

SUELY CARVALHO MUTTI NARESSI

**ESTUDO COMPARATIVO DE RESISTÊNCIA
AO CISALHAMENTO EM RECONSTRUÇÕES
COM AMÁLGAMA, UTILIZANDO COMO
PROCEDIMENTO RETENTIVO PINO
ROSQUEÁVEL, AMALGAPIN E ADESIVO
DENTINÁRIO**

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

SUELY CARVALHO MUTTI NARESSI

**ESTUDO COMPARATIVO DE RESISTÊNCIA AO
CISALHAMENTO EM RECONSTRUÇÕES COM
AMÁLGAMA, UTILIZANDO COMO PROCEDIMENTO
RETENTIVO PINO ROSQUEÁVEL, AMALGAPIN E
ADESIVO DENTINÁRIO**

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

Ao meu marido, professor e companheiro tão querido Wilson Galvão Naressi pelo amor, compreensão e apoio presentes em todos os momentos deste Mestrado.

A meus filhos Paulo Eduardo, Fernando Augusto e Ana Luísa pelos momentos furtados ao seu convívio e à percepção e compreensão de que, como eles, a mãe também era estudante, com todas as suas decorrências.

Aos meus pais Manfredo José de Carvalho Mutti (in memorian) e Alzira Mutti.

Ao meu orientador, sempre professor e amigo José Benedicto de Mello pela atenção e dedicação com que me conduziu na trilha da investigação científica.

“ O princípio da Sabedoria é o desejo autêntico de instrução, e a preocupação pela instrução é o amor.” (Sabedoria: 6. 17)

À Prof^ª Maria Amélia Máximo de Araújo, pela dedicação, preocupação e interesse no sucesso desta 1^a turma de alunos da Pós-Graduação em Odontologia Restauradora.

Aos meus colegas de mestrado, especialmente ao Marcos Augusto do Rego, companheiro de trabalhos, pelo carinho e incentivo durante todo o nosso curso.

À amiga Janete Dias Almeida, que embora aluna em outra Área de Concentração, partilhou comigo esta etapa da vida que, certamente, deixará muitas saudades.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, na pessoa do seu Diretor Prof. Dr. Rogério Lacaz Netto, pela oportunidade do meu engrandecimento com a obtenção do título de Mestre nesta renomada casa de ensino.

À Prof^ª Leila Novaes, Bibliotecária da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, pela colaboração imprescindível na Revisão Bibliográfica e montagem deste trabalho.

Ao Prof. Adjunto Ary José Dias Mendes, do Departamento de Odontologia Social, Disciplina de Bioestatística da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, pela análise estatística dos resultados.

À Sra. Zélia Sumie Ikeda Borgest, pelo auxílio no levantamento bibliográfico através da computação.

Ao amigo e colega Guilherme Paulo Scarpel de Mello, pela gentileza da cessão do adesivo por nós utilizado.

À Maillefer, pela atenção dispensada ao nosso pedido de doação dos pinos auto-rosqueáveis, possibilitando essa modalidade de estudo.

À Johnson & Johnson, nas pessoas dos senhores Luis Bellino Simionato e José Salles Cortês, pela permissão da utilização da máquina de ensaio universal Zwick, do Laboratório de Adesivos, bem como ao valioso auxílio dos técnicos Mauro Monteiro Pinto e Roberto Pereira de Castro.

À colega Mônica Fernandes Gomes, Prof^a da Disciplina de Patologia, pela amabilidade na obtenção de alguns periódicos por nós utilizados.

À Sra. Maria Lúcia da Silva, técnica da Disciplina de Dentística do Departamento de Odontologia Restauradora, por todo o auxílio nas várias fases laboratoriais deste trabalho.

Às técnicas do Laboratório de Apoio a Pesquisa (LAP) Mônica Guimarães Figuiredo e Maria Salete Faria pela colaboração na ciclagem térmica e análise microscópica, bem como às auxiliares de laboratório Maria Stella M. Campoy e Márcia Cristina Lopez Garcia pelo auxílio na obtenção dos dentes utilizados nos corpos de prova.

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA | 15 |
| 2.1 Pinos pré-fabricados | 15 |
| 2.2 Amalgapin | 29 |
| 2.3 Adesivos | 38 |
| 3 PROPOSIÇÃO | 66 |
| 4 MATERIAL E MÉTODO | 67 |
| 4.1 Descrição dos materiais empregados | 67 |
| 4.2 Confeção dos corpos de prova | 68 |
| 4.3 Ciclagem térmica | 72 |
| 4.4 Teste de resistência de cisalhamento | 72 |
| 4.5 Análise em microscopia ótica | 73 |
| 4.6 Planejamento estatístico | 73 |
| 5 RESULTADO | 81 |
| 5.1 Dados obtidos | 81 |
| 5.2 Análise estatística | 82 |
| 5.3 Tipos de falhas | 83 |
| 6 DISCUSSÃO | 85 |
| 7 CONCLUSÃO | 105 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 106 |
| RESUMO | 122 |
| ABSTRACT | 123 |

1 INTRODUÇÃO

Quando uma doença acomete o corpo geralmente o tecido se regenera após o processo ter sido eliminado. No entanto, a perda da estrutura dental decorrente do processo carioso não se repara e a eliminação da lesão implica restauração da parte danificada (Summitt & Osborne⁸², 1992). O preparo cavitário subsequente deverá apresentar uma forma de resistência e retenção que assegure a permanência do material restaurador, substituto do tecido e estrutura dentária perdidos (Harris⁴², 1992; Summitt & Osborne⁸², 1992).

Retenção pode ser definida como a propriedade que evita a remoção da restauração pelo seu eixo de inserção ou do preparo. *Resistência* evita o deslocamento da restauração por forças compressivas e de cisalhamento dirigidas para axial, transversal ou obliquamente. Conseqüentemente, retenção poderia ser considerada como a resistência às forças de tensão (Plasmans et al.⁶⁵, 1986; Plasmans et al.⁶⁷, 1987; Robins et al.⁷¹, 1989).

A alta prevalência de cárie durante grande parte do século XX tornou necessário o desenvolvimento de um material restaurador odontológico seguro, eficiente, efetivo, durável e barato (Corbin & Kohn²⁶, 1994). O amálgama de prata tem sido o

material restaurador direto mais usado nos últimos 100 anos (Davis et al.²⁷, 1983; Shimizu et al.⁷⁶, 1986; Varga et al.⁹¹, 1986; Staninec & Holt⁸¹, 1988; Lacy & Staninec⁴⁶, 1989; Letzel et al.⁴⁹, 1989; Staninec⁸⁰, 1989; DeSchepper et al.²⁸, 1991; Osborne⁵⁹, 1991; Charlton et al.²⁵, 1992; Jordan et al.⁴⁵, 1992; Summitt & Osborne⁸², 1992; Widstrom et al.⁹⁵, 1992; Alberton et al.¹, 1993; Bagley et al.⁴, 1994; Corbin & Kohn²⁶, 1994; Gwinnet et al.⁴¹, 1994; Leinfelder⁴⁸, 1994; Santos & Meiers⁷³, 1994), preenchendo os requisitos retro mencionados, visto possuir resistência às forças oclusais, ser dimensionalmente estável com excelentes propriedades físicas, inócuo aos tecidos dentais, totalmente insolúvel nos fluidos bucais, de fácil manipulação e com custo relativamente baixo (Osborne⁵⁹, 1991; Harris⁴², 1992; Widstrom et al.⁹⁵, 1992; Corbin & Kohn²⁶, 1994; Leinfelder⁴⁸, 1994).

