

MARIA FILOMENA ROCHA LIMA HUHTALA

**ESTUDO COMPARATIVO DA EFICÁCIA DE DOIS ADESIVOS
DENTINÁRIOS E UM CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO
EMPREGADOS NA ADESÃO DO AMÁLGAMA À DENTINA:
TESTE DE CISALHAMENTO E ANÁLISE
ESTEREOMICROSCÓPICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos,
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como parte dos requisitos para
a obtenção do título de MESTRE, pelo Curso de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA,
Área de Concentração em ODONTOLOGIA RESTAURADORA

Orientador: Prof. Tit. José Benedicto de Mello



São José dos Campos

1995

Origem: Coleção FOSSE
Proc.: 003196
R\$ 10,00

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

RIBEIRO, J. F. et al. *Roteiro para redação de monografias, trabalhos de cursos, dissertações e teses*. São José dos Campos, 1993.

HUHTALA, M.F. R. L. *Estudo comparativo da eficácia de dois adesivos dentinários e um cimento de ionômero de vidro empregados na adesão do amálgama à dentina: teste de cisalhamento e análise estereomicroscópica*. São José dos Campos, 1995. 164p. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora)- Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

Pauli,

a você, meu marido, companheiro e amigo,
sempre ao meu lado em todos os momentos,
meu amor, carinho e agradecimento.

Felipe e Mariane,

a vocês, meus filhos, minhas
desculpas pela ausência nos
momentos de lazer e a
promessa de que teremos,
juntos, muitos momentos de
alegria.

Aos meus pais, Elbio e Enery,
pelo muito que representam, e por
todo apoio e amor, dedico este trabalho.

À memória de minha sogra,
Mirja, por todo o afeto que
sempre me dedicou.

Agradecimento Especial

à Deus que sempre está presente
iluminando meus passos e me
dando forças para ir adiante.

Ao Prof.Dr.José Benedicto de Mello,
um exemplo de rara dedicação à
Odontologia, pelo constante apoio e
incentivo desde o início da minha
formação profissional e pela orientação
no decorrer deste trabalho, minha
imensa admiração e meu profundo
agradecimento.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, na pessoa de seu diretor, Prof. Dr. Rogério Lacaz Netto, pelo início deste curso de Mestrado em Odontologia Restauradora.

À Profa. Dra. Maria Amélia Máximo de Araujo, amiga, mestra e um exemplo de disciplina, pelos valiosos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas de Mestrado, Sérgio, Ana Paula, Hiran, Marcos e Suely. Obrigado pela amizade e pelo convívio tão carinhoso e enriquecedor.

Aos colegas de Departamento Rosehelene, Regina Célia, José Roberto, Délcio, João Candido, Jaime e Márcia, pela carinhosa convivência, e interesse em ajudar e orientar.

Cooperação Técnico - Científica entre AMR / CTA e Faculdade de Odontologia do Campus de São José dos Campos - UNESP. Agradecimento especial ao engenheiro Rodolfo de Queiroz Padilha e Sargento Duque Gonçalves pela valiosa colaboração na realização dos testes laboratoriais.

Aos técnicos de laboratório Maria Lucia Silva, Mônica Guimarães Figueiredo e Maria Salete Faria, pela presteza e boa vontade na elaboração da fase experimental deste trabalho.

À Tirza Garcia Durante Lopes, pela disposição em colaborar na digitação deste trabalho.

À Zélia Sumie Ikeda Borgest, pelo auxílio na revista da literatura através da computação.

À D. Leila Novaes, pelo auxílio na revisão bibliográfica e final deste trabalho.

Ao Prof. Ary José Dias Mendes, pela realização das análises estatísticas deste trabalho.

A todos que, de algum modo, contribuíram para a concretização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 Adesivos dentinários.....	16
2.2 Cimentos de ionômero de vidro.....	34
2.3 Amálgama adesivo.....	50
3 PROPOSIÇÃO.....	93
4 MATERIAL E MÉTODO.....	94
4.1 Material.....	94
4.2 Método.....	97
5 RESULTADO.....	110
6 DISCUSSÃO.....	122
7 CONCLUSÃO.....	139
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
RESUMO.....	161
ABSTRACT.....	163

1 INTRODUÇÃO

O amálgama de prata ainda é, atualmente, o material restaurador de maior utilização na Odontologia.

As restaurações de amálgama vêm sendo empregadas com sucesso por mais de um século e meio. Especula-se que o início de seu emprego data do século XV, mas somente em 1929, a Associação Dentária Americana elaborou a especificação para o amálgama dentário. Esta norma teve como objetivo estabelecer as especificações para materiais dentários e certificar os produtos que se ajustavam a tais requisitos, Phillips⁸⁶, 1976. Foi um método efetivo para eliminar os produtos disponíveis no mercado que apresentavam propriedades inferiores e baixo desempenho clínico, Leinfelder & Lemons⁶¹, 1989.

Atualmente apesar dos avanços tecnológicos no campo das resinas compostas, o amálgama de prata ainda é o melhor e mais durável material utilizado para restaurações diretas em dentes posteriores, de que se tem conhecimento. Em um levantamento sobre o uso clínico do amálgama, Fichman & Santos³⁸, 1982, constataram que

aproximadamente 80% das restaurações existentes eram com amálgama de prata.

Esta ampla utilização do amálgama encontra respaldo na literatura, pelas indubitáveis vantagens apresentadas por este material restaurador, salientadas por autores como Baratieri et al.⁹, 1989; Horsted-Bindslev & Mjör⁵¹, 1990; Fichman & Santos³⁸, 1982; Leinfelder & Lemons⁶¹, 1989; Phillips⁸⁸, 1984; Strickland & Wilder¹⁰⁷, 1986, tais como: alta resistência, estabilidade dimensional, propriedades físicas excelentes e insolubilidade nos fluidos bucais e ação bacteriostática.

A grande utilização do amálgama como material restaurador foi mencionada também por Jordan et al.⁵⁶, 1985, em um simpósio acerca de considerações clínicas sobre ligas de amálgama como sendo, devido ao fato deste material sofrer menores alterações em função das técnicas utilizadas. O amálgama de prata é considerado um material extremamente *complacente*, por aceitar mais variações no emprego da técnica, sem perda total do material restaurador. É o único material restaurador conhecido, capaz de promover auto-selamento. Porém, as ligas com auto teor de cobre, por não possuírem a fase gama 2, não formam os produtos de corrosão responsáveis por este selamento.

Dos materiais restauradores existentes, nenhum consegue superar o amálgama, nas várias indicações e simplicidade de técnica. Apesar das inúmeras críticas sofridas, o amálgama ainda tem se mantido como o material restaurador mais cotado para as restaurações de dentes posteriores, Newman⁷⁷, 1991.

No entanto, recentemente, a imprensa tanto leiga como parte da especializada, tem publicado muito sobre os possíveis riscos do amálgama para a saúde geral do indivíduo, confundindo dessa forma clínicos e a população em geral, Jones⁵⁴, 1994.

A Federação Dentária Internacional³⁷ (F.D.I.), responsável por um programa para a formulação de especificações internacionais para materiais dentários, em 1992, relatou que a comunidade científica não tinha até então revelado dados que apoiassem a concepção de que as restaurações de amálgama são causas de reações biológicas adversas no organismo, a não ser, alergias extremamente raras aos componentes do amálgama. Esclareceu também que o mercúrio do amálgama se encontra na forma de mercúrio inorgânico, o qual, se ingerido, é pobremente absorvido; e se absorvido mantém-se na forma inorgânica, que é prontamente excretada pela urina. Concluiu assim, que a troca indiscriminada de restaurações de amálgama, devido a supostos malefícios para a saúde do indivíduo não estaria justificada.

Eley & Cox³⁶, 1993, ao fazerem uma atualização sobre os achados mais recentes dos possíveis efeitos nocivos do mercúrio do amálgama, concluíram que, se existem problemas de toxicidade ao mercúrio do amálgama, eles afetam uma parcela muito pequena da população e que os dados a respeito destas manifestações não são conclusivos. A única alternativa, segundo estes autores, para a substituição do amálgama, seria a realização de incrustações a ouro nos dentes posteriores. Este procedimento elevaria altamente o custo do tratamento dental e demandaria um alto nível técnico por parte do clínico.

Como persistiam dúvidas sobre os malefícios do amálgama, após análise de aproximadamente 500 trabalhos científicos, o Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos, publicou em janeiro de 1993, conclusões e recomendações sobre a utilização do amálgama, que Corbin & Kohn³¹, 1994, reuniram, em três pontos importantes: não há dados que justifiquem mudanças no uso do amálgama; são necessários mais estudos sobre os efeitos biológicos deste material; e, não existem materiais alternativos que comprovadamente substituam o amálgama, em todas as situações, com vantagens.

Atualmente é grande o incentivo, por parte dos fabricantes, para o emprego de resinas compostas em dentes posteriores de forma abrangente e irrestrita, porém relatos atualizados na literatura, não parecem comprovar a possibilidade desta conduta. Pesquisadores como Willems et al.¹¹⁹, em um simpósio sobre adesivos, realizado em 1993, propuseram-se a analisar algumas propriedades físicas apresentadas por resinas compostas disponíveis no mercado, e, elaborar previsão destes materiais para o século 21. Concluíram que as resinas compostas posteriores têm um futuro promissor se os procedimentos técnicos restauradores forem meticulosamente observados durante a realização das restaurações, respeitando-se a indicação do material para as cavidades conservadoras e em regiões que não sofram grandes esforços mastigatórios. Bayne et al.¹¹, 1994 e Dietschi et al.³³, 1994 ao avaliarem, também as modernas resinas compostas para dentes posteriores, verificaram que esses materiais ainda possuem como desvantagens: contração de polimerização,

desgaste e exigência do emprego de uma técnica minuciosa e criteriosa para a realização das restaurações.

A longa história clínica do amálgama dental não é compartilhada por outros materiais restauradores, porém o amálgama sofre corrosão, manchamento e tem potencial adesivo limitado, Simonsen¹⁰², 1991.

Aproximadamente 140 milhões de restaurações de amálgama são colocadas a cada ano em dentes permanentes nos Estados Unidos e perto de 70% destes amálgamas são trocas de restaurações já existentes, Maryniuk & Brunson⁶⁷, 1989.

O amálgama de prata realmente apresenta algumas limitações como material restaurador. Uma das maiores deficiências do amálgama é a falta de união à estrutura dentária. As restaurações à amálgama têm sido tradicionalmente retidas nos preparos cavitários através de recursos adicionais de retenção e forma de resistência, ou seja, através de retenção puramente mecânica (Fichman & Santos³⁸, 1982; Leinfelder & Lemons⁶¹, 1989; Strickland & Wilder¹⁰⁷, 1986). Portanto, para se obter retenção efetiva e duradoura, as restaurações de amálgama têm requerido a remoção de quantidade consideravelmente maior de estrutura dental intacta, que as restaurações realizadas com material adesivo. A falta de adesividade do amálgama ao dente, não contribui para o reforço da estrutura dental remanescente quando utilizado para restaurar cavidades extensas, cujas paredes ficaram debilitadas por cárie. Segundo Christensen²⁸, 1994 e Jordan⁵⁵, 1992, é comum aos clínicos observar fraturas de cúspides dentais em dentes restaurados com amálgama, poucos anos após a restauração.

As causas principais no fracasso de restaurações em amálgama têm sido consideradas como: fratura do esmalte, fratura da restauração, cárie recorrente, infiltração marginal e patologia pulpar (Akerboom et al.⁴, 1993; Mjör & Jokstad⁷¹, 1993). Com a ampliação das pesquisas no campo dos materiais adesivos, tem sido sugerida a utilização destes materiais sob restaurações de amálgama de prata, Aboush & Elderton², 1991; Ben-Amar et al.¹⁴, 1987; Staninec¹⁰⁵, 1989; Staninec & Holt¹⁰⁶, 1988 e Varga et al.¹¹⁵, 1986, na tentativa de solucionar estas falhas

A idéia de se unir o amálgama à estrutura dental, através do emprego de agente adesivo, tem sido sugerida como efetiva na redução da infiltração marginal por vários autores, entre os quais, Ben-Amar et al.¹³, 1989; Charlton et al.²⁶, 1992; Cooley et al.³⁰, 1991; Shimizu et al.¹⁰⁰, 1987; Varga et al.¹¹⁵, 1986; Yu et al.¹¹², 1987. São também utilizados como agentes capazes de aumentar a retenção de restaurações de amálgama, como citam Aboush & Elderton², 1991; Hadavi et al.⁴⁷, 1991; Lacy & Staninec⁵⁸, 1989; Pashley et al.⁸¹, 1991; Staninec¹⁰⁵, 1989; Staninec & Holt¹⁰⁶, 1988, entre outros.

A popularidade do amálgama adesivo tem aumentado nos últimos cinco anos. A associação do amálgama a produtos adesivos tem sido sugerida por fabricantes de vários materiais odontológicos. No entanto, a literatura apresenta controvérsias sobre esta técnica, e, o seu uso recente ainda não pode predizer a longevidade de suas vantagens, havendo a necessidade de investigações clínicas e laboratoriais para a efetiva comprovação da técnica.

Diante desta realidade, consideramos oportuno realizar uma investigação na literatura sobre alguns materiais adesivos, existentes no comércio e observados por alguns autores, como materiais que desempenham a função de atuar como agentes adesivos entre o amálgama e a estrutura dental, particularmente a dentina.

Acreditamos que a comprovação científica da possibilidade de adesão do amálgama à estrutura dental, seria um fator de valiosa colaboração na preservação dos tecidos dentais remanescentes, quando necessária a intervenção restauradora por destruição parcial do dente por processo de cárie.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para que pudéssemos expor o assunto de uma maneira ordenada, que facilitasse a consulta do leitor interessado, optamos por subdividir a revisão da literatura em três partes: (1) Adesivos dentinários; (2) Cimento de ionômero de vidro e (3) Amálgama adesivo. Pretendemos apresentar uma idéia geral da evolução do conhecimento acerca dos adesivos dentinários e dos cimentos de ionômero de vidro, antes de detalharmos os estudos que vêm sendo realizados sobre a associação destes materiais ao amálgama de prata.

2.1 Adesivos dentinários

O início de uma nova era adesiva na Odontologia ocorreu à partir de 1955, quando Buonocore¹⁹ descreveu seu método simples para unir restaurações de resina acrílica à superfície do esmalte. Ele obteve adesão ao esmalte, condicionando-o com ácido fosfórico 85%, seguido de lavagem com água e secagem com ar. Este tratamento propiciou a formação de uma superfície rugosa no esmalte, na qual a

(ácido etileno diamino tetracético) 10%. O autor concluiu com seus estudos que o NPG-GMA melhorou a união entre a resina (metacrilato) e os tecidos dentais e que essa força de união aumentou com o pré-tratamento da dentina com solução de EDTA 10%. Segundo o autor o NPG-GMA interagiu com a fase mineral da estrutura dental.

Os pesquisadores perceberam que para enfrentar o desafio da adesão dentinária era preciso aumentar o conhecimento acerca da estrutura deste tecido dental. Assim em 1976, Garberoglio & Brännström⁴¹ se propuseram a analisar em microscopia eletrônica de varredura (M.E.V.) a estrutura da dentina, procurando determinar o número e o diâmetro dos canalículos dentinários em diferentes profundidades de dentina. Observaram em média na dentina superficial um número de 20.000 túbulos/mm² com cerca de 0,9 µm de diâmetro; na dentina intermediária 29.000 túbulos/mm² com cerca de 1,2 µm de diâmetro e na dentina profunda 45.000 túbulos/mm² com 2,5 µm de diâmetro. Portanto, o número e o diâmetro dos túbulos dentinários aumentam na medida em que o órgão pulpar se aproxima.

Surgiu no Japão, em 1979, com Fusayama et al.⁴⁰ a idéia de condicionamento ácido da dentina para se obter uma melhor adesão. Em um trabalho no qual os autores avaliaram a resistência adesiva de um novo sistema adesivo Clearfil Bond System - F (Kuraray Co., Ltd., Osaka, Japan) sobre esmalte e dentina, com e sem condicionamento ácido, verificaram que houve um aumento significativo na resistência adesiva em esmalte e dentina com o emprego do condicionamento ácido.

Os resultados obtidos até então eram apenas encorajadores, e Bowen et al.¹⁸, em 1982, publicaram a descrição de fórmulas e procedimentos para aumentar a adesão de materiais à dentina: remoção da *smear layer* (limpeza superficial); aplicação de um mordente (solução de oxalato férrico) como agente condicionador; uso de monômeros ativos (NPG-GMA em solução de acetona 5%) como *primer*; e aplicação de solução acetônica de 4 META (4 - metacriloxietiltrimetacrilato) ou PMDM (produto da reação do ácido pirometílico dianidro e 2-hidroxietil metacrilato) como agentes de união. Com esta técnica, os autores registraram resultados superiores aos até então obtidos para adesão à dentina; de 13,1 MPa (para PMDM) e 11,6 MPa (para 4-META). Acreditavam, no entanto, que ainda eram necessários estudos para comprovação da eficácia do método.

Os dados disponíveis para a compreensão e avaliação da união sistema adesivo/dentina foram enriquecidos com o estudo de Nakabayashi et al.⁷⁴ em 1982, sobre a efetividade do 4 META na adesão ao substrato dentinário, através da infiltração dos monômeros neste substrato. Os autores testaram superfícies dentinárias humanas e bovinas, preparadas com lixa d'água 800, que receberam tratamento condicionador com: ácido cítrico 10% associado a cloreto férrico 3% (10:3) ou ácido cítrico 1% associado a cloreto férrico 1% (1:1). Sobre estas superfícies foi utilizado o sistema adesivo 4-META MMA/TBB (4-metacriloxietil trimetacrilato; metil metacrilato; tri-n-butil burano). Após a realização dos testes mecânicos de resistência adesiva, concluíram que: a solução 10:3 era efetiva no condicionamento do esmalte e dentina e que em conjunto com o sistema adesivo utilizado,

que continha monômeros hidrofílicos que penetraram na dentina, promoveu uma resistência adesiva em dentina, significativamente aumentada.

Esta melhora na adesão ao tecido dentinário demonstrou o aumento na resistência à fratura de dentes restaurados com resina. Interessados em atestar tal conceito, Sheth et al.⁹⁹, em 1988, compararam o grau de adesão dentinária com a resistência à fratura do dente, e, a deformação de cúspides resultante da contração de polimerização. Utilizaram pré-molares humanos, onde foram preparadas cavidades MOD estreitas (~ 2 mm de largura) e largas (~ 4 mm de largura), que foram restauradas empregando um adesivo considerado fraco, Bondlite (Sybron-Kerr, Romulus, Mich.) e um outro considerado forte adesivo dentinário, Superbond (Sun Medical, Co. Ltd., Kyoto, Japan); associados à resina composta posterior Herculite (Sybron/Kerr) e ao amálgama Tytin (S.S.White Philadelphia, Pa.). Desse estudo os autores obtiveram as seguintes conclusões: (1) os preparos intracoronários estreitos eram significativamente mais resistentes que os preparos largos. Não encontraram diferença entre os preparos estreitos restaurados com amálgama ou resina composta, no que se refere a resistência à fratura do dente; (2) houve uma expansão significativa nas dimensões dos dentes que tiveram suas cavidades MOD restauradas com amálgama; (3) a utilização de resinas compostas com um adesivo forte, em cavidades largas melhorou a resistência à fratura dos pré-molares e minimizou a alteração dimensional dos mesmos.

Um outro parâmetro com possível atuação na resistência adesiva de sistemas de adesão à dentina, foi avaliado por Tao & Pashley¹¹⁰, em 1988, com relação à influência da textura superficial da dentina, obtida por diferentes métodos de desgaste. Utilizaram lixas abrasivas, brocas carbide e pontas diamantadas para exposição da dentina. Os autores concluíram que o uso de lixas abrasivas para criar uma *smear layer* homogênea, apesar de resultar em uma camada diferente da produzida pelas brocas e pontas diamantadas, é aceito. Não encontraram diferenças de força de união quando a *smear layer* era produzida por lixas (320 e 600) ou brocas, sugerindo assim, que o preparo da dentina com lixas abrasivas é perfeitamente adequado.

Em uma sequência dos estudos sobre a dentina, na tentativa de encontrar resposta às dúvidas sobre a adesão dentinária, estes mesmos pesquisadores, Tao & Pashley¹⁰⁹, em 1989, relacionaram a permeabilidade dentinária e a resistência adesiva, na presença e ausência da *smear layer*. A permeabilidade dentinária foi analisada antes e depois da aplicação de um sistema adesivo/resina Scotchbond/Silux (3M Dental Products) como agentes condicionadores dentinários foram utilizados: ácido fosfórico 37%, ácido cítrico 6%, EDTA e ultra-som. Os autores concluíram que a permeabilidade dentinária e a resistência adesiva, só são alteradas pela ausência da *smear layer*, ocorrendo uma correlação inversa entre ambas, ou seja, quanto maior a permeabilidade, menor a resistência adesiva. Indicando assim, que os *tags* formados pelo adesivo nos túbulos dentinários, não foram capazes de reduzir a permeabilidade e promover selamento dos mesmos.

Os resultados obtidos para os adesivos dentinários se apresentavam conflitantes, sendo feito um estudo sobre variáveis que pudessem afetar o desempenho destes materiais, por Retief et al.⁹⁵, em 1990, através de experimento com um adesivo de terceira geração, Tenure (Dent-Mat. Corp., Santa Maria, CA, USA), para avaliar a influência do tempo de armazenamento e da termociclagem na resistência ao cisalhamento. Os corpos de prova confeccionados com adesivos sobre dentes humanos foram armazenados em solução salina à 37°C durante 15 min, 24 h e 4 semanas, com e sem ciclagem térmica, antes de serem submetidos aos testes mecânicos de cisalhamento. Os autores observaram que a termociclagem não afetou significativamente os resultados obtidos e que houve uma redução na resistência adesiva com o aumento do tempo de armazenamento.

Carracho et al.²², em 1991, também compararam os efeitos da estocagem e termociclagem na força de união (resistência ao cisalhamento) de três adesivos dentinários: Mirage Bond (Chameleon Dental Products Inc.), Scotchbond 2 (3M Dental Products Div.) e Scotchbond Dual Cure (3M Dental Products Div.). Concluíram que o tempo de armazenamento não afetou nenhum dos três adesivos, e que, a termociclagem diminuiu a força de união do Scotchbond, mas não do Mirage Bond.

Um novo conceito sobre a interação adesivo/dentina foi demonstrado por Nakabayashi et al.⁷⁵, em 1991, lançando novas luzes sobre o mecanismo de ação dos adesivos dentinários. Estes autores constataram que monômeros que continham radicais hidrofílicos eram capazes de difundir-se através de dentina previamente condicionada,

impregnando esta dentina e formando uma camada híbrida dentina/resina, altamente ácido resistente e capaz de selar a superfície contra a infiltração marginal. O adesivo capaz de formar esta camada híbrida, fornecia altos valores de resistência adesiva. Os autores verificaram que para a formação desta camada híbrida é necessário: (1) que o colágeno não seja denaturado pelos ácidos do condicionamento; (2) que a resina adesiva, contenha monômeros hidrofóbicos e hidrofílicos; e, (3) que o catalisador permita a polimerização em presença de água e oxigênio. Segundo os autores, o sistema que até então se adaptava a essas condições era o 4-META MMA/TBB, após condicionamento com a solução 10:3 (ácido cítrico 10% e cloreto férrico 3%).

Em 1991, Simonsen¹⁰² publicou um artigo sobre o estado dos materiais restauradores, e, em uma análise dos adesivos dentinários, comentou que os adesivos até então disponíveis para dentina, eram muito afetados por situações comuns na prática clínica, como a presença de umidade. Que somente o adesivo dentinário Scotchbond 2 (3M) tinha a aprovação da American Dental Association, dentre os inúmeros disponíveis no mercado, até então.

Os adesivos vinham demonstrando uma evolução constante, porém as publicações continuaram a apresentar resultados discrepantes para um mesmo produto. Em 1991, Söderholm¹⁰⁴, identificou alguns dos fatores mais importantes a serem considerados, na tentativa de obter uma melhor correlação entre as avaliações *in vitro* e *in vivo* dos materiais restauradores adesivos. Citou que o meio de conservação e a profundidade dentinária afetam os resultados dos testes *in vitro*.

Sugeriu que o tempo de armazenamento dos dentes não ultrapassasse 6 meses. Segundo o autor, a estocagem em água tem efeito negativo na adesão dentinária.

As pesquisas odontológicas das últimas décadas têm tido como meta a adesão, e assim sendo, Barkmeier & Cooley¹⁰, em 1992, propuseram-se a realizar uma avaliação laboratorial dos sistemas adesivos disponíveis para esmalte e dentina. Os autores analisaram a evolução destes sistemas, observando que o sucesso do condicionamento ácido do esmalte na obtenção de uma força de união efetiva (16-20 MPa), levou pesquisadores a utilizar ácidos sobre a dentina, na tentativa de obter uma adesão equivalente a do esmalte. Os autores relataram também, a importância dos testes laboratoriais de resistência adesiva e microinfiltração, no sentido de preverem o desempenho clínico desses sistemas. Estes estudos laboratoriais são considerados necessários para dar suporte aos adesivos experimentais durante sua fase de desenvolvimento, enquanto o acompanhamento clínico não teve tempo para fornecer dados concretos. Com a rápida evolução dos adesivos dentinários, existe a necessidade dos estudos laboratoriais antes que as conclusões clínicas possam ser obtidas. Os autores citaram que a resistência adesiva para a dentina já demonstrou laboratorialmente valores que ultrapassam os valores para o esmalte, mas que os estudos clínicos ainda são necessários para esta comprovação a longo prazo.

Burger & Garone Netto²¹, em 1992, apresentaram um levantamento da evolução dos adesivos dentinários, procurando facilitar a compreensão dos sistemas adesivos à dentina. Os autores

relataram que o uso das resinas fluidas para o selamento de fóssulas e fissuras foi o precursor da utilização de agentes intermediários entre esmalte/resina composta. Como esta técnica melhorou consideravelmente a adaptação e retenção das restaurações a nível de esmalte, passou-se a buscar um intermediário com as mesmas qualidades para dentina. Os autores concluíram que a tendência era de condicionamento ácido simultâneo de esmalte e dentina com remoção da *smear layer*. Dentre estes sistemas estava o Scotchbond Multi Purpose (3M Dental Products), lançado em maio de 1992, com a possibilidade de união à dentina esclerótida e dentina úmida não contaminada.

Procurando elucidar as discrepâncias presentes nos testes de adesão, Fowler et al.³⁹, em 1992, discutiram a influência de variáveis associadas aos testes de adesão, como: tipo de teste, cisalhamento ou tração. Registraram os autores que o teste mais indicado para avaliação da resistência de união era o de cisalhamento.

Para melhor compreender a atuação de adesivos de 3ª geração, McCabe & Rusby⁶², em 1992, compararam a força de união de quatro adesivos dentinários: Gluma (Bayer, Leverkusen, Germany), Tenure (Den-Mat Corp.), Scotchbond 2 (3M Dental Prod.) e Tripton (ICI, Macclesfield, UK.), em função da profundidade dentinária. Os autores constataram, que os adesivos empregados no estudo, apresentaram resultados de resistência à tração significativamente diferentes para a dentina superficial, mas que todos apresentaram um decréscimo da força de união com o acréscimo na profundidade dentinária.

Com a intensificação do surgimento de sistemas adesivos que preconizavam a utilização de ácidos no condicionamento dentinário e conseqüente popularização deste procedimento, Pashley et al.⁸⁰, em 1992, investigaram a interação dos condicionadores com a superfície dentinária. Os autores observaram que os efeitos dos condicionadores ácidos sobre a polpa, parecem ser mínimos, se o agente de união que for subseqüentemente colocado, e a restauração, realmente selarem a dentina. Que o fraco desempenho dos adesivos de segunda geração, se devia em última análise, a uma ruptura da *smear layer*, quando submetidos a forças de separação. Nos testes de resistência mecânica, ocorria fratura coesiva da *smear layer*. Assim sendo, a remoção da *smear layer* é sugerida mais recentemente, através do condicionamento ácido da dentina, e a formação da camada híbrida através da penetração do adesivo na dentina. Desta maneira são atingidos valores consideráveis de força de união para adesivos com a capacidade de formar esta camada, como por exemplo o Amalgambond (Parkell Products, Farmingdale, NY).

Com o advento destes adesivos dentinários, de 3ª geração, os testes laboratoriais sobre seu desempenho prosseguiram, e Triolo Junior & Swift Junior¹¹³, em 1992, avaliaram a resistência ao cisalhamento de sistemas adesivos recentes, dentre os quais foi avaliado o Amalgambond (Parkell), que apresentou valor de resistência adesiva de 23,3 MPa. As falhas apresentadas por este adesivo foram coesivas, demonstrando assim uma efetiva união com os tecidos dentais.

