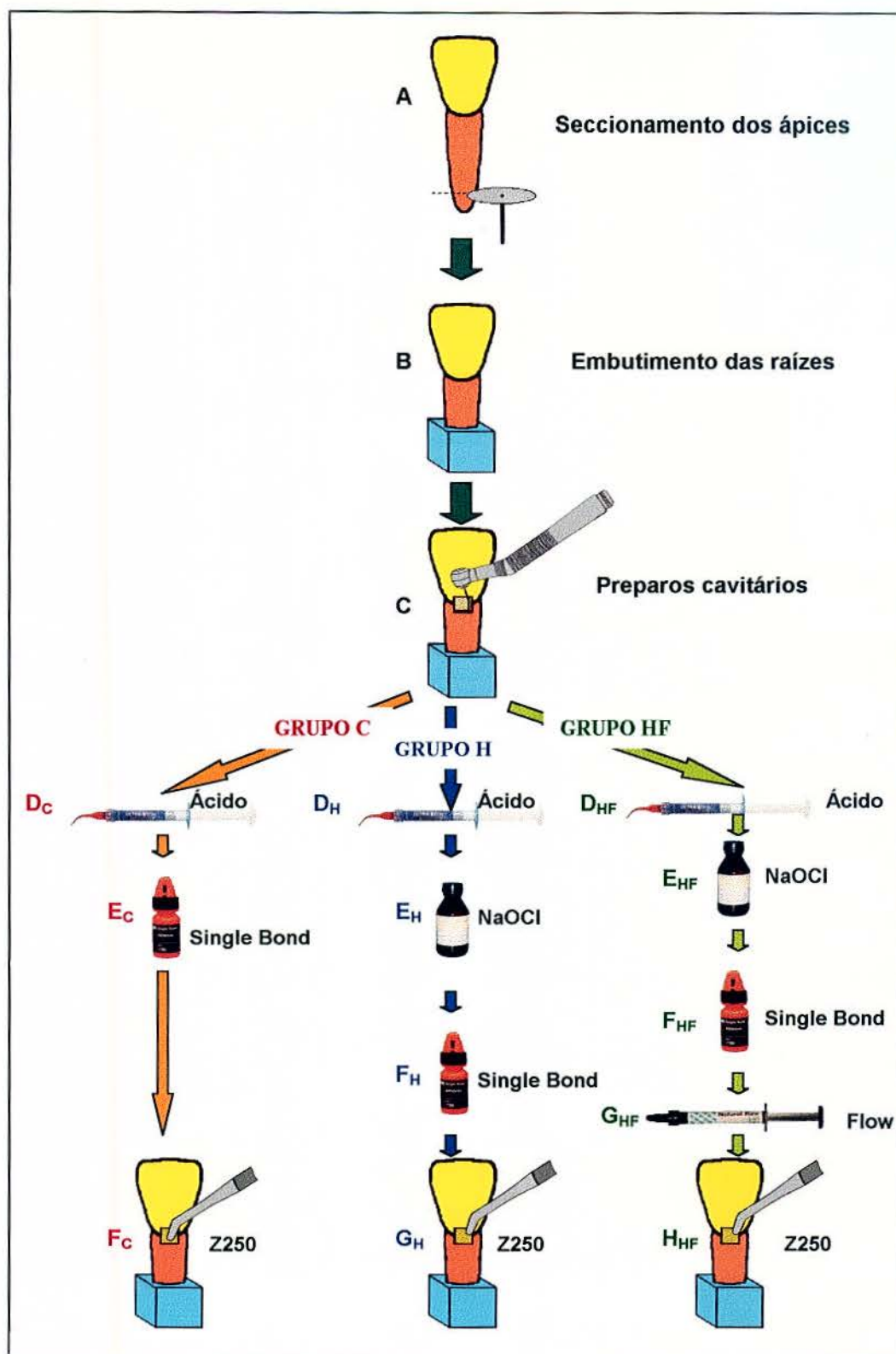


FIGURA 3 – Preparo dos espécimes e divisão dos grupos experimentais de acordo com a técnica adesiva empregada

4.4 Termociclagem e armazenamento

A seguir foi procedida a termociclagem de todos os espécimes, num total de 500 ciclos de 1min (30s a $5\pm 5^{\circ}\text{C}$ e 30s a $55\pm 5^{\circ}\text{C}$), através de uma máquina de termociclagem*.

Após a termociclagem inicial, os corpos de prova em cada grupo foram divididos aleatoriamente em três subgrupos, sendo que em cada um deles houve uma variação no tempo de armazenamento e no número de ciclos térmicos:

- a) subgrupo 0 – a avaliação da microinfiltração foi realizada 24h após o término das restaurações e 500 ciclos térmicos;
- b) subgrupo 6 – os espécimes receberam 500 ciclos iniciais, porém a avaliação da microinfiltração foi realizada seis meses após o término das restaurações, sendo os espécimes submetidos na ocasião a mais 1.000 ciclos, totalizando 1.500 ciclos;
- c) subgrupo 12 – os espécimes receberam 500 ciclos iniciais e 1.000 ciclos após 6 meses, porém a avaliação da microinfiltração foi realizada 12 meses após o término das restaurações, sendo os espécimes submetidos na ocasião a mais 1.000 ciclos, totalizando 2.500 ciclos.

Para os subgrupos 6 e 12, os espécimes foram armazenados em água destilada contendo 0,4% de azida sódica, em recipientes fechados, dentro de uma estufa bacteriológica modelo MA032† mantida a 37°C . O pH da solução foi monitorado mensalmente através de papéis indicadores de pH‡.

Na Figura 4 podemos ter uma visão geral da distribuição dos espécimes nos grupos e as variações na termociclagem e no tempo de armazenamento, segundo os subgrupos.

* Ética Equipamentos Científicos

† Marconi

‡ Merk

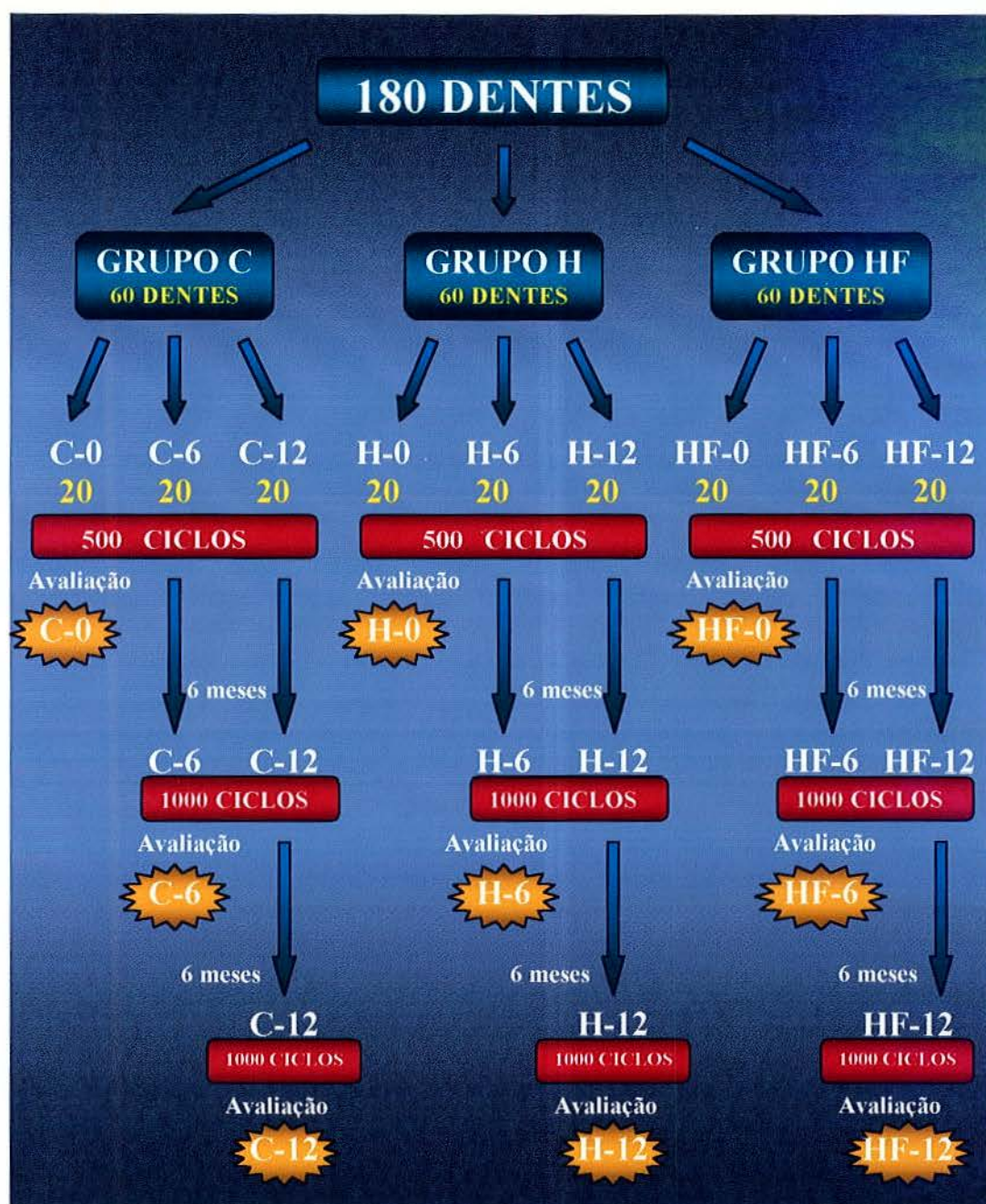


FIGURA 4 – Distribuição dos espécimes e variações na ciclagem térmica e no tempo de armazenagem, segundo os grupos e subgrupos

4.5 Análise da Microinfiltração

Decorrido o tempo necessário, os subgrupos correspondentes aos mesmos tempos de armazenagem, de todos os grupos, foram submetidos

à metodologia de análise da microinfiltração marginal, conforme proposto por Tay et al.¹⁵⁶ (1995). Ela constou de duas etapas. A primeira foi submeter os espécimes à penetração dos elementos traçadores; e a segunda foi avaliar a microinfiltração ocorrida.

4.5.1 Penetração dos elementos traçadores

Para a primeira etapa, foi delimitada com lápis a região correspondente a 0,5mm ao redor das margens das restaurações, e então procedido o selamento total dos corpos de prova, com exceção da área delimitada, através de três camadas de esmalte para unhas* (Figura 5 - B). Cada subgrupo foi identificado com uma cor de esmalte (vermelho para o grupo C, azul para o grupo H e verde para o grupo HF), uma vez que todos foram imersos conjuntamente nas soluções contendo os agentes traçadores.

Após a secagem do esmalte para unhas, os espécimes foram imersos em água destilada e levados a uma câmara de vácuo, sendo submetidos a uma atmosfera negativa de 20polHg por 5min, de forma a remover o ar que porventura estivesse aprisionado nas possíveis fendas marginais. Foi utilizado um Compressor/Aspirador† acoplado a uma campânula de vidro (Figura 5 - C).

Os dentes foram imersos em solução aquosa recém-preparada de nitrato de prata a 50 %, durante 2h em escuro total, proporcionado por um recipiente envolto por papel alumínio (Figura 5 - D). Após este período, os corpos de prova foram lavados em água destilada corrente por 10min, imersos em solução reveladora de radiografias‡ e expostos à luz fluorescente por 6h (Figura 5 - E). A seguir eles foram lavados em água corrente por 2h.

* Paloma

† Dia Pump – Fanem Ltda

‡ Kodak

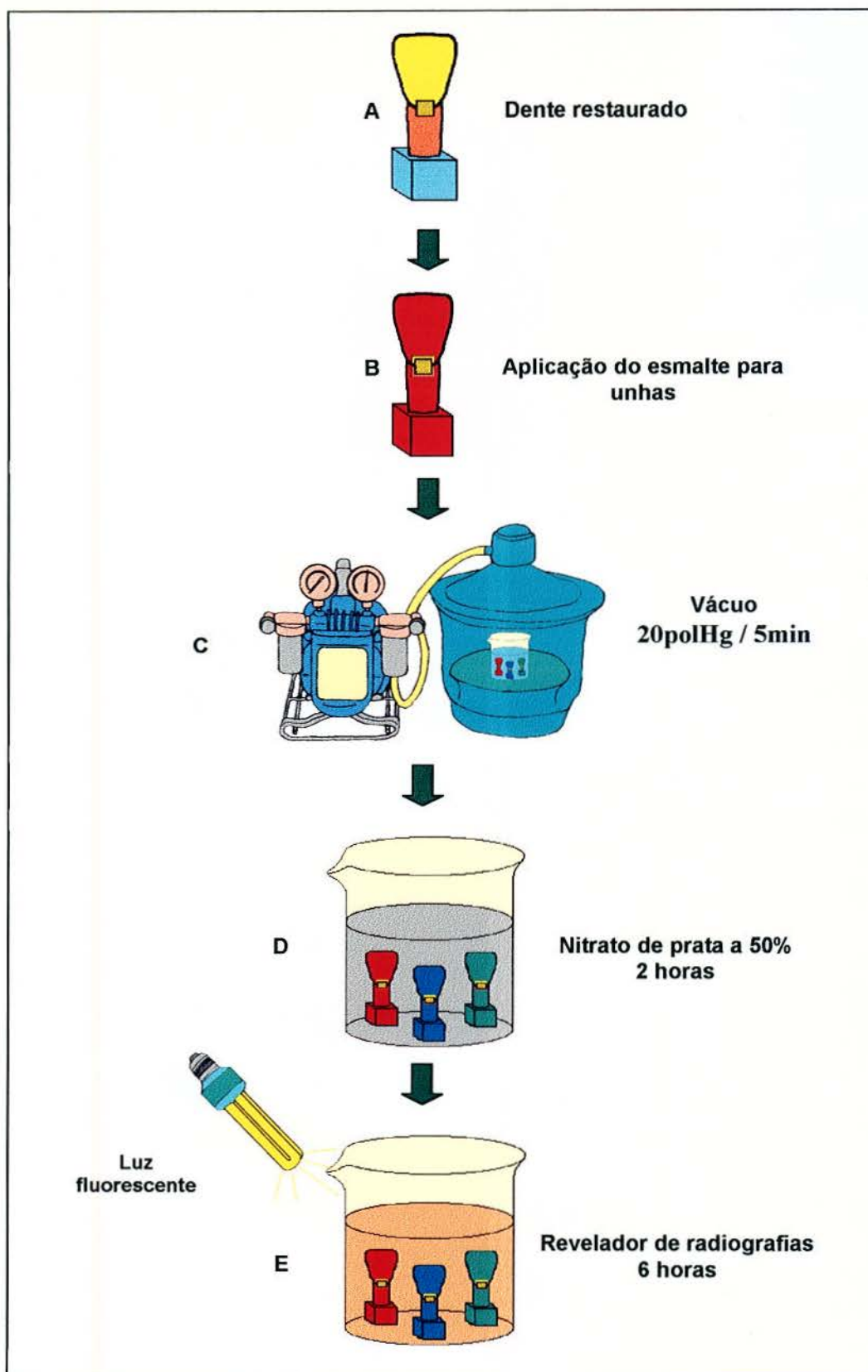


FIGURA 5 – Etapa de penetração dos elementos traçadores

4.5.2 Avaliação da microinfiltração ocorrida

Para a segunda etapa, ou seja, a avaliação da microinfiltração, os seguintes procedimentos foram realizados.

a) preparo dos espécimes e técnica de diafanização;

Em todos os espécimes, nas superfícies vestibulares das restaurações, foram confeccionadas marcações com uma ponta diamantada esférica (número 1011), de forma a identificar a que grupo pertencia cada espécime, uma vez que todos foram processados conjuntamente. Uma marca para o grupo C, duas marcas para o grupo H e três marcas para o grupo HF (Figura 6 – A). O esmalte para unhas presente na superfície dental foi então removido com lâmina de bisturi, de forma a facilitar o passo seguinte de descalcificação (Figura 6 – B).

Foram realizados cortes transversais ao longo eixo do dente, a cerca de 1mm da interface dente-restauração, acima do ângulo cavo-superficial incisal, e abaixo do ângulo cavo-superficial gengival, por meio de uma cortadeira de tecido duro em baixa velocidade, munida de um disco diamantado* (Figura 6 – C, D, E e F). A seguir foram realizados cortes longitudinais nas faces mesial e distal, por meio de discos de *carborundum* montados em torno de alta rotação†, de forma a separar a porção vestibular que continha a restauração, da parte lingual (Figura 6 – G, H, e I). O objetivo destes cortes foi eliminar as áreas que não interessavam à análise, facilitando o processamento dos espécimes e a observação da microinfiltração.

* Labout – Extec

† Nevoni

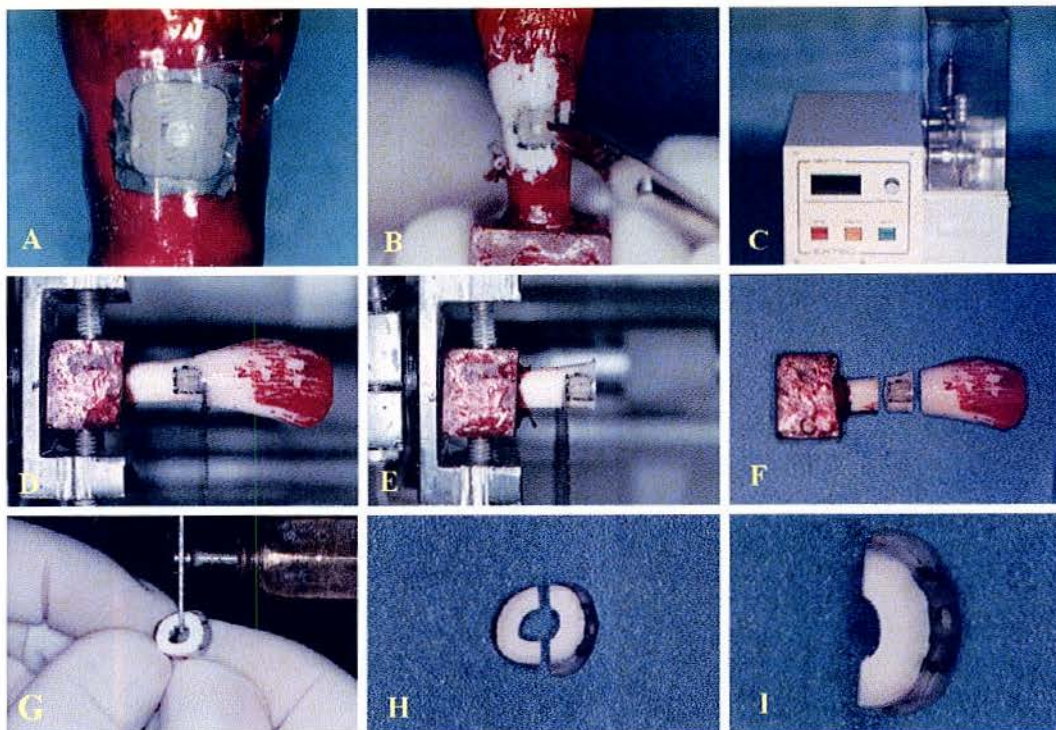


FIGURA 6 – Isolamento da restauração do restante da estrutura dental. A) identificação do espécime; B) remoção do esmalte; C) cortadeira; D) primeiro corte transversal; E) segundo corte transversal; F) cortes transversais realizados; G) cortes longitudinais; H) separação das metades vestibular e lingual; I) bloco de estrutura dental contendo a restauração

Os blocos contendo as restaurações foram imersos em solução aquosa de ácido clorídrico (HCl) a 6% (Pécora¹⁰⁶, 1999), permanecendo por cerca de três dias, sendo que a solução foi agitada três vezes por dia, e trocada diariamente (Robertson et al.¹²⁶ 1980), de forma a acelerar o processo de desmineralização (Figura 7 - C). O término da descalcificação foi determinado através de um instrumento pontiagudo, através do qual testou-se a dureza da estrutura. As amostras foram lavadas em água corrente por 2h. A seguir foi procedida a desidratação dos espécimes pela imersão numa série crescente de etanol (70%, 80%, 95%), por 4h em cada banho, terminando em três imersões sequenciais em etanol absoluto por 6h cada uma (Figura 7 - D, E, F, G). Após a desidratação foi realizada a imersão em Salicilato de Metila* para diafanização (Figura 7 - H), a qual foi seguida por uma imersão adicional em novo Salicilato de Metila, até que a transparência completa dos

* Vetec

espécimes fosse obtida, permitindo uma visão tridimensional totalmente desobstruída do remanescente opaco da restauração (Figura 7 – I).