Embora a melhor restauração seja a que nunca teve que ser colocada (Corbin & Kohn²⁶, 1994), o desenvolvimento de uma restauração que permaneça por toda a vida do paciente tem sido uma meta da profissão; porém, muitos fatores influem na sua longevidade como a idade do paciente, dieta, higiene bucal, forma dos dentes, localização e extensão do processo carioso, entre outros (Letzel et al.⁴⁹, 1989; Mjor & Toffenetti⁵³, 1992; Summitt & Osborne⁸², 1992).

A substituição de restaurações de amálgama baseada em critérios clínicos subjetivos de cárie secundária e outras falhas, tem conduzido frequentemente a sobretratamento (Mjor & Toffenetti⁵³, 1992), sendo que sucessivas substituições podem

levar a envolvimento pulpar e/ou coroa protética como consequência do enfraquecimento e da diminuição do remanescente da estrutura dentária (Osborne⁵⁸, 1991; Baratieri et al.⁶, 1992; Harris⁴², 1992).

Eley & Cox³³ (1993), considerando materiais restauradores alternativos, enfatizam que o amálgama ainda é o melhor e mais durável material restaurador posterior, e que os materiais que porventura estejam sendo usados para substituí-lo são mais propensos a falhas, com vida clínica curta, aumento do custo e destruição progressiva do elemento dentário. A exceção é feita à incrustação com ouro, que se constitui na opção sensata ao uso do amálgama, porém com um custo bastante aumentado, de procedimento técnico mais sensível e apurado, e sobretudo, inviável para uso em saúde pública.

Jordan et al.⁴⁵ (1992) acrescentam ainda que o amálgama de prata constitui-se no único material *auto-selante* disponível, embora seja possuidor também de algumas limitações, como não ser adesivo às estruturas dentárias (Shimizu et al.⁷⁶, 1986; Varga et al.⁹¹, 1986; Staninec & Holt⁸¹, 1988; Lacy & Staninec⁴⁶, 1989; DeSchepper et al.²⁸, 1991; Charlton et al.²⁵, 1992; Eakle et al.³¹, 1992; Alberton et al.¹, 1993; Bagley et al.⁴, 1994, Gwinnett et al.⁴¹, 1994; Santos & Meiers⁷³, 1994), requerendo preparo cavitário com retenções mecânicas como paredes paralelas, cauda de andorinha, forma de caixa, além de sulcos retentivos. Tais procedimentos são obtidos às expensas de tecido dentário remanescente hígido, tornando os dentes

restaurados mais susceptíveis a fraturas (Staninec & Holt⁸¹, 1988; Lacy & Staninec⁴⁶, 1989; Staninec⁸⁰, 1989; DeSchepper et al.²⁸, 1991; Pashley et al.⁶⁴, 1991; Bearn et al.⁷, 1994).

No intuito de tentar ampliar o leque das indicações do amálgama como material restaurador e aumentar a vida clínica útil das grandes reconstruções, vários procedimentos têm sido testados ao longo destes anos de sua utilização.

O uso de pinos pré-fabricados como meio auxiliar de retenção de grandes reconstruções com amálgama, como a *técnica do pino cimentado*, tem servido à profissão desde sua divulgação por Markley⁵¹ (1958).

Goldstein³⁹ (1966) descreveu uma técnica que foi denominada *pino à fricção*, cujo diâmetro era ligeiramente maior que o orifício preparado para recebê-lo.

Going³⁷ (1966) descreveu uma terceira técnica em que pino de maior diâmetro que o orifício era fixado em dentina mediante rosqueamento; foram denominados *pinos auto-rosqueáveis*.

Visando a simplificação dos procedimentos e a diminuição do custo, Shavell⁷⁵ (1980) propôs obtenção de retenção por meio de orifícios abertos em dentina e preenchidos com a mesma liga de amálgama de prata da reconstrução, denominando-a *técnica de amalgapin*.

A eliminação do sacrifício de estrutura dental hígida remanescente na busca de forma de retenção e resistência em restaurações amplas, resultando num preparo cavitário mais

conservador, levou pesquisadores a tentarem a união do amálgama aos tecidos dentários através dos *adesivos resinosos*, visando também aumentar a longevidade da reconstrução pela diminuição da micro-infiltração (principalmente com as ligas de alto teor de cobre), fratura marginal e cárie secundária (Varga et al.⁹¹, 1986; Lacy & Staninec⁴⁶, 1989; Staninec⁸⁰, 1989; DeSchepper et al.²⁸, 1991; Charlton et al.²⁵, 1992; Gendusa³⁶, 1994; Gwinnet⁴¹, 1994).

Como não existe na atualidade um único material restaurador que possa substituir razoavelmente o amálgama de prata em todas as situações (Corbin & Kohn²⁶, 1994), a falta de alternativas torna difícil a discussão sobre a cessação do uso. A substituição de restaurações somente pela solicitação dos pacientes causa um problema ético entre os direitos do paciente e a responsabilidade profissional, além de consequências econômicas (Widstrom et al.⁹⁵, 1992).

Segundo a American Dental Association (ADA), o amálgama dental é um material biocompatível, não havendo correlação comprovada entre qualquer doença sistêmica e seu uso, constituindo exceção os raros casos de sensibilidade ao mercúrio (Corbin & Kohn²⁶, 1994; Leinfelder⁴⁸, 1994).

Tendo em vista o seu baixo custo, boa longevidade clínica e uma admirável tolerância às variações de manipulação, não é provável que o amálgama de prata desapareça do cenário clínico em breve, a despeito do ataque de certas facções, pois ele

tem salvado um grande número de dentes que de outra forma poderiam estar perdidos (Harris⁴², 1992).

Por todas as considerações feitas anteriormente, justifica-se que pesquisas com tão útil material prossigam e ganhem notoriedade e divulgação em publicações pois, segundo Osborne et al.⁶⁰ (1991), haveria um pronunciado comprometimento da *saúde pública* se o amálgama de prata deixasse de ser usado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para facilitar a compreensão da sequência de procedimentos retentivos abordados neste trabalho, o levantamento da bibliografia ocorreu em três etapas.