Devido ainda à falta de comprovação clínica a longo prazo dos últimos adesivos lançados no mercado, Chain & Leinfelder²⁴, em 1993, fizeram uma avaliação do estágio dos adesivos dentinários, tentando elucidar alguns aspectos duvidosos para o clínico. Elaboraram uma revisão dos adesivos dentinários e seus mecanismos básicos de ação, bem como uma avaliação do uso de protetores do complexo dentino-pulpar. Citaram que muito se tem pesquisado para a obtenção de um método de se aderir efetivamente à superfície dentinária, cujo desafio é muito mais complexo que aquele associado à adesão ao esmalte, pois a dentina é um tecido vivo composto de materiais inorgânicos, formando uma estrutura física complexa que varia com a profundidade do tecido. Por aproximadamente 20 anos tem se buscado um adesivo que efetivamente sele a dentina, e os adesivos mais recentes, disponíveis, como: o Scotchbond Multipurpose (3M); o Amalgambond (Parkell), o Optibond (Sybron/Kerr), apesar de necessitarem maiores investigações, constituem-se de aprimoramentos importantes na prática clínica, provendo uma efetiva adesão à estrutura dentária. Relataram que com a evolução dos sistemas adesivos, a utilização de vernizes e bases de hidróxido de cálcio vêm se tornando obsoletas. Alegaram os autores, que o uso desses materiais parece estar mais baseado em tradicionalismo, que em ciência, mas que muitas pesquisas ainda são necessárias para efetivar este conceito.

Foi objeto de estudo de Eick et al.³⁵, em 1993, a adesão de sistemas adesivos contemporâneos, como o Scotchbond Multi Purpose (3M Dental Products). Com relação à resistência ao cisalhamento, este sistema produziu resultados da ordem de 25 MPa. A M.E.V. mostrou

que ele efetivamente umedeceu e penetrou a camada desmineralizada da dentina, demonstrando fraturas coesivas na separação mecânica dos espécimes. Os autores explicaram que uma união efetiva dentina/adesivo depende de vários fatores, entre os quais as características de umedecimento e penetração do sistema adesivo e a reatividade da superfície dentária tratada.

Em uma análise mais recente da microestrutura e caracterização da dentina, Marshall⁶⁶, em 1993, comentou que este é um substrato fundamental na Dentística Restauradora, e que suas propriedades e características são os determinantes de aproximadamente todos os processos restauradores, preventivos e cariosos dos dentes. Portanto suas características ainda limitam os tratamentos atuais e deverão moldar os tratamentos do século 21. O autor inferiu que trabalhos adicionais precisam ser feitos para definir melhor a estrutura dentinária disponível para a união em locais diferentes da estrutura dental, e para dentes de tamanho e tipos diferentes.

Outros pesquisadores que analisaram a estrutura da superfície dentinária em M.E.V. foram Olsson et al.⁷⁹, em 1993. Examinaram a dentina em três diferentes níveis: superficial, central e profundo, tanto na face vestibular quanto na face oclusal; e verificaram além de um aumento no número e tamanho dos túbulos na dentina mais profunda, uma maior variação dos túbulos na face oclusal. Deduziram os autores que, devido a menor variação no padrão dos túbulos, a dentina da face vestibular de molares se presta melhor aos testes de resistência, oferecendo melhores condições de padronização das mensurações.

Em 1993, Pashley et al.⁸², investigaram a permeabilidade da dentina a agentes adesivos. A proposta do estudo foi a comparação do substrato da dentina fraturada com o da dentina coberta por *smear layer*, antes e depois do condicionamento ácido; e a identificação de porosidades na dentina, através da M.E.V., que permitiriam a infiltração da resina durante a adesão dentinária. Os autores verificaram que os espécimes mantidos úmidos após o condicionamento ácido, forneceram maiores valores de forças de união, provavelmente devido ao fato de que o colágeno dentinário desmineralizado que é mantido úmido não colapsa tanto quanto o que é seco com ar. A dentina úmida deve permitir uma rede colágena mais porosa, a qual permite uma maior infiltração do monômero adesivo, que as superfícies secas com ar e colapsadas.

Como a dinâmica do processo de lançamento de novos adesivos no mercado é intensa, as pesquisas laboratoriais e as análises sobre a atuação dos novos sistemas adesivos se sucederam, e baseados nessa dinâmica, Yu et al.¹²³, em 1993, publicaram um levantamento do que se tinha até então sobre adesão à dentina. Os autores constataram que nesse processo evolutivo dos adesivos dentinários, o único adesivo que recebeu aceitação da American Dental Association, o Scotchbond 2 (3M Dental Products), já não era mais fabricado, tendo sido substituído pelo Scotchbond Multi Purpose, que por sua vez ainda não apresentava dados clínicos conclusivos. Os autores comentaram que os sistemas adesivos, como o Scotchbond Multi Purpose, que requerem a alteração ou completa remoção da *smear layer*, são mais efetivos que os sistemas adesivos dependentes da *smear layer*, tendo desenvolvido

adesão à dentina comparável à adesão ao esmalte. Entretanto, sugeriram que para situações nas quais a retenção proporcionada pelo formato da cavidade é crítica para o sucesso da restauração, deveríamos lançar mão de retenções tradicionais no preparo da cavidade.

Os sistemas adesivos mais recentes passaram a ser o objetivo das pesquisas, e Chappell & Eick²⁵, em 1994, compararam a força de adesão de seis adesivos dentinários, entre os quais o Scotchbond Multi Purpose (3M Dental Products), à dentina, quando realizados testes de cisalhamento. Foram utilizadas superfícies dentinárias, sobre as quais blocos de resina foram confeccionados, associados aos adesivos dentinários. Os espécimes foram estocados por 72 h à 37°C, antes de serem submetidos aos testes de cisalhamento em máquina universal de ensaios mecânicos, Instron. Os autores observaram que o Scotchbond Multi Purpose registrou uma força de união média de 25 MPa e fraturas do tipo coesivas na dentina ou na resina. Em análise na M.E.V., verificaram que o ácido maleico removeu a *smear layer*, abriu os túbulos dentinários e desmineralizou parte da dentina intertubular; e que dessa forma foi possível a penetração do *primer* e do adesivo na dentina desmineralizada, formando uma camada impregnada por resina.

Gonçalves⁴⁵ em 1994, observou se os mais recentes sistemas adesivos denominados como MULTI-USO poderiam ser utilizados associados a diferentes marcas comerciais de resina composta, em dentina, realizando testes de resistência ao cisalhamento. Setenta e dois corpos de prova foram confeccionados utilizando-se dentes pré-molares humanos íntegros, embutidos em resina acrílica, expondo-se a

dentina por tratamentos com lixas d'água de granulações 180, 400 e 600. Os corpos de prova foram divididos em três grupos: Grupo 1- Scotchbond Multi-Uso (3M); Grupo 2- Optibond Light Cure (Kerr) e Grupo 3- Optibond Dual Cure (Kerr). Todos os grupos foram subdivididos em sub-grupos, que receberam as resinas compostas: Z-100 (3M do Brasil), Prisma APH (Dentsply) e Herculite XRV (Kerr). Os corpos de prova foram submetidos à ciclagem térmica, e após estocados em água à 37°C por 24 h, aos testes de resistência ao cisalhamento em máquina Instron 4301 e à análise em estereomicroscopia. De posse dos resultados, o autor pode concluir que o adesivo Optibond Light Cure apresentou a melhor resistência adesiva e que existe diferença na interação adesivo-resina. Este adesivo apresentou maior a porcentagem das fraturas coesivas. O adesivo Scotchbond Multi-Purpose não apresentou fraturas adesivas.

Na tentativa de eliminar as variáveis que pudessem afetar o desempenho dos adesivos dentinários, Hilton & Schwartz⁵⁰, em 1994, estabeleceram o efeito da aplicação de um jato de ar sobre o adesivo dentinário, com relação a sua força de adesão. Este estudo determinou se a aplicação de jato de ar por 3 s; comumente utilizada por clínicos para homogeneizar a camada adesiva, afetaria a força de união à dentina. Adesivos dentinários (Prisma Universal Bond 3 - Dentsply; All Bond 2 - Bisco; Scotchbond Multi Purpose - 3M) foram aplicados sobre sítios dentinários previamente preparados em molares humanos. Parte dos corpos de prova tiveram a aplicação e homogeneização da camada com o auxílio de um pincel, e a outra parte foi submetida a um jato de ar por 3 s, antes da fotopolimerização. Foram então

armazenados por 3 meses antes da realização dos testes mecânicos. Baseados nesses dados, os autores concluíram que a aplicação de jato de ar por 3 s, reduziu a força de união para os três adesivos dentinários.

Um outro ponto que tem gerado polêmicas, é que a maioria das avaliações têm sido feitas em dentes extraídos, ficando a dúvida da equivalência com o desempenho na cavidade oral. Para tanto, Nakabayashi et al.⁷⁶, em 1994, realizaram uma investigação sobre a adesão intra bucal do 4-META/MMA-TBB à dentina humana vital, comparando esta força de adesão à obtida à dentina de dentes extraídos, não vital. Foram preparados sítios dentinários em terceiros molares humanos, com indicação para extração. Estes dentes receberam a aplicação da resina adesiva e tiveram sua extração realizada após 10 min. Outro grupo teve seus dentes extraídos e após seis horas foi feito o seu preparo e subsequente aplicação do adesivo dentinário. Todos os corpos de prova foram armazenados à 37°C por 24 h em água. Os autores encontraram prolongamentos resinosos menores na dentina vital que na não vital, porém notaram que todos os túbulos foram completamente selados e circundados por camadas híbridas. Os resultados indicaram também que não houve diferença significativa entre a dentina vital e não vital com relação aos testes de resistência mecânica de separação por tração.

Um outro aspecto das variáveis presentes nas pesquisas com adesivos, foi estudado por Perdigão et al.⁸³, em 1994, com relação à força de união apresentada pelos sistemas adesivos dentinários a diferentes substratos dentinários: dentina normal, hipermineralizada e desmineralizada. Para tal utilizaram os sistemas adesivos: AllBond 2

(Bisco), Amalgambond Plus (Parkell) e Scotchbond Multi Purpose (3M) sobre os diferentes tipos de dentina acima citados. Os autores constataram que todos os sistemas adesivos apresentaram médias de resistência adesiva significativamente maiores para dentina normal do que para os outros substratos. Em uma avaliação em M.E.V., puderam concluir que a dentina esclerosada, pela alta concentração mineral, não permite um condicionamento ideal, para que possa assim haver penetração dos sistemas adesivos, afetando dessa forma significativamente a adesão; necessitando estes casos de retenções adicionais.

Ainda se questiona muito sobre o efeito do condicionamento ácido da dentina sobre a polpa dental. Tendo em mente esta dúvida, Suzuki et al.¹⁰⁸, em 1994, procuraram determinar a resposta pulpar frente ao preparo, condicionamento e selamento da dentina, com o sistema adesivo 4 META. O estudo foi realizado em macacos adultos, que receberam preparos para coroa total em seus dentes, condicionamento da dentina com solução 10:3 (ácido cítrico 10% e cloreto férrico 3%), aplicação de HEMA e em seguida do adesivo 4 META MMA/TBB (Amalgambond - Parkell). Os dentes preparados receberam então uma coroa provisória, e os macacos foram sacrificados após 3, 7 e 10 dias. Baseados nos achados microscópicos, os autores concluíram que o condicionamento com solução 10:3 e selamento com Amalgambond não originou inflamação ou necrose pulpar, e que o sistema apresentou-se efetivo no selamento dos túbulos dentinários, demonstrando uma boa resposta biológica.

2.2 Cimentos de ionômero de vidro

A criação do cimento de ionômero de vidro (CIV), se deu em 1969, e foi apresentado à comunidade científica em 1971, por Wilson & Kent^{*}. Esta criação resultou diretamente de estudos básicos sobre o cimento de silicato, e da união deste ao cimento de policarboxilato. O cimento de ionômero de vidro tem sido descrito como um híbrido dos cimentos de silicato e policarboxilato, tendo consigo atributos de ambos os cimentos, como: habilidade de liberar flúor vinda do cimento de silicato e a capacidade de aderir às estruturas dentais e biocompatibilidade similares às do cimento de policarboxilato.

À partir de então as pesquisas sobre este material tiveram o seu início, e o seu mecanismo de união ao dente foi investigado por autores como Wilson et al.¹²¹, em 1983, que verificaram o mecanismo de adesão do CIV *in vitro*. Apuraram que, quando o CIV recém-preparado era aplicado ao esmalte e dentina, íons fosfato da superfície do dente eram automaticamente deslocados pelas cadeias de poliacrilatos. Cada íon fosfato levava consigo um íon cálcio, formando assim uma camada intermediária rica em íons, firmemente aderida à estrutura do dente e com maiores propriedades físicas que o próprio cimento. Os autores observaram que a camada superficial do esmalte continha poliacrilato e a camada superficial do cimento continha íons cálcio e fosfato deslocados.

^{*} WILSON, A.D. & KENT, B.E. The glass-ionomer cement: a new translucent dental filling material. *J. Appl. Chem. Biotechnol.*, v.21, p.313, 1971 apud WILSON, A.D., McLEAN, I.W. *Glass-ionomer cement*. Chicago: Quintessence, 1988.

As pesquisas continuaram propiciando uma grande evolução dos CIV ao longo do tempo, e, em 1986, Prosser et al.⁹³, já descreviam a existência do CIV convencional, e do CIV anidro. Os CIV convencionais apresentam em sua composição um pó de alumínio silicato de cálcio associado a fluoretos, e um líquido a base principalmente de ácido poliacrílico. O CIV anidro contém um políácido liofilizado incorporado às partículas do pó, o que estabiliza o seu armazenamento, além de eliminar o risco de um proporcionamento incorreto, mantendo o nível de acidez estabelecido pelo fabricante. Segundo os autores, no CIV anidro, o pó contendo o políácido, deve ser misturado à água ou uma solução aquosa de ácido tartárico.

Com o grande avanço nas descobertas acerca das propriedades dos CIV, e estabelecimento de seu mecanismo de ação e propriedades intrínsecas, Wilson & McLean¹²⁰, em 1988, publicaram um livro sobre este cimento, onde o descreveram como um material com propriedades únicas. Eles o consideraram como um material que não é puramente orgânico e nem puramente inorgânico, mas um híbrido. Ele não é um polímero mas se polimeriza através de geleificação química como o resultado entre um ácido e uma base. Atestaram que os cimentos de ionômero de vidro têm translucidez comparada a da porcelana, aderem-se ao dente e têm propriedades biológicas favoráveis, sendo utilizados em vários procedimentos clínicos: como material restaurador, principalmente de lesões de Classe V, como material de base e forramento, como material cimentante, como material de preenchimento e de reforço da estrutura dental.

Após praticamente 15 anos de uso clínico dos CIV, Christensen²⁷, em 1990, acreditava que estes cimentos podiam ser considerados agentes cimentantes efetivos para próteses fixas, quando manipulados e usados adequadamente e em situações clínicas corretas. Os autores citaram que as vantagens de se utilizar o CIV como agente cimentante eram: atividade cariostática do CIV, características de expansão - contração semelhantes às da estrutura dental, união à estrutura dental e baixa solubilidade nos fluidos bucais.

As formulações dos CIV foram sofrendo modificações, ampliando assim os tipos de cimento disponíveis para o clínico, como os do tipo cermet, que foram descritos por McLean⁶⁴, em 1990, como compostos de metal/pó de vidro sinterizados, que podem reagir com poliácidos. São cimentos compostos, preparados com o pó fino de metais preciosos tais como ouro e prata, misturados ao pó de vidro. Foram idealizados a fim de melhorar a resistência do CIV convencional à compressão e abrasão. Segundo o autor, estes novos cimentos eram significativamente mais resistentes que os CIV convencionais e aceitos como materiais de preenchimento e base. Eles aumentam a resistência dos dentes e podem ser utilizados pelos clínicos no tratamento de cáries incipientes, como as interproximais, pela técnica da confecção de túneis proximais.

Dos quatro tipos de CIV hoje existentes, o mais recente é o fotoativado, que de acordo com Smith¹⁰³, em 1990, foi definido como material híbrido, com um mecanismo de presa duplo, que envolve não só uma reação ácido-básica própria dos CIV, mas também uma reação de polimerização semelhante à das resinas compostas. Este cimento

inclui em sua constituição matéria orgânica tipo HEMA (hidroxi - etil - metacrilato), podendo também conter BIS-GMA (bi-glicidil metacrilato).

Ao fazer a introdução de toda uma edição de um periódico científico acerca dos CIV, Phillips⁸⁷, em 1990, constatou que o CIV é comprovadamente um adesivo dental, demonstrando uma união real ao esmalte e dentina, que não diminui com o tempo, sendo considerado além de adesivo, um cimento biocompatível e anticariogênico, devido a sua comprovada liberação de flúor.

Inúmeras pesquisas no sentido de determinar a força de adesão dos CIV foram feitas, e McCaghren et al.⁶³, em 1990, determinaram a resistência ao cisalhamento de um ionômero fotopolimerizável, Vitrabond (3M Dental Products) ao esmalte e dentina de molares e caninos humanos extraídos. Os sítios em esmalte e dentina foram preparados e tinham diâmetro de 3 mm; onde o CIV foi aplicado, fotopolimerizado por 30 s e recebeu uma aplicação do adesivo Scotchbond 2 (3M). Os espécimes foram testados após 15 min, após 24 h, e após 4 semanas. A estocagem foi em água à 37°C, com e sem termociclagem. Os resultados obtidos com teste de cisalhamento, em máquina de ensaios Instron, foram de obtenção de uma força de união ao esmalte maior que à dentina. A termociclagem e a duração da estocagem não afetaram os valores de resistência ao cisalhamento dos espécimes, porém após os 15 min iniciais, foram apresentados baixos valores de adesão. Acreditaram os autores, que isso se deveu ao fato da reação de presa ainda não ter se completado. Em uma análise em

M.E.V., as fraturas ocorreram na interface cimento/ esmalte e cimento/dentina ou na camada do CIV.

Novos interesses surgiram na melhora da união do CIV à estrutura dentária, como o estudo de Joynt et al.⁵⁷, em 1990, sobre o efeito do ácido poliacrílico, em três diferentes concentrações, na adesão de três marcas comerciais de CIV à dentina. Um total de 120 molares, recém-extraídos e colocados imediatamente em solução salina, tiveram a porção oclusal reduzida, criando-se uma superfície de dentina perpendicular ao longo eixo do dente. Isso feito, foram embutidos em resina, de modo a deixar exposta a superfície da dentina, que foi uniformizada com broca 56, em peça de mão, à velocidade convencional e refrigerada com água. Em seguida foram aplicados os pré-tratamentos com ácidos poliacrílico 10%, 25% ou 40%, por 10 s. Cada grupo de pré-tratamento recebeu em sua superfície a aplicação de um dos seguintes CIV: Ketac-Bond (ESPE/ Premier), GC Lining Cement (GC International Corp., Scottsdale, AZ) e 3M Glass Ionomer (3M Dental Prod.). Após 24 h de permanência em ambiente à 37°C e 100% de umidade relativa, os espécimes foram termociclados e a adesão testada. Para todos os CIV, o GC Dentin Conditioner (ácido poliacrílico 10%) proporcionou uma adesão sensivelmente maior. Quanto aos outros dois tratamentos (25% e 40%) não houve diferença expressiva do grau de adesão promovido. Para os autores as instruções de uso dos fabricantes variam, e, não ficou claro, se estes resultados decorreram da diferença de concentração do ácido poliacrílico, ou de outros fatores, tais como, o tempo e a técnica de aplicação.

Outras investigações sobre o uso do ácido no tratamento da dentina foram conduzidas, sendo que Peutzfeldt & Asmussen⁸⁵, em 1990, estudaram o efeito desse ácido na adesão do CIV ao tecido dentinário. A superfície dentinária de 60 dentes humanos recém extraídos foram abrasionadas com discos de papel de granulação 220 e 500. Estes dentes foram divididos em grupos que receberam os seguintes tratamentos: controle; solução de ácido poliacrílico 10% por 10 e 30 s; e solução de ácido poliacrílico 25% por 10 e 30 s. As superfícies foram restauradas com Ketac Fil (ESPE/Premier) e os dentes armazenados à 37°C por 24 h, sendo em seguida submetidos aos testes de resistência adesiva. Segundo os autores, apenas a diferença na textura superficial da dentina, gerada pelos discos de granulação diferente, influenciou na adesão. Só os espécimes preparados com discos de granulação 220, tiveram um aumento da adesão do CIV, quando a dentina foi tratada com as duas concentrações de ácido poliacrílico. Os autores, acreditaram que este resultado sugeria que com a formação de uma *smear layer* pelo emprego da lixa de granulação maior, o condicionamento da dentina influencia a adesão do CIV.

A força de união à dentina, a microinfiltração e a formação de fendas devido à contração de polimerização de CIV forradores e de base fotopolimerizáveis, motivaram os estudos por parte de Cooley & Barkmeier²⁹ em 1991. Determinaram a força de união e os padrões de microinfiltração de três CIV fotopolimerizáveis: Vitrabond (3M Dental Prod.); XR Ionomer (Kerr/Sybron Corp.) e Ziomomer (Den-Mat Corp.) comparados à resina para forramentos Time Line (LD Caulk/Dentsply

Int.). Confeccionaram cilindros de cada material de aproximadamente 3,9 mm de diâmetro, sobre sítios dentinários previamente preparados em molares humanos. Os corpos de prova, foram então divididos em dois grupos, contendo 10 espécimes de cada material, que foram estocados por 24 h um grupo, e 7 dias o outro, à 37°C, antes da realização dos testes de cisalhamento. Para avaliarem a microinfiltração, confeccionaram restaurações Classe V em 60 molares humanos recém-extraídos, sendo cada grupo de dentes restaurado com um dos materiais. Todas as restaurações tiveram suas margens em esmalte. Os espécimes foram então levados para termociclagem, seguida de 4 h de imersão em azul de metileno. A avaliação da penetração do corante ao longo das paredes cavitárias, foi feita em microscopia óptica. Um outro grupo de 16 cavidades Classe V foi preparado, utilizando todos os materiais descritos, sendo 4 dentes por grupo, dos quais, dois dentes sofreram condicionamento ácido das margens de esmalte por 15 segundo, antes da colocação de um dos materiais de forramento e de uma resina composta. Estes dentes foram armazenados em água destilada à 37°C por 24 h. A seguir foram preparados para observação em M.E.V. Os resultados obtidos indicaram que o Vitrabond apresentou a média de força de adesão maior (5,41 MPa), e esta união aumentou após 7 dias (7,65 MPa). Foi também o material que apresentou os menores valores para microinfiltração. Em observações feitas no M.E.V., os autores verificaram a presença de fendas de contração de polimerização com todos os materiais, exceto com o Ziommer.

Atenção foi dada também por Heys & Fitzgerald⁴⁹, em 1991, com relação à habilidade do CIV GC Lining Cement (GC Int. Corp.), utilizado como material de base, na prevenção da penetração bacteriana ao longo da sua interface com a dentina. Prepararam 32 cavidades em dentes de macacos Rhesus. Estes dentes receberam profilaxia prévia e desinfecção com tintura de iodo. As cavidades, após a limpeza, receberam um disco de papel e outro de teflon estéreis, colocados sobre a parede axial do preparo. Nas cavidades foram então colocadas, uma base de CIV, e restauração com resina composta, sem condicionamento ácido e sem a aplicação de adesivos. Após 16 semanas, foi feita uma análise para detecção e identificação de bactérias. Os resultados indicaram que a base de CIV foi capaz de minimizar a penetração bacteriana ao longo da interface dente-material.

A adesão à dentina e as propriedades físicas de CIV fotopolimerizáveis utilizados como forradores e base foram avaliadas por Mitra⁷⁰, em 1991, em um experimento, no qual, dentes bovinos foram desgastados com discos de lixa de granulações sequenciais, expondo a superfície de dentina, e, restaurados com o CIV convencional 3M Glass Ionomer (3M Dental Prod.) e o CIV fotoativo Vitrabond (3M Dental Prod.). Após realizada a restauração, os espécimes foram mantidos por uma hora, em umidade relativa de 98% à 37°C, sendo depois armazenados em água, à mesma temperatura, por 24 h. Após termociclagem, os espécimes foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento em aparelho Instron. A força de união do CIV Vitrabond mostrou-se superior à do cimento convencional, sendo da ordem de 12 MPa em média, contra 4 MPa para o 3M Glass

Ionomer. Segundo o autor, estes cimentos fotopolimerizáveis, ditos de dupla-cura, são o resultado de modificações na química de reação de presa do material. Na fórmula atual, que varia entre os fabricantes, há uma incorporação adicional de 4,5% de resina (HEMA). O termo dupla-cura, de acordo com o autor, origina-se do fato do cimento passar pela reação original de presa ácido/base, além da reação de fotoativação. Assim que o pó e o líquido se combinam a reação ácido/base se inicia normalmente, e continuará da mesma forma por semanas. Entretanto, o comando fotoativo está disponível sobre a superfície desta reação e irá imediatamente proteger a reação ácido/base dos problemas de equilíbrio hídrico e estabilizar o cimento. Realizou também testes de compressão e tração para o Vitrabond, imediatamente após a fotopolimerização e também após estocagem em água por 24 h, uma semana, um mês e sete meses, não encontrando diferença significativa para os resultados obtidos nesses vários períodos.

Ao longo desse tempo, pesquisas sobre a atuação clínica dos CIV foram levadas a termo, como a de Mount⁷², publicada em 1991, onde relata que ao longo de cinco anos observou o desempenho clínico de duas versões de CIV, o Ketac Fil (ESPE/Premier) em uma restauração de Classe V, e o Ketac Silver (ESPE/Premier) em uma restauração de Classe II. Estas restaurações foram realizadas em diferentes pacientes e foram mantidas em condições clínicas normais, por dois e cinco anos respectivamente. Após este período, como parte do programa de reabilitação oral destes pacientes, estes dentes foram extraídos e observados ao M.E.V. O exame confirmou o que diversas

investigações laboratoriais já sugeriam: a adesão entre CIV e dentina e/ou esmalte, resulta do desenvolvimento de uma camada intermediária rica em íons. Camada esta, que na opinião do autor, é de suma importância para a retenção do material e a prevenção da microinfiltração.

Interessados em observar a ação da pressão hidrostática intrapulpar sobre a resistência da união de dois CIV fotoativados; Vitrabond (3M Dental) e Ziomomer (Den-Mat Corp.) e de um CIV convencional, GC Lining (GC Int. Co.), Prati et al.⁹⁰, em 1991, utilizaram terceiros molares recém-extraídos, em cuja câmara pulpar foi feita uma adaptação, para a colocação de um tubo plástico conectado à solução salina, para simular pressão pulpar. Os CIV foram aplicados sobre as superfícies dentinárias previamente preparadas. Os testes ocorreram após 5 min e 24 h da aplicação dos CIV. A partir dos dados obtidos, os autores constataram que os materiais utilizados toleraram bem a umidade da dentina. Os autores justificaram a boa tolerância dos CIV à dentina úmida, pelo fato de serem materiais intrinsecamente hidrofílicos.

Em um estudo divulgado em 1992, Pereira et al.⁸⁴, procuraram determinar o efeito do condicionamento da dentina na resistência à tração, em restaurações mistas de cimento de ionômero de vidro e resina composta. Como agentes de limpeza da dentina, foram utilizados: ácido poliacrílico 40% por 10 s, solução ITS por 2 min, ácido tânico 25% por 30 s e água. Para tanto dentes pré-molares humanos recém-extraídos, foram seccionados no sentido longitudinal mesio-distal, sendo então preparadas cavidades de Classe V nas

paredes vestibular e lingual. Estas cavidades receberam um dos tratamentos acima indicados, antes de serem restauradas pela técnica mista, cimento de ionômero de vidro / ácido / selante / resina composta. Os corpos de prova foram então armazenados à 37°C por 24 h, antes de serem submetidos aos testes de tração. Baseados na análise dos resultados, os autores concluíram que os espécimes que receberam condicionamento da dentina com ácido poliacrílico, apresentaram valores de resistência adesiva numericamente mais elevados, mas que não foram estatisticamente significantes.