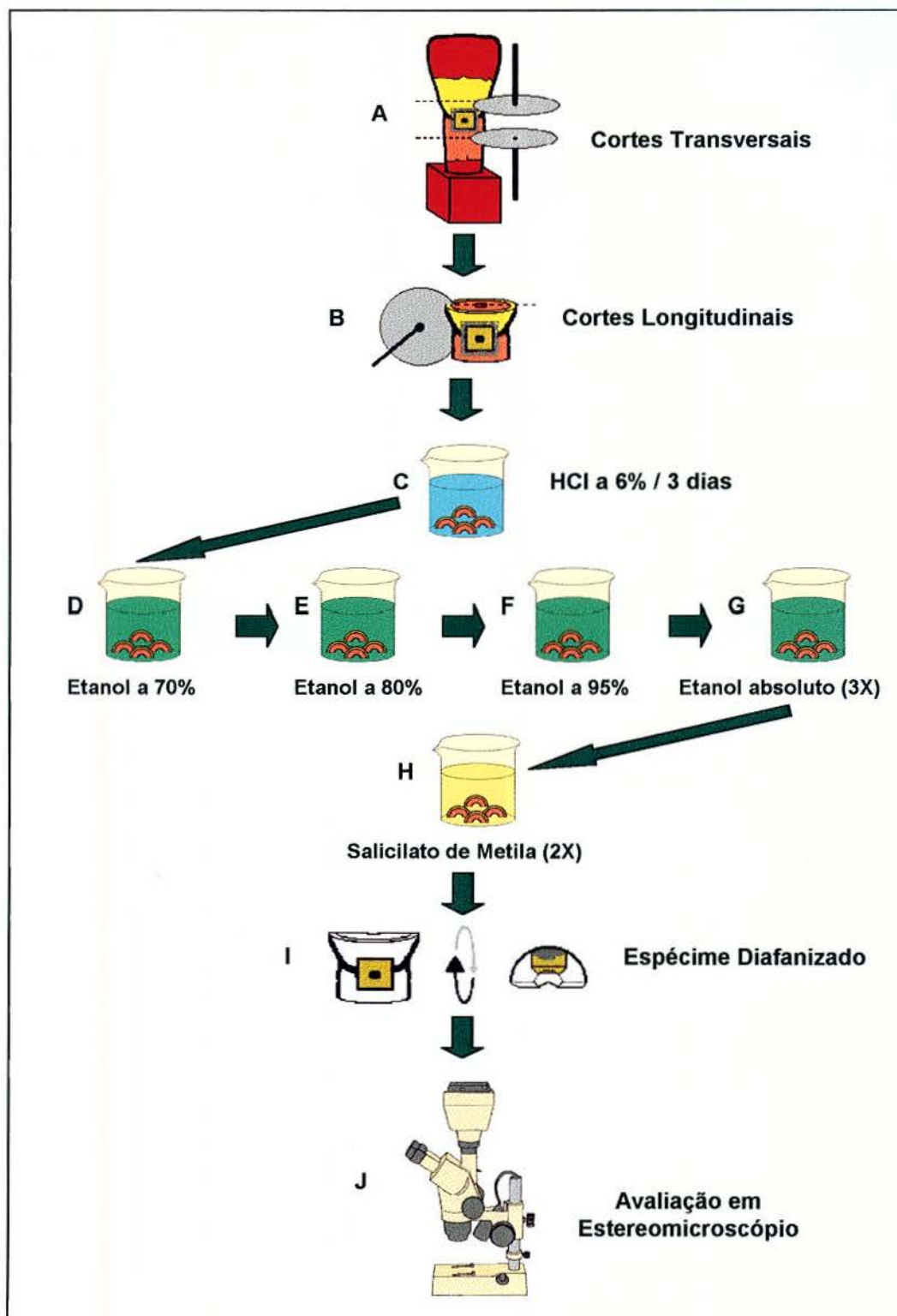


FIGURA 7 – Etapa de avaliação da microinfiltração ocorrida

b) observação dos espécimes e atribuição dos escores.

Para mensurar a microinfiltração em cada face da restauração, todos os espécimes foram afixados num suporte, de forma que a superfície a ser analisada ficasse voltada para cima (Figura 8).

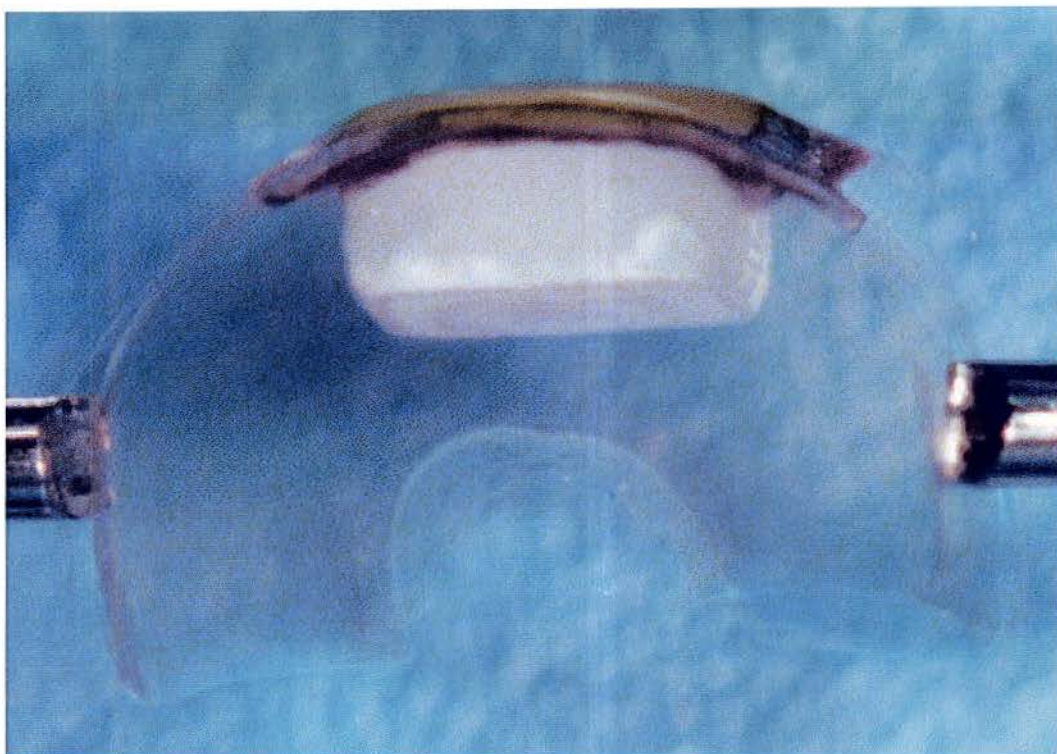


FIGURA 8 – Espécime diafanizado posicionado para observação da parede gengival.

Durante a observação, o conjunto espécime/suporte permaneceu imerso em Salicilato de Metila, dentro de uma placa de Petri, de forma a se conseguir o máximo de nitidez durante a visualização. Os espécimes foram levados a um estereomicroscópio ótico com um aumento de 25X (Figura 7 – J). A leitura da microinfiltração foi realizada em todas as paredes cavitárias por 2 examinadores calibrados e no caso de discordância, um terceiro examinador foi consultado para obtenção do resultado final.

A extensão da microinfiltração foi avaliada qualitativamente, observando-se o quão profunda a coloração enegrecida proporcionada pela prata foi capaz de alcançar. De todas as paredes circundantes,

aquela que exibiu a penetração mais profunda recebeu um escore, que representou o escore geral para aquele espécime.

Os escores aplicados na avaliação da microinfiltração foram os seguintes (Figura 9):

- 0. ausência de microinfiltração,
- 1. microinfiltração até 1/3 da extensão total de qualquer parede circundante,
- 2. microinfiltração de 1/3 a 2/3 da extensão total de qualquer parede circundante,
- 3. microinfiltração maior que 2/3 da extensão total de qualquer parede circundante, sem atingir a parede axial,
- 4. microinfiltração se estendendo para a parede axial.

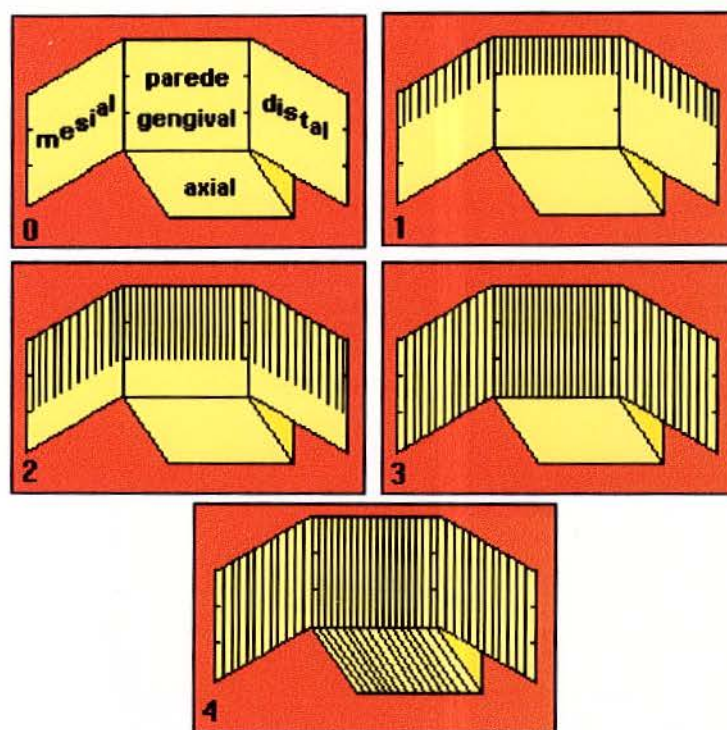


FIGURA 9 – Escores de microinfiltração. Considere que se está observando a restauração no sentido de ápical para incisal, sem a obstrução da estrutura dental. As paredes circundantes foram divididas em três segmentos, e o escore é dado pelo quão profundo os traçadores puderam alcançar (área hachurada)

Na Figura 10 podemos observar a coloração enegrecida, resultante da microinfiltração marginal, na parede gengival de um espécime que recebeu escore 2. Na Figura 11 temos uma vista da parede mesial de

outra restauração, que recebeu escore 1, evidenciando a maior microinfiltração ao nível de dentina.



FIGURA 10 – Vista da parede gengival de um espécime que recebeu escore 2. Observar a penetração mais profunda dos elementos traçadores nas regiões próximas aos ângulos diedros mesio-gengival e disto-gengival (setas)

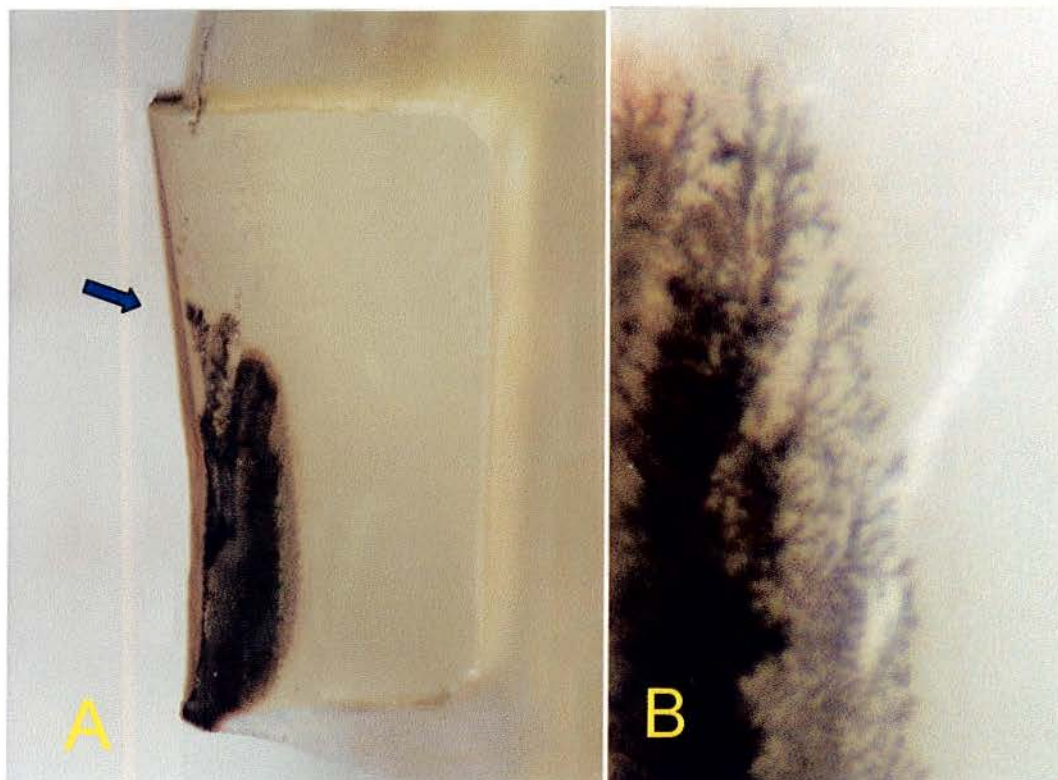


FIGURA 11 – Visão direta da parede proximal mesial de uma restauração que recebeu escore 1: A) penetração do corante apenas em nível de dentina (→ - limite amelo-cementário); B) aspecto ramificado da microinfiltração

4.6 Métodos estatísticos

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística empregando-se os testes de Kruskal-Wallis e Comparações Múltiplas, a um nível de significância de 5%, empregando-se o Programa Estatístico GMC, Versão 8.1 (Campos²⁶, 2002).

4.7 Estudo complementar por Microscopia Eletrônica de Varredura

Para fins ilustrativos, seis espécimes foram preparados para análise dos efeitos das diferentes técnicas adesivas, e observados em Microscopia Eletrônica de Varredura.

Para ilustrar o efeito dos diferentes tratamentos sobre a superfície da dentina, dois discos de dentina de ± 1 mm de espessura foram obtidos da face vestibular de incisivos bovinos, por meio de uma cortadeira de tecido duro munida de disco diamantado. Foi criada uma *smear layer* padronizada na superfície da dentina, atritando-se o espécime contra uma lixa de granulação 600, apoiada sobre uma superfície plana, durante 1min. Cada disco recebeu um tipo de tratamento (condicionamento ácido ou condicionamento ácido + desproteínização com NaOCl), de forma idêntica ao aplicado no teste de microinfiltração. A seguir os espécimes foram fixados em glutaraldeído a 2,5% em 0,1M de cacodilato de sódio por 12h a 4°C. Após a fixação, os discos foram lavados com 20ml de tampão de cacodilato de sódio a 0,1M por 1h, com três trocas, seguido por água destilada por 1min. Eles foram então desidratados numa série ascendente de etanol (25% por 20min, 50% por 20min, 75% por 20min, 95% por 30min, e 100% por 60min). Após o passo final de etanol, os

espécimes foram imersos em *hexamethyldisilazane** por 10min, para desidratação completa, colocados sobre um filtro de papel sob uma campânula de vidro, e deixado secar a temperatura ambiente (Perdigão et al.¹⁰⁷, 1995).

Para observar a interface resina-dentina, dois discos de dentina foram utilizados. Cada qual recebeu um tipo de tratamento de superfície (condicionamento ácido ou condicionamento ácido + desproteinização com NaOCl). Os dois receberam o sistema adesivo Single Bond e uma camada de resina composta fluída (Natural Flow) na superfície. Os discos foram seccionados transversalmente, por meio de um disco de *carborundum*. Uma metade de cada disco foi desprezada e a outra foi embutida em resina acrílica, sendo a interface resina-dentina polida com lixas de abrasividade decrescente (600, 1.200 e 4.000). Os espécimes foram removidos da resina acrílica e imersos em etanol absoluto dentro de um aparelho de limpeza ultra-sônica por 5min. As superfícies polidas foram tratadas com HCl a 6% por 15s, lavadas com jatos de água por 10s, e em seguida receberam a aplicação de NaOCl a 1% por 1min, sendo então novamente lavadas com jatos de água. Os espécimes foram imersos em etanol absoluto por 5min, e deixados secar completamente a temperatura ambiente.

Outra técnica para observar a interface foi o preparo dos discos de dentina como descrito acima, mas ao invés de se proceder ao seccionamento completo, apenas um sulco foi confeccionado por meio de um disco diamantado dupla face, circundando todo o espécime, sem que ele atingisse a interface. A seguir os discos receberam o mesmo tratamento descrito para observação das superfícies condicionadas. Após o término da secagem com *hexamethyldisilazane*, as duas extremidades do espécime foram seguras firmemente por meio de alicates, sendo aplicada uma força de cisalhamento de forma a promover a fratura em

* Fluka

nível do sulco pré-confeccionado. As duas metades de cada espécime foram analisadas.

Todos os espécimes foram montados em *stubs* de alumínio e submetidos à evaporação de ouro pelo processo de *sputter*, através de um aparelho Desk II*, por 2 min. A seguir eles foram observados em um Microscópio Eletrônico de Varredura†.

* Denton Vacuum

† JMS 5310 – JEOL

5 RESULTADOS

Os dados obtidos dos escores de microinfiltração podem ser observados na Tabela 1, para todos os grupos e subgrupos testados.

Tabela 1 – Escores de microinfiltração observados para todos os grupos e subgrupos

Grupo C			Grupo H			Grupo HF		
C0	C6	C12	H0	H6	H12	HF0	HF6	HF12
1	0	3	2	1	1	1	1	2
2	2	2	1	0	2	1	0	2
3	1	2	1	1	2	1	1	1
2	1	2	2	1	2	1	1	2
2	2	3	1	1	1	1	0	2
2	2	2	2	0	2	2	0	1
3	2	2	2	1	2	2	1	2
1	1	3	1	1	2	1	2	2
2	2	2	1	1	2	1	0	1
1	1	2	2	1	4	2	1	2
2	2	2	1	1	2	2	2	2
2	2	2	2	1	1	1	1	0
2	2	2	1	1	2	2	0	2
2	2	2	1	1	0	1	1	2
2	3	2	1	2	2	2	1	1
1	2	4	1	1	1	1	1	2
1	2	2	1	1	1	2	1	1
1	2	2	1	1	2	1	1	2
3	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	2	1	1	2	2	1	2

5.1 Análise estatística

Tendo em vista a existência de nove subgrupos, os quais desejamos comparar entre si, formulamos a seguintes hipóteses estatísticas:

H_0 – Não existem diferenças entre os subgrupos;

H_1 – Existem diferenças entre pelo menos dois subgrupos.

Para testar as hipóteses foi realizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis. Obtivemos um valor H de Kruskal-Wallis de 64,17, o qual, comparado ao valor 15,51 obtido na tabela do χ^2 (Siegel¹⁴², 1975) para 9-1 graus de liberdade e nível de significância de 5%, nos permite rejeitar a hipótese de nulidade, com um valor de $p = 0,00\%$.

De forma a identificar quais grupos diferiram entre si, foi empregado o teste de Comparações Múltiplas. Os resultados da comparação entre as médias dos postos podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Comparações entre as médias dos postos das amostras

Amostras comparadas	Diferenças entre as médias	Valor Crítico a 5%	Significância
C-0 x C-6	2,62	24,14	NS
C-0 x C-12	30,60	24,14	S
C-0 x H-0	34,77	24,14	S
C-0 x H-6	59,40	24,14	S
C-0 x H-12	6,42	24,14	NS
C-0 x HF-0	26,72	24,14	S
C-0 x HF-6	62,12	24,14	S
C-0 x HF-12	8,85	24,14	NS
C-6 x C-12	33,22	24,14	S
C-6 x H-0	32,15	24,14	S
C-6 x H-6	56,77	24,14	S
C-6 x H-12	3,80	24,14	NS
C-6 x HF-0	24,10	24,14	NS
C-6 x HF-6	59,50	24,14	S
C-6 x HF-12	6,22	24,14	NS
C-12 x H-0	65,37	24,14	S
C-12 x H-6	90,00	24,14	S
C-12 x H-12	37,02	24,14	S
C-12 x HF-0	57,32	24,14	S
C-12 x HF-6	92,72	24,14	S
C-12 x HF-12	39,45	24,14	S
H-0 x H-6	24,62	24,14	S
H-0 x H-12	28,35	24,14	S
H-0 x HF-0	8,05	24,14	NS
H-0 x HF-6	27,35	24,14	S
H-0 x HF-12	25,92	24,14	S
H-6 x H-12	52,97	24,14	S
H-6 x HF-0	32,67	24,14	S
H-6 x HF-6	2,72	24,14	NS
H-6 x HF-12	50,55	24,14	S
H-12 x HF-0	20,30	24,14	NS
H-12 x HF-6	55,70	24,14	S
H-12 x HF-12	2,42	24,14	NS
HF-0 x HF-6	35,40	24,14	S
HF-0 x HF-12	17,87	24,14	NS
HF-6 x HF-12	53,27	24,14	S

S = diferenças significantes; NS = diferenças não significantes

Na Tabela 3 estão sumarizados os resultados do teste de Comparações Múltiplas, sendo que os subgrupos que não diferiram estatisticamente entre si estão agrupados em conjuntos, designados por letras.

Tabela 3 – Resultados do teste de Comparações Múltiplas

Subgrupos	Médias dos postos *
HF-6	47,3 A
H-6	50,0 A
H-0	74,7 B
HF-0	82,7 B C
HF-12	100,6 D C
H-12	103,0 D C
C-6	106,8 D C
C-0	109,4 D
C-12	140,0 E

* As médias acompanhadas das mesmas letras não diferem significativamente entre si.

Na Figura 12 podemos comparar as médias dos postos para todos os grupos e subgrupos.

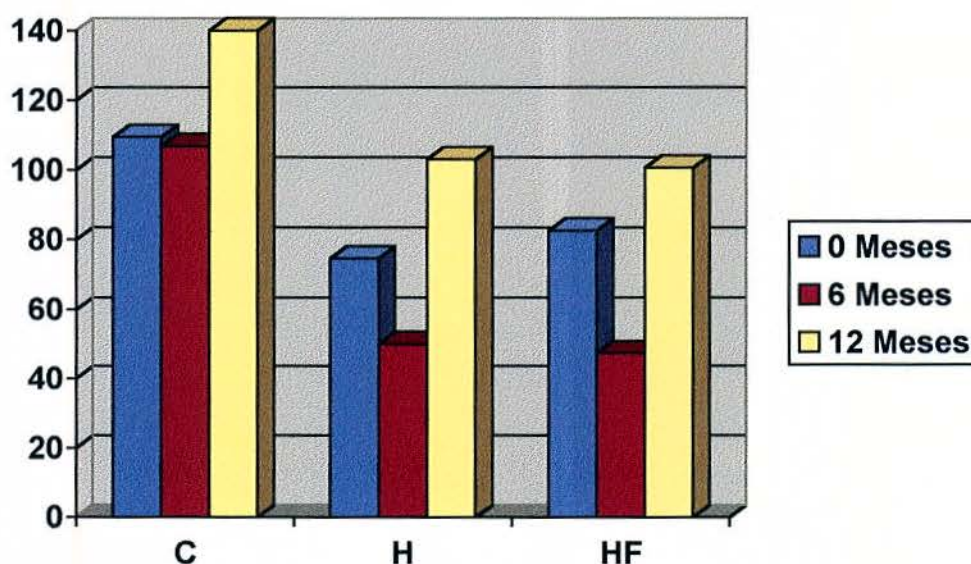


FIGURA 12 – Comparação entre as médias dos postos para os diferentes grupos e subgrupos

Para todos os intervalos de tempo de armazenagem, os grupos H e HF mostraram significativamente menos microinfiltração do que o grupo C (Tabela 3, Figura 12).

O grupo HF não exibiu diferenças estatisticamente significantes em relação ao grupo H, em qualquer intervalo de tempo (Tabela 3, Figura 12).

Comparando-se os resultados entre os subgrupos correspondentes aos diferentes tempos de armazenagem, dentro de um mesmo grupo, observamos que a armazenagem por seis meses não exerceu influências significantes no grupo C. Para os grupos H e HF foram observadas melhoras significativas no selamento marginal (Tabela 3, Figura 12).

Após 12 meses, os grupos C e H mostraram aumentos significativos na microinfiltração em relação à situação inicial. Para o grupo HF, as médias de microinfiltração não diferiram significativamente em relação à avaliação inicial, mas diferiram em relação à avaliação aos 6 meses (Tabela 3, Figura 12).