2.1 Pino pré-fabricado

Em 1958, Markley⁵¹ apresentou uma técnica padronizada de ancoragem de restaurações de amálgama por meio de pinos com roscas cujos diâmetros eram menores que os orifícios executados em dentina, fixados por cimentação, por isso denominados *pinos cimentados*.

Wing⁹⁶ (1965) teceu considerações sobre as vantagens da cimentação de pinos providos de roscas, como meio de retenção de grandes reconstruções de amálgama. Constatou que a resistência à compressão diminuía com a utilização de pinos, quer fossem de aço ou de prata; que o número de pinos utilizados deveria permanecer o mínimo possível, compatível com o objetivo da obtenção de retenção, e com afastamento suficiente entre eles para permitir adequada condensação do amálgama. O exame radiográfico sempre deveria preceder as perfurações.

Goldstein³⁹ (1966) descreveu uma técnica de colocação de pino de maior diâmetro que o orifício, utilizando a elasticidade da dentina para retê-lo. Esta técnica foi denominada *pino à fricção*.

Going³⁷, também em 1966, descreveu a técnica onde pinos de maior tamanho que o orifício, porém providos de roscas, eram fixados em dentina; foram denominados de *pinos auto-rosqueáveis*. Comparou os três tipos de pinos, cimentados, fricção e auto-rosqueáveis quanto as diferenças clínicas, princípios básicos e diferenças na instrumentação. Constatou a necessidade de avaliações científicas de resistência à tensão e cisalhamento quando do emprego destes em grandes restaurações de amálgama.

Em 1968, Going et al.³⁸ propuseram-se a avaliar a resistência à compressão e tensão do amálgama influenciadas pelas variáveis: número de pinos incorporados na matriz, forma da ponta ativa dos pinos e direção destes dentro do amálgama. Com base nos resultados, os autores concluíram que pinos de aço inoxidável não aumentavam a resistência compressiva do amálgama, e sob as condições do trabalho, na maioria das vezes, diminuíram a resistência à tensão.

Na ausência de um material restaurador adesivo, várias técnicas têm sido desenvolvidas para reter restaurações ao preparo cavitário, como as estudadas por Moffa et al.⁵⁴ (1969) em trabalho de comparação retentiva entre pinos cimentados, à fricção e auto-rosqueáveis, usando a mensuração da força de tensão necessária para remover estes pinos não-paralelos da

dentina e do amálgama. Utilizaram 900 dentes molares humanos extraídos, seccionados por oclusal perpendicularmente ao longo eixo, para expor superfície plana de dentina. As variáveis testadas foram tipo de pino, comprimento, contra-ângulo e operador, cruzadas entre si. Quanto aos tipos de pinos, os autores concluíram que os cimentados são menos retentivos, os de fricção possuem capacidade retentiva intermediária e os auto-rosqueáveis são os mais retentivos. Constataram que a profundidade ideal no interior do amálgama foi de 2 mm. As variáveis contra-ângulo e operador não tiveram efeito significativo na análise.

Welk & Dilts⁹⁴, em 1969, propuseram-se a avaliar a influência de pinos de aço inoxidável na resistência compressiva, na resistência transversa e na retenção no amálgama, comparando com corpos de prova sem pinos como controle. Os resultados indicaram que a presença de pinos enfraquece o amálgama, e pinos à fricção e rosqueáveis tendem a diminuir a resistência transversa. A resistência retentiva foi menor com o pino à fricção que com o auto-rosqueável, numa mesma profundidade no corpo do amálgama.

Cecconi & Asgar²³ (1971) avaliaram o efeito de pinos de aço inoxidável na resistência final à tensão do amálgama nas variáveis número, comprimento, posição, angulação, forma e composição. Constataram que pinos de aço inoxidável reduziam significativamente a resistência final à tensão, e que o fato do pino ser de prata ou recoberto por cobre não diferia significativamente. Um aumento na resistência foi obtido com maior número de pinos

posicionados paralelamente à direção da força, ao passo que um aumento no número de pinos perpendiculares diminuía a resistência à tensão. Concluíram que pinos devem ser usados em número o menor possível, compatível com a retenção pretendida.

Com objetivo de evitar conclusões errôneas devido a alterações induzidas por artefatos de preparação, Pameijer & Stallard⁶² (1972), avaliaram o efeito da inserção de pinos rosqueáveis, utilizando técnica de duplicação ou réplica, na observação de fraturas ou trincas na dentina. Pinos de diâmetros diversos foram rosqueados em dentina e, após secção e escolha dos locais a serem examinados, estes foram duplicados antes dos procedimentos de preparo para exame em microscópio eletrônico de varredura. Os autores puderam constatar que, enquanto as amostras em dentina exibiam rachaduras, as réplicas não apresentavam nenhuma rachadura, comprovando serem aquelas originárias de procedimentos do preparo para microscopia. Verificaram que a propriedade de elasticidade da dentina pode ser evidenciada pela compressão dos túbulos dentinários como resultado da inserção dos pinos rosqueáveis. Recomendaram cuidados no uso para evitar possíveis efeitos danosos.

Dilts & Coury³⁰ (1976), concluíram que, para obtenção de uma restauração à pinos com adequada resistência e retenção, de forma geral, uma extensão de 2 mm no interior do amálgama e 2 mm em dentina era o suficiente, e que a localização favorável para a colocação dos pinos devia advir do conhecimento da anatomia do dente, auxiliado por radiografias.

Em dentes posteriores tratados endodonticamente e portanto mais sujeitos a fraturas, a indicação de eleição são as coroas fundidas. Brown et al.¹⁷ (1979), avaliando a possibilidade de uma restauração de amálgama retido à pinos cimentados em tais situações, aconselharam um pino por cúspide e dois por crista marginal ausentes. Apresentaram a técnica com recobrimento total das cúspides e constataram ser uma alternativa bastante aceitável, quando houver restrições às coroas metálicas fundidas como: prognóstico endodôntico ou periodontal duvidoso, fator econômico, paciente especial, alto índice de cárie ou contra-indicação de núcleo.

Na tentativa de minimizar os possíveis problemas relacionados à inserção dos pinos, Outhwaite et al.⁶¹ (1979) propuseram a realização de *slot* (canaleta) em 16 dentes extraídos, com coroas de dimensões semelhantes, a 0,5 mm da união amelo-dentinária, com forma circunferencial e profundidade da cabeça da broca cone-invertido $33\frac{1}{2}$. Como comparação, quatro pinos auto-rosqueáveis foram colocados nos ângulos axiais de mais 16 dentes, a pelo menos 0,5 mm da junção amelo-dentinária; todos os corpos de prova foram submetidos a teste de compressão, em ângulo de 45° . Não houve diferença significativa entre o total de força necessária para causar falha nas reconstruções com *slot* ou com pino. As reconstruções com *slot* apresentaram uma sensibilidade maior a movimentos e remoção da matriz.