Também foi abordado o efeito do tratamento da dentina com ácido poliacrílico na resistência ao cisalhamento de um cimento de ionômero de vidro, por Pimenta et al.⁸⁹, em 1992, quando trataram a dentina de 20 terceiros molares recém-extraídos, com ácido poliacrílico 25% (Ketac conditioner - ESPE), antes da aplicação de um CIV fotopolimerizável, o Vitrebond (3M). As superfícies dentinárias foram expostas com o auxílio de lixas de Al_2O_3 de números: 100, 150, 300 e 600, sob constante refrigeração de água. A utilização das duas lixas de granulação menor (300 e 600), visava obter uma *smear layer* padronizada. Os dentes preparados foram divididos em dois grupos: um grupo controle e outro que recebeu tratamento com ácido poliacrílico 25%. Os corpos de prova foram armazenados à 37°C por 24 h, antes dos testes. A média dos resultados obtidos para resistência à força de cisalhamento do Vitrebond, foram de 8,56 MPa, para o grupo controle e de 9,44 MPa para o grupo que recebeu tratamento com ácido poliacrílico, porém a estatística destes resultados demonstrou não haver diferença significativa entre a utilização ou não do pré-tratamento com

ácido poliacrílico 25%. Observações ao M.E.V. mostraram grande número de fraturas adesivas do Vitrebond à dentina.

Em outra experiência divulgada em 1992, Prati et al.⁹¹, relataram o efeito do tratamento da superfície dentinária na resistência ao cisalhamento do Vitrebond (3M Dental Prod.), ao avaliarem nove produtos com possibilidades de atuarem sobre a dentina: solução salina (controle), NaOCl 3% (hipoclorito de sódio), ácido pirúvico 10%, EDTA, ácido málico 10%, ácido málico 10% mais glicina 10%, ácido poliacrílico 10%, ácido tânico 25% e solução de oxalatos. A superfície dentinária de molares humanos extraídos foi exposta com o auxílio de ponta diamantada em alta rotação, sob constante refrigeração de água. Os dentes foram divididos em nove grupos, e as superfícies dentinárias expostas destes dentes, receberam o tratamento com um dos produtos acima citados. Sequencialmente, sobre a dentina tratada, foram confeccionados cilindros de Vitrebond. Os espécimes foram em seguida estocados em condições de 100% de umidade relativa, testados após 24 h e analisados em M.E.V. Os autores concluíram que o tratamento da dentina com ácido tânico ou poliacrílico resultou em uma remoção parcial da *smear layer* e uma força média de adesão do Vitrebond à dentina tratada com ácido poliacrílico de $4,40 \pm 1,7$ MPa. Ao comparar este valor com o obtido para os demais tratamentos, verificaram que não havia diferença estatisticamente significativa, exceto para o hipoclorito de sódio 3% que levou a uma redução significativa da força de adesão, e para a solução de oxalatos que aumentou significativamente esta união.

Por meio da microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia infravermelho, Geiger & Weiner⁴⁴, em 1993, examinaram morfológicamente a camada intermediária entre restaurações de CIV e a dentina. Os autores prepararam cavidades na superfície radicular de 10 dentes recém-extraídos. Estas cavidades receberam a aplicação de ácido poliacrílico 10% por 10 s, com subsequente lavagem, secagem e inserção do CIV Fuji II (GC Int. Corp.). Após 12 h, os dentes foram seccionados e as superfícies do CIV e das cavidades examinadas ao M.E.V.. Este exame mostrou uma forte adesão entre a dentina e o CIV, identificando inclusive a formação de uma camada intermediária entre os dois, que em uma análise espectroscópica, demonstrou ser composta principalmente de carbonatoapatita fluoretada. Os autores concluíram que a formação da camada intermediária de carbonatoapatita fluoretada, pode ter importante implicação clínica. Menos solúvel que a carbonatoapatita da dentina, a presença deste mineral na camada intermediária pode, segundo eles, resultar em uma barreira efetiva contra a dissolução da dentina e do esmalte pela ação de ácidos, promovendo uma alta resistência às cáries secundárias.

Em 1993, Leinfelder⁶⁰, preocupou-se em analisar o desenvolvimento clínico dos CIV até então disponíveis para uso clínico. Relatou que, designado como material estético, o primeiro CIV foi inicialmente inaceitável pela sua não adesividade e aparência esbranquiçada. Esforços contínuos, no entanto, foram realizados pelos pesquisadores, e atualmente suas propriedades já encontram-se amplamente melhoradas, sendo que suas indicações abrangem uma

série de procedimentos clínicos, como: material para cimentação, restauração, de forramentos e/ou base. Constatou também, que, o maior desenvolvimento associado aos CIV foi a introdução dos sistemas fotopolimerizáveis; que são associações de ionômero de vidro e resina, sendo o Vitrebond (3M) o primeiro sistema fotoativado a ser introduzido entre os dentistas. Comparou os sistemas fotoativados com os quimicamente ativados, concluindo que estes novos sistemas oferecem vantagens como: redução ou eliminação de microinfiltração; substancial liberação de íons flúor; união química com a dentina, tempo de trabalho controlável, compatibilidade pulpar; cor equivalente à da dentina; facilidade no manuseio e inserção, e redução na sensibilidade pós-operatória, particularmente com as resinas compostas.

Procurando determinar a força da união do CIV à dentina coronária e radicular, Berry III & Powers¹⁶, em 1994, conduziram um estudo para comparar a resistência da união de dois CIV: Ketac Bond (ESPE/Premier) e Ketac Cem (ESPE/Premier), à dentina coronária e radicular tratadas com ácido poliacrílico 40% ou 25% por 20 s. Trinta molares humanos extraídos, tiveram regiões da dentina preparadas em suas superfícies coronária e radicular. Estes dentes foram divididos em 3 grupos, sendo um grupo controle, e nos outros dois grupos, aplicados os tratamentos com os ácidos acima mencionados. Sobre a dentina pré-tratada um dos dois CIV, Ketac-Bond ou Ketam Cem foram aplicados na união de um cone de CIV pré-confeccionado à dentina. Os espécimes foram a seguir colocados em 100% de umidade relativa, à 37°C, onde permaneceram por 24 h, antes do teste de cisalhamento. Os resultados do teste indicaram, que a união foi superior à dentina

radicular que à coronária, e possibilitaram aos autores concluir que os tratamentos tanto com o ácido poliacrílico 25% quanto 40%, possibilitaram um aumento na força de adesão dos CIV estudados.

Em uma outra análise divulgada em 1994, Leinfelder⁵⁹, avaliou a mudança em alguns procedimentos da Dentística Restauradora, como a utilização de forramentos e bases sob restaurações. Relatou que as bases têm sido tradicionalmente indicadas sob restaurações de amálgama, particularmente quando houver remoção de dentina, durante o processo de preparo cavitário. E em situações onde há a necessidade de utilização de bases, o cimento de ionômero de vidro é sem dúvida a melhor escolha; devido a sua habilidade de liberar flúor. Comentou, que durante várias semanas a concentração de íon flúor de 35 ppm penetra a superfície dentinária em até 50 microns, tornando estes cimentos efetivos na prevenção ou inibição da microinfiltração. Considerou que os sistemas fotoativados têm um coeficiente de expansão térmica ligeiramente maior que os sistemas quimicamente ativados, fazendo com que a sua resistência à microinfiltração, seja menor. Porém, o autor duvidava se isso levaria a alterações clinicamente significantes.

No mesmo ano, 1994, Mount⁷³ fez um balanço do desenvolvimento dos CIV ao longo do tempo, bem como das suas propriedades intrínsecas. Explicou o mecanismo de reação do CIV com a estrutura dental, como sendo baseado em uma reação ácido/base, onde o ácido ataca a superfície das partículas de pó, liberando íons; criando uma adesão entre o pó e o líquido, baseada na difusão iônica. Mecanismo similar ocorre na adesão à superfície do dente, onde

acontece um deslocamento de íons fosfato pelo ataque do ácido polialquênico. Cada íon fosfato se une a um íon cálcio para manter seu balanço eletrolítico na interface, resultando assim no desenvolvimento de uma camada enriquecida por íons entre o CIV e o dente. Também relatou que esta união é de considerável resistência, e que apesar dos íons flúor também serem liberados durante a reação ácido/base, não são parte essencial da formação da matriz, estando livres para entrar e sair do cimento. O autor comentou, que muitos resultados de pesquisas com CIV, podem atestar valores de adesão baixos, por não se ter realizado uma correta proporção pó/líquido e por não se ter respeitado a dinâmica do processo de geleificação, pois os CIV não deveriam ser testados antes de 7 dias, que é o tempo requerido para que atinjam propriedades físicas razoáveis. O autor mencionou também, que a utilização do ácido poliacrílico no preparo da dentina antes da colocação do CIV é benéfica, pois este ácido tem dupla ação, ou seja, remove a *smear layer* e contaminações superficiais, ao mesmo tempo que altera a energia da superfície, expondo uma superfície dental desmineralizada favorável à difusão do ácido do CIV e às trocas iônicas.

Para avaliar a adesividade do cimento de ionômero de vidro à dentina e ligas odontológicas, Rodrigues & Muench⁹⁶, em 1994, testaram corpos de prova de dentina e ligas metálicas, cimentando-os entre si e submetendo-os a ensaios de tração. Para os corpos de prova em dentina, empregaram Vidrion C (S.S. White) e para os metálicos, Ketac-Cem (ESPE/Premier) e Vidrion C (S.S. White). As superfícies dentinárias eram desgastadas com disco de carborundum umedecidos

em água e em seguida abrasionadas com pasta de pedra pomes, enquanto que as superfícies metálicas eram jateadas ou polidas, antes da cimentação. Os ensaios com todos os corpos de prova foram realizados após 24 h de imersão em solução fisiológica à 37°C e após 25 dias de imersão nas mesmas condições, porém com a adição de 540 ciclos térmicos entre 5°C e 60°C. Os autores concluíram que a resistência da união entre a dentina e os CIV empregados é baixa, mas não é influenciada pela longa armazenagem com ciclagem térmica. Já a união do CIV ao metal diminuiu com a imersão prolongada, e com ciclagem térmica.

2.3 Amálgama adesivo

Com o surgimento do condicionamento ácido do esmalte, e a popularidade de seu emprego associado ao aperfeiçoamento dos sistemas adesivos, desenvolveu-se uma técnica para a fixação de próteses parciais através da utilização de um sistema adesivo, envolvendo pouco ou nenhum preparo dos dentes pilares. Verificou-se que era possível a união de um sistema adesivo ao esmalte e ao metal simultaneamente.

Acreditamos que foi a partir dos dados coletados das investigações feitas sobre as próteses fixas adesivas, que se intensificou a idéia de associar o amálgama a um adesivo, na tentativa de solucionar o problema da falta de união deste material ao dente.

As pesquisas sobre os efeitos de alguns adesivos na união de uma restauração de amálgama aos tecidos dentais, tiveram o seu início com Varga et al.¹¹⁵, em 1986, quando avaliaram a microinfiltração e determinaram a resistência adesiva dos sistemas adesivos 4-META/MMA-TBB e Panavia Ex (Kuraray), quando utilizados sob restaurações de amálgama. Para tal, reservaram 35 dentes humanos, que após a extração foram refrigerados em solução fisiológica até seu emprego. Para os testes de microinfiltração, foram preparadas 25 cavidades de Classe I (pré molares e molares), que foram restauradas com amálgama, após receberem um dos cinco tratamentos a seguir: (1) limpeza com água e secagem da cavidade; (2) aplicação na cavidade da resina 4-META, sem condicionamento; (3) aplicação na cavidade da resina Panavia Ex, sem condicionamento; (4) condicionamento do esmalte da cavidade com ácido fosfórico (H_3PO_4) 65% por 30 s, lavagem por 5 min, secagem e aplicação da resina 4-META; e (5) condicionamento do esmalte com H_3PO_4 40% por 60 s, lavagem, secagem e aplicação de Panavia Ex. Os espécimes foram a seguir, mantidos em temperatura ambiente por 2 h e então imersos em solução de fucsina à 37°C, por 1 dia. Os dentes foram subsequentemente cortados e a penetração do corante observada. Para os testes mecânicos de resistência ao cisalhamento, foram utilizadas as superfícies vestibulares de 10 incisivos, onde foram preparadas e delimitadas regiões em esmalte, através do emprego de lixas de papel. Esta superfície foi condicionada com H_3PO_4 65% por 30 s antes de receber um dos adesivos estudados e a confecção de um cilindro de amálgama, com o auxílio de uma matriz de teflon. Os corpos de prova

foram, a seguir estocados, por 1 dia e 1 mês à 37°C, antes da realização dos testes de cisalhamento. Deste experimento, os autores concluíram que a utilização de um adesivo sob restaurações em amálgama diminuiu a microinfiltração, e que esta tendência se acentuou quando foi realizado o condicionamento ácido prévio. E que houve adesão do 4 META ao amálgama e ao dente, demonstrado pelos valores de resistência à força de cisalhamento; sendo ao esmalte condicionado, após 1 dia de 13,4 MPa, e após 1 mês de 17,7 MPa.

Consta também que Shimizu et al.¹⁰⁰, em 1987, testaram a microinfiltração de restaurações de amálgama. Avaliaram o efeito da utilização de um cimento resinoso adesivo, Panavia (Kuraray, Co.), na redução da microinfiltração de restaurações de amálgama, com e sem uma base de cimento de ionômero de vidro e tratamento com flúor. Foram preparadas 48 cavidades de Classe V, na mesial e distal de pré-molares humanos extraídos. As cavidades preparadas foram divididas em 6 grupos, a saber: (1) controle; (2) aplicação de Panavia(Kuraray, Co.) na cavidade; (3) confecção de uma base do cimento de ionômero de vidro, Lining Cement(GC Co.); (4) confecção da base de Lining Cement + condicionamento + Panavia; (5) base de Lining Cement, seguida da aplicação de fluoreto $[Ag (NH_3)_2F]$ 38%, condicionamento e Panavia; e (6) aplicação inicialmente do fluoreto, seguida da confecção da base de Lining Cement, do condicionamento e do forramento com Panavia. Após o emprego dos materiais acima relacionados, cada dente foi restaurado com amálgama. Os corpos de prova foram estocados em água destilada à 37°C por 24 h, quando então as restaurações receberam polimento, antes de serem

termocicladas (100 ciclos) e imersas em solução de azul de metileno por 24 h. Os dentes foram seccionados e a penetração do corante examinada nas paredes oclusal e gengival das restaurações. Os resultados indicaram que o cimento resinoso Panavia, agiu reduzindo a microinfiltração em restaurações de amálgama, com ou sem a utilização de uma base do CIV Lining Cement e tratamento com fluoreto $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$, mas, que a combinação destes três tratamentos (Grupo 6), foi o método mais efetivo na redução da infiltração marginal nas restaurações avaliadas. Os autores discutiram neste trabalho também, que para a obtenção de uma restauração de amálgama duradoura, em particular com as ligas de alto teor de cobre, é necessário que o espaço que se forma entre a restauração e o dente, seja selado.

Em outra experiência, divulgada em 1987, Shimizu et al.¹⁰¹, apresentaram a técnica de adesão do amálgama à estrutura dental e casos clínicos onde esta técnica foi empregada. Baseados em estudos prévios, onde verificaram a efetividade do adesivo no controle da microinfiltração e no ganho de adesividade nas restaurações em amálgama, indicaram os passos da confecção de um amálgama adesivo: (1) isolamento absoluto do campo operatório; (2) remoção do tecido cariado; (3) proteção pulpar (hidróxido de cálcio); (4) preparo da cavidade, sem formas de retenção; (5) aplicação de solução fluoretada; (6) colocação de uma base de CIV; (7) condicionamento ácido; (8) aplicação do cimento Panavia Ex (Kuraray, Co.) às paredes cavitárias; (9) restauração com amálgama. Os autores sugeriram que esta nova técnica de adesão do amálgama à estrutura dental era de grande

utilidade clínica, especialmente nos casos que apresentavam cavidades amplas ou cáries proximais.

Ainda em 1987, outras pesquisas sobre o controle da microinfiltração em restaurações à amálgama, foram realizadas em um estudo piloto, publicado por Ben-Amar et al.¹⁴, sobre a capacidade do adesivo dentinário Scotchbond (3M Dental Products) em selar cavidades restauradas com amálgama. Utilizando dentes molares humanos extraídos, prepararam cavidades Classe V, nas suas superfícies vestibulares e linguais. Os dentes foram divididos em 4 grupos: (1) controle, que recebeu a restauração de amálgama diretamente; (2) aplicação de duas camadas de verniz Copalite (Harry I. Bosworth Co), antes da restauração; (3) precedendo a restauração em amálgama, a aplicação de uma camada do adesivo fotopolimerizável Scotchbond Dental Adhesive, após o condicionamento ácido das margens da cavidade com ácido fosfórico 37,5% por 60 s; e, (4) foram realizados os mesmos procedimentos do grupo anterior antes da aplicação de 2 camadas do adesivo, sendo cada camada fotopolimerizada separadamente, antes da execução da restauração. Os dentes foram armazenados por 7 dias à 37°C em solução salina, sendo que após este período, foram termociclados (200 vezes - 4°C e 55°C) em solução de fucsina. A microinfiltração foi avaliada em microscopia óptica. Desta análise, os autores inferiram que a utilização de uma ou duas camadas do adesivo Scotchbond Dental Adhesive, nas condições experimentais propostas, eliminou a infiltração marginal nas margens em esmalte e em dentina/cimento de

restaurações de Classe V, confeccionadas com uma liga esférica de amálgama com alto teor de cobre.

Em outra experiência divulgada no mesmo ano, Yu et al.¹²², testaram a atuação de 6 adesivos quando utilizados sob restaurações de amálgama: (1) EB unfilled resin (Dental Hospital, The Fourth Military College, Republic of China); (2) Dentin Adhesive (Kulzer Inc., Germany); (3) EM bonding agent (Dental Hospital, The Fourth Military College, China); (4) Creation bonding agent (Den-Mat. Corp., USA); (5) New Bond (Kuraray Co., Japan); e (6) Prisma Universal Bond (L.D. Caulk Co.). Reservaram 18 molares humanos, que receberam em suas superfícies vestibular e lingual, preparos cavitários tipo Classe V. Nestas cavidades foi aplicada a técnica do condicionamento ácido, antes da aplicação de um dos adesivos e subsequente restauração com uma liga de amálgama convencional. Os corpos de prova preparados foram imersos em solução corante de azul de metileno, nas temperaturas de 4°C e 60°C alternadamente (100 ciclos de 120 s). A secção dos dentes, que se seguiu, permitiu a avaliação em microscopia óptica, da penetração do corante ao longo das paredes cavitárias. Alguns espécimes foram preparados para M.E.V. Os resultados apresentados permitiram deduzir que a microinfiltração marginal, associada com restaurações de amálgama, pode ser reduzida através da aplicação de um agente adesivo na parede interna do preparo cavitário. A análise em M.E.V. mostrou a formação de fendas de aproximadamente 5 mm na interface amálgama/dente, que eram preenchidas pelo agente adesivo. Os autores encontraram também

maiores índices de microinfiltração ao longo das margens gengivais, em relação as oclusais.

Interessados em observar a união do amálgama à estrutura dental através de testes mecânicos de adesão e de testes de microinfiltração, Staninec & Holt¹⁰⁶, em 1988, descreveram uma técnica que poderia potencialmente sanar as duas desvantagens do amálgama, que são segundo os autores: a falta de adesão à estrutura dental e a infiltração marginal. A técnica consistiu na exposição de superfícies planas de esmalte na vestibular e lingual dos dentes, e, de superfícies de dentina com a redução da face oclusal destes dentes. Estes sitios pré-determinados, receberam condicionamento com ácido fosfórico 37% por 30 s; lavagem e secagem; seguidas da aplicação de uma fina camada da resina adesiva Panavia (Kuraray, Co.). Subsequentemente foi realizada a condensação de uma liga esférica de amálgama com alto teor de cobre (Tytin, Sybron/Kerr), com o auxílio de uma matriz rígida para posicionamento e estabilização dos dentes, durante este procedimento. O grupo controle, recebeu duas camadas de verniz copal (Harry I. Bosworth Co.) antes da condensação do amálgama. Os corpos de prova foram estocados em água à temperatura ambiente por 24 h, antes de submetidos aos testes de tração em máquina Instron (Instron Corp.). Para os testes de microinfiltração, 10 dentes foram reservados, sendo em cada um deles preparadas cavidades opostas de Classe V com a margem oclusal em esmalte e a margem gengival em cimento. Estes dentes foram divididos em dois grupos: em um deles, uma das cavidades recebeu a resina adesiva Panavia, seguindo os mesmos procedimentos já citados, e a cavidade

oposta 2 camadas de verniz antes da condensação do amálgama; o segundo grupo, consistiu da aplicação da resina em uma das cavidades conforme a técnica descrita e de uma cavidade oposta controle que recebeu somente a restauração de amálgama. Todos os corpos de prova foram armazenados por 24 h, antes de submetidos a 100 ciclos (4°C - 60°C) de termociclagem e estocagem por aproximadamente 5 h em solução corante de fucsina básica. Os resultados dos testes de resistência à força de tração, demonstraram um aumento na adesão do amálgama ao dente, na cavidade com Panavia, quando comparado com as que recebiam verniz, cujos resultados foram considerados zero. A adesão ao esmalte apresentou valores significativamente maiores que para a dentina. Em exame microscópico das superfícies fraturadas, verificou-se que em esmalte a falha ocorreu na interface amálgama/resina, e que em dentina na interface resina/dentina. O teste de microinfiltração demonstrou menor infiltração do corante nas cavidades que tinham recebido uma camada de resina, principalmente na parede gengival. Os autores mencionaram que o mecanismo de adesão da resina Panavia ao amálgama, pode ser semelhante ao desta resina às superfícies metálicas, que se baseia em retenção mecânica e em interação química, especialmente devido à união hidrogeniônica (força de Vander Waals).

Em uma série de três trabalhos, publicados em 1988, Warren & Söderholm¹¹⁶, avaliaram a união entre amálgama e CIV, através da aplicação de uma camada de ácido poliacrílico sobre o CIV geleificado, antes da condensação do amálgama. No primeiro trabalho da série, Warren & Söderholm prepararam 30 corpos de prova

utilizando: Ketac Bond (Premier); o líquido do Durelon (Premier), que consiste de ácido poliacrílico 40%; e a liga de amálgama Dispersalloy. Utilizando matrizes cilíndricas rígidas com 5 mm de diâmetro, foram confeccionados cilindros de CIV e de amálgama, que consistiam de uma camada inicial de Ketac Bond, manipulado e aplicado de acordo com as instruções do fabricante, deixado tomar presa, e seguido da aplicação de um filme de 0,1 mm de ácido poliacrílico 40%. Após 15, 30, 60, 90 ou 120 s, a segunda camada de CIV era confeccionada, seguida da condensação manual do amálgama. A matriz era removida em 4 min, após o término da condensação, e os corpos de prova estocados à 37°C e $90 \pm 1\%$ de umidade relativa, por uma semana. O grupo controle consistiu de cilindros confeccionados totalmente com o CIV. Após decorridos os 7 dias, foram realizados os testes de cisalhamento a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados obtidos permitiram aos autores concluir que uma força de união semelhante à obtida apenas com o CIV, pode ser observada entre o CIV e amálgama, com a aplicação sobre a superfície do CIV de ácido poliacrílico 40% por 60 a 120 s antes da condensação do amálgama, sendo identificadas evidências de retenções mecânicas nesta união. Os resultados porém, são experimentais, não podendo ser inferida a sua manutenção em ambientes com a presença de água.

No segundo trabalho divulgado em 1988, Warren et al.¹¹⁸, avaliaram a influência da espessura da camada de ácido poliacrílico e o vigor com que era aplicado, na resistência da união amálgama/ácido poliacrílico/cimento de ionômero de vidro. Foram testadas 6 espessuras da camada do ácido poliacrílico: 0,020", 0,015", 0,010", 0,005",

0,002” e “fino” (aplicação com pincel de uma camada o mais fina possível). Os procedimentos para a confecção dos corpos de prova foram os mesmos do trabalho anterior, e a espessura da camada de ácido poliacrílico, determinada com o auxílio de um molde de aço inox com 4 mm de diâmetro e altura equivalente a uma das espessuras citadas. Foram utilizadas 2 técnicas de aplicação: aplicação vigorosa com pincel por 10 s e aplicação com força normal, com somente uma pincelada do ácido poliacrílico. As condições de armazenamento e de teste foram as mesmas do trabalho anterior. Os resultados deste estudo *in vitro*, indicaram que a força de adesão do amálgama/ácido poliacrílico/ CIV é linearmente inversa à espessura da camada de ácido poliacrílico, somente quando este é aplicado com força normal (mínima) em uma pincelada. Quando utilizadas várias pinceladas vigorosas para a aplicação do ácido poliacrílico, a força de adesão foi aumentada somente para a camada mais espessa.

No terceiro trabalho da série, em 1988, Warren & Söderhold¹¹⁷, investigaram a estabilidade da união amálgama/ácido poliacrílico/CIV, em condições de disponibilidade de água mais rigorosas. Vinte e quatro espécimes foram preparados como demonstrado no primeiro artigo da série, mantendo a espessura do filme de ácido poliacrílico em 0,1 mm, e aguardando 120 s após sua aplicação, para a condensação do amálgama. Doze espécimes foram então armazenados à 37°C em 100% de umidade relativa por 1 dia, enquanto que os outros doze, nas mesmas condições já mencionadas anteriormente. O grupo controle consistiu também de 24 espécimes confeccionados somente com o CIV e armazenados na duas condições

citadas. Nos 6 dias subsequentes de armazenagem, dois padrões foram seguidos: manutenção da temperatura e da umidade relativa ou imersão em água à 37°C de cada metade dos corpos de prova previamente estocados por 1 dia, nas condições de 37°C à 90 ± 1% de umidade relativa e de 37°C à 100% de umidade relativa. Procederam, após este período, à realização dos testes de cisalhamento. Através deste experimento, os autores puderam concluir que a união amálgama/ácido poliacrílico/CIV é susceptível à degradação hidrolítica a curto prazo. Entretanto, quando esta união é suficientemente protegida da desidratação, a imersão em água por 6 dias não tem efeito significativo na força da adesão.

Seguindo as investigações acerca da microinfiltração em restaurações de amálgama, em 1989, Ben-Amar¹³, discutiu as principais causas da microinfiltração nas margens das restaurações recentes de amálgama. Mencionou como causas da formação de fendas sob restaurações a amálgama: (1) falta de adesão do material às paredes cavitárias, levando à formação de fendas de 1-20 µm; (2) diferenças no coeficiente de expansão térmica entre a restauração de amálgama e a estrutura dental; (3) alterações dimensionais do amálgama após sua inserção na cavidade preparada, com contração volumétrica do material durante os primeiros 20 min de cristalização; (4) condensação inadequada; (5) manipulação imprópria do amálgama; (6) tempo de trituração alterado; (7) demora na inserção e condensação do amálgama após sua trituração; (8) tipo de partículas, sendo que os amálgamas de partículas esféricas contraem levemente e os com alto teor de cobre contraem menos que os convencionais; (9) dissolução

dos materiais de forramento; e, (10) cargas oclusais, que podem causar deformação elástica das paredes vestibular e lingual em preparos de Classe II. O autor comentou também sobre o emprego e efetividade dos vernizes Copal sob restaurações de amálgama, alegando que estes não se unem ao amálgama, e nem à estrutura dental, agindo somente como uma barreira mecânica na fenda que se forma, permitindo que ocorra microinfiltração entre a restauração de amálgama e o verniz, e, entre esse e as paredes cavitárias. O autor conclui que a utilização de adesivos dentinários reduz significativamente a microinfiltração ao redor de restaurações de amálgama, quando comparado com os vernizes cavitários.

O emprego de restaurações a amálgama adesivo começa a entusiasmar a comunidade científica, e em 1989, Lacy & Staninec⁵⁸, divulgaram a técnica clínica para a confecção destas restaurações, apresentando a sequência da restauração de um caso clínico com amálgama associado à resina adesiva Panavia (Kuraray Co.). Os autores recomendaram que após a remoção do tecido cariado e/ou restauração antiga inadequada, a dentina da cavidade preparada fosse condicionada com ácido poliacrílico 10% ou 40% e recebesse uma base de CIV, antes da aplicação da resina Panavia, pois esta resina não possui boa compatibilidade biológica. Após estes procedimentos, o esmalte circunjacente da cavidade e o CIV deveriam ser condicionados; uma fina camada de adesivo aplicada em toda a cavidade; seguida da imediata condensação do amálgama e acabamento adequado da restauração. Relataram ainda que o emprego desta técnica é idealmente indicado para restaurações de dentes

posteriores debilitados por processos cariosos extensos, e apresenta como vantagem a possibilidade de restaurar estes dentes em uma única sessão, com redução do tempo e custo da restauração.