5.2 Estudo complementar por Microscopia Eletrônica de Varredura

As fotomicrografias das diferentes condições experimentais deste estudo encontram-se representadas nas Figuras 13 a 20.

Nas Figuras 13 e 14 observamos a superfície da dentina após o condicionamento ácido, e o condicionamento ácido seguido de desproteinização, respectivamente.

Nas Figuras 15 e 16 observamos a interface adesivo-dentina, utilizando-se a técnica convencional e de desproteinização, respectivamente, exposta por secção e tratamento da superfície.

Nas Figuras 17 e 18 observamos a interface adesivo-dentina, utilizando-se a técnica convencional, exposta por fratura.

Nas Figuras 19 e 20 observamos a interface adesivo-dentina, utilizando-se a técnica de desproteinização, exposta por fratura.

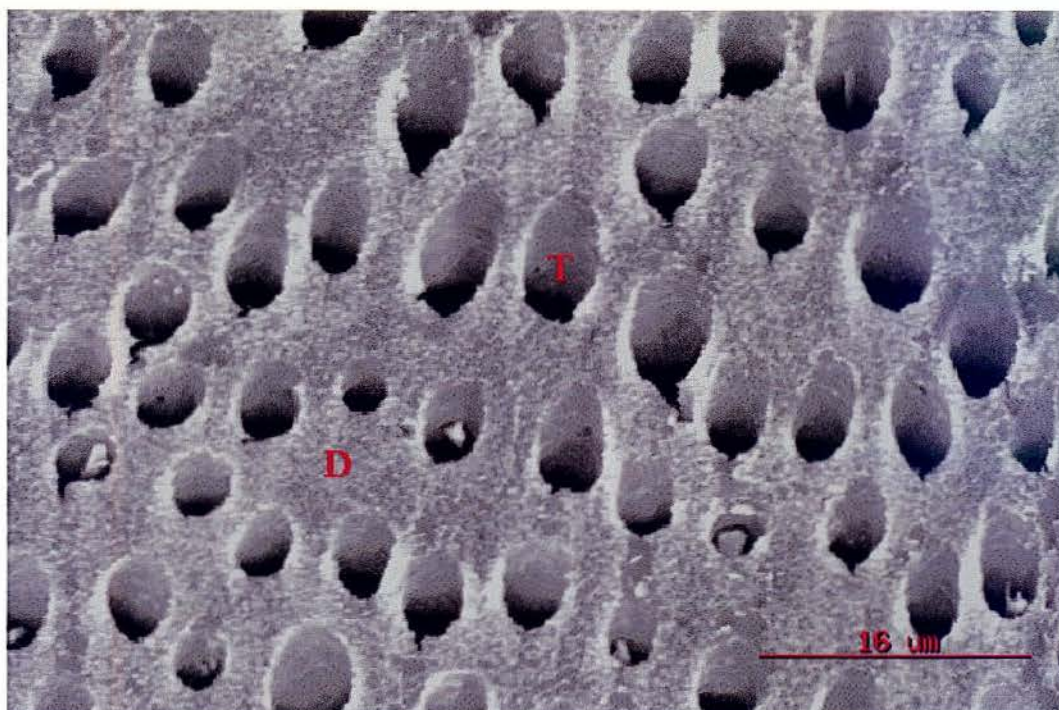


FIGURA 13 – Dentina condicionada com ácido fosfórico. T – túbulo dentinário; D – dentina intertubular. Aumento original de 2.000X

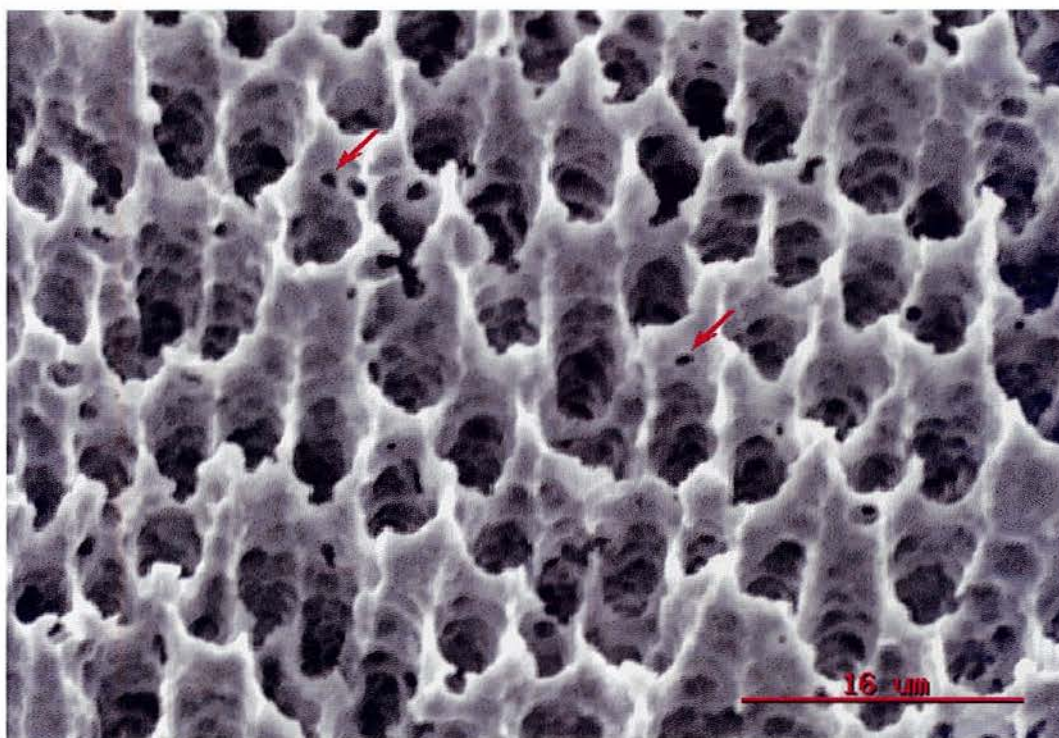


FIGURA 14 – Superfície da dentina após a desproteinização. Setas – braços laterais dos túbulos dentinários. Aumento original de 2.000X

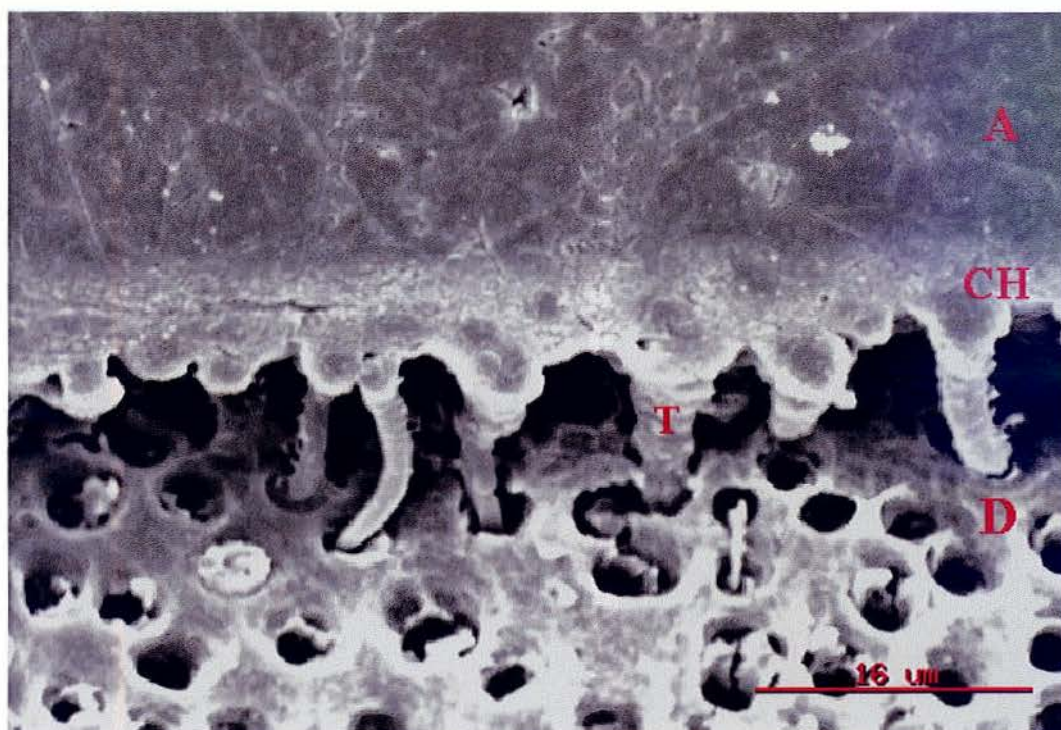


FIGURA 15 – Interface dente-restauração utilizando o Single Bond segundo as recomendações do fabricante. Espécime obtido por secção, polimento e tratamento da superfície. A – camada de adesivo; CH – camada híbrida; D – dentina; T – tag de resina. Aumento original de 2.000X

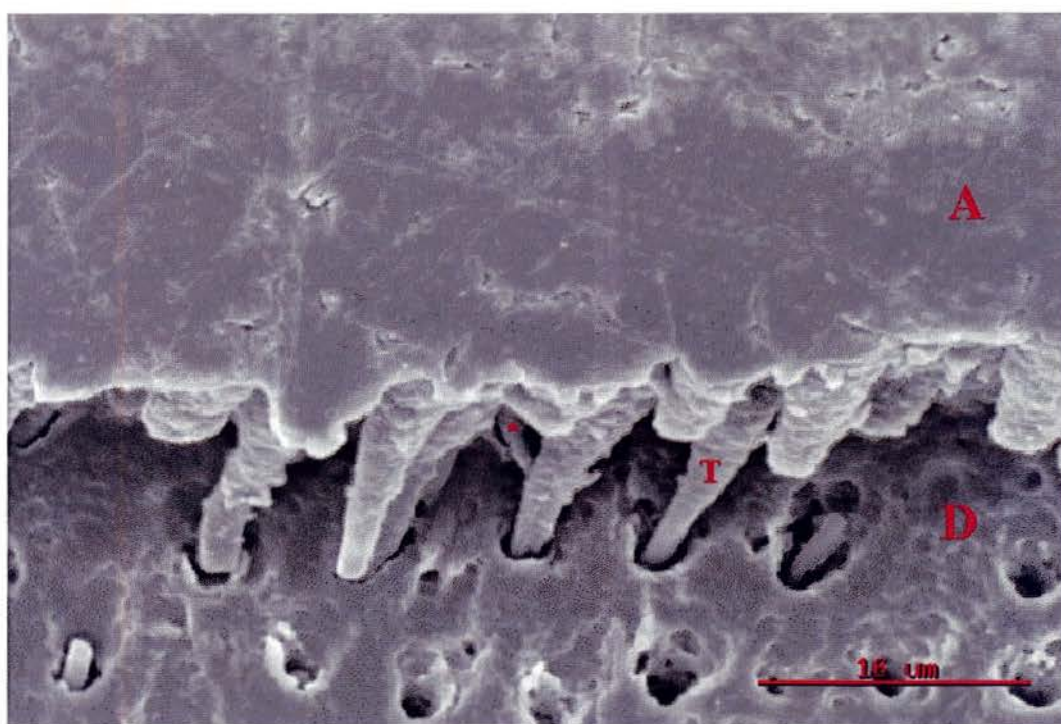


FIGURA 16 – Interface dente-restauração após desproteinização. Espécime obtido por secção, polimento e tratamento da superfície. A – camada de adesivo; D – dentina; T – tag; * - microtag. Aumento original de 2.000 X

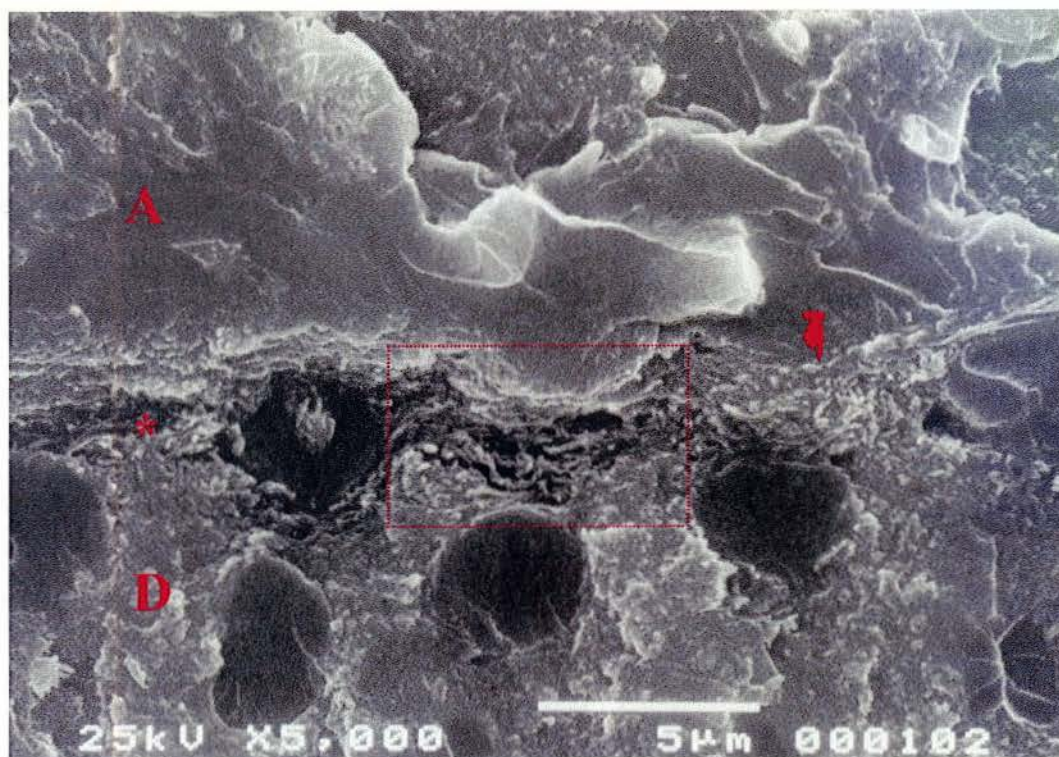


FIGURA 17 – Interface adesivo-dentina utilizando-se a técnica convencional, exposta por fratura. A – adesivo; * – camada híbrida porosa; D – dentina; ← - região com ausência de porosidade. Aumento original de 5.000X

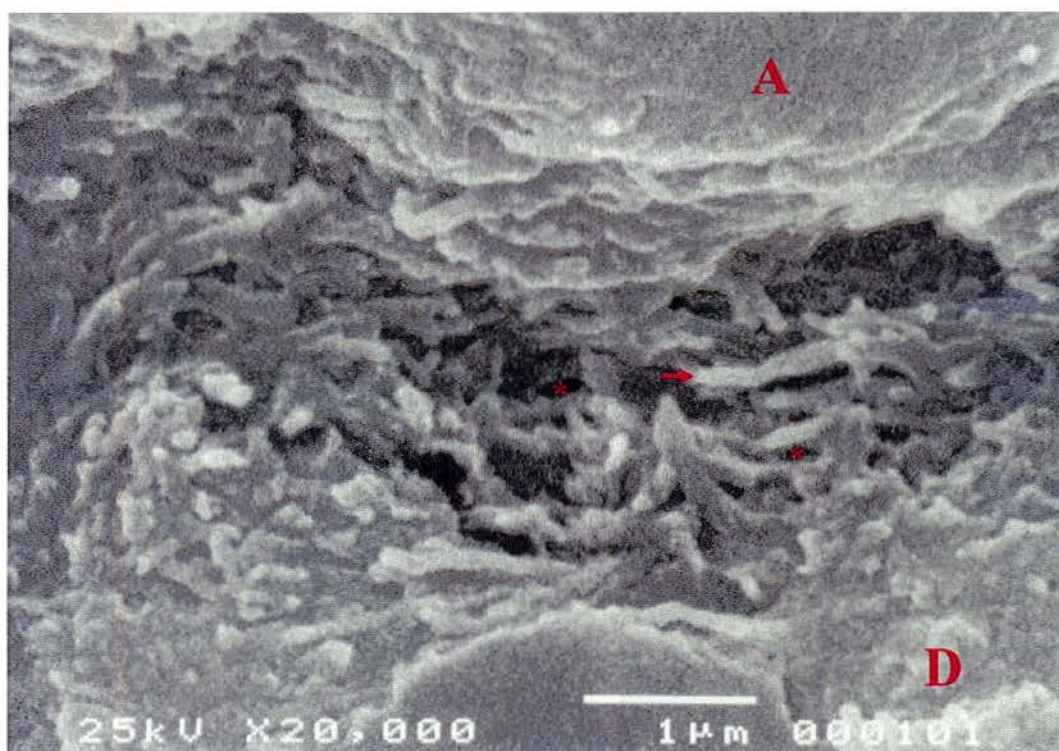


FIGURA 18 – Grande aumento da área demarcada na Figura 17. A – adesivo; D – dentina; →fibra colágena; *vazios. Aumento original de 20.000X

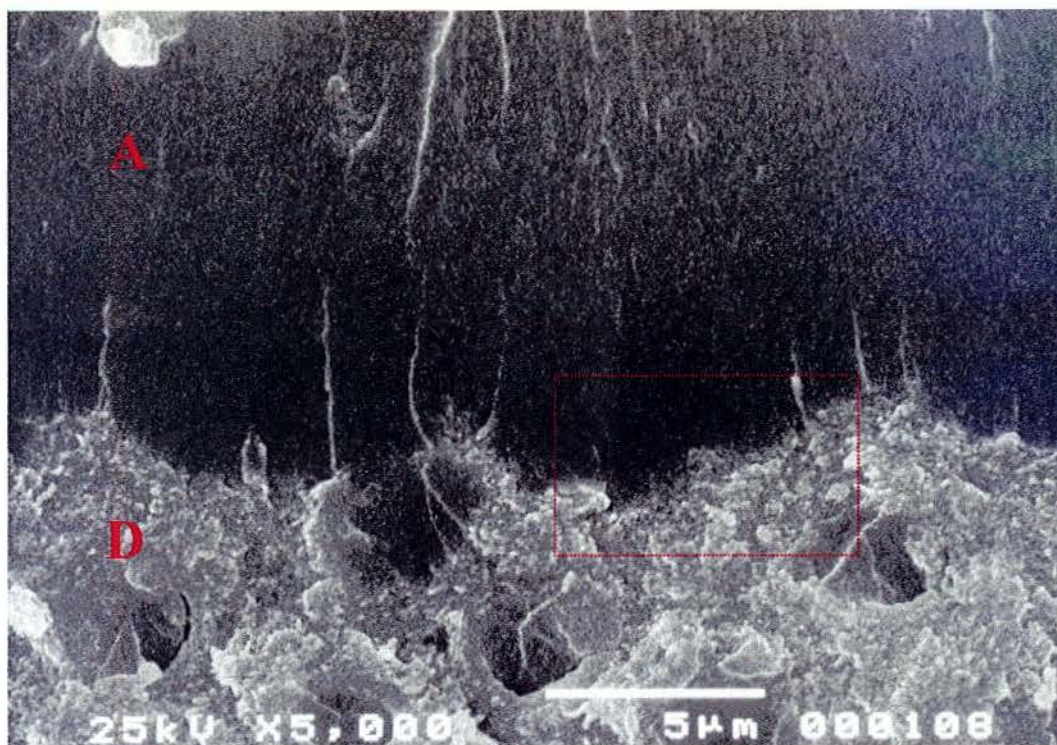


FIGURA 19 – Interface adesiva de um espécime desproteinizado exposta por fratura. Perfeita adaptação e completa ausência de porosidade. A – adesivo; D - dentina. Aumento original de 5.000X



FIGURA 20 – Grande aumento da área demarcada na Figura 19. Total ausência de porosidade. A – adesivo; D – dentina. Aumento original de 20.000X

6 DISCUSSÃO

6.1 Da metodologia

A obtenção de um selamento marginal hermético das margens das restaurações é um objetivo a muito buscado na Odontologia (Tay et al.¹⁵⁶, 1995; Vargas et al.¹⁶⁷, 1997; Russel & Mazer¹²⁷, 1998). Podemos considerar que o resultado da técnica adesiva depende de uma inter-relação entre adesão e estresse. Se a adesão puder resistir ao estresse, a técnica restauradora pode ter sucesso. Caso contrário, a integridade marginal estará comprometida (Feilzer et al.³⁹, 1990).

Sabemos que a presença de fendas ou defeitos marginais se constitui num caminho livre para a penetração dos microrganismos patogênicos presentes na cavidade bucal, assim como suas toxinas, ácidos, enzimas, pigmentos e demais substâncias nocivas (Phrukkanon et al.¹¹³, 2000). Estas imperfeições marginais podem levar a cáries recorrentes, patologias pulpares, sensibilidade pós-operatória e manchamentos marginais, diminuindo desta forma a longevidade das restaurações (Wakabayashi et al.¹⁶⁹, 1994; Gwinnett et al.⁶¹, 1995; Tay et al.¹⁵⁶, 1995; Russel & Mazer¹²⁷, 1998; Youngson et al.¹⁷⁸, 1999). Quando empregamos as resinas compostas, materiais que sofrem uma contração de polimerização, a possibilidade de formação das fendas marginais está sempre presente (Gwinnett et al.⁶¹, 1995).

Com o advento da técnica do condicionamento ácido do esmalte (Buonocore²³, 1955) e da dentina (Fusayama et al.⁴⁷, 1979), e o surgimento dos adesivos hidrofílicos que culminaram com a técnica da

hibridização (Nakabayashi et al.⁹⁹, 1982), grandes avanços ocorreram em relação a adesividade à estrutura dental. Todavia, a qualidade marginal das restaurações ainda deixa a desejar (Staninec et al.¹⁴⁷, 1995). Wakabayashi et al.¹⁶⁹ (1994) comentaram que a qualidade da adesão entre dentina e resina tem influência direta sobre o prognóstico das restaurações. Segundo Chan³² (1997), o atual desafio da Dentística é desenvolver um sistema adesivo que proporcione uma força de união confiavelmente alta entre a resina e a dentina, similares às aquelas obtidas entre a resina e o esmalte condicionado.

Nós sabemos que a adesão à dentina é um desafio pois, diferente do esmalte que é um substrato fácil de secar, ela é um substrato vital e úmido, devido à conexão dos túbulos com a polpa. Além disso, o esmalte é essencialmente mineral, enquanto a dentina possui grande porcentagem de matéria orgânica (Marshaw Júnior et al.⁸⁶, 1997).