Gourley⁴⁰ (1980), estudando a localização favorável

dos pinos em molares indica os ângulos méso-vestibular, disto-vestibular, disto-lingual e méso-lingual. A espessura mínima recomendada de dentina para abertura de um orifício é de três vezes o seu diâmetro, de forma que este fique inteiramente rodeado por dentina, evitando fraturas no esmalte.

Winstanley⁹⁷ (1983) cita que pinos só deveriam ser usados quando fosse necessário ganhar em resistência e retenção da reconstrução usando-se um número mínimo de pinos. Acrescenta que o advento de pinos menores propicia melhor retenção em grandes restaurações de amálgama. Apresenta os tipos de sistemas à pino disponíveis, com suas respectivas características e tece considerações sobre a técnica.

Em 1985, Buikema et al.¹⁸, constatando a popularização do uso de pinos em restaurações extensas de amálgama, propuseram-se a avaliar o efeito do número e tamanho de pinos Thread Mate System -TMS- (Whaledent) autorosqueáveis na forma de resistência de dentes preparados para receber estas restaurações. Foram utilizados 60 molares humanos extraídos, com forma e dimensão de coroas semelhantes, seccionadas 3 mm acima da junção amelocementária, expondo superfície plana de dentina. Com base nos resultados e sob as condições deste estudo, puderam inferir que, geralmente o aumento do número e tamanho dos pinos- regular e mini pinos- produziu uma maior resistência às forças aplicadas em ângulo de 45°. Não foram encontradas diferenças significantes na força necessária para fraturar corpos de prova contendo 4 ou 6 pinos do

tipo regular, entre 4 do tipo regular e 6 ou 8 do tipo mini pino; mini pinos tendiam a curvar-se e fraturar sob pressão, enquanto o amálgama ou dente tendiam a fraturar-se quando o pino do tipo regular era utilizado.

Naressi & Araújo⁵⁶ (1985), em revista da literatura constataram que o pino rosqueável foi o mais retentivo, pinos de fricção têm valores intermediários e os cimentados possuem os menores valores retentivos, nas várias alternativas de uso levantadas.

Ainda em 1985, Van Nieuwenhuysen & Vreven⁹⁰ propuseram-se a comparar os valores retentivos de dois tipos de pinos auto-rosqueáveis Thread Mate System - TMS - Link Plus Minim dois-em-um (Whaledent) e Oralock (Oralia Dental Products), e determinar se o método de inserção (manual e com contra-ângulo) afetou sua retenção ou profundidade. Concluíram que os pinos TMS propiciaram mais retenção que os pinos Oralock; que a diferença na retenção em dentina entre os dois segmentos do TMS dois-em-um não foi significativa, e que também não foram significantes as diferenças obtidas entre a inserção mecânica e manual, tanto em retenção como na profundidade em dentina.

No intuito de comprovar se a afirmativa do fabricante procedia, Marshall et al.⁵² (1986) fizeram uso dos pinos Link Plus (Whaledent) providos de anteparo que serviriam como limitador de inserção, com um mínimo de indução de forças na dentina. Em molares humanos extraídos, fixados em formol à 10%, realizaram

desgaste oclusal para obtenção de superfície plana e lisa em dentina, onde foram feitos os orifícios e rosqueados os pinos. Da análise dos resultados puderam afirmar que os anteparos, provavelmente por terem quase o mesmo diâmetro do pino, não funcionaram nem como auto-limitador de inserção, nem na baixa proporção de rachadura induzida em dentina.

Newsome & Youngson⁵⁷ (1987), em levantamento de 429 casos de pinos colocados por professores e alunos de uma universidade da Inglaterra, procuraram identificar a natureza e incidência das complicações associadas com a retenção dos pinos, descobrir a provável causa destas complicações e determinar como tais complicações são solucionadas na prática clínica. Verificaram que 80 (19%) dos casos apresentaram problema, ocorrendo complicações durante o preparo dos orifícios, como fratura da broca (3) ou suspeita de penetração pulpar (3), e durante a inserção dos pinos, como pino solto (55) ou penetração inadequada (9) no orifício, penetração pulpar (4), perfuração periodontal (3) e fratura do dente (3). Concluem que pino retentivo é extremamente *técnica-sensível*, com a experiência do profissional influenciando muito no resultado.

A influência de pinos de titânio na resistência à fratura e retenção do amálgama foi comparada à dos pinos de aço inoxidável por Brackett & Johnston¹⁶ (1989), usando um controle sem pinos. Nesse estudo, a resistência à fratura por forças de compressão não foi significativamente afetada por qualquer dos pinos avaliados e, pinos de aço inoxidável com 1,5 mm em

amalgama, promoveram retenção aproximadamente igual à da dentina, com os mesmos pinos. Os valores obtidos de resistência à fratura compressiva sugerem que o amalgama com alto teor de cobre não é enfraquecido pela presença de um pino, carecendo de comprovação clínica.

Webb et al.⁹³ (1989) desenvolveram um método de exame de análise tri-dimensonal para comparar os padrões de fratura decorrentes da inserção de 4 diferentes diâmetros de pinos auto-rosqueáveis. Os autores comprovaram a eficácia da técnica na observação das fraturas, e que os pinos TMS (Whaledent) do tipo Regular e Minim (diâmetros maiores) com orifício de 2 mm de profundidade, provocaram a maior incidência de fratura da dentina, sendo que o Regular induziu fraturas na dentina com comunicação pulpar.

A força necessária para remover três tipos de pinos auto-rosqueáveis TMS Minuta, Minikin e Minim, série Link (Whaledent) de dois tipos de ligas de amalgama e o comprimento ideal para retenção foram estudados por Podshadley⁶⁹ (1990). Dez corpos de prova de cada pino com as ligas de amalgama de prata com alto teor de cobre Tytin (Kerr) e Dispersalloy (Johnson & Johnson) foram confeccionados e testados. A força requerida para remover cada pino foi determinada e a média de cada grupo dos dez corpos de prova foi calculada. Os resultados indicaram que o comprimento ideal para retenção dentro do amalgama foi de 2 a 2,5 mm, e que a força necessária para remoção dos vários tipos de pinos está na dependência da resistência da liga.

Um fator necessário para o sucesso clínico de pinos é a adequada retenção em dentina; com a finalidade de testar a resistência e retenção fornecida por nove diferentes sistemas de pinos, Burgess & Summitt²⁰, em 1991, idealizaram esta pesquisa. Superfícies planas em dentina foram obtidas em molares hígidos extraídos e os pinos selecionados com diâmetro em torno de 0,6 mm. Para os testes de resistência compressiva, cada dente recebeu seis pinos de cada sistema, com orifícios realizados pela broca fornecida pelo fabricante, seguido da condensação do amálgama, manual e mecanicamente. Para o teste de retenção, quatro pinos foram inseridos em cada molar, sendo dez pinos de cada sistema. As maiores resistências foram obtidas com os sistemas TMS Minim e Link Plus (Whaledent), com pinos de aço inoxidável, ao passo que os maiores valores retentivos foram obtidos com sistema PPS (Brasseler), em liga de titânio, e com o sistema TMS Minim, em aço inoxidável.