Aboush & Jenkins³, em 1989, preocuparam-se em avaliar a força de união de 3 CIV ao amálgama convencional e ao amálgama com alto teor de cobre. Os CIV empregados foram o Opus Fil W (Davis, Schottlander and Davis, London) e dois cimentos experimentais (Advanced Healthcare Ltd., Tonbridge, UK) e as ligas de amálgama, Amalcap (Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Dispersalloy (Johnson & Johnson, New Jersey, USA). A título de comparação, testaram também a força de união destes CIV à dentina e ao esmalte de molares humanos extraídos. Blocos em amálgama foram confeccionados e estocados à 37°C por 3 dias, antes que sobre sua superfície fosse aplicado o CIV. Os espécimes foram então armazenados à 37°C por 24 h antes da realização do teste de tração. Ao exame dos resultados, os autores verificaram que não houve diferença significativa entre os dois tipos de liga de amálgama. No entanto, as fraturas se apresentaram preferencialmente do tipo coesivo, através do CIV, para os espécimes confeccionados com amálgama com alto teor de cobre, Dispersalloy e do tipo adesivo (50%) para o amálgama convencional (Amalcap). Encontraram uma força de adesão média dos CIV de 8,49 MPa para o esmalte e de 4,2 MPa para a dentina, e uma força de adesão do CIV ao amálgama convencional equivalente à força de adesão deste material ao esmalte humano. Os autores sugeriram que os CIV são materiais com potencial para reparos em amálgamas.

Consta também que Rueggberg⁹⁷, em 1989, testou a força de união das resinas Comspan (Dentsply Co.) e Panavia EX (Kuraray Co.) a diferentes tipos de amálgama, e ao esmalte bovino. Foram preparados cilindros de amálgama, com auxílio de uma matriz de alumínio e nylon, com uma perfuração central de 6,35 mm de diâmetro, onde o amálgama foi condensado. Após 10 min, a matriz era removida, e os espécimes deixados por 24 h à temperatura ambiente. As ligas de amálgama utilizadas foram: uma liga convencional, Aristalloy (Engelhard); uma liga de fase dispersa, Dispersalloy (Johnson & Johnson) e uma liga esférica Tytin (Kerr). A superfície do amálgama utilizada para a união foi asperizada, lavada e seca com ultra-som. Para a obtenção dos corpos de prova de esmalte bovino, a vestibular de incisivos bovinos foi planificada com lixa 600. Os dentes foram estocados em água, à temperatura ambiente, até serem utilizados. As resinas Panavia Ex e Comspan, foram aplicadas sobre as superfícies de amálgama e esmalte bovino, de acordo com as instruções do fabricante. Ambos estavam, montados em cilindros de alumínio que foram após a armazenagem à 37°C/24 h, levados para teste de tração em máquina de testes universal Instron. Os autores puderam concluir, pelos resultados obtidos, que a força de união do Comspan ou da Panavia Ex ao amálgama não é tão forte quanto à força de união destas resinas ao esmalte bovino condicionado. Não houve diferença estatisticamente significativa na força de união às três diferentes ligas de amálgama utilizadas.

Em outra experiência divulgada em 1989, Staninec¹⁰⁵, confrontou a utilização de formas de resistência e de adesivos na

retenção de restaurações de amálgama. Foram utilizados no estudo, 52 molares humanos hígidos, recém-extraídos, que receberam preparos em forma de caixa, expulsivos, na face mesial, com broca carbide em alta rotação com refrigeração de água. Os preparos foram padronizados em tamanho e forma. Após estes preparos terem sido confeccionados, os dentes foram divididos em 4 grupos sendo que: os Grupos 1 e 2 não sofreram alterações quanto à forma do preparo, o Grupo 3 recebeu a adição de sulcos retentivos proximais no preparo e, o Grupo 4 recebeu a confecção de “cauda de andorinha” na porção oclusal do preparo. Os espécimes dos Grupos 1,3 e 4 foram restaurados somente com amálgama (Unison - J&J), e os espécimes do Grupo 2 foram restaurados com amálgama associado à resina Panavia (Kuraray, Co.). Estes dentes receberam inicialmente um forramento com o CIV Ketac-bond (ESPE); seguido de condicionamento com ácido fosfórico 37% por 20 s do esmalte e do forramento; lavagem; secagem; e da aplicação em todas as paredes do preparo cavitário de uma fina camada de Panavia, antes da condensação do amálgama. Após as restaurações terem sido confeccionadas, os espécimes foram estocados em água por 14 dias antes de serem testados em máquina Instron . O teste consistiu na aplicação de força oclusal simulada contra a crista marginal da restauração, até que ocorresse o deslocamento da mesma. Este experimento possibilitou, aos autores, concluir que o uso de uma base de resina adesiva em preparos em forma de caixa foi mais efetivo que o emprego de canaletas proximais ou “caudas de andorinha”, na obtenção de resistência ao deslocamento da restauração, quando esta era submetida à cargas oclusais simuladas.

A inibição de cáries ao redor de restaurações de amálgama adesivo foi motivo de estudo realizado por Torii et al.¹¹², em 1989. Os autores se propuseram a avaliar a capacidade do adesivo em vedar as fendas que se formam entre o amálgama e as paredes cavitárias, inibindo assim o surgimento de cáries recorrentes. Para tal, prepararam cavidades de Classe V em molares humanos, restaurando metade com amálgama associado à aplicação prévia de uma fina camada de Panavia (Kuraray, Co.) e a outra metade somente com amálgama, para comparação. Todos os dentes restaurados foram incubados com *Streptococcus mutans* e sacarose, produzindo cáries artificiais ao redor de todas as restaurações. Os dentes foram então seccionados e examinados por microradiografia, para determinar a penetração da lesão, ao longo das paredes cavitárias. Os resultados obtidos demonstraram que a utilização de Panavia foi efetiva em produzir uma inibição significativa da penetração de cáries ao longo das paredes cavitárias de restaurações à amálgama.

Ben-Amar et al.¹⁵, em 1990, realizaram um estudo *in vitro*, para avaliar a propriedade de um adesivo dentinário de selar a longo prazo restaurações de Classe II de amálgama; comparando-o com verniz copal, após ambos terem sido submetidos à ciclagem térmica e cargas oclusais cíclicas simuladas. Utilizaram dentes molares humanos extraídos, onde foram preparadas cavidades Classe II mesial e distal, com todas as margens em esmalte. Estes dentes foram então distribuídos em 3 grupos: Grupo 1, recebeu somente amálgama (Tytin - S.S.White); Grupo 2, recebeu duas camadas de verniz Copalite (H.I.Bosworth Co.) antes da restauração com amálgama; e, Grupo 3,

que recebeu condicionamento do esmalte cavo-superficial com ácido fosfórico 37% por 60 s, lavagem por 30 s, secagem, e a aplicação de 2 camadas de Scotchbond Dental Adhesive fotopolimerizável(3M). Os espécimes foram armazenados à 37°C por 6 meses, recebendo 200 termociclagens ($4 \pm 2^\circ\text{C}$ e $55 \pm 2^\circ\text{C}$) por mês. Subseqüentemente cada restauração foi submetida a forças cíclicas verticais oclusais de 6 Kg em torno da crista marginal (17.280 aplicações), com o auxílio de uma máquina de ensaios Instron. A última termociclagem foi realizada em solução de fucsina básica 0,5%, sendo que os dentes ficaram estocados nessa solução corante por mais 7 dias à 37°C. Após esse período, os dentes foram seccionados e observados em microscopia óptica para verificação da penetração do corante ao longo da margem gengival da restauração. Os autores observaram que a utilização do Scotchbond reduziu significativamente o grau de microinfiltração em restaurações de amálgama, quando comparado com o verniz Copalite; porém, não eliminou a infiltração na parede gengival da restauração.

Outra experiência sobre a inibição da presença de cárie recorrente sob restaurações de amálgama, com forramento da cavidade através de material adesivo, foi realizada em 1990, por Garcia - Godoy & Jensen⁴², quando verificaram a efetividade de um CIV forrador na redução da incidência de cáries recorrentes, ao ser utilizado sob restaurações de amálgama. Foram realizados preparos cavitários de Classe V nas faces vestibular e lingual de 25 terceiros molares humanos, hígidos, extraídos. A margem gengival do preparo ficava situada na superfície radicular. Os dentes foram distribuídos em 5 grupos com as seguintes restaurações: (1) somente amálgama (Tytin -

Kerr); (2) 2 camadas de verniz Copal e amálgama; (3) CIV (Ketacbond - ESPE) e amálgama; (4) CIV, amálgama e adesivo dentinário (Scotchbond 2 - 3M) aplicado sobre a restauração; e, (5) CIV, amálgama, condicionamento ácido (H_3PO_4 a 37% - 30 s) e adesivo dentinário. Os espécimes foram termociclados (500x - 5°C - 55°C) e deixados em meio artificial para a indução de cáries, em temperatura ambiente (25°C) por 80 h. Esses espécimes foram seccionados e fotografados em microscópio de luz polarizada. As áreas de cárie recorrente adjacentes às restaurações de amálgama foram medidas, e estes dados analisados. Os autores puderam concluir que o uso de uma base de CIV, sob a restauração de amálgama foi capaz de reduzir o aparecimento de cárie recorrente, e que esta redução foi beneficiada quando uma camada de resina sem carga foi aplicada sobre as margens da restauração; porém o mesmo não aconteceu quando esta aplicação foi precedida por condicionamento ácido do esmalte cavo-superficial.

Ainda no mesmo ano, 1990, Garcia-Godoy et al.⁴³, avaliaram a quantidade de flúor liberada das restaurações de amálgama forradas com um CIV anidro e com um CIV reforçado com prata. Selecionaram 30 molares humanos, hígidos, extraídos, para os quais foram realizados testes prévios para a detecção de liberação de qualquer quantidade de flúor. Esses dentes receberam preparos Classe V na face vestibular (2x2x 7mm), com sulcos de retenção nos ângulos gengivo-axial e ocluso axial. Após realizados os preparos, os dentes foram divididos em 3 grupos: Grupo 1, controle, restaurado somente com o amálgama Dispersalloy; Grupo 2, restaurado com o CIV anidro GC Lining (GC Int. Co.) aplicado sobre a parede axial e amálgama; e,

Grupo 3, restaurado com o CIV reforçado com prata Miracle Mix (Orion, Belford, MA, USA), aplicado sobre a parede axial, e amálgama. Antes da condensação do amálgama foram removidos todos os resquícios dos CIV das margens cavitárias. Em seguida, os corpos de prova foram colocadas em tubos de ensaio com água deionizada (4 ml), sendo realizadas as medidas para detecção dos níveis de liberação de flúor, semanalmente, no período de 4 semanas. Os autores puderam verificar que em 1 e 4 semanas, o CIV Miracle Mix liberou significativamente mais flúor que o CIV G.C. Lining.

A ação de materiais de base e forramento na redução da microinfiltração sob restaurações de amálgama, foi pesquisada por Manders et al.⁶⁵, em 1990, quando avaliaram a capacidade de selamento da cavidade, com quatro procedimentos de proteção pulpar, antes da inserção do amálgama. Para tanto, confeccionaram preparos Classe V, nas superfícies vestibular e lingual de 20 terceiros molares humanos, hígidos, extraídos. Após o término do preparo cavitário, os dentes foram divididos em 4 grupos, sendo que cada grupo recebeu uma base ou forramento: Grupo 1, controle, sem forramento; Grupo 2, recebeu a aplicação de 2 camadas de Copalite (Cooley & Cooley, Houston, Tx); Grupo 3, recebeu uma base de IRM (L.D. Caulk Co., Milfrd, D.E.); e Grupo 4, recebeu uma base de Chelon-Silver (ESPE, Seefeld/Oberbay, W. Germany). Os dentes foram restaurados com amálgama, estocados em água por 24 h, termociclados e deixados em solução de fuccina básica por 24 h. Após este período, cada dente foi seccionado longitudinalmente em três áreas diferentes da restauração, e cada área foi examinada em microscopia óptica. Os autores

verificaram que as restaurações de amálgama forradas com Copalite, ou com uma base de Chelon Silver, exibiram microinfiltração menor que as restaurações com uma base IRM, e sem nenhum material sob o amálgama. Na análise microscópica, constataram também, que o verniz Copalite exibiu microinfiltração além da parede axial, enquanto que, quando a base de Chelon-Silver estava presente, a infiltração ficou limitada à interface dente/restauração.

Jensen et al.⁵³, em 1990, observaram a atuação de agentes forradores fotopolimerizáveis que liberam flúor, na inibição de cáries recorrentes ao redor de restaurações de amálgama. Foram selecionados 25 terceiros molares humanos, extraídos, que receberam em suas superfícies vestibular e lingual, preparos de Classe V com as margens oclusal em esmalte, e a cervical em cimento. Estes preparos cavitários, receberam os materiais a seguir: Grupo 1- controle, somente amálgama, Tytin (Kerr Manufacturing Co., Romulus, M.I., USA); Grupo 2- 2 camadas de verniz Copalite(Cooley e Cooley, USA) e amálgama; Grupo 3- uma camada de Vitrabond na parede axial de preparo e amálgama; Grupo 4- uma camada de Timeline (L.D. Caulk Co., Milford, DE, USA) na parede axial e amálgama; e, Grupo 5- uma camada de XR Ionomer (Kerr Manufacturing Co., Romulus, MI, USA) na parede axial e amálgama. Os espécimes foram termociclados (500x - 5°C - 55°C) e colocados em um líquido de indução de cáries artificial, por 80 h, em temperatura ambiente (25°C). Após transcorrido este período, os dentes foram seccionados em micrótomo e estas secções fotografadas em microscópio de luz polarizada. As áreas de cárie recorrente ao redor das restaurações

foram medidas, e o desempenho dos materiais forradores avaliado. Com isso, os autores, puderam concluir que: (1) a redução de cárie artificial na superfície radicular dos dentes foi estatisticamente significativa, quando materiais para forramento fotopolimerizáveis, contendo flúor, foram utilizados; (2) os resultados obtidos com o Vitrabond e o XR Ionomer na redução da cárie artificial, nas superfícies radiculares, foram superiores aos resultados com o Timeline.

O desempenho dos amálgamas adesivos a longo prazo ainda é uma dúvida clínica. Alguns poucos relatos na literatura avaliam o emprego clínico desta técnica, como o realizado por Masaka⁶⁸, em 1990, descrevendo um caso clínico de um dente primeiro molar inferior com processo de cárie extenso e próximo à polpa dental. O autor optou pela restauração do dente em questão, com amálgama adesivo, utilizando o Amalgambond (Parkell Biomaterials, Farmingdale, NY. 11735). Com 14 meses de controle pós-operatório, a polpa se mostrava vital, sem queixa de sensibilidade térmica por parte do paciente. Este resultado era previsto pelos autores, pois, por 7 anos, a Clínica Dental Masaka de Tóquio tem documentado a efetividade clínica de restaurações de amálgama unidas ao esmalte e dentina. Para tal, vem fazendo uso dos sistemas adesivos Panavia Ex (Kuraray, Co.) e de sistemas a base da resina 4 META/MMA-TBB, recentemente comercializado nos Estados Unidos como Amalgambond (Parkell). Considerou que dos dois sistemas, o primeiro tem boa adesão ao esmalte e amálgama e fraca à dentina, enquanto que o segundo se une fortemente à dentina, proporcionando um reforço da estrutura dentária.

Aboush & Elderton¹, em 1991, avaliaram a força de união de uma liga de amálgama, Dispersalloy (Johnson e Johnson), ao CIV para forramento e base, Vitrabond (3M), quando entre eles eram utilizados como intermediários: Scotchbond dual cure (3M, Dental Products Division, St. Paul, Minnesota, USA); Vitrabond sem polimerizar, ou o líquido do Vitrabond. Em blocos de resina acrílica foram feitas perfurações de 5 mm de diâmetro e 2 mm de profundidade, onde o Vitrabond foi aplicado em dois incrementos, que foram fotopolimerizados por 30 s cada. A superfície do Vitrabond foi imediatamente regularizada com lixa 600, lavada com água destilada e seca com jato de ar. Sobre esta superfície foi aplicado um dos intermediários: (a) Scotchbond, fotopolimerizado por 10 s; (b) uma fina camada de Vitrabond sem polimerizar; (c) líquido do Vitrebond por 60 s; perfazendo no final um total de 120 corpos de prova. Assim que o material intermediário foi aplicado, o espécime foi colocado em um anel especial que possibilitava a imediata condensação do amálgama, feita manualmente. Após 10 min, os anéis eram removidos, sendo metade dos espécimes estocados em água à 37°C, por 24 h, no escuro, e a outra metade estocada à 37°C em umidade relativa de $95 \pm 5\%$, no escuro. Após este período, foram realizados testes de tração, em máquina universal de testes Instron, e a superfície fraturada foi examinada em microscopia óptica. Através dos resultados desta pesquisa, os autores puderam constatar a superioridade do uso da camada intermediária de Vitrabond, sem fotopolimerizar, quando comparado com os outros dois intermediários, o líquido do Vitrabond e o Scotchbond Dual Cure. A força média de tração necessária para

induzir a fratura entre o amálgama e o Vitrabond, quando na camada intermediária utilizaram o Vitrabond sem fotopolimerizar, foi de $3,0 \pm 0,94$ MPa para o armazenamento em água e de $5,1 \pm 1,4$ MPa para 95% de umidade relativa como condição de armazenamento. A análise microscópica destes espécimes, mostrou que a fratura ocorreu na interface amálgama/Vitrabond sem fotopolimerizar, e também na camada intermediária. Em todas as amostras que receberam este tratamento, uma parte do amálgama se alojou na camada intermediária no ato da condensação, sendo que após a fratura, este amálgama ficou aderido à superfície, dando uma falsa impressão da ocorrência de fratura tipo adesiva/coesiva.

Em uma outra experiência divulgada também em 1991, Abouh & Elderton² avaliaram a resistência da união, à força de tração, do CIV Vitrabond (3M Dental Products) à liga de amálgama Dispersalloy (Johnson & Johnson), quando entre ambos era aplicado o adesivo dental de dupla cura Scotchbond (3M Dental Products). Em orifícios feitos em bloco de resina acrílica (2 mm/5 mm), o amálgama foi condensado e depois armazenado em água destilada por 7 dias à 37°C. Imediatamente antes da aplicação do Vitrabond, os cilindros de amálgama, tiveram sua superfície abrasionada por lixa de granulação 600, e em metade deles foram aplicadas 2 camadas do adesivo Scotchbond Dual Cure. Após a confecção da outra parte dos corpos de prova com Vitrabond, foram todos armazenados em duas condições diferentes: metade em água à 37°C por 24 h e a outra metade em 95 $\pm$ 5% de umidade relativa à 37°C. Os testes de tração foram realizados em máquina Instron (Instron Ltda, Bucks, UK), a uma velocidade de 2

mm/minuto. Os autores concluíram que a força de união do Vitrabond ao amálgama cristalizado é em média de 9 MPa, que é um valor intermediário entre os valores encontrados para o Vitrabond, por estes mesmos autores em um estudo piloto, de 13 MPa ao esmalte e de 5 MPa à dentina. Os resultados também demonstraram que o uso do Scotchbond Dual Cure como um intermediário na união do Vitrabond ao amálgama cristalizado é desvantajoso e desnecessário, pois as fraturas ocorreram todas na interface Scotchbond/amálgama, quando este adesivo foi utilizado.

Numerosos produtos adesivos estão disponíveis, para a adesão à dentina, porém a maioria deles tem o seu uso direcionado para resinas compostas. Recentemente foi desenvolvido um adesivo para a união do amálgama à dentina, o Amalgambond (Parkell). Cooley et al.³⁰, em 1991, estudaram a capacidade deste adesivo em unir resina composta e 2 ligas de amálgama, à dentina humana. Foram reservados 80 molares humanos, extraídos, para este experimento, que tiveram superfície dentinárias expostas e preparadas com lixas abrasivas 600, sob constante refrigeração de água. Estes dentes foram divididos em 4 grupos, sendo que todos os espécimes receberam a aplicação do Amalgambond, conforme especificação do fabricante, e restaurações com os seguintes materiais: Grupo 1 e 2 com a resina Bis-Fil (Bisco Dental Co.); Grupo 3 com o amálgama Dispersalloy (Johnson & Johnson Dental Products Div.); e, Grupo 4 com a liga esférica de amálgama, Valiant (LD Caulk/Dentsply International). Para a condensação do amálgama, foram utilizados como matriz, cilindros de nylon unidos à superfície dentinária com o auxílio de cera pegajosa. As

bases de união dos cilindros de resina e de amálgama eram em torno de 3 mm de diâmetro. As condições de estocagem diferenciaram-se entre os grupos, a saber: Grupo 1, 3 e 4 foram estocados em água destilada à 37°C por 24 h; e, Grupo 2 foi estocado por 24 h e depois termociclado por mais 24 h (800 ciclos ; 6 - 60°C). Os testes de resistência ao cisalhamento foram realizados em máquina Instron a uma velocidade de 0,5 mm/minuto. Foram feitos também testes de microinfiltração em outros 46 molares , que receberam preparos Classe V na superfície vestibular , com limites em esmalte e cimento. A seguir, 50% das amostras foram tratadas com Amalgambond enquanto que a outra metade recebeu aplicação de 2 camadas do verniz Cavi-Line (LD Caulk/Dentsply International), antes de serem restaurados com Dispersalloy e estocados nas mesmas condições do grupo 2. Para avaliação da microinfiltração, foram imersos em solução de azul de metileno por 4 h e analisados em estereomicroscópio. Os testes de resistência ao cisalhamento proporcionaram os seguintes resultados: Grupo 1- 22,38 MPa (resina/24h/37°C); Grupo 2- 20,86 MPa (resina/termociclagem); Grupo 3- 3,38 MPa (liga de amálgama de fase dispersa); e, Grupo 4- 3,84 MPa (liga de amálgama esférica). A avaliação dos padrões de microinfiltração indicou que esta ocorreu em ambas as regiões, esmalte e cimento; sendo porém menos severa e em menor número para os corpos de prova com Amalgambond que para os com verniz.

A possibilidade de mudança na tradicional retenção do amálgama na cavidade por preparos mecanicamente retentivos, continuou dando margens a estudos nesta área, como o de De Schepper

et al.³², também em 1991, no qual avaliaram a força de adesão do amálgama à dentina humana utilizando como intermediários, o adesivo All-Bond (Bisco Inc., Itasca, IL.) e o adesivo Amalgambond (Parkell, Farmingdale, NY). A superfície dentinária de 120 terceiros molares humanos extraídos, foi exposta e depois planificada com lixa de papel grana 400 e 600. Estes dentes foram divididos em 4 grupos, que receberam os seguintes tratamentos: Grupo 1, uma segunda aplicação de ácido fosfórico 10% por 15 s; Grupo 2, aplicação do condicionamento dentinário do sistema All-Bond por 30 s e secagem por 15 s; Grupo 3, não recebeu pré-tratamento dentinário; e, Grupo 4, aplicação do sistema adesivo Amalgambond. Os Grupos 1, 2 e 3 receberam a aplicação dos *primers* A e B do sistema All-Bond e do adesivo All-Bond Liner F. Utilizando moldes plásticos cônicos sobre a superfície dentinária, o amálgama Valiant (Caulk/Dentsply International) foi condensado sobre a dentina pré-tratada. Após 1 hora, os cones foram removidos e os espécimes estocados por 24 h à 37°C, antes de serem testados na sua resistência à força de tração, em máquina Instron (modelo 850 A, Instron, Canton, MA), à velocidade de 0,5 mm/minuto. Os autores concluíram, que o sistema adesivo All-Bond uniu o amálgama à dentina independentemente do pré-tratamento realizado, com uma força de união média de 10-11 MPa e fraturas do tipo coesiva/adesiva. Enquanto que para o sistema adesivo Amalgambond, não houve possibilidade de medir a resistência da união adesiva, pois todos os corpos de prova se separaram antes do teste, no ato da remoção do molde. Os autores comentaram que alguma força foi aplicada na remoção do molde, porém esta não era possível de

mensuração, e que as fraturas, quando analisadas, demonstraram ser todas adesivas, entre o Amalgambond e o amálgama; concluindo assim que a união na interface Amalgambond/amálgama é fraca.

Hadavi et al.⁴⁷, ainda em 1991, observaram a influência do sistema adesivo, Amalgambond (Parkell) no reparo de amálgamas com alto teor de cobre. Foram confeccionados cilindros de amálgama com o auxílio de uma matriz com perfurações circulares, bipartida, em aço inoxidável. Através de uma regulagem, a matriz permitia a confecção de cilindros de 4 e 8 mm de altura. Foram então confeccionados cilindros de amálgama de 8 mm, que atuaram como controle, e outros de 4 mm, que foram estocados por 10 dias antes de receberem a aplicação do adesivo ou nenhum tratamento, e condensação de nova porção de amálgama. Ficando então estocados por 24 h em temperatura ambiente e sendo subsequentemente submetidos aos teste de resistência ao cisalhamento em máquina de Testes Universal (I.I. Lloyd Instruments, Southampton, England). Parte dos espécimes foram termociclados durante 6 h, à 4°C - 60°C antes desses testes. Baseados nos resultados obtidos, os autores concluíram que o amálgama reparado é menos resistente que o amálgama intacto, e que o uso do sistema adesivo Amalgambond, não aumentou a força de união do amálgama reparado.

A força de adesão e as propriedades de selamento de reconstrução em amálgama, foram comparadas por Pashley et al.⁸¹, em 1991, ao utilizar 3 sistemas diferentes: pinos dentinários; slot circunferencial na dentina, na região da junção dentina/esmalte; e o adesivo Amalgambond (Parkell). Os autores utilizaram dentes terceiros

molares, extraídos antes de terem erupcionado, pertencentes à adultos jovens (18 - 28 anos). Estes dentes foram seccionados em duas regiões: na junção da porção coronária e radicular e na região oclusal com remoção do esmalte. Estes segmentos de dente foram montados em blocos acrílicos, com uma adaptação que permitia a comunicação da câmara pulpar com um aparelho que media a permeabilidade dentinária. Foram tomadas medidas da permeabilidade dentinária na presença da *smear layer* e na sua ausência, através da sua remoção com 0,5M EDTA (pH 7,4) por 2 min. Os dentes foram então divididos em 3 grupos, a saber: Grupo 1- recebeu pinos dentinários rosqueáveis Four Link Plis (Whaledent International, New York, NY); Grupo 2- recebeu o preparo de uma canaleta circunferencial de 0,5 mm de profundidade e de 0,5 - 1,0 mm de largura, disposta à 0,5 - 1,0 mm para dentro da junção dentina/esmalte; e, Grupo 3- que recebeu aplicação do sistema adesivo Amalgambond (Parkell) na superfície. A permeabilidade dentinária foi medida após cada experimento e comparada percentualmente com a permeabilidade máxima, obtida com a remoção da *smear layer* com EDTA. Cinco dias após a condensação do amálgama, a permeabilidade da dentina foi medida, para verificar o grau de selamento da superfície dentinária. Finalmente após 3 semanas, todos os espécimes foram termociclados (100 vezes às temperaturas, 4 - 56°C) e testados em máquina Instron (Instron Corp.) para determinação da resistência à força de cisalhamento. Alguns dos espécimes resina/amálgama foram observados em M.E.V. Os resultados indicaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos para os valores da permeabilidade

final; e que também não ocorreu esta diferença para o grupo Amalgambond/amálgama entre os valores da permeabilidade dentinária após 5 dias e após 3 semanas de armazenamento com termociclagem. A força de adesão ao teste de cisalhamento encontrada para os três grupos foi de: $10,3 \pm 0,5$ MPa para pinos dentinários; $4,1 \pm 0,5$ MPa para canaletas; e, $3,1 \pm 0,8$ MPa para o Amalgambond. A análise ao M.E.V. revelou fraturas completas para as restaurações de amálgama retidas por resina, com fraturas adesivas entre o amálgama e a resina na sua maioria e algumas poucas fraturas coesivas do amálgama.

Trushkowsky¹¹⁴, publicou em 1991, um comunicado clínico onde apresentou as possibilidades do amálgama adesivo na restauração de dentes com trincas ou fraturas incompletas. O autor considerou as causas, diagnóstico e técnica de tratamento destes casos, e comentou, que as restaurações adesivas são efetivas na recuperação da resistência de um dente enfraquecido pelo preparo cavitário. Mencionou que um material que une o amálgama à dentina, pode apresentar uma restauração mais conservadora e mais econômica de um dente fraturado. Concluiu que um acompanhamento a longo prazo é necessário, para determinação se esta é uma técnica alternativa confiável.