Na tentativa de se determinar a eficiência de um material e/ou técnica restauradora, os estudos avaliando a microinfiltração marginal tornaram-se muito populares. Porém, as metodologias empregadas em muitos trabalhos apresentam deficiências.

Grande parte das metodologias incluem a utilização de corantes hidrossolúveis, como elementos demarcadores dos defeitos marginais. Durante o seccionamento dos espécimes, feito com irrigação, um processo de lixiviação pode ocorrer, espalhando o corante e levando-o até áreas que ele não seria capaz de chegar via defeitos marginais, dificultando a real avaliação de sua penetração (Wu et al.¹⁷³, 1983).

Para contornar este problema, em nosso estudo, fizemos uso da solução de nitrato de prata segundo a técnica descrita por Wu et al.¹⁷³ (1983). Este método se baseia na penetração seqüencial de dois traçadores químicos incolores, a solução de nitrato de prata e um revelador fotográfico orgânico. Na forma de solução, o sal de nitrato de prata é capaz de penetrar nos defeitos interfaciais e, no momento desejado, ser reduzido pelo revelador ao estado elemental de prata

metálica, resultando num precipitado negro e insolúvel que não pode ser removido e nem se difundir (Tay et al.¹⁵⁶, 1995), mesmo permanecendo muito tempo imerso em água (Wu et al.¹⁷³, 1983). Desta forma, o caminho percorrido pelos traçadores não pode ser alterado pelos passos seguintes, evitando os artefatos de técnica e dando maior confiabilidade ao método empregado.

Poderia ser argumentado que a prata, por possuir um raio iônico extremamente pequeno, de 0,059nm, sendo muito menor que uma bactéria típica (0,5 – 1,0µm), seria capaz de penetrar em espaços onde nunca uma bactéria alcançaria (Pintado & Douglas¹¹⁴, 1988). Todavia, a prata apenas será reduzida, e portanto tornar-se-á visível, se a molécula do revelador for capaz de alcançá-la. A deposição de prata metálica é portanto a representação do alcance da solução reveladora. Sabemos que a molécula orgânica do revelador, tal como a benzeno 1,4-diol hidroquinona, tem um diâmetro maior que o das bactérias (Taylor & Lynch¹⁵⁸, 1992; Tay et al.¹⁵⁶ 1995).

Outra questão é a presença de ar aprisionado nas possíveis fendas marginais. Durante as fases de polimento das restaurações e impermeabilização das superfícies com esmalte para unhas, os espécimes sofrem um ressecamento, fazendo com que as fendas marginais, caso existam, fiquem preenchidas por ar (Gale & Darvell⁴⁹, 1999). Schnell¹³⁹ (1978) e Ford⁴² (1979), sugeriram que a penetração de corantes em pequenos espaços pode ocorrer por forças de capilaridade. Tal ação é criada pela pressão de colapso na interface ar líquido. Contudo, a força de capilaridade é modificada pelo fato do lúmen capilar ser fechado de um lado. A menos que o ar aprisionado seja removido, a penetração do corante por forças de capilaridade pode não ocorrer além do ponto onde o balanço é obtido entre a pressão de colapso e a pressão exercida pelo ar aprisionado (Spangberg et al.¹⁴⁶, 1989).

Spradling & Senia¹⁴⁸ (1982) e Spangberg et al.¹⁴⁶ (1989) observaram que mesmo quando o lúmen do capilar está aberto de ambos

os lados, a penetração do corante ainda é incompleta. Este problema só é resolvido quando o vácuo é utilizado para remover o ar aprisionado, ou o capilar é preenchido com água antes da imersão no corante. Estes autores lançam dúvidas sobre qualquer estudo de utilização de corante que não levam em consideração um meio de remover o ar antes da imersão na solução demarcadora dos defeitos marginais.

Gale & Cheung⁴⁸ (1993) recomendaram a utilização do vácuo previamente a imersão nos elementos traçadores, como um passo da técnica para avaliar a microinfiltração em restaurações de resina composta.

Para evitar esta variável em nosso estudo, após a impermeabilização com esmalte para unha os espécimes foram imersos em água destilada e submetidos ao vácuo, numa atmosfera negativa de 20polHg por 5min, de forma a remover o ar aprisionado. Somente então eles foram levados às soluções contendo os elementos traçadores.

Um fato muito importante é que a microinfiltração marginal não é homogênea em todas as margens cavitárias (Youngson¹⁷⁷, 1992; Tay et al.¹⁵⁶⁻⁷, 1995). Segundo Gwinnett et al.⁶¹ (1995), podem existir áreas localizadas de forte adesão junto com regiões não aderidas, com pronunciada microinfiltração, que são susceptíveis a passagem de fluidos orais. Nas metodologias tradicionais, uma única secção era realizada, passando pelo centro da restauração. Caso a penetração máxima do corante coincidisse com o ponto da secção, o escore atribuído estaria correto. Caso contrário, o avaliador inconscientemente poderia atribuir um escore mais favorável a uma restauração deficiente, resultando em conclusões errôneas (Tay et al.¹⁵⁶, 1995). Independentemente do nível de sofisticação das medições e da análise estatística aplicada, um problema maior existe com a interpretação destes resultados pela inabilidade de se revelar um enigma tridimensional por inferência a partir de uma imagem bidimensional, tal como a proporcionada por uma secção transversal ou longitudinal (Taylor & Lynch¹⁵⁸, 1992; Youngson¹⁷⁷, 1992; Tay et al.¹⁵⁶, 1995; Gwinnett et al.⁶⁰, 1996).

Tentando-se contornar este problema foi proposto o seccionamento múltiplo das restaurações, visando aumentar o número de áreas avaliadas (Dejou et al.³⁸, 1996; Youngson¹⁷⁷, 1992). Porém, as paredes proximais, em virtude do sentido do corte, ainda permaneciam não avaliadas. Além disso, expressar o grau de microinfiltração como um escore numerado, uma medição calibrada ou uma porcentagem do comprimento total da cavidade ao longo de uma superfície seccionada pode ser afetado pela posição ou ângulo de seccionamento (Taylor & Lynch¹⁵⁸, 1992; Tay et al.¹⁵⁶, 1995).

Foi proposta também remoção cuidadosa da restauração com brocas, de forma a se observar todas as paredes da cavidade. Porém, trata-se de um procedimento muito difícil e demorado, e não permite a visualização da infiltração que penetra pelos túbulos dentinários em direção a polpa (Hilton et al.⁶⁵, 1997). Garcia-Godoy & Finger⁵⁰ (1993) testaram o seccionamento múltiplo dos espécimes, seguido por remoção das restaurações por meio de uma pinça. Seus resultados mostraram que o método tradicional, com a restauração em posição, não detecta a exata localização da microinfiltração em 75% dos casos.

Gale & Cheung⁴⁸ (1993) propuseram a técnica de reconstrução tridimensional da restauração, através de imagens digitalizadas. Esta técnica mostrou-se bastante eficiente em revelar as peculiaridades da microinfiltração. Todavia, é bastante trabalhosa e exige equipamentos sofisticados.

Uma técnica estereoscópica bastante interessante, conhecida como diafanização, a muito tempo vêm sendo utilizada em estudos de anatomia e endodontia para avaliar a morfologia do sistema de canais radiculares. Proposta por Spaltholz em 1906 para estudos de anatomia, ela foi inicialmente aplicada na odontologia por Prinz¹¹⁹ (1913), que diafanizou mandíbulas humanas para observar o nervo alveolar inferior, conforme citação de Pécora¹⁰⁶ (1999). Esta técnica foi então adaptada para avaliação da microinfiltração em obturações de canais radiculares

(Robertson et al.¹²⁶, 1980). Fazendo uso de um corante insolúvel em água, a tinta Nanquim, os dentes eram descalcificados e diafanizados, permitindo uma visão desobstruída de toda a penetração do corante.

Marinelli & Eickemiller⁸⁴ (1993), Tay et al.¹⁵⁶⁻⁷ (1995) e Hilton & Ferracane⁶⁴ (1999) utilizaram a técnica de diafanização para avaliar a microinfiltração marginal em restaurações de resina composta, utilizando o nitrato de prata. Além de relativamente simples, esta metodologia é bastante precisa, devido à facilidade na atribuição dos escores e a possibilidade de se inspecionar, com total nitidez, todas as paredes cavitárias.

Marinelli & Eickemiller⁸⁴ (1993) e Gwinnett et al.⁶¹ (1995), comparando várias técnicas de avaliar a microinfiltração, concluíram que a técnica convencional de seccionamento único parece subestimar a extensão total da microinfiltração em relação aos métodos estereoscópicos. Por estes motivos nós optamos, neste estudo, pela utilização do método estereoscópico da diafanização.

Segundo Younson et al.¹⁷⁸ (1999), uma limitação da técnica de diafanização é a dissolução do esmalte dental. Contudo, foi observado que a impregnação da prata pode permanecer sobre a superfície da resina composta recém-exposta. Assim, esta informação não é perdida. Segundo Tay et al.¹⁵⁶ (1995), embora este método de diafanização não seja sensível a microinfiltração que ocorre dentro do esmalte, traços de depósitos de prata podem ser observados ao longo da superfície onde o esmalte foi dissolvido e qualquer infiltração abaixo da junção dentina-esmalte, para a dentina subjacente, pode ser prontamente observada.

Com relação a utilização dos dentes bovinos em nossa pesquisa, isto deve às dificuldades na obtenção de dentes humanos em quantidade suficiente e em condições semelhantes e adequadas, além dos aspectos éticos e legais de sua aplicação.

Estudos de histoquímica e anatomia comparada revelaram que os dentes de todos os mamíferos são essencialmente similares (Nakamichi

et al.¹⁰⁰ 1983). Nakamichi et al.¹⁰⁰ (1983) avaliaram a resistência adesiva ao esmalte e dentina, humana e bovina, com diferentes materiais. Eles não observaram diferenças significantes na adesão à dentina superficial com qualquer dos materiais testados. Por MEV, eles constataram que a dentina superficial de dentes humanos e bovinos mostraram aspectos similares, antes e após o condicionamento ácido. Fowler et al.⁴⁴ (1992) afirmaram que os dentes bovinos são substitutos adequados aos dentes humanos em testes de adesão. Kavaguti et al.⁷⁴ (2001) compararam a resistência adesiva ao esmalte de dentes humanos e bovinos, utilizando o Single Bond, não obtendo diferenças significativas. Resende & Gonçalves¹²² (2001) observaram comportamento semelhante entre dentes humanos e bovinos em relação à microinfiltração marginal.

Por outro lado, Anido et al.⁴ (2001) compararam a resistência adesiva à dentina humana e bovina, em diferentes profundidades. Eles observaram que, comparado-se as mesmas profundidades, a dentina humana resultou em valores mais elevados. Retief¹²³ (1991) afirmou que a distribuição tubular na dentina bovina é mais compacta que na humana. Moriwaki et al.⁹³ (1968) relataram que o esmalte bovino possui grãos cristalinos maiores e mais defeitos na grade cristalina em relação aos dentes humanos, visto que os dentes bovinos desenvolvem-se mais rapidamente.

Nós consideramos que, embora possam existir algumas diferenças estruturais entre os dentes bovinos e humanos, podendo resultar em algumas variações nos valores obtidos nas mensurações, eles ainda apresentam diversas vantagens: os dentes bovinos podem ser obtidos prontamente e em quantidade suficiente no momento em que se desejar, diferente dos dentes humanos, nos quais a coleta pode ser demorada, podendo os espécimes não apresentar as mesmas características de preservação no momento da utilização. Além disso, os dentes bovinos são coletados de animais com idades semelhantes, permitindo uma maior padronização nas características de maturação da estrutura dental.

Em nosso estudo, levando em consideração que desejamos comparar diversas técnicas entre si, e utilizamos o mesmo substrato em todos os grupos, acreditamos que, embora os valores obtidos possam variar dos que seriam constatados com os dentes humanos, esta variação ocorre em conjunto, podendo os resultados em termos comparativos servir como uma projeção do comportamento destas técnicas nos dentes humanos.

Quanto ao meio de armazenagem no qual os espécimes permanecem imersos nos estudos de durabilidade, eles devem ser bem controlados. O crescimento bacteriano precisa ser inibido e o pH da água precisa ser monitorado, visando comparar os resultados entre os espécimes testados nos diferentes períodos de tempo (Burrow et al.²⁴, 1996). Para Burrow et al.²⁴ (1996), uma diminuição do pH pode causar a descalcificação do dente, não diferente daquela observada nas soluções usadas para criar cáries artificiais. As bactérias podem também liberar enzimas na solução, que podem afetar a resina ou a base da camada híbrida. Os ácidos e as enzimas liberados pelas bactérias podem realizar uma degradação do colágeno dentinário. Fotos et al.⁴³ (1990) observaram o crescimento bacteriano nas soluções de armazenagem. As bactérias e seus subprodutos podem levar a alterações de pH, e suas enzimas hidrolíticas, proteolíticas e outros metabólitos, podem interferir com a matriz resinosa e com a dentina (Burrow et al.²⁵, 1993).

Visando controlar este problema, Fotos et al.⁴³ (1990), Burrow et al.²⁵ (1993), Burrow et al.²⁴ (1996) e Li et al.⁸³ (2001) adicionaram ao seu meio de armazenagem a azida sódica, um antimicrobiano, o qual foi capaz de inibir a proliferação microbiana e as alterações de pH. Em nosso estudo, no qual utilizamos a azida sódica a 0,4% e o pH da solução de armazenagem foi monitorado mensalmente, não constatamos variações expressivas em nenhum período.

6.2 Dos resultados

O método da diafanização selecionado para o estudo nos permitiu uma visualização tridimensional da penetração do corante, sendo que na Figura 10, temos uma visão direta da parede gengival de uma restauração. Podemos constatar diferenças na microinfiltração do elemento traçador, com áreas onde a penetração pela prata foi mais profunda, nas regiões mais próximas aos ângulos diedros mésio-gengival e disto-gengival. Mixson et al.⁹⁰ (1991), utilizando uma técnica de múltiplas secções, relataram que o grau de microinfiltração pode ser mais extremo nas áreas mais próximas aos ângulos com as paredes proximais do que nas regiões mais centrais da parede gengival. Os resultados de Mixson et al.⁹⁰ (1991) vem de encontro ao que nós observamos na Figura 10. Segundo eles, isto pode ser resultado da contração de polimerização da resina composta em direção das paredes verticais de preparos tipo caixa.

Na Figura 11-A podemos ter uma vista da microinfiltração ocorrendo na parede proximal mesial de uma das restaurações realizadas neste estudo, numa visão direta, no sentido mésio-distal. Esta é uma região inacessível às avaliações tradicionais de microinfiltração. Ao nível da parede gengival deste mesmo espécime, nenhuma penetração foi evidente, demonstrando a necessidade de se inspecionar todas as paredes circundantes. Hilton et al.⁶⁵ (1997) e Hilton & Ferracane⁶⁴ (1999) também observaram que algumas vezes a penetração do traçador ao nível das paredes proximais pode ser mais intensa do que na parede gengival.

Nós constatamos também a maior eficiência da adesão ao esmalte em conter a microinfiltração. Na Figura 11-A podemos observar a presença da microinfiltração ocorrendo a partir da região correspondente ao limite amelo-cementário (seta) e se estendendo por toda a interface no

sentido da parede axial. Em contraste, na região correspondente ao ângulo cavo-superficial envolto por esmalte, nota-se a completa ausência de microinfiltração. O selamento marginal mais eficiente ao nível de esmalte também foi observado por Gwinnett et al.⁶¹ (1995), Schimith & Van Sint Jan¹³⁸ (1997), Mazer & Russel⁸⁷ (1998), Braga et al.²⁰ (1999), Miranda et al.⁸⁹ (1999), Aguilera et al.¹ (2000) e Chain et al.³¹ (2000). Staninec et al.¹⁴⁹ (1995) observaram a completa ausência de fendas interfaciais ao nível do esmalte. Todas as fendas observadas estavam na interface resina/dentina.

Na Figura 11-B podemos observar o padrão de difusão dos traçadores na interface. Nota-se que não ocorre uma penetração homogênea, mas como se ele penetrasse por inúmeros microdefeitos que se intercomunicam, resultando num aspecto ramificado.

Em nosso estudo, a técnica de remoção do colágeno (grupos H e HF) proporcionou um selamento marginal significativamente melhor do que a técnica convencional (grupo C), em todos os períodos avaliados (Tabela 3, Figura 12).

Estes resultados são semelhantes aos de Wakabayashi¹⁶⁸ (1993) e Campos et al.²⁷ (1999) que também observaram melhoras significantes no selamento marginal após a desproteção. Pioch et al.¹¹⁶ (2001) observaram a total eliminação da nanoinfiltração após a remoção do colágeno dentinário, enquanto Blunck et al.¹⁶ (1997) observaram uma diminuição na formação de fendas marginais.

Uma possível explicação para estes resultados são as alterações morfológicas produzidas no substrato dentinário ácido-condicionado com a aplicação do hipoclorito de sódio, conforme pode ser observado comparando-se as Figuras 13 e 14.

Na Figura 13 observamos a superfície dentinária após o condicionamento com gel de ácido fosfórico a 35%. Podemos notar que a *smear layer* foi completamente removida, abrindo os túbulos e expondo a rede de fibras colágenas. A aparência granular da superfície da dentina

intertubular se deve a deposição de sílica, utilizada como espessante do gel de ácido fosfórico, semelhante aos relatos de Perdigão et al.¹⁰⁸ (1999).

Após a aplicação do NaOCl a 10% sobre a dentina ácido-condicionada, observamos a remoção da rede colágena, resultando numa superfície extremamente rugosa, com evidências de aumento da área de superfície (Figura 14). Resultados semelhantes foram observados por Gwinnett⁵⁷⁻⁸ (1994), Wakabayashi et al.¹⁶⁹ (1994), Pioch et al.¹¹⁵ (1999) e Phrukkanon et al.¹¹³ (2000).

Inai et al.⁶⁷ (1998) comentaram que o aumento da rugosidade de superfície pela desproteinização pode contribuir para aumentar a resistência adesiva, devido ao aumento da retenção mecânica. Para Pioch et al.¹¹⁵ (1999), a zona de interação do adesivo com a camada parcialmente desmineralizada e desproteinizada pode proporcionar retenção à resina, embora ela tenha uma espessura bastante reduzida.

Sakae et al.¹³⁴ (1988) e Tsuda et al.¹⁶⁴ (1996), por análise da composição da dentina após o tratamento com NaOCl a 10%, observaram a eficiência do hipoclorito de sódio na remoção do colágeno. Eles constataram que, do ponto de vista cristalográfico, os cristais de dentina tratados com NaOCl mostraram-se similares aos cristais de esmalte. A aplicação do NaOCl após o ácido fosfórico pode ser realizada para fazer a dentina tornar-se similar ao esmalte condicionado com respeito a composição química, isto é, rico em hidroxiapatita (Tanaka & Nakai¹⁵³ 1993).

Segundo Toledano et al.¹⁶² (1999), o hipoclorito de sódio é um agente proteolítico não específico que remove efetivamente os componentes orgânicos a temperatura ambiente. A aplicação do NaOCl pode eliminar qualquer contribuição do colágeno para a retenção micromecânica da zona de interdifusão (Armstrong et al.⁹, 1998).

De acordo com Perdigão et al.¹⁰⁸ (1999), a desproteinização diminuiu a área de dentina intertubular exposta quando comparada à dentina ácido-condicionada, conseqüentemente aumentando a área

ocupada pelas aberturas tubulares. Os túbulos largos visualizados na dentina desproteinizada podem permitir que mais resina alcance o substrato mineral da dentina, aumentando teoricamente a resistência adesiva.

Pioch et al.¹¹⁵ (1999) observaram que os *tags* de resina foram mais largos em diâmetro após o tratamento com NaOCl, permitindo inclusive que partículas de carga da resina composta penetrassem em seu interior, reforçando-os. Vargas et al.¹⁶⁷ (1997) e Inai et al.⁶⁷ (1998) observaram para os grupos tratados com NaOCl a ausência de fendas interfaciais e uma maior quantidade de anastomoses tubulares preenchidas por resina, além de uma penetração mais profunda de resina nos túbulos. Eles concluíram que isto pode estar relacionado com sua alta resistência adesiva.

Nas Figuras 15 e 16 observamos a interface adesiva, exposta por meio de seccionamento, após a utilização da técnica convencional e da desproteinização, respectivamente. Comparando-se estas Figuras podemos observar as diferenças nas bases dos *tags*. Para a dentina apenas condicionada com ácido (Figura 15), os *tags* foram mais finos, enquanto que para a dentina desproteinizada (Figura 16), os *tags* foram mais largos e exibiram um aspecto mais afunilado.

Na Figura 14 podemos constatar também a abertura de inúmeros braços laterais dos túbulos dentinários ou túbulos laterais secundários (setas), de forma semelhante aos relatos de Ciuchi et al.³⁶ (1994), Wakabayashi¹⁶⁸ (1993), Uno & Finger¹⁶⁵ (1995), Gwinnett et al.⁶⁰ (1996), Chersoni et al.³⁴ (1997), Perdigão et al.¹⁰⁸ (1999), Phrukanon et al.¹¹³ (2000) e Pioch et al.¹¹⁵ (1999).

Devido a uma maior rugosidade da superfície e a abertura de um grande número de braços laterais, a quantidade de *microtags* se embricando com o substrato mineral aumenta. Na Figura 16 podemos observar um *microtag* (asterisco) formado pela penetração de adesivo num braço lateral do túbulo aberto após a desproteinização.

Segundo Perdigão et al.¹⁰⁷ (1995), os braços laterais dos túbulos podem contribuir para a resistência adesiva. Para Ferrari & Davidson⁴⁰ (1996), os braços laterais aparecem somente na primeira parte dos túbulos, onde a forma é cônica como resultado da dissolução da dentina peritubular. Portanto, eles podem aumentar a resistência adesiva devido ao fato de estarem situados bem próximos a interface adesiva. Chappell et al.³³ (1994) concluíram em seu estudo que a penetração dos monômeros adesivos nos canais laterais dos túbulos produz uma estrutura tridimensional que se assemelha a uma rede interconectada de *tags* adesivos. Tal rede adesiva pode contribuir para fortalecer a adesão resina-dentina. Para Van Meerbeek et al.¹⁶⁶ (1993), os *tags* de resina formam ancoras elásticas nos túbulos dentinários e podem prevenir o descolamento da zona de interdifusão. Segundo Wakabayashi et al.¹⁶⁹ (1994), supõe-se que a maior eficiência adesiva da técnica de desproteinização se deva a um maior entrelaçamento mecânico criado pelos *tags* de resina.