A reconstrução de dentes severamente destruídos por cárie ou fratura representa um dos maiores problemas para o clínico. Pashley et al.⁶⁴ (1991) propuseram-se a avaliar a resistência retentiva em testes de cisalhamento e a permeabilidade da dentina em reconstruções com amálgama (Dispersalloy - J&J), em terceiros molares extraídos, cujas coroas foram seccionadas em forma plana ao nível de dentina. As formas de retenção foram *slot* circunferencial com broca 33½ cone-invertido no limite amelo-dentinário, 4 pinos auto-rosqueáveis Link Plus (Whaledent) e o adesivo Amalgambond (Parkell). Não houve diferença

estatisticamente significativa entre os três grupos com relação à permeabilidade antes ou após termociclagem; a inserção do amálgama reduziu a permeabilidade em todos os grupos. Os testes de resistência ao cisalhamento em ângulo de 90° revelaram uma diferença significativamente maior no grupo com pinos (10,3 MPa) contra valores que não diferiram estatisticamente nos dois outros grupos (*slot*- 4,1 e adesivo- 3,1 MPa).

Podshadley & Storey⁷⁰ (1991) tiveram como intuito verificar se existia diferença na retenção de pinos quando os orifícios eram realizados com baixa-rotação convencional ou com dispositivo de redução, e diferenças na fratura de brocas entre os dois métodos. Molares hígidos conservados em solução de formol 10%, cortados horizontalmente para expor superfície plana de dentina, foram utilizados para abertura dos orifícios com os dois modos propostos e inserção de pinos TMS Minim pins (Whaledent), num total de 50 pinos para cada variável. Dos resultados puderam inferir que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois tipos de aparelhos, sendo que houve maior perda de brocas quando a redução foi utilizada. Os autores recomendam, pela facilidade de uso, o baixa rotação convencional.

Visto que os pinos não se unem quimicamente ao material restaurador, Tjan et al.⁸⁵, em 1992, utilizaram dois sistemas adesivos, Panavia Ex (Kuraray Co) e Cover-Up II (Parkell), com propriedade de adesão tanto aos compósitos como ao amálgama, na tentativa de aumentar a resistência à fratura de

núcleos com estes materiais. Dois tipos de pinos auto-rosqueáveis foram incluídos neste estudo: pino de aço inoxidável folheado a ouro TMS (Whaledent) e pino de titânio Filpin (Vivadent). Para eliminar as variabilidades causadas pela diferença no tamanho e propriedades físicas, foram confeccionados 160 dentes molares em resina acrílica, divididos em 16 grupos. Dos resultados dos testes os autores puderam concluir que o uso de pinos enfraquece significativamente tanto os núcleos de resina como os de amálgama; todos os tratamentos aplicados sobre os pinos TMS aumentaram a resistência à fratura dos núcleos de amálgama, ao passo que somente o Cover-Up II conferiu resistência maior com pinos Filpin sob amálgama e resina composta, e a resistência à fratura foi maior com os núcleos de resina que com os de amálgama.

Como a fixação dos pinos auto-rosqueáveis está diretamente relacionada com a precisão dos orifícios abertos para recebê-los, Van Niewenhuysen & Vreven⁹⁰ (1992) preocuparam-se em avaliar a eficácia de duas técnicas de abertura dos orifícios, mediante a mensuração da força de tensão utilizada para remover pinos da dentina. Orifícios de dimensão alterada resultantes do processo de abertura são causa comum da diminuição da resistência de fixação de pinos. Dentes molares humanos hígidos, com dentina exposta por oclusal, receberam orifícios a 0,5 mm da junção amelo-dentinária, em dentina, com broca regular provida de limitador de profundidade e, em outros, os orifícios foram feitos em dois estágios: uma broca de menor tamanho é utilizada

primeiro, seguida do uso da regular. Todas as brocas foram fornecidas pelo fabricante. Pinos TMS Regular (Whaledent) foram inseridos manualmente e submetidos à forças de tensão até completa remoção do interior da dentina. Os resultados obtidos denotam a superioridade da técnica em dois estágios, pelo aumento da precisão dos orifícios, com maiores forças sendo necessárias para remoção dos pinos fixados por esta modalidade de abertura.

Em revisão da literatura sobre pinos autorosqueáveis, Papa et al.⁶³ (1993) enfocam as variáveis que envolvem seu uso e suas perspectivas. *Material*: o material de eleição dos pinos é o aço inoxidável, embora outros materiais tenham sido testados. *Brocas*: as brocas podem ser de um estágio, mais baratas e mais fáceis de fraturar, ou de dois estágios, mais dispendiosas porém mais fortes, que propiciam orifícios mais precisos, e menos propensas à fratura. Podem ser com *limitador de profundidade* em forma de ombro (ineficazes) ou não. A indução de rachaduras na dentina foi associada ao uso de brocas sem corte, embotadas. *Orifício*: a abertura irregular, cônica ou mesmo de maior dimensão, influencia a capacidade retentiva do pino, diminuindo-a. *Aquecimento*: o aumento da temperatura pode estar relacionado com a profundidade do canal, velocidade de rotação durante o preparo e com o diâmetro da broca. Este inconveniente pode ser minimizado com profundidade limitada a 2 mm e pinos com menor diâmetro possível. Se houver necessidade de redução em altura do pino, esta deve ser feita em

alta-velocidade com refrigeração ar-água em abundância. *Local e profundidade*: a retenção não é aumentada com profundidades superiores a 2 mm em dentina, devendo a colocação ser de 0,5 a 1 mm para dentro do limite amelo-dentinário em local que tenha pelo menos 2,5 vezes a espessura do pino, em dentina, de preferência próximo aos ângulos. *Tensão e rachaduras*: uma distância entre pinos de 3 a 5 mm é recomendável, bem como pinos de diâmetro reduzido. *Dobramento dos pinos*: pinos podem ser vergados para diminuir sua altura ou aumentar a retenção da restauração, havendo controvérsias entre as consequências deste procedimento. *Perfuração da polpa*: recomenda-se que o orifício seja ocupado por pino estéril e introduzido com hidróxido de cálcio, para auxiliar na reparação e minimização da resposta inflamatória. *Perfuração lateral*: o tratamento é determinado pelo nível em que ocorreu a perfuração em relação ao osso alveolar: se ocorrer supra-óssea, se possível, o pino deve ser recolhido para 0,5 mm da superfície lateral e o orifício selado com resina composta ou amálgama, ou ainda seccionado e polido ao mesmo nível da superfície do dente; se for infra-óssea, em casos assintomáticos, não é necessário tratamento ou quando uma patologia é evidente, um retalho deve ser levantado e o excesso de pino aparado. *Microinfiltração*: os autores concordam que o uso de pinos aumenta a microinfiltração em restaurações de amálgama, sendo que o verniz cavitário é preconizado para eliminação do problema. *Material restaurador*: os pinos enfraquecem a restauração de amálgama; amálgama com pinos