Devido à grande variação encontrada na literatura, nos resultados do Amalgambond, Carr-Hosie et al.²³, em 1992, se propuseram a investigar: (1) os valores da força de união em função do tempo de reparo; (2) medir esta força de união em função do tipo de tratamento da superfície; e, (3) analisar os resultados determinando se existem ou não diferenças estatisticamente significantes para os reparos

em amálgama, em função dessas duas variáveis. Confeccionaram 60 cilindros de uma liga de amálgama com alto teor de cobre, Valiant PhD (L.D. Caulk Co.), que foram estocados à 37°C por 24 h, 7 dias e 21 dias. Após o tempo de estocagem, os espécimes foram fraturados em regiões pré-determinadas, e divididos em dois grupos para cada período de armazenamento, que receberam os seguintes pré-tratamentos antes da condensação do novo amálgama: Grupo 1- teve a superfície asperizada com broca nº 556 (S.S. White Co.) em alta rotação com refrigeração; e, Grupo 2- teve aplicado sobre a superfície asperizada o sistema adesivo Amalgambond, de acordo com as especificações. Após a confecção dos cilindros de amálgama reparados, estes foram estocados em Normosol-R (Abbott Laboratories) à 37°C por 21 dias, antes de serem testados em flexão, em máquina de testes Instron (Instron Corp.). Os autores chegaram às seguintes conclusões, após análise dos resultados: (1) a resistência à fratura dos espécimes decresceu quando o Amalgambond foi utilizado sobre a superfície do amálgama a ser reparado; e (2) o tempo de reparo teve pouca influência na força de união na interface do amálgama reparado, decaindo no entanto, significativamente após o período de 21 dias quando o Amalgambond foi empregado, comparado com seus resultados após 24 h e 7 dias.

Em 1992, propondo-se à avaliar a eficácia de três materiais resinosos adesivos na redução da microinfiltração e na capacidade de proporcionar união adesiva entre o amálgama e a estrutura dental, Charlton et al.²⁶, realizaram um estudo com 100 molares humanos extraídos. Estes dentes tiveram suas coroas incluídas

em cilindros de resina acrílica, com uma de suas faces (lingual, vestibular ou proximal) exposta, onde foram confeccionadas cavidades (3,5 mm profundidade/3,0 mm diâmetro) expulsivas. Os dentes preparados foram divididos em 5 grupos, que foram assim tratados: Grupo 1- sem verniz ou forramento; Grupo 2- com verniz Copalite (Harry J. Bosworth Co.); Grupo 3- com Prisma Universal Bond 2 (L.D. Caulk Co., Division of Dentsply, Milford); Grupo 4, com Panavia Ex (I. Morita, Tustin, CA); e, Grupo 5, com Amalgambond (Parkell Products, Farmingdale, NY). Após a aplicação dos materiais acima citados nas cavidades, o amálgama Tytin (Sybron/Kerr, Romulus, MI) era condensado e as amostras estocadas por 24 h em água destilada à 37°C, submetidas à 2.500 termociclos (5°C - 45°C) e então estocadas por mais 5 dias em água destilada à 37°C. Após este período foram submetidas aos testes de tração em máquina Instron (Instron Corp.). Testes de microinfiltração foram realizados em um outro grupo de 100 caninos e pré-molares humanos, íntegros, extraídos, onde foram confeccionadas cavidades de Classe V no terço médio das superfícies vestibulares. Estas cavidades foram preparadas e restauradas da mesma forma que para os molares, já citado anteriormente. As condições de armazenamento também foram as mesmas, sendo que após o período de 5 dias, os espécimes foram imersos por 24 h em solução aquosa de um corante fluorescente (Zyglo Penetrant Zh-54, Magna Flux Corp., Chicago, IL), sendo então observados em estereomicroscópio, em um aumento de 25x e com a iluminação de lâmpadas ultravioletas. Os autores concluíram que: (1) as restaurações sobre Amalgambond apresentaram menor grau de infiltração marginal; (2) as restaurações

sobre Amalgambond e Panavia Ex, exibiram maior retenção às cavidades que as dos demais grupos; (3) o Amalgambond tem potencial para servir com sucesso como material de forramento em restaurações de amálgama.

Uma restauração que tenha a durabilidade do amálgama e que aumente a resistência à fratura do dente, através da união entre cúspides e restaurações, é desejável; sendo portanto, este o objetivo do estudo desenvolvido por Eakle et al.³⁴, em 1992, ao compararem a resistência à fratura de dentes restaurados convencionalmente com amálgama, com a resistência dos restaurados com o amálgama aderido à estrutura dental através de uma resina adesiva. Os autores empregaram 28 pré-molares, que receberam preparos MOD para restaurações de amálgama, com ístimo de largura correspondente a 1/3 da distância intercuspídea, e caixa proximal com largura de 4 mm e profundidade de 1,5 mm. Os dentes preparados foram restaurados com: metade somente com amálgama, Tytin (Kerr/Sybron); e a outra metade, após o condicionamento ácido do esmalte do cavo-superficial com ácido fosfórico 37% por 30 s, lavagem e secagem, com o cimento resinoso Panavia Ex (Kuraray Co.) e a imediata condensação do amálgama. Os espécimes, após restaurados, foram estocados em 100% de humidade por 24 h, sendo então termociclados (240 ciclos, 5°C - 55°C) e estocados por 48 h em água, antes de serem testados. Os testes foram realizados com máquina Instron (modelo 1122, Instron Corp.) através da aplicação de cargas na superfície oclusal, até que ocorresse a fratura do dente. O contacto do dispositivo da máquina com os dentes, se localizava nas vertentes das cúspides, sem que este tocasse a

restauração. Com os resultados obtidos, os autores puderam verificar, que os dentes restaurados com o amálgama associado ao cimento resinoso Panavia Ex, foram significativamente mais resistentes à fratura, que os restaurados somente com amálgama; e que nestes casos predominaram fraturas coesivas através da interface de resina.

Com o intuito de estabelecer se o amálgama adesivo era um fato, ou apenas ficção, em 1992, Temple-Smithson et al.¹¹¹, publicaram um estudo comparativo entre restaurações de amálgama com verniz Copal (H. J. Bosworth Co.) como material forrador; com pinos; com Amalgambond (Parkell) ou Panavia Ex (Kuraray, Co.), com relação à força necessária para o deslocamento destas restaurações. Selecionaram 40 dentes molares e pré-molares humanos, extraídos, nos quais foram preparadas cavidades proximais não retentivas, de acordo com um molde pré-fabricado. As cavidades foram então restauradas com amálgama associado a um dos materiais supra citados, determinando a formação de quatro grupos, que ficaram estocados em solução salina à 37°C por 1 mês, até a realização dos testes de deslocamento das restaurações feitos em máquina Howden EU500. A força real aplicada em 45° com relação ao longo eixo do dente, até que houvesse a remoção da restauração da cavidade, foi registrada. Baseados nos valores obtidos, os autores puderam deduzir que: a maior carga utilizada foi para o deslocamento das restaurações retidas por pinos; a energia requerida para fraturar os espécimes com adesivos, foi bem maior que o controle; e, um exame microscópico demonstrou que as fraturas nesses casos foram predominantemente adesivas, na interface adesivo/amálgama.

Al-Moayad et al.⁵, em 1993, conduziram um estudo para testar a efetividade de um CIV, Vitrebond (3M Dental Products) e duas resinas adesivas, Amalgambond (Parkell, Bio Materials Division) e Panavia Ex (Kurary Co. Ltda), em unir o amálgama à cavidades em esmalte/dentina, *in vitro*. Restaurações sem materiais intermediários ou com verniz cavitário, serviram como modelos comparativos. Cavidades expulsivas semelhantes, foram preparadas nas superfícies vestibulares de 78 dentes molares humanos, extraídos. Os materiais acima citados foram aplicados nas respectivas cavidades, da seguinte maneira: uma fina camada de Vitrebond em toda a cavidade sem fotopolimerizar; Amalgambond, conforme as especificações; Panavia Ex, aplicada após o condicionamento do esmalte, conforme indicado; ou 2 camadas de verniz Copal. Após o emprego de um destes materiais, o amálgama era condensado manualmente, imediatamente na cavidades. Passados 10 min deste procedimento, os espécimes foram estocados em água destilada à 37°C por 24 h, antes que se procedesse aos testes de tração em máquina Instron. Os resultados demonstraram que, apesar de não haver um aumento substancial na retenção das restaurações com nenhum dos três adesivos intermediários utilizados, os espécimes com Vitrebond foram os que mostraram os maiores valores médios de resistência à força de tração, seguidos pelo Amalgambond (38% menor) e Panavia Ex (18% menor). As falhas dos espécimes com Vitrebond foram devido à fraturas grosseiras do esmalte e à fraturas coesivas da camada do CIV; enquanto que as falhas para o Amalgambond foram na interface resina/amálgama. Os autores

consideraram o CIV Vitrebond com potencial para ser um efetivo adesivo de amálgama *in vivo*.

Araújo et al.⁶, em 1993, avaliaram a capacidade de selamento marginal de 4 adesivos dentinários: Scotchbond 2 (3M do Brasil); ARMD (Johnson & Johnson); Prisma Bond 3 (Dentsply); e, XR Bond (Sybron/Kerr), quando utilizados em restaurações de amálgama, com a liga Dispersalloy (Johnson & Johnson); em restaurações de resina composta posterior, P-50 (3M do Brasil), Adaptic II P (Johnson & Johnson), APH (Dentsply) ou Herculite (Sybron/Kerr); e, em associações amálgama/resina composta. Foram executadas 65 cavidades MOD em dentes humanos extraídos, sendo que as cavidades mesial e distal foram restauradas com diferentes combinações de materiais. Estes dentes foram submetidos à ciclagem térmica em solução corante, e analisados quanto a sua infiltração marginal nas interfaces dente/material restaurador e material restaurador/material restaurador (amálgama + resina). Os resultados desse estudo mostraram que a utilização de adesivos dentinários diminuiu a infiltração marginal das restaurações Classe II com amálgama, resina composta posterior ou amálgama + resina composta posterior.

Tem sido demonstrado interesse na utilização de resinas para aderir amálgamas novos à amálgamas antigos, propiciando assim condições de reparo nestas restaurações. Portanto, em 1993, Bapna & Mueller⁸, avaliaram a união entre amálgama com envelhecimento de um dia e amálgama novo, em três condições diferentes: (1) asperização mecânica do amálgama antigo antes da condensação de um novo

amalgama; (2) utilização de um novo amalgama rico em mercúrio; e, (3) emprego de resinas adesivas entre os dois amalgamas, novo e antigo. Cilindros de amalgama pré-confeccionados foram estocados por 1 dia à 37°C, antes de terem todas suas superfícies asperizadas, com lixa de papel de granulação 600, e os novos amalgamas; convencional e rico em mercúrio, condensados sobre estas superfícies. Ou terem a aplicação de uma das seguintes resinas adesivas: Amalgambond (Parkell), C&B Metabond (Parkell) ou Panavia Ex (Kuraray), antes da condensação do amalgama. Os espécimes foram então armazenados à 37°C por 1 semana, antes dos testes de tração serem realizados. Os resultados revelaram que a união entre amalgamas é um fenômeno relacionado com a superfície, e que o uso de resinas adesivas não melhorou a resistência à fratura para as restaurações de amalgama reparadas.

Como a incidência de cáries secundárias continua a ser um problema de significância na Dentística Restauradora, Rabchinsky & Donly⁹⁴, em 1993, compararam a capacidade de inibição de cáries e de microinfiltração, de dois materiais de forramento, indicados para restaurações de amalgama: um material à base de hidróxido de cálcio, Dycal (L.D. Caulk); e um CIV fotopolimerizável, Vitrebond (3M Dental). Obtiveram para este estudo 32 molares permanentes extraídos, nos quais foram preparadas cavidades de Classe II mesio-oclusais e disto-oclusais. Estas cavidades, após receberem os forramentos conforme especificação, foram restauradas com amalgama, Dispersalloy (Johnson & Johnson). As restaurações foram submetidas à simulações de cargas oclusais em máquina Instron. Os dentes foram

protegidos por um verniz ácido-resistente até 1 mm em torno das restaurações; termociclados (20 ciclos, 10°C - 50°C) duas vezes ao dia; mantidos em saliva artificial à 37°C, pH 7, com circulação constante; e colocados diariamente durante 35 min em solução indutora de cárie artificial (pH 4,4); por um período experimental de 3 meses. Após decorrido este período, os espécimes foram novamente submetidos às cargas oclusais simuladas. Metade dos dentes foi seccionada, e teve as áreas desmineralizadas de esmalte quantificadas; enquanto que os demais espécimes foram imersos em solução corante de fucsina básica 2%, seccionados e inspecionados em estereomicroscópio. Os resultados obtidos indicaram que as restaurações forradas com o CIV Vitrebond, exibiram significativamente menos desmineralização e microinfiltração, que as restaurações forradas com o cimento de hidróxido de cálcio, Dycal. Os autores inferiram, que é de importância a efetividade dos CIV forradores no controle da infiltração marginal e recidiva de cáries em restaurações de amálgama.

Bagley et al.⁷, em 1994, compararam a habilidade de 4 diferentes sistemas adesivos de amálgama: Amalgambond Plus (Parkell Products Inc.), Amalgambond Plus com HPA (Parkell P. Inc.); All-Bond 2 (Bisco Inc.); e, All-Bond 2 com Liner F (Bisco Inc.) em unir amálgama à superfícies dentinárias recém-preparadas. Os sistemas adesivos Amalgambond Plus com HPA e All-Bond 2 com Liner F apresentam carga na sua composição. Empregando lixas sequenciais abrasivas de papel, as superfícies dentinárias de 91 dentes recém-extraídos, foram expostas e planificadas. Estes dentes foram incluídos em blocos de resina acrílica, sem envolver as regiões de dentina, sobre

as quais, foram fixadas e estabilizadas com cera pegajosa, matrizes cilíndricas, para poderem conter o amálgama posteriormente. Os dentes foram divididos em 4 grupos, sendo cada qual tratado com um dos materiais citados, imediatamente antes da condensação do amálgama, Tytin (Sybron/Kerr). Após 24 h de armazenamento em água, as matrizes foram cuidadosamente removidas e os dentes estocados por 72 h em água à temperatura ambiente. Foram então realizados os testes de cisalhamento em máquina Instron (modelo 1125, Instron Corp.), e os valores requeridos para o deslocamento dos cilindros de amálgama registrados em MPa. Fundamentados nos dados obtidos, os autores concluíram que o uso dos sistemas adesivos com carga aumentou significativamente a força de união entre a superfície dentinária e o amálgama (9-11 MPa), quando comparado aos sistemas sem carga (2 - 5 MPa); mas que, no entanto, estudos adicionais são necessários na determinação da natureza e mecanismo de ação desta união, e da atuação e longevidade desta adesão *in vivo*.

Devido ao recente interesse sobre as restaurações de amálgama adesivo, Bearn et al.¹², publicaram em 1994, uma revisão da literatura e o relato do uso desta técnica em quatro casos de trincas dentais. Os autores comentaram, que até o momento, não tinham conhecimento de estudos clínicos a longo prazo, quanto à utilização da técnica de adesão do amálgama, mas que esperavam ser esta de grande contribuição na redução da incidência de cáries secundárias, com relação às restaurações tradicionais. Os autores mostraram casos clínicos de dentes posteriores portadores de trincas sob cúspides, que foram restaurados com sucesso, utilizando a técnica do amálgama

adesivo (Panavia Ex + amálgama). Advertiram que é necessário, que ao empregar esta técnica, não seja incorporado excesso de resina ao amálgama, pois isso pode ter efeito adverso na resistência à compressão do mesmo. Segundo estes autores, o amálgama adesivo restaura o dente de maneira conservadora, reduzindo a flexão das cúspides, sem a desvantagem da contração de polimerização apresentada pelas resinas compostas, que pode levar à propagação destas trincas.

Gwinnett et al.⁴⁶, em 1994, publicaram um artigo, no qual se propuseram a fornecer coordenadas para os clínicos sobre a utilização de restaurações com associação de amálgama e adesivos. Os autores consideraram que restaurações feitas com esta técnica, combinam as boas propriedades do amálgama, com os princípios da preservação da estrutura dental e o selamento marginal, inerentes aos materiais adesivos. Citaram que dentre as vantagens que a técnica oferece estão: (1) tratamento de baixo custo; (2) permite preparos cavitários mais conservadores; (3) elimina o uso de pinos para retenção; (4) reduz a infiltração marginal a um mínimo; (5) reforça a estrutura dental enfraquecida por cáries e preparos cavitários; (6) reduz a incidência da sensibilidade pós-operatória. As limitações e desvantagens do amálgama adesivo foram também comentadas, pelos autores, como: (1) aumento no tempo de confecção da restauração; (2) possibilidade de sensibilidade técnica; (3) aumento no custo da restauração; (4) não foi usado por tempo suficiente, que permitisse uma avaliação adequada do seu desempenho clínico.

Para verificar se a resistência à força de cisalhamento de dois adesivos dentinários disponíveis; Amalgambond Plus (AM) e All-Bond 2 (A2), era afetada pelo tempo de estocagem, Hasegawa & Retief⁴⁸, em 1994, concluíram uma pesquisa, onde avaliaram o desempenho destes materiais sob amálgama. Sobre a superfície dentinária exposta de 120 molares humanos extraídos, demarcada com fita adesiva perfurada, o AM e A2 foram aplicados, e com o auxílio de uma matriz metálica, condensado o amálgama sobre estes materiais intermediários. A resistência à força de cisalhamento dos espécimes foi registrada após: 24 h; 4, 12 e 24 semanas. Os dados foram analisados, permitindo assim, aos autores, concluir que esta força não foi afetada adversamente pela duração do tempo de estocagem. A média dos resultados para a união do Amalgambond à dentina, foi entre 10 e 15 MPa.

Imberry et al.⁵², em 1994, examinaram a resistência de restaurações complexas de amálgama retidas por: Amalgambond (Parkell); Amalgambond Plus (Parkell); Amalgambond e 4 pinos; e, 4 e 6 pinos dentinários. Foi também avaliado o efeito do tempo de estocagem em água para o Amalgambond e Amalgambond Plus. A superfície oclusal de 83 molares extraídos, foi planificada e suas raízes embutidas em blocos de resina acrílica. Estes dentes foram divididos em 5 grupos, recebendo cada qual um dos tratamentos acima mencionados, antes de terem o amálgama, Dispersalloy, condensado sobre estes materiais, com o auxílio de matrizes feitas com anel de cobre e previamente estabilizados sobre a superfície tratada. Metade dos espécimes confeccionados com Amalgambond e Amalgambond

Plus foram estocados em água por 3 e 6 meses. Após 1250 termociclos, os espécimes foram testados em compressão em máquina de testes Universal Instron. Os resultados indicaram um fraco desempenho do Amalgambond, quando comparado aos outros grupos, que apresentaram valores bem maiores, não diferindo entretanto entre eles. Os autores puderam verificar que o armazenamento em água a longo prazo, não teve efeito significativo.

Avaliar *in vitro*, a morfologia das margens oclusais de restaurações de amálgama, após submetidas à cargas oclusais, e determinar a microinfiltração marginal destas restaurações, foi a proposta de uma pesquisa realizada por Prati et al.⁹², em 1994. Prepararam 48 cavidades MOD convencionais para amálgama, em terceiros molares humanos extraídos, com a parede gengival de suas caixas proximais a nível do limite cemento-esmalte. As cavidades foram divididas em 3 grupos, que receberam diferentes tratamentos, antes de serem restauradas com amálgama. Os sistemas adesivos utilizados no tratamento das cavidades foram: All-Bond 2 (Bisco); Amalgambond (Parkell); Vitrebond (3M); empregados de acordo com as especificações dos fabricantes. Após um período de 48 h, os espécimes foram testados utilizando uma máquina de aplicação de cargas cíclicas (Giuliani Forli, Itália), com uma carga de 30 Kg por 7500 ciclos, em água à 24°C. Após terem sido submetidos aos ciclos de carga, os dentes foram imersos em solução corante por 48 h, seccionados e inspecionados em estereomicroscopia óptica para avaliação da infiltração marginal. Uma análise em M.E.V. da qualidade da adaptação das restaurações foi executada. Dos resultados obtidos,

os autores puderam concluir, que houve uma diminuição significativa nos padrões de microinfiltração para as restaurações executadas com sistemas adesivos associados ao amálgama, quando comparado ao controle. O exame em M.E.V. demonstrou que todos os sistemas adesivos empregados neste estudo, previnem alterações ao longo das margens oclusais, e reduzem a microinfiltração a níveis oclusal e gengival. Os amálgamas sem os sistemas adesivos mostraram um grande número de fraturas marginais e um extenso grau de infiltração.

Com o objetivo de estudar o efeito do armazenamento a longo prazo e do *stress* térmico na resistência à fratura de dentes pré-molares com preparos MOD para amálgama, forrados com Amalgambond (Parkell Inc.) ou com um verniz Copal, Plastodent (Plastodent Inc., Bronx, NY) e restaurados com uma liga de amálgama esférica, Tytin (SS White Dental), Santos & Meiers⁹⁸, em 1994, publicaram um artigo sobre a realização deste experimento. Os dentes pré-molares utilizados foram em número de 63 dentes íntegros, extraídos, que tiveram suas raízes embutidas em cilindros de resina acrílica, 1 mm abaixo da junção cimento esmalte. Os preparos MOD foram realizados na região do sulco central, sem caixas proximais, com profundidade de 4 mm e largura de 3 mm. Os espécimes foram distribuídos em 8 grupos que receberam os seguintes tratamentos: Grupo 1- amálgama/verniz Copal/armazenamento por 7 dias; Grupo 2- amálgama/verniz Copal/armazenamento por 7 dias/ termociclagem; Grupo 3- amálgama /verniz Copal/armazenamento por 67 dias; Grupo 4- amálgama /verniz Copal/armazenamento por 67 dias/termociclagem; para os Grupos 5 a 8, os procedimentos foram os mesmos, porém no

lugar do verniz Copal, foi utilizado o Amalgambond. As restaurações eram realizadas imediatamente após os tratamentos serem efetuados. Os espécimes foram estocados pelos períodos determinados, em água à 17°C, e a termociclagem foi de 3500 ciclos de 5 a 55°C. Os testes de resistência à fratura foram realizados em máquina de testes Universal (United F M-10, United Calibration Corp., Garden Grove, CA); e alguns espécimes fraturados foram analisados em M.E.V. Os resultados permitiram concluir que a resistência à fratura de pré-molares com restaurações MOD de amálgama, não foi significativamente diferente, quando as cavidades foram tratadas previamente com verniz Copal Plastodont ou com Amalgambond. As demais variáveis presentes no estudo, como o tempo de armazenamento e termociclagem, não interferiram nos resultados. Na análise microscópica, após a termociclagem, os autores verificaram pequena evidência de embricamento mecânico da resina, (Amalgambond) com o amálgama, denotando fraturas adesivas.

3 PROPOSIÇÃO

Considerando-se que o amálgama ainda representa o material restaurador de maior escolha para dentes posteriores, e que a adesividade deste material ao dente, com conseqüente selamento da margem cavitária, possibilitaria o desempenho de uma Odontologia preventiva e conservadora; propusemo-nos a avaliar o comportamento de dois adesivos dentinários; o Scotchbond Multi Purpose e o Amalgambond; e de um cimento de ionômero de vidro, o Vitrebond, na adesão do amálgama à dentina, através de testes mecânicos de resistência ao cisalhamento e de observação em estereomicroscopia.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Material

Foram selecionados 30 (trinta) dentes terceiros molares humanos hígidos, recém-extraídos de adultos jovens (faixa etária entre 16 e 22 anos).

Foram utilizados neste experimento, uma liga de amálgama de fase dispersa, Dispersalloy (Johnson & Johnson) e três materiais adesivos: Amalgambond Plus (Parkell Bio-Materials Div.); Scotchbond Multi-Purpose (3M Dental Products) e Vitrebond (3M Dental Products). As indicações, lotes e fabricantes destes materiais estão listados na Tabela 1.

Tabela 1- Materiais empregados, respectivos lotes, fabricantes e indicações

Material	Lote	Fabricante	Indicações
Dispersalloy	2A151	J & J	Amálgama de prata
Scotchbond Multi Purpose	70-2010-0396-2	3M	Adesivo dentinário multiuso
Amalgambond Plus	5370	Parkell	Adesivo dentinário multiuso
Vitrebond	2176	3M	Cimento de ionômero de vidro

a) *Amálgama*

O amálgama de prata utilizado, consiste em uma liga de fase dispersa, onde esferas eutéticas de prata-cobre, são adicionadas à limalha de liga convencional. Quando a liga é triturada com mercúrio e condensada no dente, as esferas de dispersão mantêm sua integridade e formam uma união intra-metálica com a matriz. As esferas em dispersão agem como um *excipiente* para fortalecer a liga e diminuir a formação da Fase Gama II. É uma liga com maior resistência à compressão e corrosão que as ligas convencionais, segundo seu fabricante (Phillips⁸⁸, 1984; Baratieri et al.⁹, 1989; Fichman & Santos³⁸, 1982).

b) *Sistemas Adesivos*

- Scotchbond Multi Purpose (SMP)

Este é um sistema adesivo composto de:

- Ácido maleico em solução aquosa 10%, com pH de aproximadamente 1.2, indicado para o condicionamento de esmalte e dentina.

- Primer, formado por uma solução aquosa de HEMA (2 hidróxietil metacrilato) e um copolímero de ácido polialquenoico de cimento de ionômero de vidro, com pH de aproximadamente 3.3. A

utilização do copolímero tem por finalidade, segundo o fabricante, a redução da sensibilidade à umidade.

- Adesivo, formado por HEMA e uma resina composta fotopolimerizável composta de BIS-GMA (bisfenol A e glicidil metacrilato).

- Amalgambond Plus (AP)

Este sistema adesivo é composto de:

- Amalgambond Ativador (A) - indicado pelo fabricante para ser aplicado sobre a dentina como agente condicionador. É composto de: ácido cítrico, cloreto férrico e álcool polivinil (solução 10:3).

- Adhesive Agent (AA) - composto por HEMA (2-hidroxietil metacrilato) e monometil éter hidroquinona. Deve ser aplicado sobre a dentina condicionada.

- Amalgambond Base (B) - composto por metilmetacrilato, HEMA e 4 META (4-metacriloxi etil trimetacrilato anidro).

- Amalgambond Catalyst (C) - composto pelo óxido tri-N-butil burano.

- Powder - HPA (High - Performance Additive) - Aditivo em pó composto de fibras de metil metacrilato, indicado para melhorar a resistência.

- Vitrebond (V)

Este é um cimento de ionômero de vidro composto de:

- Pó: formado por vidro de silicato de flúor - Alumínio fotossensível.

- Líquido: consiste de um ácido poli acrílico modificado com um grupo metacrilato, HEMA, água e um fotoiniciador.

É indicado como forramento e base de restaurações.

Segundo o fabricante, o material possui um mecanismo tardio de auto-polimerização, que assegura a polimerização do material que não foi atingido pela luz, como em áreas retentivas.

4.2 Método

a) *Preparo dos dentes*

Os dentes seleccionados foram, após limpos, fixados em solução de formol 10% e armazenados em água destilada à temperatura ambiente, até a sua posterior utilização, que se deu em um período de 3 meses.

Estes dentes foram então seccionados no sentido mésio-distal, ficando divididos em uma metade vestibular e outra lingual. A secção dos dentes foi realizada com o auxílio de um disco de carburundum, montado em motor de baixa rotação.

As metades dos dentes foram posicionadas a partir de uma matriz confeccionada em silicona pesada, Rhodorsil (Clássico Artigos Odontológicos - Ind. Bras.), preenchida com resina acrílica (Clássico Artigos Odontológicos - Ind. Bras.)

Os segmentos dos dentes foram embutidos nestes blocos de resina acrílica ativada quimicamente, incolor, de tamanho pré-estabelecido e compatível ao requerido pela máquina de ensaios. Estes blocos acrílicos portanto, continham no seu centro as metades dos dentes, com suas faces vestibular ou lingual expostas.

b) *Preparo dos corpos de prova*

As superfícies dentinárias a serem testadas foram, em seguida, preparadas com o auxílio de uma máquina recortadora de gesso, com lixa d'água de granulação 100 e sob constante refrigeração de água.

As superfícies dentinárias, assim expostas, foram então planificadas e alisadas com lixas d'água de granulações decrescentes 180, 400 e 600 (3M-Brasil). Este procedimento foi realizado sempre com água, para que dessa forma resultasse uma camada de *smear layer* uniforme sobre a dentina, segundo Tao & Pashley¹¹⁰, 1988 e Mauro⁶⁹, 1992. Cada número de lixa foi aplicada sobre a superfície dentinária por 20 segundos (Figura 1).



FIGURA 1 - Bloco de resina com dente incluído

Os corpos de prova nesta fase foram identificados e divididos em três grupos, contendo 20 espécimes cada. Foram então armazenados em água destilada e utilizados seqüencialmente.

Os 60 corpos de prova tiveram suas superfícies dentinárias limpas com pedra pomes e água. Foi utilizada uma escova de Robinson montada em micromotor, de baixa velocidade, por 10 segundos. A seguir, aplicou-se Tergensol (INODON-Ind.Bras.), para que pudéssemos remover das superfícies dentinárias detritos e oleosidade.

Estas superfícies receberam aplicações de spray de ar-água por 10 segundos e secagem suave para evitar o ressecamento da dentina exposta.

A área dentinária a ser utilizada foi determinada, e correspondeu ao terço médio da coroa do dente.