Prati et al.¹¹⁸ (1999) discutiram que a desproteinização pode remover não somente aquele colágeno sem suporte mineral, exposto pelo condicionamento ácido, mas pode remover também uma porção daquelas fibras que se encontram imersas no substrato mineral da dentina. Isto resultaria na abertura de canais de tamanho extremamente reduzidos, antes ocupado pelo colágeno. O adesivo, sendo capaz de penetrar nestes microcanais, passaria a formar uma camada híbrida de adesivo e minerais dentinários, a qual eles denominaram "camada híbrida reversa".

Prati et al.¹¹⁸ (1999) observaram a excelente capacidade de penetração do Single Bond na dentina, mostrando-se capaz de penetrar canais extremamente pequenos, como 0,05 µm de diâmetro. Isto indica que este adesivo tem uma adequada tensão de superfície e viscosidade.

A formação desta estrutura pode ter contribuído em nosso estudo para a melhora do selamento marginal, uma vez que eles demonstraram a capacidade do Single Bond em penetrar nestes microcanais.

A observação da presença da camada híbrida é muitas vezes considerada como sinal de sucesso na adesão ao tecido dentinário (Yoshiyama et al.¹⁷⁶, 1995), tendo sido citada como o componente mais efetivo da adesão (Pióch et al.¹¹⁵, 1999). Porém, comparando-se as Figuras 15 e 16, observamos a completa eliminação da camada híbrida com a técnica da desproteinização, mostrando uma interação direta do adesivo com o substrato mineral da dentina. O mesmo foi observado por Uno & Finger¹⁶⁵ (1995), Armstrong⁸ (1996), Chersoni et al.³⁵ (1998) e Prati et al.¹¹⁸ (1999). Em nosso estudo, a ausência da camada híbrida demonstrou-se benéfica para o selamento marginal, indicando que neste caso ela não contribuiu para a adesão. Na verdade, sua presença foi prejudicial.

Hosoda et al.⁶⁶ (1993), Gwinnett⁵⁷⁻⁸ (1994), Uno & Finger¹⁶⁵ (1995), Gwinnett et al.⁹⁷ (1996), Vargas et al.¹⁶⁷ (1997), Chersoni et al.³⁴⁻³⁵ (1997 e 1998), Armstrong et al.⁸⁻⁹ (1996 e 1998), Bocangel et al.¹⁷ (1998), Kanca III & Sandrik⁶⁹ (1998), Prati et al.¹¹⁸ (1999) e Prukkanon et al.¹¹³ (2000) concluíram que a camada de colágeno pode não ser crucial ao mecanismo de adesão entre a resina e a dentina, e que sua presença não é necessária para obter alta resistência adesiva. Contudo, de acordo com Hosoda et al.⁶⁶ (1993), sua criação não pode ser evitada quando uma solução condicionadora ácida é usada para remover a *smear layer* da superfície dentinária.

Primeiro observada por Nakabayashi⁹⁴ (1982) e Nakabayashi et al.⁹⁹ (1982) e comumente ilustrada por MEV, é possível que tal zona representando a infiltração da resina dentro da dentina desmineralizada seja simplesmente factual ou fenomenológica (Gwinnett⁵⁸, 1994; Gwinnett et al.⁶⁰, 1996). Segundo Prati et al.¹¹⁸ (1999) não existe correlação linear entre a resistência adesiva e a espessura da camada híbrida. Phrukkanon et al.¹¹³ (2000) concluíram em seu estudo que a adesão não foi dependente da espessura da camada híbrida. Somente este fato já pode sugerir que seu papel não é tão grande quanto se esperava.

Segundo Gwinnett⁵⁸ (1994) e Gwinnett et al.⁶⁰ (1996), parece que as altas forças de união obtidas com a utilização dos adesivos dentinários são derivadas, na verdade, da difusão e polimerização dos monômeros dentro da zona parcialmente desmineralizada, localizada na base do colágeno exposto pelo ácido. A existência de uma zona parcialmente desmineralizada, constituída de cristais de hidroxiapatita encapsulados por resina na base da camada híbrida, foi observada por Kiyomura⁷⁸ (1987), Nakabayashi & Takarada⁹⁶ (1992), Pashley¹⁰⁶ (1993), Perdigão et al.¹⁰⁷ (1995) e Gwinnett et al.⁶⁰ (1996).

Para Gwinnett et al.⁶⁰ (1996) ela representa a área da frente de desmineralização, com o encapsulamento dos cristais de hidroxiapatita parcialmente desmineralizados pelos monômeros adesivos. Segundo Gwinnett & Yu⁵⁹, (1995), é crítico para a resistência adesiva interfacial entre a resina e a dentina que o adesivo possa escoar abaixo da camada de colágeno, reagindo com a dentina parcialmente desmineralizada e inalterada.

Podemos supor que o menor selamento marginal demonstrado pela técnica convencional (grupo C) possa se dever a deficiências na impregnação do adesivo, o qual pode não ter sido capaz de interagir totalmente com o substrato mineral abaixo da camada colágena desmineralizada.

Após a desproteinização, o adesivo deve ter sido capaz de interagir de forma mais efetiva com o mineral dentinário, melhorando o selamento marginal.

Através de MEV, empregando-se a técnica da fratura para observação da interface, constatamos evidências da deficiência na impregnação do colágeno dentinário pelo adesivo. Na Figura 17 observamos um espécime que recebeu a aplicação do sistema adesivo Single Bond segundo as recomendações do fabricante. Entre a camada de adesivo e a dentina, observamos a presença da camada híbrida, revelando um aspecto bastante poroso e irregular. Todavia, este aspecto

poroso não foi contínuo em toda a interface, exibindo áreas com uma transição mais uniforme entre a camada de adesivo e a dentina.

Na Figura 18 temos uma visão em grande aumento da área demarcada na Figura 17. Podemos constatar a existência de acentuada porosidade, onde se pode distinguir o aspecto fibroso da malha de colágeno, evidenciando uma hibridização não satisfatória.

Mori et al.⁹² (1998) e Phrukkanon et al.¹¹²⁻³ (1999 e 2000), analisando a interface adesiva utilizando o Single Bond, também observaram a presença de uma zona porosa localizada na base da camada híbrida, justo acima da dentina mineralizada, onde a estrutura das fibras colágenas pôde ser observada. A existência destes espaços nanométricos na base da camada híbrida sugere uma penetração incompleta do adesivo no colágeno dentinário desmineralizado.

Li et al.⁸²⁻³ (2000 e 2001), avaliando a ocorrência de nanoinfiltração utilizando o Single Bond, observaram que este material mostrou um pobre selamento interfacial. Eles observaram uma linha contínua de deposição de prata na base da camada híbrida. Estes depósitos de prata descritos por Li et al.⁸²⁻³ (2000 e 2001) coincidem com a localização dos defeitos de hibridização por nós observados.

Segundo Phrukkanon et al.¹¹³ (2000), a presença de água residual pode ter impedido a completa penetração dos monômeros adesivos, e/ou levado a sua pobre polimerização na base da camada híbrida, similar a uma camada inibida pelo ar. Os monômeros não polimerizados podem então ter sido removidos durante os passos de preparo dos espécimes, devido a imersão em etanol.

Li et al.⁸² (2000) concordam que as deficiências na hibridização possam se dever ou a insuficiente penetração ou a pobre polimerização dos monômeros em alguns locais da camada híbrida. Segundo eles, remanescentes do etanol contidos no Single Bond podem ser uma razão para o problema da polimerização, o qual pode ficar aprisionado como uma fase separada durante a polimerização. Seja qual for o motivo, a

presença destes defeitos serve como pontos de fragilidade para a propagação de fraturas, que podem deteriorar o selamento marginal com o passar do tempo.

Por outro lado, para a dentina desproteínizada, uma íntima adaptação da resina na interface foi observada, sem qualquer zona porosa (Figura 19), sendo que resultados semelhantes foram observados por Phrukkanon et al.¹¹³ (2000). Na Figura 20 temos um grande aumento da interface, confirmando a ausência de porosidade e fendas marginais. Este padrão foi constante em todo o espécime.

Comparando-se a Figura 17 com a 19, e a Figura 18 com a 20, podemos constatar claramente o melhor selamento interfacial proporcionado pela técnica da desproteínização.

Pioch et al.¹¹⁶ (2001), estudando a ocorrência de nanoinfiltração, observaram sua eliminação quando os espécimes foram tratados com NaOCl. Estes resultados são condizentes com o melhor selamento interfacial observado em nosso estudo, uma vez que a porosidade interfacial foi eliminada.

Em relação ao papel da camada híbrida no selamento marginal das restaurações, existem resultados contraditórios na literatura. Uno & Finger¹⁶⁵ (1995) observaram um aumento na formação de fendas marginais com a utilização do NaOCl e do sistema adesivo Gluma, atribuindo seus resultados a ausência da camada híbrida. Segundo eles, devido ao fato da camada híbrida ser mais elástica que a dentina, ela funcionaria como absorvedor do estresse da contração de polimerização. Schimith & Van Sint Jan¹³⁸ (1997) e Shinohara et al.¹⁴¹ (2000) observaram um aumento da microinfiltração após a desproteínização.

Por outro lado, Blunck et al.¹⁶ (1997) observaram um aumento significativo na porcentagem de margens excelentes após o tratamento com hipoclorito de sódio, em relação à técnica convencional, com a utilização do Prime & Bond 2.0. Eles concluíram que a camada híbrida mostrou não ser essencial como uma banda elástica, para melhorar a

adaptação marginal da resina composta. Wakabayashi¹⁶⁸ (1993) e Campos et al.²⁷ (1999) observaram diminuição da microinfiltração marginal após desproteinização.

Possivelmente, os sistemas adesivos utilizados por Uno & Finger¹⁶⁵ (1995), Schimith & Van Sint Jan¹³⁸ (1997) e Shinohara et al.¹⁴¹ (2000) não tenham sido capazes de interagir de forma tão eficiente com o substrato mineral da dentina, como os utilizados por Blunk et al.¹⁶ (1997), Wakabayashi¹⁶⁸ (1993) e Campos et al.²⁷ (1999), ou o Single Bond utilizado neste estudo.

Todavia, outros autores não constataram diferenças significantes após a desproteinização. Aguilera et al.¹ (2000), Henker et al.⁶³ (2000), Toledano et al.¹⁶³ (2000) e Ramos et al.¹²¹ (2001) não observaram diferenças estatisticamente significantes na microinfiltração marginal entre os grupos apenas condicionados com ácido e os grupos condicionados e desproteinizados. Baseado nisso, Aguilera et al.¹ (2000) e Henker et al.⁶³ (2000) concluíram que a camada híbrida mostrou-se não ser essencial como uma banda elástica, para melhorar o selamento marginal da resina composta em combinação com os adesivos dentinários.

Em relação à resistência adesiva, Hosoda et al.⁶⁶ (1993), Tanaka & Nakai¹⁵³ (1993), Wakabayashi¹⁶⁸ (1993), Ciuchi et al.³⁶ (1994), Wakabayashi et al.¹⁶⁹ (1994), Armstrong et al.⁸ (1996), Fujita et al.⁴⁶ (1996), Chersoni et al.³⁴ (1997), Vargas et al.¹⁶⁷ (1997), Bahn et al.¹³ (1998), Inai et al.⁶⁷ (1998), Bedran de Castro et al.¹⁵ (1999), Prati et al.¹¹⁸ (1999), Saboia & Pimenta¹³¹ (1999), Bedran de Castro et al.¹⁴ (2000), Briso et al.²² (2000), De Castro et al.³⁷ (2000), Phrukkanon et al.¹¹³ (2000), Saboia et al.¹³² (2000) e Saboia et al.¹³³ (2001) observaram um aumento significativo quando certos tipos de adesivos foram aplicados sobre a dentina ácido-condicionada e desproteinizada, em relação a quando o colágeno ficou preservado.

Bedran de Castro et al.¹⁵ (1999), De Castro et al.³⁷ (2000) e Phrukkanon et al.¹¹³ (2000) observaram um aumento na resistência

adesiva após a desproteínização em relação à técnica convencional utilizando o Single Bond, o mesmo sistema adesivo utilizado em nosso estudo. O aumento na resistência adesiva observado por estes autores utilizando o Single Bond pode ser um dos motivos da melhora no selamento marginal observado em nosso estudo para os grupos H e HF em relação ao grupo C.

Por outro lado, Bedran de Castro et al.¹⁴ (2000), Briso et al.²² (2000) e Shinohara et al.¹⁴¹ (2000) não observaram variações significantes na resistência adesiva com a utilização do sistema adesivo Single Bond após a desproteínização com NaOCl a 10% por 60s. Gwinnett⁵⁷⁻⁸ (1994), Gwinnett et al.⁶¹ (1995), Uno & Finger¹⁶⁵ (1995), Gwinnett et al.⁶⁰ (1996), Marshall et al.⁸⁵ (1997); Vargas et al.¹⁶⁷ (1997), Chersoni et al.³⁵ (1998), Inai et al.⁶⁷ (1998), Bocangel et al.¹⁷ (1998), Kanca III & Sandrik⁶⁹ (1998), Bedran de Castro et al.¹⁵ (1999), Castiglia et al.³⁰ (1999), Prati et al.¹¹⁸ (1999), Aguilera et al.¹ (2000), Bedran de Castro et al.¹⁴ (2000), Soeno et al.¹⁴⁵ (2000), Arias et al.⁷ (2001) e Gatti et al.⁵¹ (2001) não constataram variações significantes na resistência adesiva após a desproteínização, para outros sistemas adesivos. Podemos supor que nestes casos os adesivos foram hábeis em impregnar a rede colágena exposta pelo ácido e alcançar o substrato mineral da dentina.

Para explicar as melhoras nas propriedades adesivas obtidas após a desproteínização, com alguns adesivos, poderíamos levantar algumas hipóteses.

Em primeiro lugar, poderíamos supor que determinados adesivos não possuam uma perfeita capacidade de penetração na malha colágena (Vargas et al.¹⁶⁷ 1997), devido a suas propriedades físico-químicas. Desta forma, eles não são capazes de impregnar completamente o colágeno, o que compromete a adesão. Neste caso, a desproteínização seria benéfica, pois o adesivo seria então capaz de interagir efetivamente com o substrato mineral da dentina, o qual seria o verdadeiro responsável pela retenção, melhorando a adesividade. Segundo Perdigão et al.¹⁰⁸ (1999) a

remoção das fibras colágenas com um material desproteinizante poderia facilitar o acesso das resinas adesivas ao substrato mineral, que é mais penetrável.

Em segundo lugar, supondo que os adesivos sejam eficientes em impregnar completamente o colágeno exposto e atingir o substrato mineral da dentina, a camada híbrida pode ser pouco resistente, devido a pequena porcentagem de monômeros resinosos em seu interior. Segundo Pashley et al.¹⁰⁵ (1993), uma camada híbrida adequadamente infiltrada possui cerca de 30-40% de resina, sendo o restante constituído de fibras colágenas.

Uno & Finger¹⁶⁵ (1995) e Armstrong et al.⁹ (1998) observaram diferenças nos padrões de fraturas após os testes de adesão, entre os espécimes apenas condicionados e aqueles condicionados e desproteinizados. No primeiro caso, as fraturas ocorreram dentro da camada híbrida, enquanto nos grupos que receberam a aplicação do NaOCl, as fraturas propagaram-se da interface adesivo-dentina, nas bases amplas dos tags, a 1,2µm dentro da dentina. Analisando os resultados de Uno & Finger¹⁶⁵ (1995) e Armstrong et al.⁹ (1998), podemos supor que se a camada híbrida tivesse realmente a mesma resistência aos esforços de cisalhamento que a camada de adesivo, as fraturas, mesmo na presença da camada híbrida, deveriam igualmente ocorrer nas bases dos tags ou coesivamente na dentina. Ou seja, uma mudança no padrão de fraturas não deveria ocorrer. Estas análises corroboram com a hipótese da maior fragilidade da camada híbrida.

Por último, a presença da camada híbrida cria uma interface a mais entre o adesivo e a dentina, aumentando a probabilidade de formação de defeitos interfaciais, e se constituindo em mais um local para que possíveis falhas adesivas venham a ocorrer. Portanto, na sua ausência, a interação direta dos monômeros adesivos com o mineral dentinário pode ser mais resistente ao estresse.

Inai et al.⁶⁷ (1998) comentaram que, dentre os adesivos testados em seu estudo, aqueles que demonstraram aumento da resistência adesiva após desproteinização (Prime & Bond 2.1 e TGM-8) possuíam monômeros éster fosfóricos. Segundo eles, é possível que estes terminais fosfatos possam ter algum tipo de interação com os íons cálcio deixados sobre a superfície de dentina após a remoção do colágeno. A possibilidade de uma interação química do adesivo com o substrato mineral da dentina desproteinizada também foi levantada por Phrukkanon et al.¹¹³ (2000). Sob este ponto de vista, devemos lembrar que o Single Bond possui em sua composição copolímeros dos ácidos poliacrílico e poli-itacônico, que se supõe interagir quimicamente com o cálcio da hidroxiapatita. Uma provável união química poderia ter contribuído também para a melhora no selamento marginal em nosso estudo.

Segundo Nakabayashi & Takarada⁹⁶ (1992), parecem existir dois caminhos para aprimorar a adesão à dentina. O primeiro é aumentar a impregnação do substrato melhorando-se as propriedades dos sistemas adesivos, e o segundo é aumentar a difusibilidade ou penetrabilidade do substrato dentinário por si, através de tratamentos de superfície. O cumprimento de um ou ambos destes objetivos podem servir para melhorar a impregnação, penetração e subsequente embricamento do adesivo com os componentes dentinários.

Com relação aos tratamentos de superfície visando aumentar a difusibilidade do substrato, a técnica de desproteinização parece ser promissora.) Toledano et al.¹⁶² (1999) constataram um aumento da molhabilidade da dentina após a desproteinização, quando comparado ao substrato apenas condicionado com ácido.

Para Attal et al.¹² (1994) o condicionamento ácido do esmalte aumenta bastante a energia de superfície e o espalhamento dos líquidos na superfície. O papel da pressão capilar desenvolvida pelo processo de condicionamento do esmalte é provavelmente essencial. A dentina é composta por dois diferentes substratos. O colágeno tem baixa energia de

superfície e a hidroxiapatita tem alta energia (Attal et al.¹² 1994). Após o condicionamento ácido, a energia de superfície é diminuída pela exposição das fibras colágenas e perda do componente mineral (Toledano et al.¹⁶², 1999). É necessário que o *primer* tenha uma tensão de superfície igual ou menor que a energia de superfície da dentina, para que ele seja capaz de penetrar adequadamente.

Visando transformar a superfície condicionada de baixa energia em um substrato aceitável para adesão, um aumento na energia de superfície da dentina é altamente desejável (Perdigão et al.¹⁰⁸, 1999). A desproteinização pode, supostamente, aumentar a energia de superfície devido à remoção das fibras colágenas, além de um aumento do efeito de capilaridade devido ao alargamento das aberturas tubulares e exposição de um labirinto de túbulos secundários laterais (Toledano et al.¹⁶², 1999).

Em nosso estudo, o aumento da energia de superfície e da molhabilidade, podem ter contribuído para uma maior interação do adesivo Single Bond com a dentina desproteinizada, ajudando a explicar a melhora no selamento marginal observada (Tabela 3, Figura 12).

Prisco et al.¹²⁰ (1998) e Perdigão et al.¹⁰⁹ (2000) observaram queda na resistência adesiva após a aplicação de gel de NaOCl a 10% (AD Gel) à dentina ácido-condicionada. Perdigão et al.¹⁰⁹ (2000) observaram uma queda de 38% para o Single Bond e 31% para o Prime & Bond NT. Porém, eles observaram por MET que a morfologia geral da camada híbrida foi mantida após a aplicação do NaOCl. Nos parece que o agente desproteinizante utilizado por Prisco et al.¹²⁰ (1998) e Perdigão et al.¹⁰⁹ (2000) não foi eficiente em remover completamente o colágeno dentinário exposto. Neste caso, os resíduos protéicos desorganizados pela atuação do NaOCl, que permaneceram na superfície, podem ter interferido negativamente na adesão.

Solventes orgânicos com alta pressão de vapor, tais como acetona ou etanol, são usados para carrear os monômeros hidrofílicos em íntimo contato com a densa rede de fibras colágenas (Perdigão et al.¹⁰⁸, 1999).

Devido a variações dos resultados com a utilização de diferentes adesivos, após a desproteinização da dentina, alguns autores como Inai et al.⁶⁷ (1998), Saboia & Pimenta¹³⁰⁻¹ (1998 e 1999) e Saboia et al.¹³² (2000), tentaram estabelecer uma relação entre o tipo de solvente presente na composição dos adesivos e a resistência adesiva. Em seus trabalhos, eles observaram que os sistemas contendo acetona exibiram um aumento na resistência adesiva, enquanto que aqueles contendo outros solventes, como o etanol e/ou água, a resistência adesiva diminuía ou não era afetada. De acordo com Inai et al.⁶⁷ (1998), parece que a capacidade de desidratação da acetona favorece a penetração dos monômeros adesivos na dentina desproteinizada.

Por outro lado, Bedran de Castro et al.¹⁵ (1999) e Phrukkanon et al.¹¹³ (2000) observaram um aumento significativo na resistência adesiva, após a desproteinização, utilizando o Single Bond, um adesivo a base de etanol e água. Nos parece lícito supor que estas variações nos resultados com os mesmos adesivos, entre os vários estudos, podem dever-se a variações na metodologia empregada nos testes, como a idade dos dentes, tipo de dentes (humanos ou bovinos), método de secagem do substrato e a profundidade da dentina.

O número de túbulos dentinários expostos, a área de dentina peritubular e a área ocupada pela dentina intertubular variam significativamente, dependendo da profundidade da dentina que está sendo observada (Toledano et al.¹⁶², 1999). Toledano et al.¹⁶² (1999) demonstraram que, ao se desproteinizar uma dentina superficial, a molhabilidade permanece inalterada. Neste caso nós podemos supor que não constataríamos diferenças significantes quando a adesão fosse realizada à dentina apenas condicionada com ácido ou condicionada e desproteinizada.