fraturam sob forças de 15 a 20% menores que as com restaurações sem pinos; fraturas iniciam no local dos pinos, ao passo que sem pinos, a fratura inicia-se no local de aplicação das forças; que o pino rosqueável foi o mais retentivo tanto com amálgama como com compósitos. *Alternativa aos pinos*: orifícios em dentina preenchidos com amálgama, denominados amalgapin, foram sugeridos como alternativa aos pinos, não oferecendo a mesma resistência destes em reconstruções, porém têm indicação em espaços interoclusais diminuídos. *Amálgama adesivo*: com evidentes vantagens como não necessidade de meios outros de retenção, conservação e reforço da estrutura remanescente do dente, embora os autores alertem sobre a necessidade de pesquisas clínicas que corroborem estes resultados laboratoriais; enquanto estas pesquisas de acompanhamento clínico não confirmam a utilidade dos métodos alternativos, pinos permanecem como uma técnica efetiva e pouco dispendiosa para auxiliar na restauração de dentes com pouca estrutura remanescente.

2.2 Amalgapin

Amalgapin é uma técnica que caracteriza-se por orifícios executados em dentina, preenchidos pela condensação do amálgama, formando *pinos de amálgama*, buscando-se retenção e resistência. Foi proposta por Shavell⁷⁵, em 1980, visando eliminar as desvantagens da utilização de pinos e fornecer uma técnica

simples, mais econômica e que demandasse um tempo menor para a realização.

Seng et al.⁷⁴ (1980) compararam as qualidades retentivas e resistência ao deslocamento entre reconstruções com pinos rosqueáveis e amalgapins, em molares humanos extraídos e seccionados por oclusal originando superfície plana. Um grupo com 3 pinos serviu de controle para reconstruções com 3, 4 e 5 amalgapins. Os autores observaram resultados similares na força necessária para fratura da restauração com o mesmo número de pinos e amalgapins, concluindo que o uso clínico desta técnica é exequível, fácil, rápida e econômica.

Com o propósito de avaliar por meio de testes a profundidade de penetração, porosidade, resistência e conservação da estrutura dentária e, ainda, comparar os resultados com pino auto-rosqueável, Leach et al.⁴⁷ (1983) realizaram amalgapins em molares humanos extraídos, usando duas ligas de amálgama diferentes (partícula esférica e convencional) e condensação manual e mecânica. Concluíram que a resistência ao cisalhamento foi 3 vezes menor nas reconstruções com amalgapin, comparada à realizada com pinos; que o volume ocupado pelo orifício do amalgapin é duas vezes maior que o do pino TMS Regular (Whaledent), portanto uma técnica menos conservadora; que não houve diferença na porosidade entre os dois tipos de ligas, e que a condensação mecânica é insatisfatória, não preenchendo o orifício totalmente.

Davis et al.²⁷ (1983) compararam a resistência à

fratura de restaurações de amálgama usando três procedimentos retentivos diferentes. Molares humanos extraídos tiveram as coroas desgastadas em recortador de modelo de gesso até 3 mm acima da junção amelo-cementária, obtendo-se superfícies planas que receberam 4, 6 e 8 amalgapins. Os outros procedimentos retentivos foram com pinos auto-rosqueáveis TMS (Whaledent) sendo 4 do tipo Minim e 6 ou 8 do tipo Regular. A força aplicada incidiu em 45° sobre os corpos de prova. Com base nos resultados os autores concluíram que os corpos de prova que receberam 4 Minim apresentaram significativamente menos resistência que a obtida com as outras variáveis, e que, não houve diferença estatisticamente significativa na resistência entre 6 ou 8 pinos Regular ou 4, 6 ou 8 amalgapins. Isto é, 4 amalgapins promoveram tanta resistência como 6 ou 8 amalgapins e tanto quanto 6 ou 8 pinos do tipo Regular.

Villela et al.⁹² (1985), em apresentação de caso clínico de grande destruição coronária solucionado com restauração de amálgama com amalgapin como procedimento retentivo, tecem considerações à respeito das vantagens da técnica aliada às desvantagens de uma restauração metálica fundida, por exemplo, onde as dificuldades técnicas e clínicas aliam-se ao fator econômico. Os autores concluem que o acompanhamento de casos clínicos comprovando a eficácia desta técnica pode auxiliar sobremaneira o profissional, pela simplificação dos passos operatórios que envolvem restaurações deste tipo.

Para determinar a resistência à tensão de extensas

restaurações de amálgama, Plasmans et al.⁶⁵ (1986) utilizaram procedimentos retentivos como *slot* com broca cone-invertido, localizado nos quatro ângulos dos dentes, *slot* circunferencial, quatro pinos auto-rosqueáveis nos ângulos e amalgapin, com orifícios realizados também nos quatro ângulos com broca cilíndrica. As reconstruções foram executadas em molares humanos hígidos extraídos, cujas superfícies oclusais foram reduzidas expondo superfície dentinária plana onde realizaram-se os vários procedimentos retentivos, num total de 16 corpos de prova. Sob as condições deste estudo puderam concluir que não houve diferença significativa na resistência à tensão entre pinos auto-rosqueáveis e *slot* circunferencial; houve diferença significativa entre pinos e *slot* localizado e entre pinos e amalgapins, sendo que os pinos apresentaram resultados significativamente maiores, o que levou os autores a sugerirem cuidado na indicação de reconstruções com *slots* localizados ou amalgapin.

Baratieri et al.⁵ (1987) relatam o emprego da técnica do amalgapin em grandes reconstruções com amálgama no sentido de divulgá-la, apregoando suas vantagens em relação ao uso de pinos retentivos e tecendo considerações sobre suas desvantagens. Com 48 casos resolvidos com sucesso, os autores concluem que a técnica do amalgapin apresenta, antes de tudo, um caráter de fundo social, por ter menor custo que as demais soluções em tais casos clínicos.

Em restaurações de amálgama extensas, os meios auxiliares de retenção amalgapin, *slot* localizado e *slot* circunferencial foram comparados com pinos auto-rosqueáveis TMS Minim (Whaledent) por Plasmans et al.⁶⁷, em 1987. Os corpos de prova constituíram-se de 48 dentes humanos hígidos extraídos, onde as variáveis nos procedimentos retentivos foram utilizadas e submetidas a forças no sentido transversal, oblíquo e axial. Na análise dos resultados verificaram que os pinos auto-rosqueáveis apresentaram a média de resistência mais alta, sendo que mais da metade das fraturas ocorreu na estrutura do dente, ao passo que nos demais procedimentos retentivos, as falhas ocorreram na interface material restaurador-dente. A aplicação de força axial resultou nos maiores valores, porém não selecionou o melhor método. Das forças transversas e das oblíquas obtiveram que o *slot* localizado e amalgapin foram significativamente mais fracos que pinos auto-rosqueáveis e *slot* circunferencial. Os autores concluem que, como a quantidade de força aplicada numa única restauração na boca não é exatamente conhecida, os métodos que forneceram bons resultados, não necessariamente tão altos como os dos pinos, provavelmente vão ser bastante satisfatórios clinicamente, e que a decisão deve basear-se também na facilidade de manipulação, características das falhas e custo do procedimento.