Para uma padronização da área de teste, foi utilizada uma matriz tubular de polietileno de 3mm de diâmetro x 3mm de altura. Essa matriz foi cuidadosamente fixada na região dentinária pré-determinada, através da aplicação de uma fina camada de adesivo à base de etilcianocrilato (Super Bonder) em toda sua face externa de contato com a superfície dentária (Figura 2). Essa fixação garantia o posicionamento do tubo de polietileno, durante a seqüência de procedimentos realizados.



FIGURA 2 - Matriz de polietileno fixada à superfície dentinária

A dentina foi então condicionada com as soluções específicas para cada produto utilizado.

Para que a condensação do amálgama pudesse ser realizada sem o deslocamento do tubo de polietileno de sua posição, foram utilizadas matrizes rígidas confeccionadas em alumínio e teflon. Essas matrizes eram bipartidas e continham uma perfuração de diâmetro igual ao diâmetro externo do tubo de polietileno. A matriz era disposta de modo a circundar o tubo de polietileno, envolver e fixar o corpo de prova; sendo que, no ato da condensação do amálgama, estaríamos evitando o envolvimento de forças de deslocamento do tubo de polietileno, sobre a superfície dentinária (Figura 3).



FIGURA 3 - Matriz bipartida de alumínio/teflon para fixação do conjunto bloco de resina acrílica/tubo de polietileno

A região da superfície dentinária delimitada, recebia então os tratamentos preconizados pelo fabricante para cada material adesivo, antes da condensação do amálgama.

Para a confecção dos cilindros de amálgama foi utilizada a liga Dispersalloy (Johnson & Johnson).

A liga e o mercúrio puro utilizados foram previamente pesados em balança analítica Owa Labor com precisão de 0,01 gramas, na proporção 1:1 (técnica de Eames, Fichman & Santos³⁸, 1982) e acondicionados separadamente em cápsulas plásticas, armazenados até serem utilizados. A trituração e a homogeneização foram feitas mecanicamente no amalgamador Vari Mix II, utilizando-se cápsulas plásticas e pistilo metálico. O tempo de trituração foi de 8 segundos na velocidade M₂, e mais 2 segundos para homogeneização, sem o pistilo metálico.

A condensação do amálgama foi manual, tomando-se o cuidado de remover o excesso de mercúrio, sendo realizada por um único operador, previamente calibrado. O condensador empregado foi do tipo Ward nº 2.

O porta amálgama utilizado foi da Duflex, com diâmetro da ponta dispensadora de amálgama de 2 mm, indicado para cavidades conservadoras.

Dos 60 corpos de prova, foram formados 3 grupos de 20 segmentos de dentes, sendo: Grupo A, utilizando o adesivo dentinário SMP; Grupo B, o sistema adesivo AP e no Grupo C, o CIV V.

Grupo A

As superfícies dentinárias delimitadas foram inicialmente condicionadas com o SMP *Ácido de Ataque*, que é o ácido maleico

10%, por 15 segundos. Seguiu-se uma lavagem cuidadosa com spray ar-água por 20 segundos e secagem suave por 10 segundos.

Procedeu-se à aplicação de uma fina camada sobre a superfície dentinária do promotor de adesão, *SMP Primer* com a utilização de um pincel aplicador fornecido pelo fabricante, e feita a difusão desta camada com um breve jato de ar, de acordo com as especificações do fabricante.

Não há a indicação de fotopolimerização nesta fase. Após 30 segundos e a constatação de uma superfície brilhante, realizava-se a próxima etapa. Caso contrário, repetia-se a aplicação do primer, conforme especificação.

Sobre a superfície tratada com o primer, aplicou-se, com auxílio de um pincel, uma fina camada do *SMP Adesivo*, seguindo-se de fotopolimerização por 20 segundos, com aparelho fotopolimerizador, Fibr lux, Dabi-Atlante.

Neste instante uma porção de amálgama era preparada e condensada no interior do tubo de polietileno. A condensação era feita em pequenas porções, para que se formasse um cilindro de amálgama homogêneo e bem adaptado em sua base

Grupo B

Neste grupo utilizamos o adesivo dentinário, AP, preconizado pelo fabricante, para a realização de restaurações de amálgama adesivo. O material proporciona duas alternativas de utilização; sendo por nós escolhida a que o fabricante indica para ser

Aplicou-se, inicialmente, sobre as superfícies de dentina expostas o *AP Dentin Activator* (A) por 10 segundos, que atua como solução condicionadora da superfície dentinária, podendo também ser usado no condicionamento de esmalte, quando o tempo de aplicação for estendido para 30 segundos.

A seguir a superfície foi lavada com jato de spray, ar-água por 30 segundos e seca suavemente por 10 segundos, de forma a remover toda a água e não ressecar a dentina subjacente.

Com um pincel, fornecido pelo fabricante, foi aplicado o *Adhesive Agent* (AA), sobre a superfície dentinária ativada, seguido de breve jato de ar, para uniformizar a camada do adesivo e deixá-la fina. Aguardou-se 30 segundos.

Neste instante, conforme recomendações do fabricante, foi iniciada a trituração do amálgama. Esta foi realizada conforme descrição anterior, para o grupo A.

Enquanto se procedia à obtenção do amálgama de prata, foi preparada a seguinte mistura, a ser aplicada imediatamente antes de sua condensação: 3 gotas da Base - B + 1 gota do catalisador - C + 1 colher medida do pó *HPA*. Recomenda-se que os três produtos sejam dispensados em um casulo, fornecido pelo fabricante, e que sejam misturados delicadamente de modo a se obter um líquido viscoso homogêneo.

Essa mistura foi então aplicada com um pincel sobre a região de dentina, formando uma fina camada.

Iniciou-se a condensação do amálgama enquanto esta mistura ainda estava *plástica*, ou seja, enquanto não havia se iniciado a sua reação química de polimerização.

Grupo C

Neste grupo, antes da condensação do amálgama, as superfícies dentinárias receberam duas camadas do CIV para forramentos, fotopolimerizável, V (3M).

As superfícies dentinárias foram inicialmente tratadas com ácido poliacrílico 25%, por 10 segundos, lavadas por 10 segundos com jatos de spray ar-água e secas suavemente por 10 segundos, cuidando-se para que a dentina não ficasse ressecada.

O V era preparado, nas proporções indicadas pelo fabricante, e uma fina camada aplicada sobre a superfície dentinária. Esta camada foi fotopolimerizada por 20 segundos.

Neste instante, iniciava-se paralelamente a trituração do amálgama.

Uma segunda porção do V foi então preparada e uma camada delgada colocada sobre a primeira, com o auxílio de um pincel, e mantida sem fotopolimerizar, de acordo com a técnica utilizada por Aboush & Elderton¹, 1991, e por Al-Moayad et al.⁵, 1993.

O amálgama era então imediatamente condensado sobre o cimento de ionômero de vidro em uma fase ainda plástica. Como este cimento é considerado dual, a polimerização desta segunda camada ocorria por reação química.

Após a condensação do amálgama, os espécimes foram deixados em repouso por 30 minutos, antes da cuidadosa remoção da matriz metálica.

Estes corpos de prova foram então armazenados em água destilada à 37°C por 24 horas, e decorrido este tempo, as matrizes de polietileno foram removidas com o auxílio de uma lâmina de bisturi nº 11.

c) *Teste de resistência ao cisalhamento*

Após o tempo de estocagem de 24 horas, os corpos de prova foram submetidos aos testes mecânicos laboratoriais para avaliação da sua resistência às tensões de cisalhamento.

Estes testes foram realizados em Máquina de Testes Instron (modelo 4301, Instron Corp.) pertencente ao CTA (Centro Técnico Aero-Espacial - São José dos Campos), mediante convênio firmado entre a UNESP/CTA.

Para que os testes pudessem ser realizados, algumas adaptações foram feitas na máquina de ensaios; como uma base metálica, que possibilitava o correto posicionamento dos corpos de prova, e um pino com secção em meia-cana fixado na extremidade superior móvel da máquina. No ato da realização do teste, este pino era posicionado, com a secção plana paralela ao longo eixo do bloco acrílico e perpendicular ao cilindro de amálgama, o mais próximo possível da interface amálgama/dente (Figura 4). Acionada a máquina,

o pino exerceu a força de cisalhamento a uma velocidade de 0,5mm/minuto.

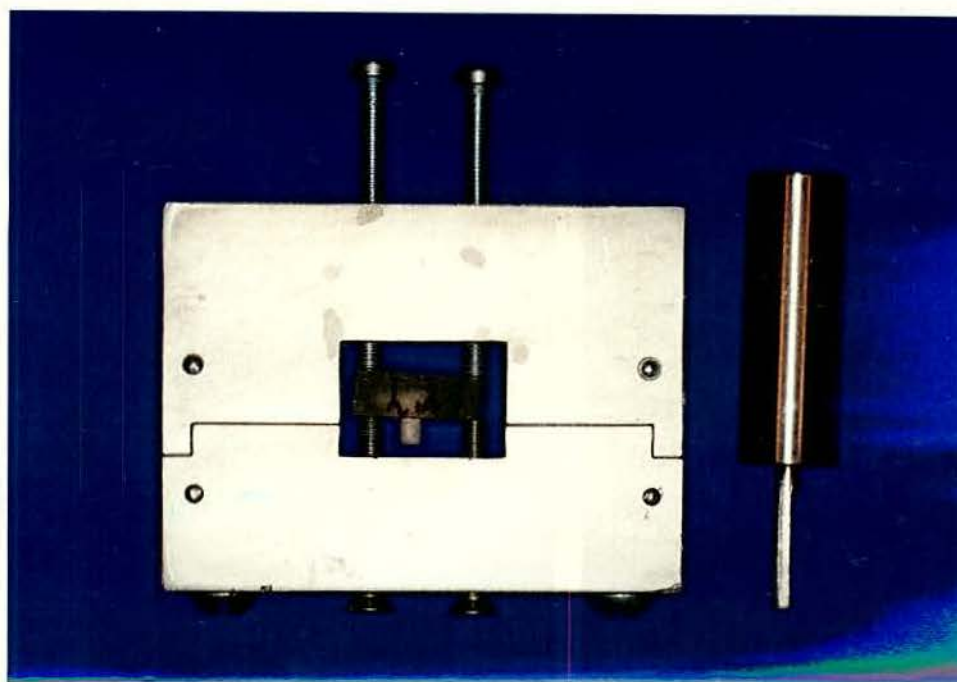


FIGURA 4 - Peças confeccionadas para adaptação dos corpos de prova à máquina de testes Instron

A leitura dos resultados nos forneceu os valores da carga necessária para que houvesse o rompimento da união do amálgama à dentina, e o deslocamento realizado pela ponta ativa da máquina.

Os resultados foram obtidos em Kgf, sendo transformados e expressos em MPa. A fórmula para a conversão destes resultados foi a seguinte:

$$\text{Kgf/mm}^2 - F/A = \frac{(\text{força em Kgf})}{(\text{área em mm})}$$

onde $A = p \frac{d^2}{4}$ e de onde obtemos que $1 \text{ Mpa} = 0,102 \text{ Kgf/mm}^2$

d) *Microscopia Óptica*

Os corpos de prova foram observados em microscopia óptica, através de estereomicroscópio (Tecnival Carl Zeiss) para determinar o tipo de fratura ocorrida. Estas observações foram inicialmente realizadas com o propósito de verificarmos a presença ou não de remanescente de amálgama sobre a superfície fraturada, para que assim pudéssemos observar qual o tipo de fratura ocorrida.

Para todos os corpos de prova, inclusive para aqueles onde verificávamos remanescentes de amálgama sobre a superfície dentinária, aplicávamos uma camada de corante à base de hematoxilina, desenvolvido por Okubo et al.⁷⁸, 1982, para detectar a integridade de selantes de fóssulas e fissuras. O corante impregna a dentina ou esmalte.

As regiões da zona de fratura, que não se apresentaram coradas, foram consideradas como cobertas por material resinoso, e as que apresentaram coloração, como dentina. Desta forma as fraturas amálgama/dentina foram classificadas em:

- adesivas: quando a superfície dentinária não apresentava-se corada.
- coesivas: (1) da dentina, quando a superfície dentinária apresentava coloração e com sistema adesivo e dentina na superfície do cilindro de amálgama; (2) do amálgama quando a superfície dentinária se apresentava toda coberta por amálgama.

- mistas: quando a superfície dentinária apresentava-se sem coloração e com remanescentes de amálgama sobre sua superfície, e os cilindros de amálgama com material adesivo na superfície.

As fraturas mais representativas dos tipos ocorridos, foram fotografadas com filme Kodak color-ASA 100, a aumentos de 26x e 32x.

e) Planejamento estatístico

Para averiguar a hipótese de que os três sistemas adesivos induziram efeitos iguais sobre os esforços de cisalhamento, utilizou-se o modelo estatístico paramétrico, de análise de variância a um critério fixo.

A região de rejeição para essa hipótese foi construída ao nível de significância de 0,05 e a regra de decisão foi estabelecida a partir de $p = P(F > F_0)$, do modo que se segue: se p for maior do que 0,05, a hipótese foi não rejeitada e, em caso contrário, a hipótese foi rejeitada.

Se a hipótese de que foram induzidos efeitos iguais sobre os esforços de cisalhamento foi rejeitada, realizou-se um teste adicional denominado conjuntos de médias iguais, para detectar entre quais grupos ocorreu diferentes efeitos sobre o cisalhamento.

5 RESULTADOS

Confeccionados os corpos de prova de amálgama de prata, tendo como materiais intermediários os sistemas adesivos: Scotchbond Multi Purpose (SMP), Amalgambond Plus (AP), Vitrebond (V); estes foram submetidos a ensaios de cisalhamento, para verificação da adesão à dentina.

a) Teste de cisalhamento

Os valores das mensurações dos esforços de cisalhamento, nos corpos de prova, constam da Tabela 2.

Tabela 2 - Valores observados de cisalhamento segundo Grupo (MPa)

CP Nº	GRUPO		
	AP	SMP	V
01	0,000	0,345	2,915
02	2,565	0,000	4,422
03	4,077	0,000	0,068
04	4,355	0,000	1,941
05	2,541	0,721	5,882
06	0,332	0,402	1,833
07	0,000	0,263	1,470
08	0,759	0,000	4,950
09	3,023	0,000	2,784
10	2,732	0,000	1,814
11	2,233	0,000	0,720
12	3,745	3,703	4,559
13	2,247	0,000	1,882
14	0,860	1,012	2,843
15	0,000	0,000	0,794
16	2,219	0,005	4,922
17	1,151	0,180	2,588
18	5,187	0,000	3,274
19	2,746	0,019	0,108
20	3,523	0,000	2,990

A aplicação do modelo de análise de variância aos dados da Tabela 2 originou a Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de variância

Fonte de Variação	S. Q.	G. L.	Q. M.	F _o	p
Grupo	60,2471	2	30,1235	15,385*	0,000
Residual	111,6063	57	1,9580		

* = valor significativo.

Na Tabela 3, o valor de F_o foi significativo porque o valor da probabilidade p foi menor do que 0,05. Assim, houve evidência amostral para rejeitar-se a hipótese de que os grupos induziram efeitos iguais sobre os esforços de cisalhamento.

Da Tabela 4 constam as médias dos grupos estudados e o teste adicional aplicado a elas, mostrou que nos grupos em que se aplicou o AP e o V, obteve-se efeitos médios iguais (2,215 MPa e 2,638 MPa, respectivamente) e no grupo que utilizou o SMP obteve-se o menor efeito médio (0,332 MPa). A Tabela 4 mostra esses efeitos médios.

Tabela 4 - Médias, conjuntos de médias iguais, erro-padrão, desvio-padrão e valores máximo e mínimo para o cisalhamento segundo Grupo (MPa)

Grupo	Média	Cj.	E. P.	D. P.	Mín.	Máx.
AP	2,215	A	0,313	1,551	0,000	5,187
SMP	0,332	B	0,313	0,841	0,000	3,703
V	2,638	A	0,313	1,662	0,068	5,882

6 DISCUSSÃO

A partir da época da introdução do conceito de dentística restauradora adesiva, em 1955, por Buonocore¹⁹, como um método inovador de aumento de adesão entre materiais resinosos e o esmalte, e em 1956, por Buonocore et al.²⁰ da adesão à dentina, muito se tem discutido, estudado e tentado no que se refere aos adesivos para esmalte e dentina. O desempenho clínico ao longo dos anos foi certificando a efetividade do condicionamento ácido na obtenção de uma melhor adesão ao esmalte, contudo, a adesão à dentina teve uma evolução mais lenta, tendo Bowen¹⁷, em 1965, testado a utilização de um agente (NPG-GMA) na melhora da adesão dentinária, e somente em 1982, é que Bowen et al.¹⁸, sugeriram uma associação à este componente (NGP-GMA) de um agente de união à base da resina 4META, pois os resultados obtidos, ainda deixavam muito à desejar.

Foi com Fusayama et al.⁴⁰, em 1979, que foi introduzida a técnica do condicionamento ácido da dentina vital, na tentativa de, à semelhança do esmalte, obter uma adesão confiável.

O gráfico abaixo demonstra a discrepância dos valores médios obtidos entre o SMP e os outros dois sistemas adesivos, na adesão do amálgama à dentina.

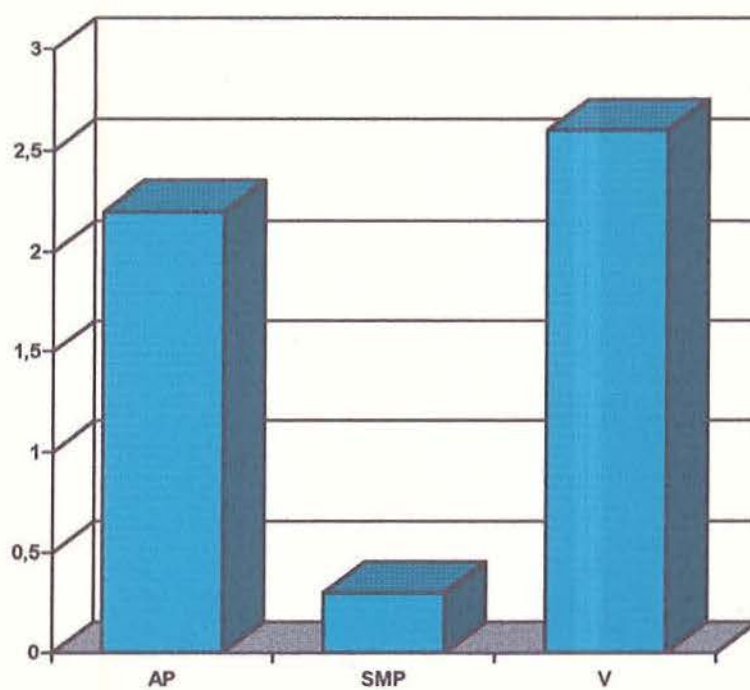


Gráfico 1 - Efeito médio dos sistemas adesivos.

b) *Microscopia óptica*

Observamos dois tipos diferentes de fratura, entre o amálgama e a dentina, que estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5 - Tipo de fratura segundo a condição experimental

Condição experimental	Tipo de Fratura		
	Adesiva	Coesiva Amálgama	Mista
Scotchbond Multi Purpose	11	--	04
Amalgambond Plus	03	--	12
Vitrebond	01	--	14

O número de corpos de prova avaliados na microscopia foi de 15, para cada condição experimental.

As fraturas apresentadas para os corpos de prova, com o SMP como intermediário entre o amálgama e a dentina, foram na sua maioria (73,34%) do tipo adesiva, entre o amálgama e o adesivo dentinário, como demonstrado na Figura 5. Podemos observar que a região da dentina utilizada no experimento, ficou coberta pelo adesivo, não se corando. As que foram consideradas mistas, apresentavam resquícios de amálgama sobre a superfície da dentina (26,66%). A superfície do cilindro de amálgama correspondente, não parece demonstrar sinais do adesivo dentinário como pode ser verificado na Figura 6.

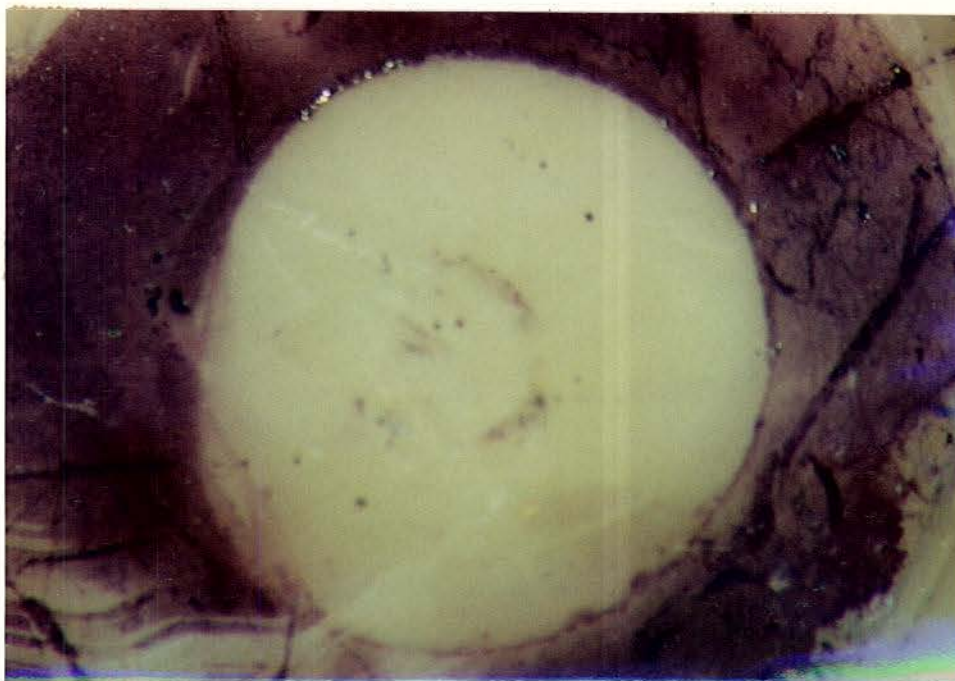


FIGURA 5 - Fratura adesiva amálgama/SMP (Aumento 21x)



FIGURA 6 - Superfície do cilindro de amálgama após o seu cisalhamento, quando foi utilizado o SMP (aumento 21x)

As fraturas apresentadas quando o AP foi utilizado, como material adesivo entre os cilindros de amálgama e a dentina, foram consideradas como sendo na maior parte (80%) do tipo mista. Nas superfícies dentinárias encontrávamos remanescentes de amálgama, como está documentado na Figura 7; sendo verificadas também irregularidades sobre a superfície dos cilindros de amálgama, visto na Figura 8.

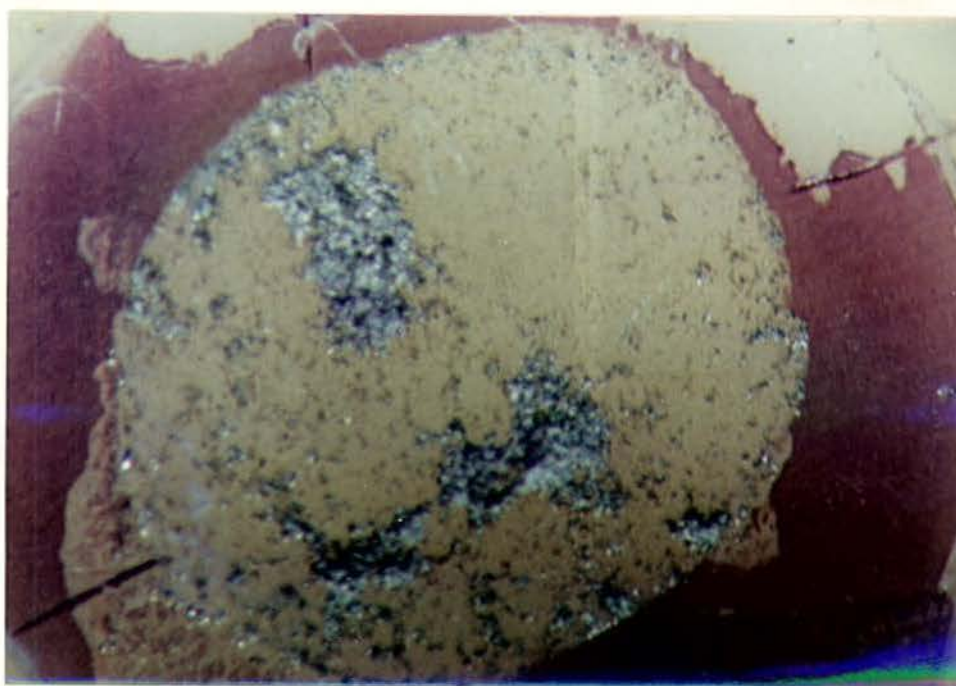


FIGURA 7 - Fratura mista amálgama/AP (Aumento 21x)

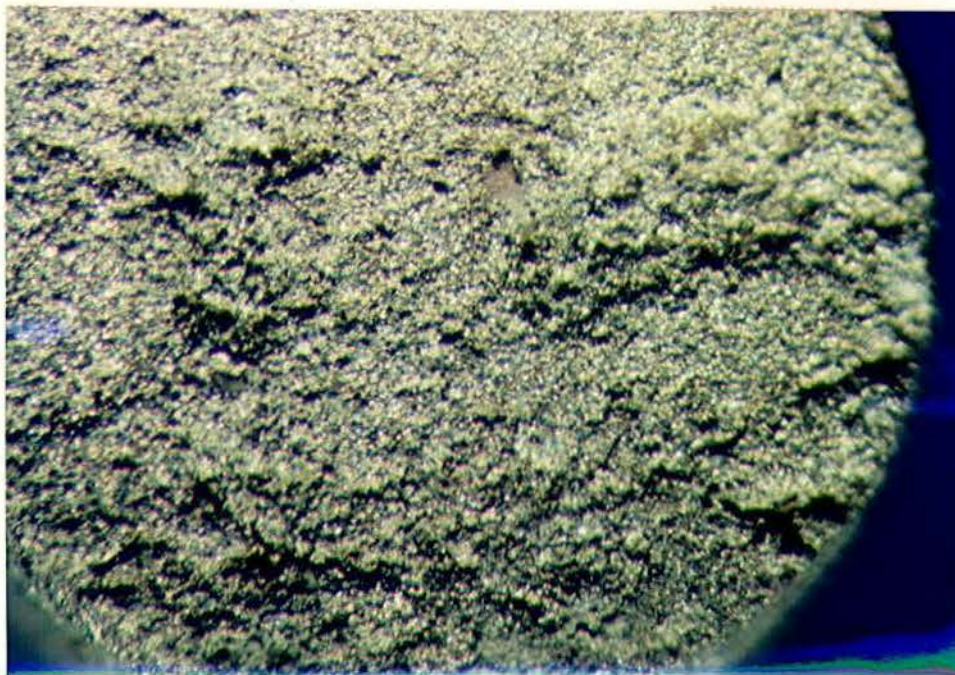


FIGURA 8 - Superfície do cilindro de amálgama após seu cisalhamento quando foi utilizado o AP (Aumento 33x)

Para os corpos de prova confeccionados com o Vitrebond, como material intermediário, as fraturas foram expressivamente do tipo mistas (93,36%). Estas fraturas foram assim consideradas, pois encontrávamos amálgama sobre a superfície da dentina e Vitrebond sobre a superfície dos cilindros de amálgama, como demonstrado nas Figuras 9, 10, 11 e 12.