Para a dentina profunda, Toledano et al.¹⁶² (1999) observaram que o molhamento aumentou de forma significativa após a desproteinização. Sabemos que o primeiro passo da interação entre um adesivo e um

substrato é o molhamento do substrato (Prati et al.¹¹⁸ 1999). Nesta situação nós podemos supor um aumento de resistência adesiva após a desproteinização, como observado em vários estudos. Pashley et al.¹⁰⁴ (1994), citado por Toledano et al.¹⁶² (1999), concluíram que a infiltração de resina na dentina profunda pode ser mais eficiente que na dentina superficial. Isto se deve a existência de mais túbulos por unidade de área para que a difusão da resina possa ocorrer, além da difusão na dentina intertubular. Segundo Prati et al.¹¹⁸ (1999), os *tags* de resina foram mais numerosos e largos em dentina profunda do que na superficial.

Outro aspecto abordado em nosso estudo diz respeito à utilização da resina composta fluída como material de base sobre a dentina desproteinizada.

Nós sabemos que ao se aplicar um material resinoso sobre uma superfície rígida à qual ele precisa aderir, um estresse de cisalhamento na interface pode se desenvolver como resultado da resistência à contração de polimerização. Em geral, o estresse de cisalhamento pode depender da intensidade da contração de polimerização do material, seu escoamento durante a cura e do seu módulo de elasticidade (Feilzer et al.³⁹, 1990).

Kempt-Scholte & Davidson⁷⁵⁻⁶ (1990) formularam o conceito de parede cavitária elástica. Segundo eles, o conjunto camada híbrida e camada de adesivo relativamente espessa proporcionam uma elasticidade artificial às paredes cavitárias, entre a restauração que se contrai e o substrato dentinário rígido. Eles propuseram que o estresse da contração não deve ser maior que a resistência adesiva. Contudo, se a junta adesiva possuir suficiente elasticidade, ela pode se distender e compensar a alteração dimensional do material restaurador durante a polimerização.

Kemp-Scholte & Davidson⁷⁵ (1990), baseados em seus resultados, concluíram que materiais com uma adequada habilidade de selamento não mostraram necessariamente altos valores de resistência adesiva.

Jakob et al.⁶⁸ (1996) não observaram correlação entre a resistência adesiva e a formação de fendas marginais. Assim, o problema da infiltração marginal poderia ser melhor solucionado aumentando a flexibilidade (capacidade de deformação) do sistema restaurador (Kempt-Scholte & Davidson⁷⁵ 1990).

Van Meerbeek et al.¹⁶⁶ (1993) e Nakazawa et al.¹⁰¹ (1999) confirmaram que, após o condicionamento ácido e aplicação de um sistema adesivo, forma-se uma transição gradual da elasticidade na interface adesiva. Isto pode contribuir para o relaxamento do estresse da contração. Segundo eles, esta transição gradual se torna mais pronunciada quando se aplica uma camada intermediária de resina composta de baixa viscosidade. Alguns sistemas adesivos como o Clearfil Liner Bond e o Optibond seguem este conceito de camada elástica para liberação de estresse, fornecendo uma resina composta de baixa viscosidade com módulo de elasticidade intermediário, como uma base para ser utilizada sob a restauração.

Staninec et al.¹⁴⁹ (1995) observaram que a utilização de uma camada de resina composta de baixa viscosidade resultou em fendas mais estreitas em relação a quando ela não foi utilizada. Swift Júnior et al.¹⁵⁰ (1996), Schimith & Van Sint Jan¹³⁸ (1997), Tedesco et al.¹⁵⁹ (1999), Braz et al.²¹ (2000), Russel & Mazer¹²⁸ (2000), Carvalho²⁹ (2001) e Peris & Duarte Júnior¹¹¹ (2001) também mostraram a eficácia da utilização da resina composta fluída como base, no controle da microinfiltração, quando na presença da camada híbrida. Chain et al.³¹ (2000) utilizaram a associação do adesivo Single Bond e base com Natural Flow, o mesmo adesivo e a mesma resina composta fluída utilizados em nosso estudo, e observaram uma diminuição significativa na microinfiltração marginal.

A possibilidade de se associar as melhoras na resistência adesiva com a desproteinização, observada por diversos autores, e as melhoras no selamento marginal com a utilização da resina composta fluída, nos motivaram a incluir este grupo experimental em nosso estudo. Contudo, a

utilização da camada de resina fluída sobre a dentina desproteinizada (grupo HF) não contribuiu de forma significativa na melhora do selamento marginal (Tabela 3, Figura 12). Resultados semelhantes foram observados por Campos et al.²⁷ (1999). Portanto, segundo os nossos resultados, sua utilização não é necessária quando o colágeno é removido.

Russel & Mazer¹²⁷ (1998), Walsh & Mc Comb¹⁷⁰ (1998), Braga et al.²⁰ (1999), Soares et al.¹⁴³ (1999), Miranda et al.⁸⁹ (1999) e Santos et al.¹³⁷ (2000) também não constataram variações significantes na microinfiltração marginal quando uma camada de resina fluída foi aplicada como base. Amin Parsa et al.³ (2000) não observaram diferenças na formação de fendas marginais em margens em dentina, com a utilização de resina fluída Tetric Flow como base.

Uma dificuldade na utilização da base com resina fluída é a espessura da camada de material. Esta é muito difícil de ser padronizada, pois existe uma tendência ao acúmulo de uma quantidade maior de material nas regiões dos ângulos internos. Walsh & Mc Comb¹⁷⁰ (1998) também constataram esta dificuldade, e concluíram que uma espessura mínima de material é necessária para se conseguir resultados significantes.

Com relação à armazenagem dos espécimes em água por longos períodos, julgamos este procedimento muito importante em vista da literatura consultada, e por esta razão incluímos esta variável no presente estudo. Segundo Nakabayashi et al.⁹⁷ (1992) e Vargas et al.¹⁶⁷ (1997), a obtenção de uma adesão à dentina de comportamento previsível e durável tem sido por muito tempo buscada pela Dentística Restauradora.

Uma particularidade de grande parte das pesquisas *in vitro*, estudando as propriedades adesivas, é o fato das avaliações serem realizadas em curtos períodos após o término das restaurações, como 24h ou uma semana (Burrow et al.²⁴, 1996; Flessa et al.⁴¹, 2000). Segundo Al-Salehi & Burke² (1997), mais de 80% das publicações a

respeito de valores de resistência adesiva são obtidas após menos de sete dias.

Está bem documentado que a estabilidade da adesão pode ser um problema. Embora os testes de estresse, como a termociclagem e aplicação de carga oclusal, possam ajudar a estimar a resistência de uma adesão à degradação, estes testes laboratoriais acelerados não podem simular adequadamente o tempo (Burrow et al.²⁶, 1993). Para Burrow²⁴ (1996), os pequenos intervalos de tempo são adequados para testar a habilidade adesiva de um material, mas falham em proporcionar qualquer outra informação relativa a mudanças na resistência adesiva com o passar do tempo.

Os estudos de Kiyomura⁷⁸ (1987), Nikaido et al.¹⁰² (1990), Takarada¹⁵¹ (1990), Takarada et al.¹⁵² (1990), Nakabayashi et al.⁹⁷ (1992), Tjan et al.¹⁶¹ (1992), Burrow et al.²⁵ (1993), Watanabe & Nakabayashi¹⁷² (1993), Gwinnett & Yu⁵⁹ (1995), Kato & Nakabayashi⁷¹ (1995), Burrow et al.²⁴ (1996), Jakob et al.⁶⁸ (1996), Chan et al.⁴⁴ (1997), Kato & Nakabayashi⁷³ (1998), Tanaka et al.¹⁵⁴ (1999), Armstrong et al.¹⁰ (2000), Flessa et al.⁴¹ (2000), Gianini et al.⁵² (2000), Kitasako et al.⁷⁷ (2000), Okuda et al.¹⁰³ (2000) Yamamoto et al.¹⁷⁵ (2000), Carrilho et al.²⁸ (2001) e Pereira et al.¹¹⁰ (2001) observaram uma diminuição significativa na resistência adesiva após a imersão em água por longos períodos, quando alguns condicionadores e sistemas adesivos foram utilizados.

Miears Júnior et al.⁹³ (1995) depois de apenas 3 meses de armazenagem não observaram diferenças significantes. Porém, Jakob et al.⁶⁸ (1996) constataram além da queda na resistência adesiva após a termociclagem e armazenamento por seis meses, um aumento significativo na formação de fendas marginais. Segundo Nakabayashi et al.⁹⁸ (1992) e Burrow et al.²⁵ (1993) os dados obtidos após um dia da confecção das restaurações, não são suficientes para determinar a durabilidade da adesão à dentina, sendo necessário no mínimo seis. A

idéia que a alta resistência adesiva observada após 24h pode ser mantida é falsa premissa na maioria dos casos.

Os resultados de nosso estudo mostraram que, para o grupo que recebeu apenas o condicionamento ácido (grupo C), a imersão em água por 6 meses não exerceu influências significantes na intensidade da microinfiltração marginal, em relação à avaliação inicial (Tabela 3, Figura 12). Giannini et al.⁵² (2000), avaliando a resistência adesiva utilizando o Single Bond, observaram que após seis meses de armazenagem a uma umidade relativa de 100% e 3.000 ciclos térmicos, não ocorreram efeitos deletérios significativos na capacidade adesiva.

Por outro lado, após 12 meses de armazenagem, um aumento significativo na microinfiltração foi observado para o grupo C (Tabela 3, Figura 12). Li et al.⁸³ (2001), utilizando o mesmo adesivo aplicado em nosso estudo, observaram um aumento significativo de nanoinfiltração após 12 meses de armazenamento em água. Okuda et al.¹⁰³ (2000) e Carrilho et al.²⁸ (2001) também utilizaram o Single Bond e observaram quedas significativas nos valores de resistência adesiva após longos períodos de armazenagem em água a 37°C. Este aumento do nível de microinfiltração observado em nosso estudo e de nanoinfiltração no estudo de Li et al.⁸³ (2001), assim como a queda na resistência adesiva observada em outras pesquisas, podem estar relacionadas a deficiências na hibridização da dentina produzidas pelo Single Bond, conforme demonstrado na Figura 17.

Kiyomura⁷⁸ (1987), Nikaido et al.¹⁰² (1990), Burrow et al.²⁵ (1993) e Kato & Nakabayashi⁷³ (1998) observaram, para os espécimes nos quais se procedeu ao condicionamento ácido da dentina, uma diminuição na resistência adesiva e uma mudança no predomínio do tipo de fratura com o passar do tempo, de coesiva inicialmente, para adesiva após um ou mais anos de imersão em água, entre a camada híbrida e a dentina intacta, na região correspondente à dentina inadequadamente hibridizada.

Para Watanabe & Nakabayashi¹⁷² (1993), a zona de colágeno que é sensível à deterioração por imersão em água por longos períodos é localizada imediatamente abaixo da camada híbrida, e imediatamente acima da dentina inalterada que não foi desmineralizada. Segundo Kato & Nakabayashi⁷³ (1998), a resina polimerizada não é facilmente enfraquecida e a dentina inalterada é por si estável na água, mas o colágeno exposto e desprotegido é objeto de fácil degradação por exposição à água. Eles comentaram que as falhas interfaciais são iniciadas no ponto fraco da junta adesiva.

Nakabayashi et al.⁹⁷ (1992), através de MET, confirmaram a existência desta faixa de colágeno não impregnado. Segundo eles, ela pode ser explicada da seguinte maneira:

“O pré-tratamento da dentina com solução ácida remove a *smear layer* e resulta na desmineralização da dentina superficial a uma profundidade X. A difusão dos monômeros na dentina desmineralizada e polimerização ocorrem a uma profundidade Y. A diferença que existir entre X e Y resulta numa faixa de colágeno dentinário desmineralizado que não foi suficientemente impregnada para criar uma camada híbrida completa. Esta camada é composta primariamente de moléculas de peptídeos.”

Kato & Nakabayashi⁷² (1996), utilizando um sistema adesivo a base de 4-META, observaram que mesmo aplicando a técnica de adesão a dentina úmida, e sendo observada a formação da camada híbrida, ela era de baixa qualidade, pois desapareceu parcialmente ou totalmente quando a interface recebeu a aplicação de um agente solvente de matéria orgânica, comprovando que existia colágeno que não havia sido encapsulado pela resina. Resultados semelhantes foram observados por Nakabayashi & Takarada⁹⁶ (1992).

Spencer & Swafford¹⁴⁷ (1999) confirmaram por microscopia ótica e MEV a existência de colágeno não infiltrado pelo adesivo na base da camada híbrida, utilizando o Single Bond.

De acordo com Kiyomura⁷⁸ (1987), Takarada¹⁵¹ (1990), Takarada et al.¹⁵² (1990), Nakabayashi et al.⁹⁷⁻⁸ (1992), Watanabe & Nakabayashi¹⁷² (1993), Pashley et al.¹⁰⁵ (1993), Kato & Nakabayashi⁷¹ (1995), Burrow et al.²⁴ (1996), Kato & Nakabayashi⁷³ (1996), Chan et al.³² (1997), Spencer & Swafford¹⁴⁷ (1999) e Armstrong et al.¹⁰ (2000) podemos esperar que, nos casos em que a hibridização não é perfeita, uma hidrólise do colágeno dentinário desprotegido pode ocorrer, enfraquecendo a adesão.

Sano et al.¹³⁵ (1995) constataram por MEV a penetração de partículas de prata oriundas do elemento traçador na porção basal da camada híbrida, na ausência de fendas marginais. Seus resultados sugeriram que o caminho da microinfiltração na interface resina-dentina correspondeu à estrutura porosa abaixo da camada híbrida, formada pela penetração insuficiente de monômeros adesivos na dentina descalcificada criada pelo condicionamento com ácido fosfórico. A esta penetração ele chamou de nanoinfiltração. Phrukkanon et al.¹¹³ (2000) comentaram que a nanoinfiltração pode permitir a penetração de produtos bacterianos, vários ácidos e bases, além de água ao longo da interface entre a restauração e a estrutura dental.

Tentando-se contornar os problemas da impregnação incompleta do colágeno exposto, Takarada¹⁵¹ (1990) e Titley et al.¹⁶⁰ (1993) testaram o uso de condicionadores mais fracos, conseguindo aumentar a estabilidade da adesão. Titley et al.¹⁶⁰ (1993) constataram uma relação positiva entre a resistência adesiva e a extensão da penetração do adesivo na zona desmineralizada. Contudo, segundo Chan et al.³² (1997), independentemente da redução na profundidade de descalcificação e o uso de *primers* hidrofílicos, o adesivo não é capaz de impregnar completamente a dentina desmineralizada.

Outra alternativa testada para prevenir a ocorrência de áreas de colágeno não impregnado foi a utilização de sistemas adesivos autocondicionantes. Nestes materiais, a descalcificação e a impregnação da dentina ocorrem conjuntamente. Youssef et al.¹⁷⁹ (1998) confirmaram

por MEV que os adesivos autocondicionantes proporcionam camadas híbridas mais finas do que os sistemas que utilizam o condicionamento ácido total, favorecendo desta forma uma impregnação mais adequada do substrato dentinário. Por outro lado, Li et al.⁸³ (2001) observaram a ocorrência de nanoinfiltração com a utilização de um sistema adesivo autocondicionante, a qual aumentou significativamente com a imersão em água por longos períodos, indicando uma deficiência desta técnica na obtenção de um selamento hermético da interface.

Segundo Kato & Nakabayashi⁷³ (1998), quando for possível eliminar rotineiramente a possibilidade da presença da dentina desmineralizada, enfraquecida e desprotegida, e se assegurar o encapsulamento da hidroxiapatita pela penetração de monômeros adesivos, então o objetivo da adesão durável será alcançado. Neste sentido, nós podemos supor que a técnica de desproteinização avaliada em nosso estudo pode ser favorável, eliminando a possibilidade de uma impregnação incompleta do colágeno exposto pelo ácido.

Em nosso estudo, para os grupos que sofreram desproteinização (H e HF), uma melhora significativa no selamento marginal foi observada após 6 meses (Tabelas 3, Figura 12). Isto pode se dever a absorção de água pela resina composta, que pode ter se expandido e contribuído para o fechamento das possíveis fendas marginais.

Asmussen & Jorgensen¹¹ (1972), Hansen & Asmussen⁶² (1989) e Koike et al.⁷⁹ (1990) observaram o estreitamento das fendas marginais devido a absorção de água, sendo em alguns casos completamente fechadas. Gwinnett & Yu⁵⁹ (1995), analisando restaurações estocadas em água após um ano, observaram claramente a presença de excessos marginais de resina composta, que não estavam presentes nas avaliações iniciais. Com relação ao selamento marginal, Youngson et al.¹⁷⁸ (1999) constataram a diminuição da microinfiltração marginal de restaurações adesivas após a segunda ou quarta semana de armazenamento em água.

Feilzer et al.³⁹ (1990) comprovaram que as resinas compostas a base de Bis-GMA/TEGDMA e uretano sofrem absorção de água, a qual é capaz de aliviar o estresse de cisalhamento. A resina composta utilizada em nosso estudo (Z250) tem alguns componentes orgânicos semelhantes ao material utilizado por Feilzer et al.³⁹ (1990), podendo-se esperar resultados semelhantes em termos de absorção de água.

Tjan et al.¹⁶¹ (1992), Chan et al.³² (1997) e Flessa et al.⁴¹ (2000) observaram um aumento significativo na resistência adesiva após o armazenamento em água por longos períodos. Embora estes trabalhos descrevam esta melhora, não podemos afirmar que isto tenha ocorrido em nosso estudo e tenha sido o motivo da diminuição da microinfiltração, uma vez que a resistência adesiva não foi avaliada. A hipótese mais plausível realmente é que a expansão higroscópica da resina tenha levado à diminuição da microinfiltração para os grupos H e HF após 6 meses.

Por outro lado, embora Poolthong et al.¹¹⁷ (2000) tenham observado uma expansão significativa da resina composta após a imersão em saliva artificial a 37°C por 180 dias, eles não constataram uma correlação significativa com a queda na microinfiltração marginal.

Hansen & Asmussen⁶² (1989) observaram que as resinas compostas com alto conteúdo de carga apresentam uma menor absorção de água, fazendo com que as restem fendas marginais abertas, mesmo após 28 dias de imersão em água.

Segundo Feilzer et al.³⁷ (1990), nem o estresse de contração original nem a expansão higroscópica são uniformes através da restauração. Em contraste ao rápido desenvolvimento do estresse de contração de polimerização, o alívio higroscópico pode ocorrer vagarosamente e levar dias. Além disso, a configuração da restauração pode influenciar a taxa e o grau de absorção de água.

Para Retief¹²⁴ (1994), embora a absorção de água e expansão higroscópica do material restaurador resinoso possa melhorar subsequentemente a adaptação marginal da restauração, uma união

adesiva não pode ser restabelecida. De um ponto de vista mecânico, estas fraturas microscópicas podem contribuir para concentração e amplificação do estresse ao qual a restauração é submetida, levando a propagação das fraturas (Gwinnett et al.⁶¹, 1995).

Estes fatos podem justificar o motivo de não ter sido constatada uma queda na microinfiltração para o grupo C após 6 meses. Possivelmente, a expansão da resina pode não ter sido capaz de fechar a grande quantidade de defeitos interfaciais existentes na camada híbrida. Além disso, com o passar do tempo e o aumento do número de ciclos térmicos, os quais induziram estresse na restauração, uma propagação destes defeitos pode ter ocorrido, resultando em aumento da microinfiltração após 12 meses.

Embora tenha ocorrido um aumento da microinfiltração para o grupo H após 12 meses de armazenagem, em relação à avaliação inicial, ela permaneceu significativamente menor do que no grupo C, onde colágeno havia sido preservado (Tabelas 3, Figura 12).

A superioridade da técnica de desproteinização foi também constatada no estudo de Wakabayashi et al.¹⁶⁹ (1994). Eles observaram, após ciclagem térmica, que a resistência adesiva é mantida cerca de 1,5 vezes maior quando a dentina foi desproteinizada, em relação à técnica convencional, mesmo após 10.000 ciclos térmicos.

Além da atuação sobre o substrato orgânico da dentina, a imersão em água pode gerar outros efeitos deletérios para a adesão.

Gwinnett & Yu⁵⁹ (1995) sugeriram que a absorção de água pode ter um certo papel no enfraquecimento das propriedades físicas dos agentes adesivos. Segundo Nikaido et al.¹⁰² (1990), a queda na resistência adesiva utilizando-se adesivos contendo TEGDMA, após a imersão em água por mais que seis meses, deve ser atribuída a modificações nas propriedades mecânicas do adesivo polimerizado. Alguns monômeros adesivos podem ainda ser degradados pela água, podendo comprometer a junta adesiva (Burrow et al.²⁴, 1996; Tanaka et al.¹⁵⁴, 1999).

Burrow et al.²⁵ (1993) acreditam que pode existir uma fraqueza na união entre o adesivo e a resina composta. Ela pode ocorrer devido a polimerização do adesivo, que pode levar a uma limitada disponibilidade de grupos de radicais livres para se unir aos radicais livres da resina composta. Isto pode criar uma união química menor do que a ideal, aumentando a susceptibilidade à degradação hidrolítica. Sano et al.¹³⁶ (1999) observaram *in vivo* um aumento da porosidade no topo da camada híbrida e dentro da camada de adesivo, após um ano da restauração em função. Portanto, a qualidade da adesão inicialmente conseguida pode ser perdida com o passar do tempo, podendo trazer resultados imprevisíveis.

Modificações nas resinas compostas também podem ocorrer, podendo interferir com o comportamento das restaurações. Segui et al.¹⁴⁰ (1998) observaram reduções significantes na resistência a fratura da resina composta Charisma, após a absorção de água destilada a 37°C por uma semana e 4.000 ciclos térmicos, mostrando que as propriedades físicas da resina também foram modificadas. Sano et al.¹³⁶ (1999) demonstraram a degradação da união partícula de carga/matriz orgânica da resina composta utilizada em restaurações *in vivo*, após 12 meses de função. Segundo Braden et al.¹⁹ (1976), a difusão de água na matriz das resinas compostas parecem ocorrer após vários meses, até chegar a saturação.

Para Soderholm¹⁴⁴ (1991) não está claro quais são os efeitos hidrolíticos da água sobre os sistemas adesivos dentinários, e pode ser considerado que o atual conhecimento permanece a um nível muito primitivo. Daí a importância de acompanharmos o comportamento dos materiais restauradores por períodos mais extensos, verificando o quão duráveis eles são. Neste sentido, os estudos de armazenagem em água por longos períodos são essenciais. De acordo com Burrow et al.²⁴ (1996), eles podem proporcionar informações úteis para ajudar na determinação de quais materiais podem falhar clinicamente.