Plasmans et al.⁶⁸, ainda em 1987, pesquisaram *in vitro* a influência em reconstruções com amálgama sob quatro preparos diferentes, retidas com auxílio de amalgapins e sulcos,

sob a aplicação de forças externas. Com base nos resultados os autores concluíram que, como todos os corpos de prova falharam sob forças acima de 800 N, bem acima das normalmente encontradas na cavidade bucal, as reconstruções poderiam ser clinicamente bem sucedidas.

Roddy et al.⁷² (1987) compararam a resistência à fratura de restaurações retidas por amalgapins em diversas profundidades e diâmetros quando submetidos a forças incidindo em ângulo de 45°. O estudo também avaliou o efeito do biselamento na entrada dos orifícios preparados e a adaptação do amálgama com condensação manual e mecânica. Foram preparados 40 dentes molares humanos extraídos, desgastados num tamanho padrão, divididos em 4 grupos, sendo 3 de amalgapins com profundidade de 1, 2 e 3 mm e orifícios preparados pelas brocas números 1157, 330 e 37 (S S White), respectivamente; o 4º grupo, usado como controle, teve instalados 4 pinos TMS Minim (Whaledent), cujos orifícios foram preparados com broca fornecida pelo fabricante. As averiguações indicaram que os pinos promoveram a maior resistência, não sendo significativa a diferença entre as médias de forças obtidas com amalgapins a 1, 2 ou 3 mm de profundidade, bem como não foram significantes as médias entre os vários diâmetros e entre biselados ou não. A condensação manual foi superior à mecânica, embora a adaptação às paredes tenha sido deficiente em ambos os processos. Os autores salientam que, a despeito do método de retenção empregado, as médias de forças obtidas seriam

suficientes para resistir às forças normalmente encontradas na cavidade bucal.

Em revisão da literatura à respeito de procedimentos retentivos em grandes reconstruções de amálgama, Robbins et al.⁷¹ (1989) sugerem que, embora não fixas, existem indicações para cada procedimento de retenção e resistência. Amalgapín e *slot* circunferencial têm maior indicação em dentes com coroa clínica curta e em cúspides que tenham que ser rebaixadas de 2 a 3 mm para serem recobertas por amálgama; muito cuidado tem que ser tomado no momento de remoção da matriz pela possibilidade de fratura. Pinos retentivos fornecem excelente resistência e retenção, colocados a 0,5 mm da junção amelo-dentinária, com 2 mm no interior da dentina e 2 mm no interior do amálgama; no entanto, consideram riscos inerentes à inserção, rachaduras da estrutura do dente, perfuração da polpa ou periodonto e enfraquecimento da restauração sobre os pinos. Outros recursos retentivos também são discutidos e as combinações entre eles podem constituir vantagem sobre a retenção e a resistência.

Zangirolami et al.⁹⁸, em 1989, estudaram a resistência à fratura de restaurações extensas de amálgama retidas com número igual de pinos rosqueáveis (TMS *minim* e *regular* - Whaledent) e amalgapins, sob ação de forças incidindo a 45°, após 24 h com termociclagem e 72 h, sem termociclagem. Os resultados mostraram uma resistência mecânica superior com o uso de amalgapins, sob todas as variáveis testadas. Os autores

salientaram também, que todas as forças resultantes destes testes foram superiores aos valores das forças que incidem normalmente sobre os dentes durante a mastigação.

Andrade et al.³ (1991), propuseram-se a avaliar a resistência à tensão de núcleos de amálgama retidos com amalgapins, com e sem cúspides remanescentes sob coroas cimentadas. Foram selecionados 40 molares humanos extraídos, divididos em 4 grupos, sendo que no Grupo A não existiam cúspides e os dentes receberam 6 amalgapins; Grupo B sem cúspides e com 4 amalgapins; Grupo C, com 2 cúspides e 2 amalgapins sob as cúspides ausentes; Grupo D, 1 cúspide e 3 amalgapins sob as cúspides ausentes. Sobre todas as reconstruções foram cimentadas coroas totais de liga cobre-alumínio, submetidas aos testes após 72 horas. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à tensão entre coroas cimentadas sobre núcleo com 4 ou 6 amalgapins, sem cúspides remanescentes, e também naquelas cimentadas sobre núcleo retido por 2 ou 3 amalgapins, com 1 ou 2 cúspides remanescentes. O número de amalgapins e de cúspides remanescentes não teve influência na resistência à tensão de coroas cimentadas e, em todos os grupos testados, as falhas ocorreram predominantemente na área de cimentação, com as coroas deslocando-se do núcleo.

Busato & Baldissera²¹ (1991) estabeleceram comparações entre restaurações diretas com amálgama retido por amalgapins e restaurações metálicas fundidas. A prótese unitária,

por ser indireta, é mais onerosa e envolve inúmeros passos críticos que vão desde a moldagem até a fundição, resultando em desajustes, além da inconveniência da solubilidade do cimento que leva à diminuição do vedamento marginal expondo área preparada. Por outro lado, a técnica do amalgapín, já bem utilizada pelos autores (mais de 150 restaurações, sendo que 50 delas com acompanhamento de 4 anos), é uma conduta confiável e viável, recomendada para dentes amplamente destruídos, onde estaria indicada uma reconstrução com pinos, mais cara, ou ainda, uma restauração metálica fundida, que parece estar caindo em desuso, não só pela questão financeira como também pela questão do vedamento marginal.

Certosimo et al.²⁴ (1991) tiveram como propósito determinar a resistência transversa de grandes restaurações de amálgama retidas com amalgapins de diferente diâmetro e número. Foram utilizados dentes molares humanos hígidos, em número de 50, desgastados por oclusal expondo plataforma de dentina para realização de 1, 2, 3 ou 4 orifícios para amalgapins, com brocas de diâmetro diferentes, de 1,0 e de 1,4 mm. Os resultados evidenciaram que a resistência transversa apresentou-se aumentada com aumento do número e diâmetro dos amalgapins, bem como com amalgapins menores, porém em maior número. O tipo de fratura mais frequente foi na interface dente-amálgama, com a disposição dos amalgapins - configuração geométrica - exercendo efeito sobre a resistência; enfatizaram a necessidade de mais estudos a respeito.