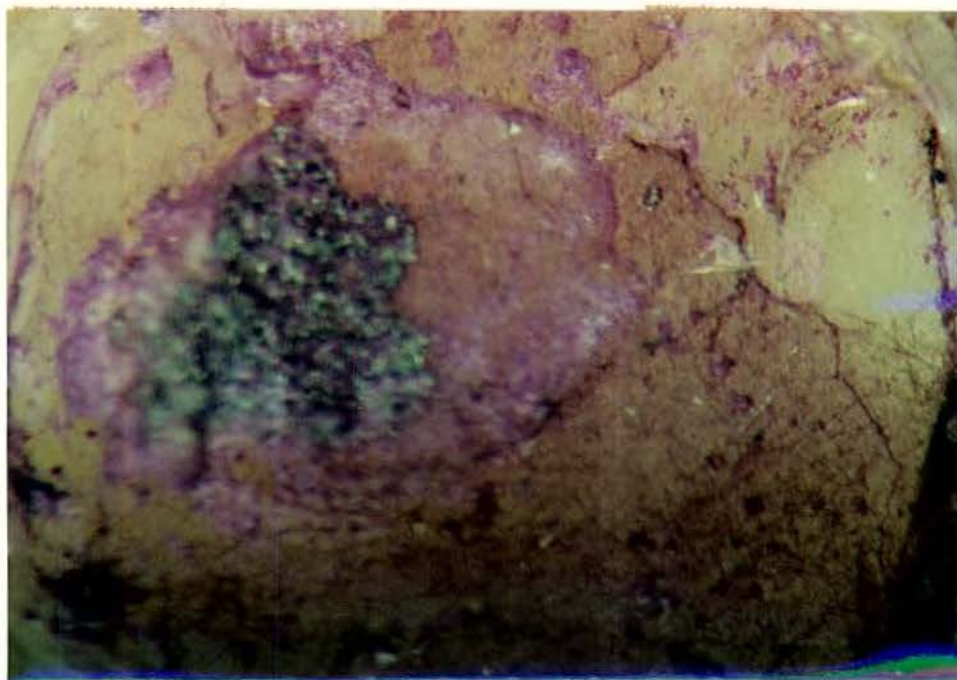


FIGURA 9 - Fratura mista amálgama/V(Aumento 33x)



FIGURA 10 - Superfície do cilindro de amálgama, após cisalhamento, com V (Aumento 33x)

Estas fraturas poderiam ser consideradas coesivas do Vitrebond, pois estando sobre a dentina, o amálgama poderia ter se misturado ao CIV no ato da condensação. Podemos verificar que na Figura 11, parte da dentina está coberta por uma camada do CIV, que se manifesta como a camada circular levemente corada; e que na parte central se encontra uma camada aparentemente mais espessa de CIV com resíduos de amálgama. Na Figura 12 notamos na superfície do cilindro de amálgama, o CIV que se destacou no ato do teste mecânico de cisalhamento. No entanto, como padronizamos no início, que para qualquer quantidade de amálgama disposta sobre a superfície da dentina, a fratura seria considerada do tipo mista, voltaremos a comentar esta questão no capítulo referente à discussão.

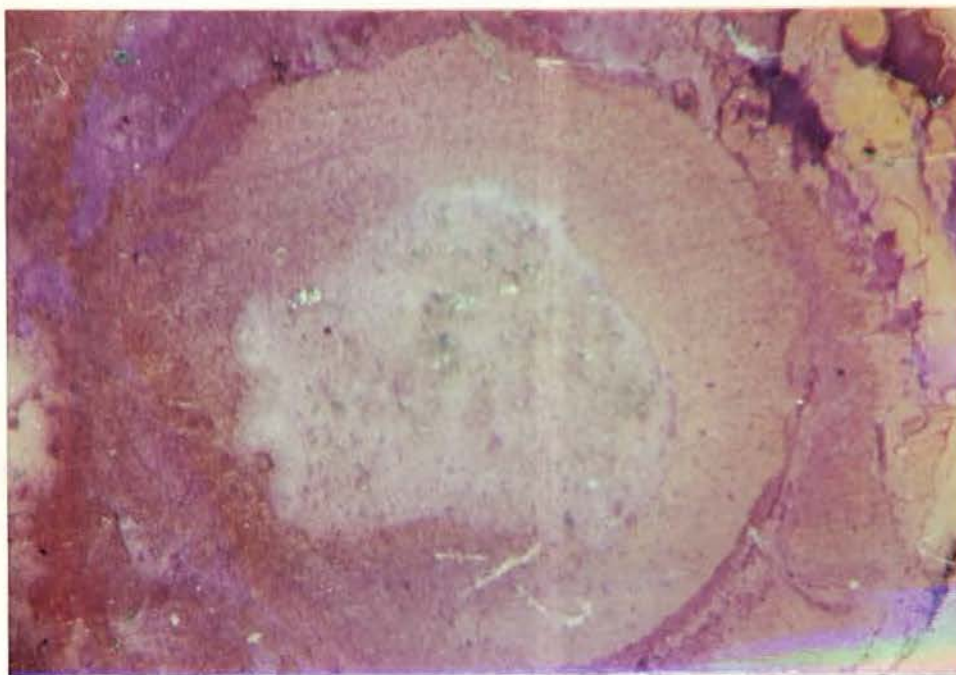


FIGURA 11 - Superfície da dentina com V e amálgama.(aumento 21x)



FIGURA 12 - Cilindro de amálgama com V na superfície.
(aumento 33x).

6 DISCUSSÃO

A partir da época da introdução do conceito de dentística restauradora adesiva, em 1955, por Buonocore¹⁹, como um método inovador de aumento de adesão entre materiais resinosos e o esmalte, e em 1956, por Buonocore et al.²⁰ da adesão à dentina, muito se tem discutido, estudado e tentado no que se refere aos adesivos para esmalte e dentina. O desempenho clínico ao longo dos anos foi certificando a efetividade do condicionamento ácido na obtenção de uma melhor adesão ao esmalte, contudo, a adesão à dentina teve uma evolução mais lenta, tendo Bowen¹⁷, em 1965, testado a utilização de um agente (NPG-GMA) na melhora da adesão dentinária, e somente em 1982, é que Bowen et al.¹⁸, sugeriram uma associação à este componente (NGP-GMA) de um agente de união à base da resina 4META, pois os resultados obtidos, ainda deixavam muito à desejar.

Foi com Fusayama et al.⁴⁰, em 1979, que foi introduzida a técnica do condicionamento ácido da dentina vital, na tentativa de, à semelhança do esmalte, obter uma adesão confiável.

É óbvia a vantagem clínica de se ter um sistema adesivo universal, que trate com sucesso simultaneamente, o esmalte e a dentina, e que também se una aos materiais restauradores disponíveis para o uso clínico.

Porém, o sucesso da adesão dentinária, está baseado em características intrínsecas deste tecido, que muito se diferencia do esmalte, e que forma na sua superfície, ao ser preparada, uma camada denominada *smear*. O conjunto destes fatores age propiciando uma maior ou menor adesão dos materiais à dentina, como visto por autores como Nakabayashi et al.⁷⁴, em 1982; Tao & Pashley^{109,110}, em 1989 e 1988; McCabe & Rusby⁶², em 1992; Marshall Junior⁶⁶, em 1993.

A medida que os conhecimentos sobre a dentina avançavam, a química dos adesivos também recebia novas combinações, voltadas mais especificamente para as necessidades da dentina. Um grande passo foi dado com a descoberta da camada híbrida e o mecanismo de sua formação, por Nakabayashi et al.⁷⁵, em 1991. Adesivos cujas formulações permitem o umedecimento da dentina, com penetração do agente de união entre as fibras colágenas previamente desmineralizadas por substâncias condicionadoras, formando um embricamento colágeno/adesivo dentinário, foram lançados no mercado, na forma de sistemas de emprego múltiplos, para a restauração dos dentes.

Os testes laboratoriais, como os realizados por Pashley et al.⁸⁰, em 1992, demonstram a formação da camada híbrida com o adesivo dentinário Amalgambond, com valores de força de união significativos; sendo relatados por Hasegawa & Retief⁴⁸, em

1994, como sendo em média de 10-15 MPa. Ao mesmo tempo Susuki et al.¹⁰⁸, em 1994, demonstraram que a solução indicada para o condicionamento da dentina, nesse material, é inócua aos tecidos pulpaes. A formação desta camada, também é demonstrada por Eick et al.³⁵ em 1993, e Chappell & Eick²⁵ em 1994, para o SMP, com valores médios de adesão à dentina da ordem de 25 MPa.

Estes já são valores que equiparam e até superam os até então obtidos para o esmalte, pois Barkmeier & Cooley¹⁰, em 1992, citaram que a força de adesão ao esmalte era em média de 16-20 MPa, para os adesivos até então disponíveis. Por que então, não associarmos estes adesivos de última geração, cujos resultados laboratoriais são tão promissores, ao amálgama; um material restaurador que por décadas vem demonstrando um desempenho clínico bastante aceitável, como constatado textualmente por inúmeros autores, como Fichman & Santos³⁸ em 1982; Phillips⁸⁸ em 1984; Strickland & Wilder¹⁰⁷, em 1986; Baratieri⁹ et al. em 1989; Horsted-Bindslev & Mjør⁵¹ em 1990? Mas que porém, como citado por estes mesmos autores, não se une à estrutura dentária e apresenta microinfiltração marginal ao longo dos anos.

Para a realização do nosso estudo nos utilizamos dos sistemas adesivos AP e SMP, que possuíam comprovação na literatura da efetividade de união à dentina, citada por Burger & Garone Netto²¹, em 1992; Pashley et al.⁸⁰ em 1992; Triolo Junior & Swift Junior¹¹³ em 1992; Gonçalves⁴⁵, em 1994 e Chappell & Eick²⁵ em 1994; e que eram indicados pelos fabricantes, para serem utilizados sob restaurações à amálgama.

Além destes dois materiais supra-citados, foi empregado um CIV fotoativado, o V, segundo técnica preconizada por Aboush & Elderton¹, 1991 e por Al-Moayad et al.⁵, em 1993. A inclusão de um CIV, nesta pesquisa se deveu ao fato deste material apresentar propriedades biológicas favoráveis, sendo um material de grande utilização clínica, como demonstrado por Wilson & McLean¹²⁰ em seu livro dedicado aos CIV. Apesar dos CIV terem sido criados desde 1969, por Wilson & Kent, somente após 10 anos, foi que o seu uso popularizou-se, e o mecanismo de adesão deste cimento foi verificado pelos pesquisadores, como Wilson et al.¹²¹ em 1983; e Mount⁷², 1991, como sendo devido à formação de uma camada intermediária, entre o CIV e o dente, aderida a este, e rica em íons. A partir desta constatação, os CIV foram evoluindo e novas formulações sendo criadas, como citado por Prosser et al.⁹³ em 1986; e as possibilidades de suas utilizações ampliadas, para agentes cimentantes de elementos protéticos, que segundo Christensen²⁷, em 1990, oferecia vantagens, pelo fato do CIV ser um material com coeficiente de expansão térmica linear semelhante ao do dente e ter baixa solubilidade nos fluidos bucais.

Com o advento dos CIV fotoativados, como o Vitrebond, que segundo Smith¹⁰³, 1990, são materiais com HEMA na sua composição e polimerização semelhante à da resina, foram sanadas algumas desvantagens dos CIV convencionais, como o longo tempo de trabalho, Leinfelder⁶⁰, 1993.

Os CIV já vêm há muito sendo considerados comprovadamente como adesivos dentais, como cita Phillips⁸⁷, 1990;

atestando a real união destes ao esmalte e à dentina; união esta, que segundo o autor, não se altera com o tempo. Apesar da união do CIV à dentina ser menor que ao esmalte, como observado por McCaghren et al.⁶³, 1990; esta união, à dentina, é em média de 5,41 MPa após 24 horas, segundo Barkmeier & Cooley¹⁰, 1991; de 4,40 MPa segundo Prati et al.⁹¹, 1992 e, podendo a união do Vitrabond à dentina atingir valores médios de 12 MPa, segundo Mitra⁷⁰, 1991.

Baseados nas constatações existentes na literatura da obtenção de uma real adesão do SMP, AP e V à dentina humana, procedemos à realização de testes mecânicos de cisalhamento de cilindros de amálgama confeccionados sobre a superfície dentinária, tendo um destes sistemas adesivos como material intermediário.

A nossa opção foi pela realização de testes de resistência ao cisalhamento, que de acordo com Fowler et al.³⁹, 1992, é a modalidade de teste mecânico, mais indicada para avaliação da força de união adesiva entre materiais.

A metodologia empregada encontra respaldo em vários trabalhos na literatura, de análise da união amálgama/dentina, que consideram que a exposição de uma superfície plana de dentina, permite uma avaliação em termos de limites extremos da capacidade do material se unir a este substrato. Autores diversos como Staninec & Holt¹⁰⁶, 1988; Cooley et al.³⁰, 1991; Bagley et al.⁷, 1994; Hasegawa & Retief⁴⁸, 1994; entre outros, têm empregado este procedimento em seus trabalhos de avaliação da resistência da união de materiais à dentina.

Há uma variação com relação às superfícies dos dentes utilizadas para os testes, se oclusais ou vestibulares, porém, segundo

Olsson et al.⁷⁹, 1993, a dentina vestibular apresenta uma menor variação no padrão dos túbulos dentinários, quando comparada à dentina oclusal, permitindo uma maior padronização nos estudos que empregam superfícies dentais em suas avaliações.

Com relação ao tempo de armazenamento e à inclusão ou não do procedimento de termociclagem, os dados encontrados na literatura são conflitantes, para os adesivos dentinários, sendo que Retief et al.⁹⁵, 1990, consideraram que a termociclagem não altera a resistência da união adesivo/dente, mas que o aumento no tempo de armazenamento leva à diminuição desta resistência; o que vem confrontar a experiência de Carracho et al.²², 1991, que consideraram que a termociclagem diminui a resistência e o tempo de estocagem não a altera. Söderholm¹⁰⁴, 1991, advertiu, porém, que o tempo de armazenamento dos dentes antes de serem utilizados em pesquisas desta natureza, não deve ultrapassar 6 meses, e que um dos fatores que influenciam os resultados dos testes de resistência adesiva, para os adesivos dentinários, é a variação na profundidade dentinária. Já em 1976, Garberoglio & Brännstrom⁴¹ haviam demonstrado a crescente alteração no número e no diâmetro dos canaliculos dentinários com a proximidade pulpar; sendo que McCabe & Rusby⁶², 1992 e Marshall Junior⁶⁶, 1993, puderam constatar uma diminuição na força de adesão com o aumento da profundidade dentinária. Este fator certamente atua contra a união dos CIV também, pois a porção mineral disponível para a união é de importância, ao termos os íons cálcio e fosfato atuando na formação da camada intermediária de união, como foi relatado por Wilson et al.¹²¹, em 1983 e por Mount⁷³, 1994. Porém com relação aos

CIV a estocagem e termociclagem parecem não interferir no processo de adesão à dentina, como citado por McCaghren et al.⁶³, 1990, Mitra⁷⁰, 1991 e Rodrigues & Muench⁹⁶, 1994.

Nos pareceu adequado, portanto, adotar o procedimento comum, encontrado na metodologia de vários trabalhos da mesma natureza, como os de Cooley et al.³⁰, em 1991; de DeSchepper et al.³², em 1991 e de Al-Moayad et al.⁵, em 1993, da utilização de tempo de armazenamento de 24 horas, após a confecção dos corpos de prova, à temperatura de 37°C.

Como os adesivos resinosos utilizados têm em sua composição substâncias condicionadoras da dentina, procurou-se utilizar dentes íntegros e pertencentes à adultos jovens, pois Perdigão et al.⁸⁷, 1994, verificaram que a dentina esclerótica é mais resistente ao condicionamento, apresentando menores valores de adesão, podendo levar dessa forma à obtenção de resultados discrepantes.

Para o V, foi feito o condicionamento da dentina com ácido poliacrílico 25%, que é visto na literatura, de uma maneira geral, como um tratamento que não altera ou pode melhorar as características da superfície dentinária disponível para a adesão ao CIV, como verificado por Joynt et al.⁵⁷, 1990; Peutzfeldt & Asmussen⁸⁵, 1990; Pereira et al.⁸⁴, 1992; Pimenta et al.⁸⁹, 1992; Berry III & Powers¹⁶, 1994. O ácido poliacrílico atua na remoção dos detritos deixados pela planificação da superfície dentinária com as lixas de papel, removendo a *smear layer* e contaminações superficiais, Mount⁷³, 1994 ;expondo assim a porção mineral para a adesão.

Tomou-se o cuidado também de não ressecar a superfície dentinária condicionada, pois Pashley et al.⁸², 1993 comentaram que a umidade dentinária favorece a adesão, pois o colágeno exposto pelo condicionamento dos sistemas adesivos resinosos, não colapsa, não impedindo assim a difusão do agente de união. Prati et al.⁹⁰, 1991, também constataram que os CIV toleram bem a dentina úmida.

Em 1993, Chain & Leinfelder²⁴, relataram a complexidade em se lidar com um tecido vivo como a dentina, desafio este que ainda deve estar presente nos próximos anos. Alguns conceitos, como a utilização de vernizes sobre a dentina, ao realizarmos restaurações à amálgama, é considerada pelos autores como um método obsoleto, que não leva a melhorias na resistência do dente, e que não promove diminuição da infiltração marginal. Vários autores como Staninec & Holt¹⁰⁶, 1988; Ben-Amar¹³, 1989; Ben-Amar et al.^{14,15}, 1987, 1990; Cooley et al.³⁰, 1991; Charlton et al.²⁶, 1992; Temple-Smithson et al.¹¹¹, 1992, verificaram a incapacidade dos vernizes cavitários quando utilizados sob restaurações à amálgama, na redução da microinfiltração, ou na adesividade do amálgama ao dente, principalmente com os amálgamas modernos, com alto teor de cobre. Ben-Amar¹³, 1989, comentou que a infiltração ocorre não só entre o verniz e o dente como também entre o verniz e o amálgama.

A literatura é atualmente repleta de dados referentes à microinfiltração em restaurações de amálgama adesivo. Varga et al.¹¹⁵, em 1986, já demonstravam uma diminuição na infiltração marginal, além de um aumento na resistência, de restaurações à amálgama que tinham como materiais intermediários, entre as restaurações e os

dentes, sistemas adesivos, como Panavia e 4 META. Shimizu et al.¹⁰¹, em 1987; Ben-Amar et al.¹⁴, em 1987; Yu et al.¹²², em 1987; Torii et al.¹¹², em 1989; Ben-Amar et al.¹⁵, em 1990; Cooley et al.³⁰, em 1991; Araújo et al.⁶, em 1993; Prati et al.⁹², em 1994, observaram também esta redução na infiltração marginal. Alguns destes autores, inclusive, acrescentaram que os adesivos atuariam no preenchimento das fendas que ocorrem entre as paredes cavitárias e as restaurações de amálgama.

Através da literatura pudemos constatar também os benefícios do emprego de uma base de CIV sob restaurações à amálgama. A formação de uma camada de carbonato apatita fluoretada sobre a dentina e o CIV, que é menos solúvel e portanto mais resistente à incidência de cáries secundárias, foi observada por Heys & Fitzgerald⁴⁹, em 1991, e por Geiger & Weiner⁴⁴, em 1993. Pesquisadores, entre os quais Leinfelder⁵⁹, em 1994, consideraram o CIV como o material de base de melhor escolha, devido à sua liberação de flúor. Garcia-Godoy et al.⁴³, em 1990, avaliaram a liberação de flúor de CIV utilizados sob restaurações de amálgama, considerando esta efetiva; sendo que Garcia-Godoy & Jensen⁴², em 1990, constataram que uma base de CIV forrador é capaz de reduzir a incidência de cáries recorrentes quando utilizada sob restaurações à amálgama. O que corresponde aos achados de Manders et al.⁶⁵, em 1990; de Jensen et al.⁵³, em 1990; e de Rabchinsky & Donly⁹⁴, em 1993, que observaram a atuação do Vitrebond na redução da infiltração marginal e recidiva de cárie em restaurações à amálgama.

A efetividade destes sistemas adesivos no controle de um dos aspectos desfavoráveis das restaurações à amálgama, a infiltração

marginal, nos parece bem documentada e contando com um consenso geral favorável entre os pesquisadores.

No entanto, com relação à melhora da resistência adesiva das restaurações à amálgama, o consenso entre os autores se restringe ao fato que tal pode ocorrer, porém os valores encontrados são discrepantes.

Os nossos resultados atestaram uma força de união do amálgama à dentina humana, estatisticamente não significativa com a interposição de dois dos três sistemas adesivos empregados, sendo em média de 2,21 MPa para o AP e de 2,63 MPa para 2 camadas de V, sendo a segunda não fotopolimerizada. Entre estes dois materiais, a análise estatística considerou não haver diferença significativa. Para o SMP os valores atestados tenderam a zero, sendo o desempenho deste material na união do amálgama ao dente, considerado muito baixo, com diferença estatisticamente significativa em relação aos outros dois sistemas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Cooley et al.³⁰, em 1991, quando observaram uma união média de 3,38 MPa entre o amálgama Dispersalloy (Johnson & Johnson) e a dentina humana, quando foi utilizado o Amalgambond como intermediário e os espécimes submetidos à testes de cisalhamento. Pashley et al.⁸¹, em 1991, também verificaram força de união média de 3,10 MPa quando o Amalgambond foi utilizado entre amálgama e dentina. O que contraria as observações de De Schepper et al.³², em 1991, que verificaram resistência adesiva considerada zero, quando o Amalgambond era utilizado como intermediário, pois todos os espécimes se soltaram

antes ou durante a separação do molde, utilizado como matriz na condensação do amálgama. No nosso trabalho, a colocação e estabilização da matriz para confecção dos cilindros de amálgama, nos pareceu oferecer mais dificuldades do que o relatado na literatura, levando-nos inclusive a confeccionar uma matriz especial.

Já outros autores, como Bagley et al.⁷ em 1994 e Hasegawa & Retief⁴⁸ em 1994, encontraram valores de resistência ao cisalhamento variando entre 9 e 15 MPa, entre o Amalgambond e a superfície dentinária. Esses valores nos parecem estar acima do que o material pode oferecer em termos de adesão ao amálgama. A adesão do Amalgambond à dentina é alta e por volta de 20 MPa, como observado por, Cooley et al.³⁰, em 1991 e Triolo Junior & Swift Junior¹¹³, em 1992. Porém, a adesão do Amalgambond ao amálgama é tida como fraca nos trabalhos que estudaram a interposição deste sistema adesivo entre amálgama/amálgama, na avaliação do seu desempenho no reparo de restaurações de amálgama, como visto por Hadavi et al.⁴⁷, em 1991; por Carr-Hosie et al.²³, em 1992, que comentaram, inclusive, ter notado uma diminuição ainda maior nesta adesão após 21 dias; e, por Bapna & Muelle⁸, em 1993.

Quanto ao SMP, os resultados dessa pesquisa equiparam-se aos valores obtidos por Aboush & Elderton², em 1991, quando observaram a superioridade do Vitrabond sem polimerizar, em relação ao Scotchbond Dual Cure (3M), na resistência à tração do amálgama condensado sobre os mesmos. Todas as fraturas com o SMP foram adesivas, entre esse e o amálgama. Este fato vem demonstrar que o

SMP, quanto a sua adesão ao amálgama, não veio trazer uma melhora em relação ao Scotchbond Dual Cure.

Ao analisarmos as amostras em microscopia óptica, verificamos para as confeccionadas com AP, restos de amálgama sobre a superfície dentinária, sendo que o restante desta superfície se encontrava coberta pelo sistema adesivo. Esta fratura foi considerada do tipo mista de acordo com os critérios por nós estabelecidos de interpretação dos resultados microscópicos. Pashley et al.⁸¹, em 1991, verificaram fraturas predominantemente adesivas entre Amalgambond/amálgama, com poucas fraturas coesivas do amálgama, enquanto que Temple-Smithson et al.¹¹¹, em 1992 e Al-Moayad et al.⁵, em 1993, notaram somente fraturas do tipo adesiva na interface Amalgambond/amálgama, em seus experimentos.

Ao examinarmos as superfícies dos cilindros de amálgama, verificamos a presença de algumas irregularidades e ou depressões equivalentes aos resíduos de amálgama que permaneceram presentes na superfície da dentina como consequência da fratura. Como o AP forma uma camada viscosa, ele se mistura ao amálgama na condensação deste. Em trabalhos nos quais este adesivo foi interposto entre amálgamas, como os de Hadavi et al.⁴⁷, em 1991; de Carr-Hosie et al.²³, em 1992; e, de Bapna & Muller⁸, em 1993, verificou-se a fraca união mecânica deste sistema adesivo ao amálgama, não sendo recomendado por estes autores na utilização em procedimentos de reparo de restaurações de amálgama. De Schepper et al.³², em 1991, acreditavam que os fracos resultados citados na literatura com este material, podiam ser devido ao pouco tempo de trabalho que ele

oferece, polimerizando-se parcialmente antes que o amálgama pudesse ser condensado.

Os materiais utilizados inicialmente na adesão amálgama/dente foram o cimento adesivo Panavia e a resina 4META, que proporcionaram resultados adesivos consistentes, como mencionado por Varga et al.¹¹⁵, em 1986; Staninec¹⁰⁵, em 1989; Masaka⁶⁸ em 1990, mas que foi também relatado, por Rueggeberg et al.⁹⁷, em 1989, como sendo menor a adesão do Panavia ao amálgama que ao dente bovino.

Quanto ao SMP, os nossos resultados indicaram a não união deste sistema adesivo ao amálgama. Ao avaliarmos os espécimes em microscopia óptica, foi possível determinarmos a união deste adesivo à dentina, mas não ao cilindro de amálgama. Isso pode ser devido à sua composição não apresentar a resina 4META, indicada na união ao amálgama, ou porque o SMP forma um filme fino sobre a superfície dentinária que não favorece o embricamento mecânico, pelo fato de ser uma resina sem carga; pois Bagley et al.⁷, em 1994, encontraram valores de força de adesão significativamente maiores para os sistemas adesivos Amalgambond e All-Bond quando usados com carga, do que nas suas formas sem carga. Apesar de utilizarmos o AP, que é o Amalgambond com carga, não verificamos a melhora na adesão do amálgama à dentina encontrada por esses autores.

A associação CIV ao amálgama, consta dos experimentos realizados por Warren & Söderholm^{116, 117, 118}, em 1988, que identificaram a formação de retenções mecânicas, com a interposição de uma fina camada de ácido poliacrílico entre os dois materiais. Foi

também testada por Aboush & Jenkins³ em 1989, que registraram uma união média entre CIV/ amálgama de 8,49 MPa, equivalente à união deste ao esmalte, e superior à encontrada entre CIV/dentina de 4,2 MPa em média. Porém Rodrigues & Muench⁹⁶, em 1994, encontraram uma baixa adesão do CIV quimicamente ativado à dentina.

No nosso estudo, o V apresentou uma força de resistência ao cisalhamento com média de 2,63 MPa, resultado este semelhante ao apresentado por Aboush & Elderton¹, em 1991, que encontraram uma força de resistência à tração entre o Vitrabond e Dispersalloy, quando uma segunda camada do CIV sem polimerizar era interposta, de 3,0 MPa em média, quando os espécimes eram armazenados em água.

Os nossos dados sugerem que o rompimento ocorreu entre dentina e CIV, ou entre o CIV e o amálgama, ou ainda, com a ruptura da camada intermediária do CIV, pois, podíamos visualizar parte da dentina coberta com o CIV e a superfície dos cilindros de amálgama com remanescentes deste material. Aboush & Elderton¹, em 1991, também constataram fratura na interface amálgama/Vitrabond e na camada do CIV, com parte do amálgama se alojando na camada intermediária, ficando aderido à superfície do dente, dando assim a falsa impressão de fratura adesiva/coesiva. Aboush & Elderton², em 1991, em outra experiência, relatam a força de união do amálgama cristalizado ao Vitrabond equivalente a 9 MPa e entre o Vitrabond e a dentina de 5 MPa. Nos parece, que neste caso, o rompimento se deve a baixa resistência da camada de CIV, o que poderia ser contornado talvez com o emprego de um CIV tipo cerment, pois MacLean⁶⁴, em 1990, já verificou um aumento na resistência deste material, quando

comparado aos CIV sem partículas metálicas na sua composição. Porém nos faltam dados comparativos entre o cerment e os CIV fotopolimerizáveis.

O princípio teórico, baseado em trabalhos laboratoriais dos amálgamas adesivos, é muito atraente, pois esta é uma técnica restauradora que promete combinar as melhores propriedades do amálgama, aos princípios de preparos conservadores e selamento marginal, inerentes aos materiais adesivos. A técnica em si, foi descrita por Shimizu et al.¹⁰¹, em 1987 e por Lacy & Staninec⁵⁸ em 1989, sendo proposta por esses autores para utilização como um recurso restaurador de dentes posteriores debilitados. Utilizando estes princípios, autores como Trushkowsky¹¹⁴, em 1991, Eakle et al.³⁴, em 1992 e Beam et al.¹², em 1994 sugeriam que a técnica reforça dentes com preparos cavitários do tipo MOD e pode ser empregada com sucesso em dentes posteriores com trincas na sua estrutura; o que é, no entanto, contestado por Sheth et al.⁹⁹, em 1988 e por Santos & Meiers⁹⁸, em 1994, que não verificaram aumento na resistência destes dentes, quando na restauração de cavidades com preparos MOD, foram associados adesivos dentinários e amálgama.

O que ainda nos falta é a confirmação clínica a longo prazo destes achados laboratoriais. Sabemos que os adesivos são afetados pela umidade, e que ainda não temos a aprovação da ADA para estes novos sistemas adesivos. Até 1991, Simonsen¹⁰², observou que somente o Scotchbond 2 (3M) possuía tal aprovação. Atualmente, este adesivo foi substituído pelo SMP, com ainda pouco tempo de uso clínico. A adesão à dentina é cercada de desafios e parece ser sensível

à vários fatores, como visto por Hilton & Schwartz⁵⁰, em 1994, que relataram que a aplicação de jato de ar sobre a camada do adesivo, quando este é empregado, leva à diminuição da sua força de adesão.