Conforme já foi salientado, embora a técnica da hibridização tenha representado um avanço significativo em relação à adesão ao substrato dentinário, ela não é perfeita. Diversas controvérsias existem quanto a necessidade da formação da camada híbrida, e de onde realmente deriva a retenção conseguida.

Por outro lado, sabemos que a utilização da técnica da desproteinização representa um passo a mais na técnica adesiva. Segundo Gwinnett⁵⁸ (1994) e Gwinnett⁶⁰ (1996), sistemas adesivos compatíveis com substratos de tecidos dentais úmidos não requerem necessariamente um passo extra de desproteinização para a dentina. Contudo, uma ótima *performance* clínica com os atuais sistemas adesivos deve ser precedida de uma infiltração completa dos monômeros resinosos na zona parcialmente desmineralizada, abaixo da zona rica em colágeno. Para tal, a integridade morfológica e a manutenção do estado úmido da rede de fibras colágenas tem um papel significativo em permitir que a resina se difunda através dela (Gwinnett⁵⁷, 1994).

Porém, conforme descrito na introdução deste trabalho, é bastante difícil padronizar *in vivo* a quantidade ideal de umidade na dentina ácido-condicionada. Sabemos que o excesso ou falta de umidade na superfície da dentina pode comprometer a adesão (Tay et al.¹⁵⁵, 1996; Araújo et al.⁵, 1998). Além disso, o risco de um condicionamento excessivo da dentina está sempre presente, não só por manter o ácido na superfície por um tempo maior do que o necessário, mas por variações no próprio substrato. Sabemos que a dentina de dentes imaturos em termos de mineralização, dentes que sofreram a agressão de cárie ou a dentina hipermineralizada, serão descalcificadas em graus diferentes quando os mesmos parâmetros de condicionamento são aplicados.

O uso da desproteinização elimina portanto o risco de uma impregnação inadequada do substrato ácido-condicionado, garantindo uma interação direta do adesivo com o mineral dentinário.

Segundo Armstrong et al.⁹ (1998), o tratamento ideal da superfície da dentina para adesão não foi determinado, e pesquisas adicionais são necessárias. Para Perdigão et al.¹⁰⁸ (1999), mesmo que a aplicação de substâncias desproteinizantes tenha sido advogada em vários estudos laboratoriais, estudos clínicos precisam ser realizados antes de se recomendar a aplicação de NaOCl como base rotineira. Por outro lado, já existe no mercado Japonês um gel de hipoclorito de sódio a 10% (AD Gel), recomendado para se realizar a desproteinização como um passo adicional no tratamento da dentina.

De acordo com Pioch et al.¹¹⁵ (1999), embora algumas vantagens de um tratamento adicional com NaOCl possam ser estabelecidos agora, os parâmetros de tratamento e as formulações dos *primers* precisam ser otimizadas antes de seu uso clínico. Todavia, até que a efetividade, indicações, biocompatibilidade e vantagens sejam completamente esclarecidas e comprovadas, não devemos abandonar a técnica convencional, cuja eficiência e segurança a um certo tempo já vem sendo confirmada (Uno & Finger¹⁶⁶ 1995).

Entretanto, levando em consideração as diversas evidências do aumento da resistência adesiva apresentadas na literatura, a melhora na qualidade do selamento marginal observada em nosso estudo, assim como a eliminação dos defeitos interfaciais, nos parece evidente que a técnica da remoção do colágeno dentinário é bastante promissora e deve ser mais estudada. Desta forma, estudos laboratoriais e clínicos comparando os resultados desta técnica em relação à técnica convencional devem ser realizados. Mesmo que ela represente um aumento da complexidade da técnica adesiva, caso os seus resultados sejam realmente superiores em todos os aspectos, ela deve ser aplicada, aumentando assim a qualidade e a durabilidade das restaurações.

7 CONCLUSÕES

- a) a remoção do colágeno dentinário reduziu significativamente a microinfiltração em relação à técnica convencional, independentemente do tempo de armazenagem e número de ciclos térmicos;
- b) a associação da resina fluída à dentina tratada com NaOCl não reduziu a microinfiltração marginal;
- c) a armazenagem em água por um período de 6 meses reduziu a microinfiltração quando o colágeno dentinário foi removido;
- d) a armazenagem e a ciclagem térmica induziram ao aumento significativo da microinfiltração após 12 meses;
- e) nenhuma das técnicas foi totalmente efetiva em conter a microinfiltração marginal.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. AGUILERA, F.S.; OSORIO, R.; TOLEDANO, M. Effect of deproteinization on shear bond strength and microleakage. **J Dent Res**, Chicago, v.79, sp. iss., p.356, 2000. (Abstract 1701)
2. AL-SALEHI, S.K.; BURKE, F.J.T. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. **Quintessence Int**, Berlin, v.28, p.717-23, 1997.
3. AMIN PARSA, M.; KUNZELMANN, K.H.; HICKEL, R. Effect of the "lining – technique" on marginal adaptation. **J Dent Res**, Chicago, v.79, sp. iss., p.354, 2000. (Abstract 1684).
4. ANIDO, A.A.; GONÇALVES, S.E.P.; PADILHA, R.Q. Dentina humana e bovina: resistência adesiva ao cisalhamento em três diferentes profundidades. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.95, 2001. (Resumo A202).
5. ARAÚJO, M.A.M.; TORRES, C.R.G.; ARAÚJO, R.M. Influência do estado de hidratação da dentina ácido-condicionada no selamento marginal em restaurações de resina composta. **Rev Odontol UNESP**, São Paulo, v.27, n.2, p.363-79, jul./dez. 1998.
6. ARAÚJO, R.M. et al. Influência dos diferentes meios de armazenagem de dentes extraídos na infiltração marginal. **J Bras Odontol Clin**, Curitiba, v.3, n.14, p.31-5, 1999. Lilacs, Disponível em : <http://www.bireme.br>. Acesso em : 16 Jan. 2001. (Resumo).
7. ARIAS, V.G. et al. Efeito de diferentes concentrações de NaOCl e tempos de aplicação na resistência ao cisalhamento de sistemas

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. Referências bibliográficas NBR 6023. Rio de Janeiro. 2000. 23p.

- adesivos. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.169, 2001. (Resumo B310).
8. ARMSTRONG, S.R.; BOYER, D.B.; KELLER, J.C. Fracture toughness of All-Bond 2 with and without hybrid layer. **J Dent Res**, Chicago, v.75, sp. iss., p.177, 1996. (Abstract 1279).
 9. ARMSTRONG, S.R. et al. Effect of hybrid layer on fracture toughness of adhesively bonded dentin-resin composite joint. **Dent Mater**, Chicago, v.14, p.91-8, Mar. 1998.
 10. ARMSTRONG, S.R. et al. Hydrolytic degradation of the dentin-resin composite bonded joint. **J Dent Res**, Chicago, v.79, sp.iss., p.453, 2000. (Abstract 2476).
 11. ASMUSSEN, E.; JORGENSEN, K.D. A microscopic investigation of the adaptation of some plastic filling materials to dental cavity walls. **Acta Odontol Scand**, Stockholm, v.30, p.3-21, 1972.
 12. ATTAL, J.P.; ASMUNSEM, E.; DEGRANGE, M. Effects of surface treatment on the free surface energy of dentin. **Dent Mater**, Kidlington, v.10, p.259-64, July 1994.
 13. BAHN, A.; SPENCER, J.; STEWART, G. Bond strength of enzymatic conditioned dentin. **J Dent Res**, Chicago, v.77, sp. iss., p.239, 1998. (Abstract 1066).
 14. BEDRAN DE CASTRO, A.K.B.; GALLEGOS, V.A.; PIMENTA, L.A.F. Influência do hipoclorito de sódio na adesão de 4 sistemas adesivos de frasco único à dentina. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.14, supl.2000, p.67, 2000. (Resumo A054).
 15. BEDRAN DE CASTRO, A.K.B. et al. Influência da remoção do colágeno na resistência ao cisalhamento de adesivos de frasco único à dentina. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16, 1999, Águas de São Pedro, **Anais...** São Paulo : SBPqO, 1999. p.64. (Resumo A235).

16. BLUNCK, U.; SPEYER, F.; ROULET, J.F. Effect of hypochlorite treatment of conditioned dentin on the marginal adaptation of composite resin restorations. **J Dent Res**, Chicago, v.76, sp. iss., p.19, 1997. (Abstract 46).
17. BOCANGEL, J.S. et al. The influence of the hybrid layer formation and dentin desiccation on the bond strength of four generation dentin adhesive. **J Dent Res**, Chicago, v.77, sp. iss., p.810, 1998. (Abstract 1430).
18. BORGES, A.B. et al. Avaliação do desgaste de pontas diamantadas e sua influência na infiltração marginal de restaurações. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.107, 2001. (Resumo A293).
19. BRADEN, M.; CAUSTON, E.E.; CLARKE, R.L. Diffusion of water in composite filling materials. **J Dent Res**, Chicago, v.55, n.5, p.730-2, Sept./Oct. 1976.
20. BRAGA, T. et al. Microinfiltração em resina condensável associada a resina de baixa viscosidade. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16, 1999, Águas de São Pedro, **Anais...** São Paulo : SBPqO, 1999. p.72. (Resumo A265).
21. BRAZ, R. et al. Microinfiltração de resinas compostas condensáveis sobre diferentes bases cavitárias. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.14, supl.2000, p.116, 2000. (Resumo B066).
22. BRISO, A.L.F. et al. Efeito da aplicação NaOCl gel, na resistência ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.14, Supl.2000, p.114, 2000. (Resumo B053).
23. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, Chicago, v.34, n.6, p.849-53, Dec. 1955.

24. BURROW, M.F.; SATOH, M.; TAGAMI, J. Dentin bond durability after three years using an dentin bonding agent with and without priming. **Dent Mater**, Kinglington, v.12, p.302-7, Sept. 1996.
25. BURROW, M.F.; TAGAMI, J.; HOSODA, H. The long term durability of bond strength to dentin. **Bull Tokyo Med Dent Univ**, Tokyo, v.40, n.4, p.173-91, Dec.1993.
26. CAMPOS, G.M. Software GMC. Disponível em: <http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc.html>. Acesso em 08 Jan. 2002.
27. CAMPOS, K.B.; CARVALHO, R.C.R.; RUSSO, E.M.A. Microinfiltração com/sem camada híbrida em restaurações com resina condensável. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16, 1999, Águas de São Pedro, **Anais...** São Paulo : SBPqO, 1999. p.66. (Resumo A242).
28. CARRILHO, M.R.O.; CARVALHO, R.M.; PASHLEY, D.H. Durabilidade da resistência adesiva a dentina: efeito da armazenagem. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.95, 2001. (Resumo A201).
29. CARVALHO, J.C. **Influência da configuração e do bisel em esmalte, nos preparos cavitários classe V, para restaurações de resina composta compactável: estudo da infiltração marginal.** São José dos Campos, 2001, 165f. Tese (Doutorado em Odontologia – Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.
30. CASTIGLIA, C. et al. Influência do NaOCl na resistência à tração de adesivos hidrofílicos. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16, 1999, Águas de São Pedro, **Anais...** São Paulo : SBPqO, 1999. p.69. (Resumo A253).

31. CHAIN, M. et al. Efeito da utilização de resinas de baixa viscosidade na microinfiltração de restaurações de resina condensável. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.14, supl.2000, p.54, 2000. (Resumo I342).
32. CHAN, A.R. et al. A short and long-term shear bond strength study using acids of varying dilutions on bovine dentine. **J Dent**, Bristol, v.25, n.2, p.145-52, 1997.
33. CHAPPELL, R.P. et al. Dentinal tubule anastomosis : a potential factor in adhesive bonding ? **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.72, n.2, p.183-8, Aug. 1994.
34. CHERSONI, S. et al. Effect of dentin treatment on bond strength. **J Dent Res**, Chicago, v.76, sp. iss., p.280, 1997. (Abstract 2135).
35. CHERSONI, S. et al. Effect of collagen layer on self-etching bonding systems adhesion. **J Dent Res**, Chicago, v.77, sp. iss., p.238, 1998. (Abstract 1062).
36. CIUCCHI, B.; SANO, H.; PASHLEY, D.H. Bonding to sodium hypochlorite treated dentin. **J Dent Res**, Chicago, v.73, sp. iss., p.296, 1994. (Abstract 1556).
37. DE CASTRO, A.K.; HARA, A.T.; PIMENTA, L.A. Influence of collagen removal on shear bond strength of one-bottle adhesive systems in dentin. **J Adhes Dent**, New Malden, v.2, n.4, p.271-7, Winter. 2000. Medline. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/>. Acesso em 09 Jan. 2002. (Abstract).
38. DÉJOU, J.; SINDRES, V.; CAMPS, J. Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage. **Dent Mater**, Kidlington, v.12, p.342-9, Nov. 1996.
39. FEILZER, A.J.; DE GEE, A.J.; DAVIDSON, C.L. Relaxation of polymerization contraction shear stress by hygroscopic expansion. **J Dent Res**, Chicago, v.69, n.1, p.36-9, 1990.

40. FERRARI, M.; DAVIDSON, C.L. In vivo resin-dentin interdiffusion and tag formation with lateral branches of two adhesive systems. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.76, n.3, p.250-3, Sept. 1996.
41. FLESSA, H.P. et al. Tensile bond strengths of adhesive systems to dentin after 24 hours and 6 months storage. **J Dent Res**, Chicago, v.79, sp. iss., p.453, 2000. (Abstract 2478).
42. FORD, T.R.P. The leakage of root fillings using glass ionomer cement and other materials. **Br Dent J**, London, v.146, p.273-8, May 1979.
43. FOTOS, P.G.; DIAZ-ARNOLD, A.M.; WILLIAMS, V.D. The effect of microbial contamination of pH changes in storage solutions during in vitro assays of bonding agents. **Dent Mater**, Kidlington, v.6, p.154-7, July 1990.
44. FOWLER, C.S. et al. Influence of selected variables on adhesion testing. **Dent Mater**, Kidlington, v.8, p.265-9, July 1992.
45. FUJITA, E. et al. Effect of dentin treatment on adhesion of adhesive composite resin to dentin-dissolution of collagen. **Adhesive Dent**, Tokyo, v.8, n.3, p.277-35, 1990.
46. FUJITA, E. et al. Effect of NaOCl pre-conditioning to bovine root canal dentin. **J Dent Res**, Chicago, v.75, sp. iss., p.391, 1996. (Abstract 2990).
47. FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J Dent Res**, Chicago, v.58, n.4, p.1364-70, Apr. 1979.
48. GALE, M.S.; CHEUNG, G.S.P. New 3-D reconstruction of the microleakage pattern using na abrasion technique. **J Dent Res**, Chicago, v.72, sp. iss., p.114, 1993. (Abstract 88).
49. GALE, M.S.; DARVELL, B.W. Controlling dentine penetration in computer microleakage tracer mapping. **J Dent**, Bristol, v.25, n.2, p.129-36, 1997.

50. GARCIA-GODOY, F.; FINGER, W.J. Reliability of microleakage evaluation using dentin bonding agents. **J Dent Res**, Chicago, v.72, sp. iss., p.308, 1993. (Abstract 1636).
51. GATTI, F.R. et al. Avaliação dos efeitos da aplicação de diferentes concentrações e tempos de NaOCl em dentina. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.56, 2001. (Resumo I273).
52. GIANNINI, M.; PIMENTA, L.A.F.; DIAS, C.T.S. Longevidade da união à dentina de adesivos de frasco único. **Pesq Odontol Bras**, v.14, supl.2000, p.67, 2000. (Resumo A058).
53. GOLDMAN, M.; DE VITRE, R.; PIER, M. Effect of the dentin smeared layer on tensile strength of cemented posts. **J Prothet Dent**, St. Louis, v.52, n.4, p.485-8, Oct. 1984.
54. GOLDMAN, M. et al. The efficacy of several endodontic irrigating solutions : a scanning electron microscopic study - part 2. **J Endod**, Chicago, v.8, n.11, p.487-92, Nov. 1982.
55. GOLDMAN, M. et al. An SEM study of posts cemented with an unfilled resin. **J Dent Res**, Chicago, v.63, n.7, p.1003-5, July 1984.
56. GWINNETT, A.J. Moist versus dry dentin : its effect on shear bond strength. **Am J Dent**, San Antonio, v.5, n.3, p.127-9, June 1992.
57. GWINNETT, A.J. Dentin bond strength after air drying and rewetting. **Am J Dent**, San Antonio, v.7, n.3, p.144-8, June 1994.
58. GWINNETT, A.J. Altered tissue contribution to interfacial bond strength with acid conditioned dentin. **Am J Dent**, San Antonio, v.7, p.243-6, Oct. 1994.
59. GWINNETT, A.J.; YU, S. Effect of long-term water storage on dentin bonding. **Am J Dent**, San Antonio, v.8, n.2, p.109-11, Apr. 1995.
60. GWINNETT, A.J. et al. Quantitative contribution of the collagen network in dentin hybridization. **Am J Dent**, San Antonio, v.9, n.4, p.140-4, Aug. 1996.

61. GWINNETT, J.A. et al. Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.74, n.6, p.575-85, Dec. 1995.
62. HANSEN, E.K.; ASMUSSEN, E. Marginal adaptation of posterior resins : effect of dentin-bonding agent and hygroscopic expansion. **Dent Mater**, Kidlington, v.5, n.2, p.122-26, Mar.1989.
63. HEMKER, M.L.; DIEFENDERFER, K.E.; LECLAIRE, C.C. Effect of dentin collagen depletion on the microleakage of resin composite restorations. **J Dent Res**, Chicago, v.79, sp. iss., p.354, 2000. (Abstract 1682).
64. HILTON, T.J.; FERRACANE, J.L. Cavity preparation factors and microleakage of class II composite restorations filled at intraoral temperatures. **Am J Dent**, San Antonio, v.12, n.3, p.123-30, June 1999.
65. HILTON, T.J.; SCHWARTZ, R.S.; FERRACANE, J.L. Microleakage of four class II resin composite insertion techniques at intraoral temperature. **Quintessence Int**, Berlin, v.28, n.2, p.135-44, Feb. 1997.
66. HOSODA, H. et al. A study on the mechanism of bonding between resin and dentin. Part 1. Bonding to dentin treated with sodium hypochlorite. **Nippon Shika Hozongaku Zasshi**. Tokyo, v.36, n.4, p.1054-8, 1993.
67. INAI, N. et al. Adhesion between collagen depleted dentin and dentin adhesives. **Am J Dent**, San Antonio, v.11, n.3, p.123-7, June 1998.
68. JAKOB, M. et al. Long-term extrusion shear bond strength of eight dentin adhesives. **J Dent Res**, Chicago, v.75, sp. iss., p.387, 1996. (Abstract 2954).
69. KANCA III, J.; SANDRIK, J. Bonding to dentin. Clues to mechanism of adhesion. **Am J Dent**, San Antonio, v.11, n.4, p.154-9, Aug. 1998.

70. KASHIWADA, T. In vivo bond strength of a new dental adhesive to dentin. **J Dent Res**, Chicago, v.72, sp. iss., p.381, 1993. (Abstract 2222).
71. KATO, G.; NAKABAYASHI, N. Influence of exposed collagen etched with phosphoric acid to bonding. **J Dent Res**, Chicago, v.74, sp. iss., p.403, 1995. (Abstract 19).
72. KATO, G.; NAKABAYASHI, N. Effect of phosphoric acid concentration on wet-bonding to etched dentin. **Dent Mater**, Kidlington, v.12, p.250-5, July 1996.
73. KATO, G.; NAKABAYASHI, N. The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. **Dent Mater**, Kidlington, v.14, p.347-52, Sept. 1998.
74. KAVAGUTI, A.F.; GIANNINI, M.; SOARES, C.J. Resistência adesiva em substrato de esmalte humano, bovino e suíno. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.30, 2001. (Resumo 1068).
75. KEMP-SCHOLTE, C.M.; DAVIDSON, C.L. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. **J Dent Res**, Chicago, v.69, n.6, p.1240-3, June 1990.
76. KEMP-SCHOLTE, C.M.; DAVIDSON, C.L. Marginal integrity related to bond strength and strain capacity of composite resin restorative systems. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.64, n.6, p.658-64, Dec. 1990.
77. KITASAKO, Y. et al. The influence of storage solution on dentin bond durability of resin cement. **Dent Mater**, Kidlington, v.16, p.1-6, 2000.
78. KIYOMURA, M. Bonding strength to bovine dentin with 4-META/MMA-TBB resin – Long-term stability and influence of water. **Shika Zairyo Kikai.**, Tokyo, v.6, n.6, p.860-72, 1987.

79. KOIKE, T. et al. Effect of water sorption and thermal stress on cavity adaptation of dental composites. **Dent Mater**, Kidlington, v.6, n.3, p.170-80, July 1990.
80. LABELA, R. et al. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. **Dent Mater**, Kidlington, v.15, p.128-37, 1999.
81. LAMERAND, S.D.; SUH, B.I.; SANDRIK, J.L. Flexural modulus of commercial composite restorative materials. **J Dent Res**, Chicago, v.76, sp. iss., p.422, 1997. (Abstract 3272).
82. LI, H.P.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. Nanoleakage patterns of four dentin bonding systems. **Dent Mater**, Kidlington, v.16, p.48-56, 2000.
83. LI, H.P.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. The effect of long-term storage on nanoleakage. **Oper Dent**, Seattle, v.26, p.609-16, 2001.
84. MARINELLI, S.M.; EICHMILLER, F. Comparing three dimensional vs. two dimensional evaluation of microleakage. **J Dent Res**, Chicago, v.72, sp. iss., p.197, 1993. (Abstract 748).
85. MARSHALL, S.J. et al. Surface preparation effects on shear bond strength of dentin adhesives. **J Dent Res**, Chicago, v.76, sp. iss., p.188, 1997. (Abstract 1398).
86. MARSHALL JÚNIOR, G.W. et al. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. **J Dent**, Bristol, v.25, n.6, p.441-58, 1997.
87. MAZER, R.B.; RUSSELL, R.R. The use of flowable composite resin in class V restorations: microleakage evaluation. **J Dent Res**, Chicago, v.77, sp. iss., p.131, 1998. (Abstract 202).
88. MIEARS JÚNIOR, J.R.; CHARLTON, D.G.; HERMESCH, C.B. Effect of dentin moisture and storage time on resin bonding. **Am J Dent**, San Antonio, v.8, n.2, p.80-2, Apr. 1995.
89. MIRANDA, M.S.; DIAS, K.; BENITEZ, F.P. Estudo *in vitro* da efetividade de uma resina "Flow" no controle da microinfiltração. In :

- REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16, 1999, Águas de São Pedro, **Anais...** São Paulo : SBPqO, 1999. p.72. (Resumo A266).
90. MIXSON, J. et al. Comparison of two-surface and multiple surface scoring methodologies for in vitro microleakage studies. **Dent Mater**, Kidlington, v.7, p.191-6, July 1991.
 91. MONTES, M.A.J.R.; GOES, M.F.; CUNHA, M.R.B. Efeito da resina de baixa viscosidade na resistência de união de adesivo sobre dentina. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.14, supl.2000, p.115, 2000. (Resumo B058).
 92. MORI, G.; BASSI, M.A.; GORACCI, G. An FE-SEM evaluation of resin dentin interface with four one-bottle adhesive systems. **J Dent Res**, Chicago, v.77, Spec. Iss. B, p.19, 1998. (Abstract 385).
 93. MORIWAKI, Y. et al. The crystallinity change of bovine enamel during maturation. **Jpn J Dent Mat**, Tokyo, v.9, p.78-85, 1968. apud NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitute in the adhesion test. **J Dent Res**, Chicago, v.62, n.10, p.1076-81, Oct. 1983.
 94. NAKABAYASHI, N. Resin reinforced dentin due to infiltration of monomers into the dentin at adhesive interface. **Shika Zairyo Kikai**, Tokyo, v.1, n.1, p.78-81, 1982.
 95. NAKABAYASHI, N. apud RETIEF, D.H. et al. Phosphoric acid as a dentin etchant. **Am J Dent**, San Antonio, v.5, n.1, p.24-8, Feb. 1992. (comunicação pessoal)
 96. NAKABAYASHI, N.; TAKARADA, K. Effect of HEMA on bonding to dentin. **Dent Mater**, Kidlington, v.8, p.125-30, Mar. 1992.
 97. 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, v.23, n.2, p.135-41, 1992.

98. NAKABAYASHI, N.; KIYOMURA, M.; TAKARADA, K. Durable bonding to dentin. **J Dent Res**, Chicago, v.71, sp. iss., p.169, 1992. (Abstract 512).
99. NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrate. **J Biomed Mater Res**, New York, v.16, p.265-73, 1982.
100. NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitute in the adhesion test. **J Dent Res**, Chicago, v.62, n.10, p.1076-81, Oct. 1983.
101. NAKAZAWA, Y. et al. Microhardness evaluation of resin dentin bonding areas by nano indentation. **Bull Tokyo Dent Coll**, Tokyo, v.40, n.1, p.47-54, Feb. 1999.
102. NIKAIDO, T. et al. Long-term durability of bonding of photocurable composite resin to dentin. **Nippon Shika Hozongaku Zasshi**, Tokyo, v.33, n.4, p.1001-7, 1990.
103. OKUDA, M. et al. Relationship between long term durability of bond strength and nanoleakage. **J Dent Res**, Chicago, v.79, sp. iss., p.354. 2000. (Abstract 1683).
104. PASHLEY, D.H.; CIUCCHI, B.; SANO, H. Dentin as a bonding substrate. **Dtsch Zahn**, Leipzig, 1994, v.47, p.760-3, 1994 apud TOLEDANO, M. et al. Effect of acid etching and collagen removal on dentin wettability and roughness. **J Biomed Mater Res**, New York, v.47, p.198-203, 1999.
105. PASHLEY, D.H. et al. Permeability of dentin to adhesive agents. **Quintessence Int**, Berlin, v.24, n.9, p.618-31, 1993.
106. PÉCORA, J.D. Uma breve história dos métodos de estudo de anatomia interna dos dentes humanos. Disponível em: <http://www.forp.usp.br/restauradora/dia.html>. Acesso em 20 dez. 1999.

107. PERDIGÃO, J. et al. Field emission SEM comparison of four postfixation drying techniques for human dentin. **J Biomed Mater Res**, New York, v.29, p.1111-20, 1995.
108. PERDIGÃO, J. et al. An ultra-morphological characterization of collagen-depleted etched dentin. **Am J Dent**, San Antonio, v.12, n.5, Oct. 1999.
109. PERDIGÃO, J. et al. Effect of a sodium hypochlorite gel on dentin bonding. **Dent Mater**, Kidlington, v.16, n.5, p.311-23, Sept. 2000.
110. PEREIRA, G.D.S. et al. Influência da degradação hidrolítica na resistência à microtração de adesivos. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.107, 2001. (Resumo A294).
111. PERIS, A.R.; DUARTE JÚNIOR, S.L.L. Avaliação da influência de uma resina de baixa viscosidade na microinfiltração em restaurações de resina composta. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.159, 2001. (Resumo B233).
112. PHRUKKANON, S.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. The effect of dentine location and tubule orientation on bond strengths between resin and dentine. **J Dent**, Bristol, v.27, p.265-74, 1999.
113. PHRUKKANON, S. et al. The influence of modification of etched bovine dentin on bond strengths. **Dent Mater**, Kidlington, v.16, p.255-65, 2000.
114. PINTADO, M.R.; DOUGLAS, W.H. The comparison of microleakage between two different dentin bonding resin systems. **Quintessence Int**, Berlin, v.19, n.12, 1988.
115. PIOCH, T. et al. Interfacial micromorphology and tensile bond strength of dentin bonding systems after NaOCl treatment. **J Adhesive Dent**, New Malden, v.2, n.2, p.135-42, 1999.
116. PIOCH, T. et al. The effect of NaOCl dentin treatment on nanoleakage formation. **J Biomed Mater Res**, New York, v.56, n.4, p.578-83, Sep. 2001. Medline. Disponível em:

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/>. Acesso em 09 Jan. 2002. (Abstract).
117. POOLTHONG, S. et al. Relationship between dimensional change and microleakage of tooth-colored materials. **J Dent Res**, Chicago, v.79, sp. iss., p.449, 2000. (Abstract 2442).
 118. PRATI, C.; CHERSONI, S.; PASHLEY, H. Effect of removal surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. **Dent Mater**, Kidlington, v.15, p.323-31, 1999.
 119. PRINZ, H. The Spaltholz method of preparing transparent animal bodies. **Dent Cosmos**, Philadelphia, v.55, p.374-8, 1913 apud PÉCORA, J.D. Uma breve história dos métodos de estudo de anatomia interna dos dentes humanos. Disponível em : <http://www.forp.usp.br/restauradora/dia.html>. Acesso em 20 dez. 1999.
 120. PRISCO, D. et al. Effect of sodium hypochlorite conditioning on dentine bond strenght. **Int Dent J**, New York, v.48, n.5, p.437, 1998. (Abstract)
 121. RAMOS, O.L.V. et al. Influência da desproteínização na microinfiltração de restaurações de resina composta. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.61, 2001. (Resumo I316).
 122. RESENDE, A.M.; GONÇALVES, S.E.P. Avaliação da infiltração marginal utilizando dois sistemas adesivos em dentes humanos e bovinos. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.112, 2001. (Resumo A332).
 123. RETIEF, D.H. Standardizing laboratory adhesion tests. **Am J. Dent**, San Antonio, v.5, n.5, p.231-6, Oct. 1991.
 124. RETIEF, D.H. Do adhesives prevent microleakage? **Int Dent J**, New York, v.44, p.19-26, 1994.
 125. RETIEF, D.H. et al. Phosphoric acid as a dentin etchant. **Am J Dent**, San Antonio, v.5, n.1, p.24-8, Feb. 1992.

126. ROBERTSON, D. et al. A clearing technique for the study of root canal systems. **J Endod**, Chicago, v.6, n.1, p. 421-4, Jan. 1980.
127. RUSSELL, R.R.; MAZER, R.B. Microleakage of class II restorations using a flowable composite as a liner. **J Dent Res**, Chicago, v.77, sp. iss., p.131, 1998. (Abstract 203).
128. RUSSELL, R.; MAZER, R.B. Conventional and air abrasion cavity preparation – Margin adaptation of hybrid and flowable composites. **J Dent Res**, Chicago, v.79, sp. iss., p.354, 2000. (Abstract 1686).
129. SÁ, D.N.; GABRIELLI, F. Estudo da infiltração marginal em restaurações com amálgama. Efeito de liga, verniz e brunidura. **Rev Fac Far Odontol Ribeirão Preto**, v.16, n.1, p.53-62, jan/jun. 1979.
130. SABOIA, V.P.A.; PIMENTA, L.A.F. Efeito da remoção do colágeno na adesão à dentina. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 15, 1998, Águas de São Pedro, **Anais...** São Paulo : SBPqO, 1998. p.107. (Resumo B037).
131. SABOIA, V.P.A.; PIMENTA, L.A.F. Efeito do tempo de aplicação do adesivo na resistência de união à dentina sem colágeno. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16, 1999, Águas de São Pedro, **Anais...** São Paulo : SBPqO, 1999. p.156. (Resumo B219).
132. SABOIA, V.P.A.; CARLINI JÚNIOR, B.; PIMENTA, L.A.F. Efeito do tempo de aplicação do adesivo na resistência de união à dentina sem colágeno. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.14, supl.2000, p.116, 2000. (Resumo B068).
133. SABOIA, V.P.A.; SANTOS, P.H.; SINHORETI, M.A.C. Efeito da remoção do colágeno na resistência de união de adesivos à base de acetona **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.15, Supl. 2001, p.161, 2001. (Resumo B248).

134. SAKAE, T.; MISHIMA, H.; KOZAWA, Y. Changes in bovine dentin mineral with sodium hypochlorite treatment. **J Dent Res**, Chicago, v.67, n.9, p.1229-34, Sept.1988.
135. SANO, H. et al. Nanoleakage : leakage within the hybrid layer. **Oper Dent**, Seattle, v.20, p.18-25, 1995.
136. SANO, H. et al. Long term durability of dentin bond made with a self-etching primer, in vivo. **J Dent Res**, Chicago, v.78, n.4, p.906-11, Apr. 1999. Pubmed. Disponível em : <http://www.ncbi.nlm.gov/entrez>. Acesso em 26 Mar. 2000. (Abstract).
137. SANTOS, M.H. et al. Avaliação da microinfiltração em resina condensável com diferentes técnicas restauradoras. **Pesq Odontol Bras**, São Paulo, v.14, supl. 2000, p.76, 2000. (Resumo A127).
138. SCHIMIT, F.; VAN SINT JAN, S. Early marginal microleakage in class II resin composite restorations. **J Dent Res**, Chicago, v.76, sp. iss., p.19, 1997. (Abstract 42).
139. SCHNELL, F. Effect of immediate dowel space preparation on the apical seal of endodontically filled teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, St. Louis, v.45, n.3, p.470-4, 1978.
140. SEGHI, .R.; AYAD, M.F.; EL-SAID, H.Y. Influence of simulated oral environment toughness of composite resin. **J Dent Res**, Chicago, v.77, sp. iss., p.203, 1998. (Abstract 780).
141. SHINOHARA, M.S. et al. Influência na microinfiltração do NaOCl no pré-tratamento dentinário de restaurações classe V. **Pesq Odontol Bras**, v.14, supl.2000, p.38, 2000. (Resumo I216).
142. SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. Trad. A.A Farias. São Paulo: McGraw Hill, 1975. 350p.
143. SOARES, N.B. et al. Infiltração em restauração classe II com base em resina "Flow" e compômero. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16,

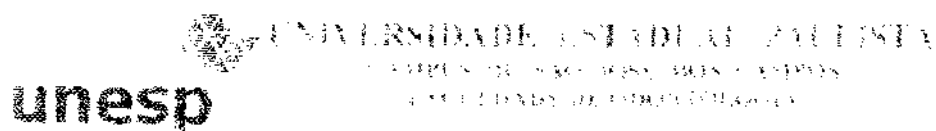
- 1999, Águas de São Pedro, **Anais...** São Paulo : SBPqO, 1999. p.158. (Resumo B229).
144. SODERHOLM, K.J.M. Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials : a report of the ASC MD 156 Task Group on test methods for the adhesion of restorative materials. **Dent Mater**, Kidlington, v.7, p.74-83, Apr. 1991.
 145. SOENO, K.; TAIRA, Y.; ATSUTA, M. Influence of formaline cresol on bond strength of adhesive luting agents to dentin. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.27, p.623-8, 2000.
 146. SPANGBERG, L.S.W.; ACIERNO, T.G.; CHA, B.Y. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. **J Endod**, Chicago, v.15, n.11, p.548-51, Nov. 1989.
 147. SPENCER, P.; SWAFFORD, J. Unprotected protein at the dentin-adhesive interface. **Quintessence Int**, Berlin, v.30, n.7, 1999.
 148. SPRADLING, R.; SENIA, E.S. The relative ability of paste-type filling materials. **J Endod**, Chicago, v.8, n.12, p.543-9, Dec.1982.
 149. STANINEC, M. et al. Bond strength, interfacial characterization and fracture surface analysis for a new stress breaking bonding agent. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.74, n.5, p.469-75, Nov. 1995.
 150. SWIFT JÚNIOR. E.J. et al. Effect of low-viscosity resins on the performance of dental adhesives. **Am J Dent**, San Antonio, v.9, n.3, p.100-4, June 1996.
 151. TAKARADA, K. Stable adhesion to dentin – Combination of EDTA 3-2 (NH₄/Fe) pretreatment and 2% 4-META/MMA-TBB resin. **Shika Zairyo Kikai**, Tokyo, v.9, n.6, p.841-9, 1990.
 152. TAKARADA, K. et al. Durability of bonding between 4-META/MMA-TBB resin to dentin pretrated with 10-3. The effect of 10-3 pretreating period and subsequent glutaraldehyde treatment. **Shika Zairyo Kikai**, Tokyo, v.9, n.6, p.831-40, 1990. Pubmed. Disponível

em : <http://www.ncbi.nlm.gov/entrez>. Acesso em 07 Nov. 2000. (Abstract).

153. TANAKA, J.; NAKAI, H. Application of root canal cleaning agents having dissolving abilities of collagen to the surface treatment for enhanced bonding of resin to dentin. **Dent Mater J**, Tokyo, v.12, n.2, p.196-208, 1993.
154. TANAKA, J. et al. Correlation of dentin durability with water absorption of bonding layer. **Dent Mater J**, Tokyo, v.18, n.1, p.11-8, 1999.
155. TAY, F.R.; GWINNETT, A.J.; WEI, S.H.Y. The overwet phenomenon: a scanning electron microscopic study of surface moisture in the acid conditioned, resin-dentin interface. **Am J Dent**, San Antonio, v.9, n.3, p.109-14, June 1996.
156. TAY, F.R. et al. A method for microleakage evaluation along the dentin/restorative interface. **Am J Dent**, San Antonio, v.8, n.2, p.105-8, Apr. 1995.
157. TAY, F.R. et al. Variability in microleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions. **J Dent Res**, Chicago, v.74, n.5, p.1168-78, May 1995.
158. TAYLOR, M.J.; LYNCH, E. Microleakage. **J Dent**, Bristol, v.20, p.3-10, 1992
159. TEDESCO, A.D.; VARGAS, E.; CAMPOS, P.R. Avaliação da microinfiltração de resinas condensáveis associadas ou não às resinas flow. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 16, 1999, Águas de São Pedro, **Anais...** São Paulo : SBPqO, 1999. p.168. (Resumo B268).
160. TITLEY, K.C. et al. Studies of dentin-bonding interface. **J Dent Res**, Chicago, v.72, sp. iss., p.263, 1993. (Abstract 1280).
161. TJAN, A.H.L. et al. Long-term water storage and bond strength of eleven dentin adhesives. **J Dent Res**, Chicago, v.71, sp. iss., p.665, 1992. (Abstract 1198).

162. TOLEDANO, M. et al. Effect of acid etching and collagen removal on dentin wettability and roughness. **J Biomed Mater Res**, New York, v.47, p.198-203, 1999.
163. TOLEDANO, M. et al. Effect of dentin deproteinization on microleakage of Class V composite restorations. **Oper Dent**, Seattle, v.25, n.5, p.497-504, Nov.-Dec. 2000. Medline. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/>. Acesso em 09 Jan. 2002. (Abstract).
164. TSUDA, H.; RUBEN, J.; ARENDS, J. Raman spectra of human dentin mineral. **Eur J Oral Sci**, Copenhagen, v.104, p.123-31, 1996.
165. UNO, S.; FINGER, W.J. Function of the hybrid zone as a stress-absorbing layer in resin-dentin bonding. **Quintessence Int**, Berlin, v.26, n.10, p.733-8, 1995.
166. VAN MEERBEEK, B. et al. Assesment by nano-indentation of hardness and elasticity of resin-dentin bonding area. **J Dent Res**, Chicago, v.72, n.10, p.1434-42, Oct. 1993.
167. VARGAS, M.A.; COBB, D.S.; ARMSTRONG, S.R. Resin dentin shear bond strength and interfacial ultrastructure with and without a hibrid layer. **Oper Dent**, Seattle, v.22, p.159-66, 1997.
168. WAKABAYASHI, H. A new method of pretreating dentin adherend surface with organic substance dissolving agent containing bodying agent and with bonding agent. **Shika Zairyo Kikai**, Tokyo, v.12, n.2, p.279-94, 1993.
169. WAKABAYASHI, Y. et al Effect of dissolution of collagen on adhesion to dentin. **Int J Prosthodont**, Lombard, v.7, n.4, p.302-6, 1994.
170. WALSHAW, P.R.; McCOMB, D. Microleakage in class 2 resin composites with low-modulus, intermediate materials. **J Dent Res**, Chicago, v.77, sp. iss., p.131, 1998. (Abstract 204).

171. WALTER, L.R.F.; HOKAMA, N. Um novo aparelho de perfuração destinado ao estudo dos materiais odontológicos. **Assoc Paul Cir Dent**, São Paulo, v.30, n.2, p.77-8, 1976.
172. WATANABE, T.; NAKABAYASHI, N. Bonding durability of photocured phenyl-P in TEGDMA to smear layer-retained bovine dentin. **Quintessence Int**, Berlin, v.24, n.5, p.335-42, 1993.
173. WU, W. et al. Detecting margin leakage of dental composite restorations. **J Biomed Mater Res**, New York, v.17, p.37-43, 1983.
174. YAMADA, R.S. et al. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions : part 3. **J Endod**, Chicago, v.9, n.4, p.137-42, Apr. 1983.
175. YAMAMOTO, K. et al. Bonding durability of 3-step & 2-step dentin bonding systems. **J Dent Res**, Chicago, v.79, sp. iss., p.453, 2000. (Abstract 2473).
176. YOSHIYAMA, M. et al. Interfacial morphology and strength of bonds made to superficial versus deep dentin. **Am J Dent**, San Antonio, v.8, n.6, p.297-302, Dec. 1995.
177. YOUNGSON, C.C. A technique for three-dimensional microleakage assessment using tooth sections. **J Dent Res**, Chicago, v.20, n.4, p.231-4, 1992.
178. YOUNGSON, C.C. et al. A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. **J Dent**, Bristol, v.27, p.223-33, 1999.
179. YOUSSEF, M.N. et al. Estudo comparativo de quatro filosofias adesivas quanto à penetração na dentina. **Assoc Paul Cir Dent**, São Paulo, v.52, n.3, p.236-9, Maio/Jun. 1998.

ANEXO A – Cópia do certificado de aprovação pelo Comitê de Ética.**CERTIFICADO**

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº 11/2000-PA/CEP sobre "Efeitos da remoção do colágeno dentinário na durabilidade da adesão" sob a responsabilidade Carlos Rocha Gomes Torres está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa

São José dos Campos, 14 de março de 2000

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Paulo Villela Santos Junior', is written over a horizontal line.

Prof. Dr. Paulo Villela Santos Júnior
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa-Local

TORRES, C.R.G. Marginal microleakage evaluation in composite resin restorations, when the dentin collagen is kept or eliminated after the acid conditioning, changing the storage period and thermal cycling. 2002. 217f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the marginal microleakage in composite resin restorations, under the variables removal or not of the dentin collagen after the acid conditioning, and utilization or not of a flowable composite resin layer on deproteinized dentin, changing the factors: a) storage time (0, 6 and 12 months); b) thermal cycling (500, 1.500 and 2.500 cycles). For this, 180 bovine teeth received class V cavity preparation at cementum-enamel junction. They were assigned to three groups: group C – was applied the Single Bond adhesive system (3M), according to manufacturer instructions, and restored with Z250 composite resin (3M); group H – after the acid conditioning was applied a 10% NaOCl aqueous solution for 1min, and then applied the adhesive and restored with Z250; group HF – like the group H, except that after the adhesive polymerization, a thin layer of a flowable composite resin Natural Flow (DFL) was applied and polymerized, before the placement of Z250. All specimens received 500 thermal cycles ($5\pm5^{\circ}\text{C}$ to $55\pm5^{\circ}\text{C}$). The specimens in each group were randomly assigned to three subgroups. In the first, the microleakage was evaluated after 24h. In second, the specimens were stored in distilled water containing 0,4% of sodium azide in stove at 37°C , for 6 months, and after this time received more 1.000 thermal cycles. In the third, the specimens were stored for 12 months, and they received more 1.000 thermal cycles for each 6 months. At the end of each storage time, the microleakage was evaluated by the silver nitrate method, followed by clearing technique. The specimens were analyzed in stereomicroscope and received scores of 0 to 4. The data were submitted to statistical analysis, using the Kruskal Wallis's and Multiple Comparisons tests. After 6 months of storage, the groups H and HF showed falls in microleakage, while the group C didn't showed significant differences. After 12 months, the groups C and H showed significant increases of microleakage regarding initial evaluation. However, in all periods, the group H and HF exhibited statistically less microleakage than the group C. Don't were verified significant differences between groups H and HF, for all of time intervals. We conclude that the collagen removal didn't reduce significantly the microleakage regarding the conventional technique, regardless of storage time and thermal cycles number. The association of flowable composite resin to the dentin treated with NaOCl didn't produce significant effects. The storage in water for a period of 6 months reduced the microleakage when the dentin collagen was removed. The storage and the thermal cycling induced to the microleakage increase after 12 months. None of the techniques was totally effective in control the marginal microleakage.

KEYWORDS: Microleakage, adhesion, dentin, deproteinization, sodium hypochlorite.

Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho

•

São José dos Campos, 15 de março de 2002.



Carlos Rocha Gomes Torres