Testes laboratoriais com estes materiais ainda são necessários para prever resultados clínicos, e Barkemeier & Cooley¹⁰, em 1992, destacaram a importância destes testes para a previsão dos resultados *in vivo*; sendo que Nakabayashi et al.⁷⁶, em 1994, demonstraram não ocorrer diferença significativa entre os resultados para a dentina vital e não vital.

Yu et al.¹²³, em 1993, consideraram que em situações críticas, onde se decide usar adesivos associados ao amálgama, ainda devemos confeccionar formas de retenções tradicionais. Apesar de Gwinnett et al.⁴⁶, em 1994, considerarem como uma das vantagens do amálgama adesivo a eliminação da necessidade de pinos para retenção, em casos com pouca disponibilidade de tecido dental remanescente, devemos atentar para as considerações de Imberry et al.⁵², em 1994, que verificaram a superioridade do emprego de pinos na resistência às forças de deslocamento de restaurações de amálgama.

É importante que os materiais, antes de serem colocados em uso, sejam testados exaustivamente em condições laboratoriais que simulem as condições encontradas na cavidade bucal, entretanto, o maior reconhecimento da efetividade de uma técnica ou material restaurador é a sua confirmação clínica a longo prazo. E, esta comprovação da técnica do amálgama adesivo ainda necessita de aplicações clínicas, agora sedimentadas em achados laboratoriais, que apesar de não demonstrarem altos valores de resistência adesiva,

podem em conjunto com um preparo cavitário conservador, preservar estrutura dental sadia.

7 CONCLUSÃO

Nas condições experimentais e de acordo com os critérios de avaliação, os resultados obtidos nos permitiram concluir:

- O adesivo dentinário Amalgambond (Parkell) e o CIV Vitrebond (3M) apresentaram resultados superiores em relação ao adesivo Scotchbond Multi Purpose (3M), com diferença estatisticamente significativa.
- Não houve diferença estatisticamente significativa entre os resultados obtidos com o uso do adesivo Amalgambond (Parkell) e o CIV Vitrebond (3M).
- As fraturas mais observadas com a utilização do adesivo Scotchbond Multi Purpose (3M) foram do tipo adesivas.
- O Amalgambond (Parkell) e o CIV Vitrebond, apresentaram fraturas predominantemente mistas.

- A união do amálgama às sistemas adesivos necessita de mais esclarecimentos laboratoriais devido a controvérsias existentes na literatura.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ABOUSH, Y. E. Y., ELDERTON, R. J. Bonding dental amalgam to a light-curing glass-ionomer liner/base. *Br. Dent. J.*, v. 170, p. 219-22, 1991.
- 2 ABOUSH, Y. E. Y., ELDERTON, R. J. Bonding of a light-curing glass-ionomer cement to dental amalgam. *Dent. Mat.*, v. 7, p. 130-2, 1991.
- 3 ABOUSH, Y. E. Y., JENKINS, C. B. G. The bonding of glass-ionomer to dental amalgam. *Br. Dent. J.*, v. 166, p. 255-7, 1989.
- 4 AKERBOOM, H. B. M. et al. Long-term evaluation and reresoration of amalgam restorations. *Community Dent. Oral Epidemiol.*, v. 21, p. 45-8, 1993.
- 5 AL-MOAYAD, M., ABOUSH, Y. E. Y., ELDERTON, R. J. Bonded amalgam restorations: a comparative study of glass-ionomer and resin adhesives. *Br. Dent. J.*, v. 175, p. 363-7, 1993.

- 6 ARAUJO, R. M., MELLO, J. B., HUHTALA, M. F. R. L.
Utilização de adesivos dentinários como agente de vedamento
cavitário em restaurações classe II de amálgama e resina
composta posterior. *Rev. Odontol. UNESP*, v. 22, p. 257-65,
1993.
- 7 BAGLEY, A., WAKEFIELD, C. W., ROBBINS, J. W. In vitro
comparison of filled and unfilled universal bonding agents of
amalgam to dentin. *Oper. Dent.*, v. 19, p. 97-101, 1994.
- 8 BAPNA, M. S., MULLER, H. J. Fracture toughness, diametrical
strength and fractography of amalgam to amalgam bonds. *Dent.
Mat.*, v. 9, p. 51-6, 1993.
- 9 BARATIERI, L. N. et al. Restaurações de amálgama (Classe I, II).
In: __. *Dentística : procedimentos preventivos e restauradores*.
São Paulo: Editora Santos, 1989. p. 353-440.
- 10 BARKMEIER, W. W., COOLEY, R. L. Laboratory evaluation of
adhesive system. *Oper. Dent.*, Supl. 5, p. 50-61, 1992.
- 11 BAYNE, S. C., HEYMANN, H. O., SWIFT JUNIOR, E. J. Update
on dental composite restoration. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 125,
p. 687-701, 1994.

- 12 BEARN, D. R., SAUNDERS, E. M., SAUNDERS, W. P. The bonded amalgam restoration: a review of the literature and report of its use in the treatment of four cases of cracked-tooth syndrome. *Quintessence Int.*, v. 25, p. 321-6, 1994.
- 13 BEN-AMAR, A. Reduction of microleakage around new amalgam restorations. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 119, p. 725-8, 1989.
- 14 BEN-AMAR, A. et al. The control of marginal microleakage in amalgam restorations using a dentin adhesive: a pilot study. *Dent. Mat.*, v. 3, p. 94-6, 1987.
- 15 BEN-AMAR, A. et al. Long-term use of dentin adhesives as an interfacial sealer under Class II amalgam restorations. *J. Oral Rehabil.*, v. 17, p. 37-42, 1990.
- 16 BERRY III, E. A., POWERS, J. M. Bond strength of glass ionomers to coronal and radicular dentin. *Oper. Dent.*, v. 19, p. 122-6, 1994.
- 17 BOWEN, R. L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. 5. The effect of a surface-active comonomer on adhesion to diverse substrats. *J. Dent. Res.*, v. 44, p. 1369-73, 1965.

- 18 BOWEN, R. L., COBB, E. N., RAPSON, J. E. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues: improvement in bond strength to dentin. *J. Dent. Res.*, v. 61, p. 1070-6, 1982.
- 19 BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, v. 34, p. 849-53, 1955.
- 20 BUONOCORE, M., WILEMAN, W., BRUDEVOLD, F. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *J. Dent. Res.*, v. 35, p. 846-51, 1956.
- 21 BURGER, R. C., GARONE NETTO, N. Histórico dos adesivos dentinários. *Rev. Odontoped.*, v. 1, p. 245-58, 1992.
- 22 CARRACHO, A. J. L. et al. The effect of storage and thermocycling on the shear bond strength of three dentinal adhesives. *Quintessence Int.*, v. 22, p. 745-52, 1991.
- 23 CARR-HOSIE, M. A. et al. The effect of Amalgambond on the flexural bond strength of dental amalgam. *J. Okla. Dent. Assoc.*, v. 82, p. 20-4, 1992.
- 24 CHAIN, M. C., LEINFELDER, K. F. O estágio atual dos adesivos dentinários. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v. 47, p. 1173-80, 1993.

25 CHAPPELL, R. P., EICK, D. J. Shear bond strength and scanning electron microscopic observation of six current dentinal adhesive. *Quintessence Int.*, v. 25, p. 359-68, 1994.

26 CHARLTON, D. G., MOORE, B. K., SWARTZ, M. L. *In vitro* evaluation of the use of resin liners to reduce microleakage and improve retention of amalgam restorations. *Oper. Dent.*, v. 17, p. 112-9, 1992.

27 CHRISTENSEN, G. J. Glass ionomer as a luting material. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 120, p. 59-62, 1990.

28 CHRISTENSEN, G. J. Should we be bonding all tooth restorations? *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 125, p. 193-4, 1994.

29 COOLEY, R. L., BARKMEIER, W. W. Dentinal shear bond strength, microleakage, and contraction gap of visible light-polymerized liner/bases. *Quintessence Int.*, v. 22, p. 467-74, 1991.

30 COOLEY, R. L., TSENG, Y. E., BARKMEIER, W. W. Dentinal bond strength and microleakage of a 4-META adhesive to amalgam and composite resin. *Quintessence Int.*, v. 22, p. 979-83, 1991.

- 31 CORBIN, S. B., KOHN, W. G. The benefits and risks of dental amalgam: current findings reviewed. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 125, p. 381-9, 1994.
- 32 DE SCHEPPER, E. J. et al. In vitro tensile bond strength of amalgam to treated dentin. *J. Esthet. Dent.*, v. 3, p. 7-10, 1991.
- 33 DIETSCHI, D., MAGNE, P., HOLZ, J. Recent trends in esthetic restorations for posterior teeth. *Quintessence Int.*, v. 25, p. 659-77, 1994.
- 34 EAKLE, W. S., STANINEC, M., LACY, A. M. Effect of bonded amalgam on the fracture resistance of teeth. *J. Prosthet. Dent.*, v. 68, p. 257-60, 1992.
- 35 EICK, J. D. et al. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part 3. *Quintessence Int.*, v. 24, p. 571-82, 1993.
- 36 ELEY, B. M., COX, S. W. The release, absorption and possible health effects of mercury from dental amalgam: a review of recent findings. *Br. Dent. J.*, v. 175, p. 161-8, 1993.
- 37 FÉDÉRATION DENTAIRE INTERNATIONALE. Policy statement on mercury and amalgam in dentistry. *Austr. Dent. J.*, v. 37, p. 409-10, 1992.

- 38 FICHMAN, D. M., SANTOS, W. *Restaurações a amálgama*. São Paulo: Sarvier, 1982.
- 39 FOWLER, C. S. et al. Influence of selected variables on adhesion testing. *Dent. Mat.*, v. 8, p. 265-9, 1992.
- 40 FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J. Dent. Res.*, v. 58, p. 1364-70, 1979.
- 41 GARBEROGLIO, R., BRÄNNSTRÖM, M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch. Oral Biol.*, v. 21, p. 355-62, 1976.
- 42 GARCIA-GODOY, F., JENSEN, M. E. Artificial recurrent caries in glass ionomer-lined amalgam restorations. *Am. J. Dent.*, v. 3, p. 89-93, 1990.
- 43 GARCIA-GODOY, F. et al. Fluoride release from amalgam restorations lined with a silver-reinforced glass ionomer. *Am. J. Dent.*, v. 3, p. 94-6, 1990.
- 44 GEIGER, S. B., WEINER, S. Fluoridated carbonatoapatite in the intermediate layer between glass ionomer and dentin. *Dent. Mat.*, v. 9, p. 33-6, 1993.

- 45 GONÇALVES, S. E. P. *Adesivos dentinários multi-uso: avaliação da resistência adesiva à dentina através de testes de cisalhamento e microscopia eletrônica de varredura*. São José dos Campos, 1994. 149 p. Dissertação (Mestrado em Dentística) - Faculdade de Odontologia Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- 46 GWINNET, A. J. et al. Adhesive restorations with amalgam: guidelines for the clinician. *Quintessence Int.*, v. 25, p. 687-95, 1994.
- 47 HADAVI, F. et al. The influence of an adhesive system on shear bond strength of repaired high-cooper amalgams. *Oper. Dent.*, v. 16, p. 175-80, 1991.
- 48 HASEGAWA, T., RETIEF, D. H. Shear bond strengths of two commercially available dentin-amalgam bonding systems. *J. Dent. Res.*, v. 73, p. 221, 1994. (Abstract 957)
- 49 HEYS, R. J., FITZGERALD, M. Microleakage of three cement bases. *J. Dent. Res.*, v. 70, p. 55-8, 1991.

50 HILTON, T. J., SCHWARTZ, R. S. The effect of air thinning on dentin adhesive bond strength. *J. Dent. Res.*, v. 73, p. 132, 1994. (Abstract 243)

51 HORSTED-BINDSLEV, P., MJÖR, I. A., LEINFELDER, K. Restaurações de amálgama. In: ____ *Dentística operatória moderna*. São Paulo: Editora Santos, 1990. p.135-74.

52 IMBERRY, T. A., BURGESS, J. O., BATZER, R. C. Amalgambond, Amalgambond Plus and pins compared in resistance for amalgams. *J. Dent. Res.*, v. 73, p. 221, 1994. (Abstract 953)

53 JENSEN, M. E., GARCIA-GODOY, F., WEFEL, J. S. Artificial root caries in amalgam restorations: effect of light-cured fluoride releasing liners. *Am. J. Dent.*, v. 3, p. 295-8, 1990.

54 JONES, D. W. The enigma of amalgam in dentistry. *Br. Dent. J.*, v. 177, p. 159-70, 1994.

55 JORDAN, R. E., SUZUKI, M., BALANKO, M. Bonded silver amalgam restorations. *J. Can. Dent. Assoc.*, v. 58, p. 817-9, 1992.

- 56 JORDAN, R. E., SUZUKI, M., BOKSMAN, L. The new generation amalgam alloys: clinical considerations. *Dent. Clin. North Am.*, v.29, p.341-8,1985.
- 57 JOYNT, R. B. et al. Effect of dentinal pretreatment on bond strength between glass-ionomer cement and dentin. *Oper. Dent.*, v. 15, p. 173-7, 1990.
- 58 LACY, A. M., STANINEC, M. A. The bonded amalgam restoration. *Quintessence Int.*, v. 20, p. 521-4,1989.
- 59 LEINFELDER, K. F. Changing restorative traditions: the use of bases and liners. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 125, p. 65-7, 1994.
- 60 LEINFELDER, K. F., Glass ionomers: current clinical developments. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 124, p. 62-4, 1993.
- 61 LEINFELDER, K. F., LEMONS, J. E. Amalgama dental. In: _____. *Clínica restauradora: materiais e técnicas*. São Paulo: Editora Santos, 1989. p. 1-49.
- 62 McCABE, J. F., RUSBY, S. Dentine bonding agents: characteristic bond strength as a function of dentine depth. *J. Dent.*, v. 20, p. 225-30, 1992.

- 63 McCAGHREN, R. A. et al. Shear bond strength of light-cured glass ionomer to enamel and dentin. *J. Dent. Res.*, v. 69, p. 40-6, 1990.
- 64 McLEAN, J. W. Cerment cements. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 120, p. 43-7, 1990.
- 65 MANDERS, C. A., GARCIA-GODOY, F., BARNWELL, G.
Effect of a copal varnish, ZOE or glass ionomer cement bases on microleakage of amalgam restorations. *Am. J. Dent.*, v. 3, p. 63-6, 1990.
- 66 MARSHALL JUNIOR., G. W. Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence Int.*, v. 24, p. 606-16, 1993.
- 67 MARYNIUK, G. A., BRUNSON, W. D. When to replace faulty-margin amalgam restorations: a pilot study. *Gen. Dent.*, v. 37, p. 463-7, 1989.
- 68 MASAKA, N. Restoring the severely compromised molar through adhesive bonding of amalgam to dentin. *Compend. Contin. Educ. Dent.*, v. 12, p. 92-8, 1990.

- 69 MAURO, S. J. *Influência do ácido poliacrílico na resistência de união do cimento de ionômero de vidro à dentina*. Bauru, 1992, 125p. Dissertação (Mestrado em Dentística). Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
- 70 MITRA, S. B. Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. *J. Dent. Res.*, v. 70, p. 72-4, 1991.
- 71 MJÖR, I. A., JOKSTAD, A. Five-year study of Class II restorations in permanent teeth using amalgam, glass polyalkenoate (ionomer) cement and resin-based composite materials. *J. Dent.*, v. 21, p. 338-43, 1993.
- 72 MOUNT, G. J. Adhesion of glass-ionomer cement in the clinical environment. *Oper. Dent.*, v. 16, p. 141-48, 1991.
- 73 MOUNT, G. J. Glass-ionomer cements: past, present and future. *Oper. Dent.*, v. 19, p. 82-90, 1994.
- 74 NAKABAYASHI, N., KOJIMA, K., MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J. Biomed. Mater.*, v. 16, p. 165-73, 1982.

- 75 NAKABAYASHI, N., NAKAMURA, M., YASUDA, N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J. Esthet. Dent.*, v. 3, p. 133-8, 1991.
- 76 NAKABAYASHI, N. et al. Intraoral bonding of 4-META/MMA-TBB resin to vital human dentin. *J. Dent. Res.*, v. 73, p. 199, 1994. (Abstract 780)
- 77 NEWMAN, S. M. Amalgam alternatives: what can compete? *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 122, p. 67-71, 1991.
- 78 OHKUBO, N. et al. A retention comparison of two sealants. *Bull. Tokyo Dent. Coll.*, v. 23, p.201-19, 1982.
- 79 OLSSON, S., ÖILO, O., ADAMCZAK, E. The structure of dentin surfaces exposed for bond strength measurements. *Scand. J. Dent. Res.*, v. 101, p. 180-4, 1993.
- 80 PASHLEY, D. H., HORNER, J. A., BREWER, P. D. Interactions of conditioners on the dentin surface. *Oper. Dent.*, suppl. 5, p. 137-50, 1992.
- 81 PASHLEY, E. L. et al. Amalgam buildups: shear strength and dentin sealing properties. *Oper. Dent.*, v. 16, p. 82-9, 1991.

82 PASHLEY, D. H. et al. Permeability of dentin to adhesive agents.

Quintessence Int., v. 24, p. 618-31, 1993.

83 PERDIGAO, J. et al. *In vitro* bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. *J. Dent. Res.*, v.73, p. 44-45, 1994.

84 PEREIRA, J.C. et al. Efeito do condicionamento da dentina sobre a retenção do cimento ionomérico. *Rev. Bras. Odont.*, v. 49, p. 11-4, 1992.

85 PEUTZFELDT, A., ASMUSSEN, E. Effect of polyacrylic acid treatment of dentin on adhesion of glass ionomer cement. *Acta Odontol. Scand.*, v. 48, p. 337-41, 1990.

86 PHILLIPS, R.W. *La Ciencia de los materiales dentales de Skinner*. 7. ed. México: Interamericana, 1976. p. 2.

87 PHILLIPS, R.W. The glass ionomer cement. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 120, p. 19, 1990.

88 PHILLIPS, R.W. Ligas para amálgama dentário e estrutura do amálgama In: ____ *Materiais dentários de Skinner*. 8. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984. p. 219-41.

- 89 PIMENTA, L.A.F., MAURO, J.S., FONTANA, U.F. Resistência ao cisalhamento de um cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável: efeito do tratamento da dentina com ácido poliacrílico. *ROBRAC: Rev. Odontol. Brasil Central*, v. 2, p. 13-6, 1992.
- 90 PRATI, C., PASHLEY, D.H., MONTANARI, G. Hydrostatic intrapulpal pressure and bond strength of bonding systems. *Dent. Mat.*, v. 7, p. 54-8, 1991.
- 91 PRATI, C. et al. Effects of dentin surface treatments on the shear bond strength of Vitrabond. *Dent. Mater.*, v. 8, p. 21-6, 1992.
- 92 PRATI, C. et al. Marginal morphology and leakage of amalgam restorations used with bonding agents after in vitro cyclic load tests. *J. Dent. Res.*, v. 73, p. 221, 1994. (Abstracts 960).
- 93 PROSSER, H.J., POWIS, D. R., WILSON, A.D. Glass-ionomer cements of improved flexural strength. *J. Dent. Res.*, v. 65, p. 146-8, 1986.
- 94 RABCHINSKY, J., DONLY, K.J. A comparison of glass-ionomer cement and calcium hydroxide liners in amalgam restorations. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, v. 13, p.379-83, 1993.

- 95 RETIEF, D.H. et al. Shear bond strengths of the Tenure dentin bonding systems. *Am. J. Dent.*, v. 3, p. 138-42, 1990.
- 96 RODRIGUES, M. L., MUENCH, A. Adesividade do cimento de ionômero de vidro á dentina e ligas odontológicas. *Rev. Paul. Odontol.*,v. 16, p. 18-23, 1994
- 97 RUEGGEBERG, F.A. et al. Bond strength of Panavia EX to dental amalgam. *Int. J. Prosthodont.*, v. 2, p.371-5, 1989.
- 98 SANTOS, A.C., MEIERS, J.C. Fracture resistance of premolars with MOD amalgam restorations lined with Amalgambond. *Oper. Dent.*, v.19, p. 2-6, 1994.
- 99 SHETH, J.J, FULLER, J.L., JENSEN, M.E. Cuspal deformation and fracture resistance of teeth with dentin adhesives and composites. *J. Prosthet. Dent.*, v. 60, p.560-9, 1988.
- 100 SHIMIZU, A., UI, T., KAWAKAMI, M. Microleakage of amalgam restoration with adhesive resin cement lining, glass ionomer cement base and fluoride treatment. *Dent. Mat. J.* , v. 6, p. 64-9, 1987.
- 101 SHIMIZU, A. et al. Amalgam restorations using an adhesive resin cement as a cavity liner. *J. Osaka Univ. Dent. Sch.*, v. 27, p. 147-55, 1987.

- 102 SIMONSEN, R.J. New materials on the horizon. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 122, p. 25-31, 1991.
- 103 SMITH, D.C. Composition and characteristics of glass-ionomer cements, *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 120, p. 20-2, 1990.
- 104 SÖDERHOLM, 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. Mat.*, v. 7, p. 74-83, 1991.
- 105 STANINEC, M. Retention of amalgam restorations: undercuts versus bonding. *Quintessence Int.*, v.20, p.347-51, 1989.
- 106 STANINEC, M., HOLT, M. Bonding of amalgam to tooth structure: tensile adhesion and microleakage tests, *J. Prosthet. Dent.*, v. 59, p. 397-402, 1988.
- 107 STRICKLAND, W. D., WILDER (L.), A. D. Restauraciones de amalgama para cavidades de Clase I. In: STURDEVANT, C. M. et al. *Arte y ciencia de la operatoria dental*. Buenos Aires: Panamericana, 1986, p. 235-330.

- 108 SUZUKI, S., COX, C.F., WHITE, K.C. Pulpal response after complete crown preparation, dentinal sealing, and provisional restoration. *Quintessence Int.*, v. 25, p. 477-85, 1994.
- 109 TAO, L., PASHLEY, D.H. The relationship between dentin bond strengths and dentin permeability. *Dent. Mat.*, v. 5, p. 133-9, 1989.
- 110 TAO, L. PASHLEY, D.H. Shear bond strengths to dentin: effects of surface treatment, depth and position. *Dent. Mat.*, v. 4, p. 317-18, 1988.
- 111 TEMPLE-SMITHSON, P.E., CAUSTON, B.E., MARSHALL, K.F. The adhesive amalgam-fact or fiction? *Br. Dent. J.*, v. 172, p. 316-9, 1992.
- 112 TORII, Y. et al. Inhibition of caries around amalgams restorations by amalgam bonding. *J. Dent. Res.*, v. 67, p. 308, 1988. (Abstract 1562)
- 113 TRIOLO JUNIOR, P.P., SWIFT JUNIOR, E. J. Shear bond strengths of ten dentin adhesive systems. *Dent. Mat.*, v. 8, p. 370-4, 1992.
- 114 TRUSHKOWSKY, R. Restoration of a cracked tooth with a bonded amalgam. *Quintessence Int.*, v. 22, p. 397-400, 1991.

- 115 VARGA, J., MATSUMURA, H., MATSUMURA, E. Bonding of amalgam filling to tooth cavity with adhesive resin. *Dent. Mat. J.*, v. 5, p. 158-64, 1986.
- 116 WARREN JUNIOR, J.A., SODERHOLM, K.J.M. Bonding amalgam to glass ionomer with PAA. *Dent. Mat.*, v. 4, p. 191-6, 1988.
- 117 WARREN JUNIOR, J.A., SODERHOLM, K.J.M. Short - term moisture conditions and the amalgam - PAA - glass ionomer bond. *Dent. Mater.*, v. 4, p. 232-7, 1988.
- 118 WARREN JUNIOR, J.A., SODERHOLM, K.J.M., ROBERTS, J. PAA film application and the amalgam - PAA - glass ionomer bond. *Dent. Mat.*, v. 4, p. 338-40, 1988.
- 119 WILLEMS, G. et al. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int.*, v. 24, p. 641-58, 1993.
- 120 WILSON, A.D., McLEAN, I.W. *Glass - ionomer cement*. Chicago: Quintessence, 1988.
- 121 WILSON, A.D., PROSSER, H.I., POWIS, D.M. Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hidroxyapatite. *J. Dent. Res.*, v. 62, p. 590-2, 1983.

- 122 YU, X.Y., WEI, G., XU, J.W. Experimental use of a bonding agent to reduce marginal microleakage in amalgam restorations. *Quintessence Int.*, v. 18, p. 783-6, 1987.
- 123 YU, X.Y., et al. Adhesion to dentin. *J. Calif. Dent. Assoc.*, v. 21, p. 23-9, 1993.

HUHTALA, M.F.R.L. *Estudo comparativo da eficácia de dois adesivos dentinários e um cimento de ionômero de vidro empregados na adesão do amálgama à dentina: teste de cisalhamento e análise estereomicroscópica*. São José dos Campos, 1995. 164p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

RESUMO

Este estudo teve como objetivo realizar a avaliação *in vitro*, da resistência da adesão do amálgama, Dispersalloy, à dentina, quando dois adesivos dentinários, Amalgambond Plus (AP) e Scotchbond Multi Purpose (SMP) e um cimento de ionômero de vidro, Vitrebond (V), foram empregados no tratamento desta superfície dentinária.

Trinta dentes terceiros molares humanos recém-extraídos, foram seccionados em metades vestibular e lingual, que foram incluídas em blocos de resina acrílica, de modo a terem suas superfícies dentinárias superficiais expostas com lixas de granulação crescente: 100, 180, 400 e 600; sob constante refrigeração de água.

Sobre estas superfícies dentinárias foram fixados tubos de polietileno com 3 mm de diâmetro e 5 mm de altura, estabilizados com

uma matriz de teflon e alumínio, permitindo assim a condensação do amálgama, imediatamente após o tratamento com um dos sistemas adesivos: AP, SMP, V.

Após a confecção dos cilindros de amálgama, as amostras foram estocadas à 37°C por 24 horas, antes de serem submetidas aos testes mecânicos de cisalhamento em máquina Instron a uma velocidade de 0,5 mm/minuto. Os resultados da força requerida para o cisalhamento dos cilindros de amálgama foram expressos em MPa e as superfícies, dentinárias e de amálgama, observadas em estereomicroscopia, após a fratura.

Os dados foram analisados através do modelo estatístico de análise de variância.

A força média de adesão, quando como agente intermediário entre amálgama/ dentina, foi utilizado o AP, foi de $2,21 \pm 1,5$ MPa, quando o SMP de $0,33 \pm 0,8$ MPa e o V de $2,63 \pm 1,66$ MPa. O AP e o V foram considerados estatisticamente semelhantes ($p > 0,05$) e diferentes do SMP ($p < 0,05$).

As fraturas foram predominantemente adesivas na interface amálgama/resina para o SMP (73,34%) e consideradas mistas, do amálgama/sistema adesivo, para o AP (80%) e para o V (93,36%).

Palavras-chave: Adesivos; dentina; amálgama, teste de materiais.

HUHTALA, M. F. R. L. *Comparative study of two dentin adhesives and a glass ionomer cement in amalgam to dentin adhesion: shear bond strength test and stereomicroscopic analysis.* São José dos Campos, 1995. 164p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

ABSTRACT

The purpose of this *in vitro* study was to determine the shear bond strengths of amalgam to dentin treated with the Amalgambond Plus (AP) and Scotchbond Multi Purpose (SMP) dentin adhesive systems and with the glass-ionomer cement, Vitrebond (V).

The buccal and lingual superficial dentin surfaces of thirty extracted human third molars were exposed by wet grinding on 600-grit silicon carbide and the bonding areas demarcated with plastic band matrices (3mm/5mm), fixed in position by the means of a rigid aluminium/teflon mold. The demarcated dentin surfaces were treated with AP, SMP and V as directed by the manufacturers and freshly mixed Dispersalloy amalgam condensed into the plastic matrices. The specimens were then stored in 37°C for 24 hours. The matrices were

removed; the shear bond tests performed in an Instron Universal Testing Machine at a cross-head speed of 0.5mm/sec.; and the results expressed in MPa. Some failures were examined in stereomicroscopy.

The data were analysed by one-way analysis of variance. Mean failure loads and S.D. were: AP, 2.21 ± 1.5 ; SMP, 0.33 ± 0.8 e V, 2.63 ± 1.6 . The shear bond strengths of AP vs V were not significantly different ($p > 0.05$) and SMP was significantly different ($p < 0.05$). Stereomicroscopic analysis demonstrated adhesive failures for SMP (73.34%) at the resin/amalgam interface and mixed failures for AP (80%) and for V (93.3%) within both systems.

Key words: Dental bonding; amalgam; adhesives; glass-ionomer cement.

Autorizo a reprodução deste trabalho

São José dos Campos, 30 de maio de 1995

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Maria Filomena Huhtala', with a long horizontal stroke extending to the right.

MARIA FILOMENA ROCHA LIMA HUHTALA