O efeito da distribuição ou agrupamento de pinos TMS Regular (Whaledent) e amalgapins foi estudado por Summitt et al.⁸³ (1994), bem como a resistência à fratura sob forças incidindo a 45 e 90°. Os 80 molares humanos selecionados foram divididos em 8 grupos, com média de tamanhos iguais, cujas superfícies oclusais foram aplainadas expondo dentina onde foram realizados os orifícios para pinos e amalgapins, agrupados ou distribuídos pela superfície. As reconstruções com amálgama Valiant PhD (Caulk) foram submetidas aos testes sob as angulações diferentes. Os autores relatam que procedimentos retentivos têm sido úteis em complexas restaurações com amálgama como alternativa às incrustações metálicas fundidas, mas a comprovação clínica faz-se necessária para determinar a efetividade de tais procedimentos. Da análise dos resultados constataram que os pinos promoveram significativamente mais resistência que amalgapins em ambos os ângulos testados; que a 45°, a disposição de pinos e amalgapins não influiu nos resultados e que, a 90° a resistência foi maior com pinos distribuídos que agrupados, permitindo que se conclua que é mais recomendável a distribuição dos procedimentos retentivos uniformemente por todo o preparo que agrupá-los.

2.3 Adesivos

A odontologia adesiva teve início com o trabalho pioneiro de Buonocore¹⁹, que em 1955 obteve uma maior retenção

de materiais acrílicos em esmalte e dentina de dentes humanos extraídos, mediante aplicação dos ácidos oxálico fosfomolibdico e ácido fosfórico 85%; posteriormente, devido aos resultados encorajadores, repetiu o experimento *in vivo*. Foram utilizadas superfícies vestibulares de incisivos superiores e inferiores (ocasionalmente, molares e pré-molares) de voluntários, onde fixaram-se gotas de resina acrílica (polidas com discos de lixa) com e sem condicionamento. Verificou que das superfícies não condicionadas pelos ácidos, a resina soltou-se sozinha e que, das condicionadas, tinha que ser removida mecanicamente, requerendo considerável força. Supôs o autor que, entre outros fatores, este aumento da adesão poderia ter sido obtido por um aumento da área de superfície e exposição da estrutura orgânica do esmalte pela ação dos ácidos, formando uma rede onde a resina penetrou (retenção mecânica), como também exposição de superfície mais reativa sub-superficial e adsorção de grupos fosfatos altamente polarizados (provável adesão química).

Após esta constatação, as atenções dos pesquisadores voltaram-se para o desenvolvimento de novos materiais adesivos e de técnicas que permitissem a adesão à dentina.

Na tentativa de aumentar a resistência adesiva entre a dentina e resina auto-polimerizável, Bowen¹⁰ (1965) testou *in vitro* um agente de união, produto da reação de adição de N-fenil glicina e glicidil metacrilato (5%) em etanol - NPG-GMA, além de outros produtos como controle. Os resultados revelaram uma

média de resistência adesiva bastante significativa (entre 10,5 e 22,5 kg/cm²) se comparada com a obtida com os outros materiais utilizados (de 0 a 1,4 kg/cm²).

Em pesquisa subsequente, Bowen¹¹ (1965) verificou se os valores de resistência adesiva entre a resina acrílica e a dentina poderiam ser aumentados pelo pré-tratamento com ácido ou base diluídos, seguidos de lavagem e secagem da superfície antes da aplicação de NPG-GMA, o que resultou em maiores valores de adesão *in vitro* (66,8 kg/cm²).

A seguir Bowen¹² (1965) pesquisou, também *in vitro*, o cruzamento do pré-tratamento com solução aquosa de hidróxido de sódio e NPG-GMA em várias concentrações, bem como novas formulações de resina contendo partículas de sílica fundida como carga, tratada com vinilsilano. Esta resina apresentou maior resistência adesiva que a de controle, e o pré-tratamento com EDTA (solução de diaminoetileno tetracético) neutralizado com hidróxido de sódio seguido da aplicação do agente de união NPG-GMA resultou em significativo aumento das forças de adesão ao esmalte (77,4 kg/cm²) e dentina (54 kg/cm²).

A meta da adesão também em dentina levou Fusayama et al.³⁵, em 1979, a desenvolverem uma técnica de mensuração da capacidade de adesão, sem pressão, de uma resina recentemente introduzida denominada Clearfil Bond System-F (Kuraray Co) comparada com outras três resinas compostas já em uso. Constataram que o material era adesivo tanto em esmalte como em dentina, cariada ou não, e que o condicionamento ácido

aumentava a adesão também à dentina.

Bowen et al.¹⁵ (1982), na tentativa de aumentar a resistência adesiva, utilizaram o oxalato férrico aplicado sobre a dentina e verificaram que este dissolvia os cristais de fosfato de cálcio formando precipitados insolúveis que se depositavam sobre a malha de colágeno, formando uma camada de poros solidificados sobre a qual aplicaram-se as soluções em acetona de NPG-GMA (N-fenilglicina e glicidil meta-crilato) ou NTA-GMA (N-(p-tolil)glicina e glicidil metacrilato) como *primers*. Utilizou como adesivos o PMDM (produto da reação de adição do ácido pirometilico dianidro e 2-hidroxietyl metacrilato) e o 4-META (4-metacriloxietiltrimetacrilato anidro). O pré-tratamento com oxalato férrico + NTG-GMA + PMDM precedendo a aplicação da resina composta deu os melhores resultados *in vitro* (13,5 MPa para esmalte e 13,1 MPa para dentina). Os autores concluíram com a observação, que uma avaliação da compatibilidade biológica deve preceder a prática clínica de tais procedimentos.

Os melhores resultados até então obtidos com adesão *in vitro* decorreram de pesquisa realizada por Bowen & Cobb¹⁴, em 1983, utilizando o oxalato férrico para tratar a dentina associado ao NTG-GMA, seguido de acetona e o adesivo PMDM. Os resultados foram comparados com os da técnica do condicionamento com ácido fosfórico a 30%, com utilização de resina composta com carga pressionada sobre as superfícies tratadas. Os resultados mostraram um aumento da resistência adesiva com o método proposto, com fraturas coesivas em

dentina, mínima microinfiltração marginal e um aparente selamento dos túbulos dentinários, sugerindo um potencial uso em hipersensibilidade dentinária, erosão cervical e cárie de raiz, entre outros. Os autores advertem que a resposta pulpar ao condicionamento da dentina e outros aspectos de biocompatibilidade precisam ser estabelecidos antes da utilização clínica.

Num levantamento do estado atual dos materiais restauradores de adesão à dentina nos Estados Unidos, Bowen¹³ (1985) relata que, felizmente, após duas décadas de esforços desenvolveu-se um método que leva a uma união adesiva bastante resistente entre a resina composta e a dentina e o esmalte, *in vitro* (140 kg/cm²). O procedimento consiste na aplicação do oxalato férrico, solução ácida que faz o condicionamento da dentina e do esmalte, removendo também a *smear layer* (camada de detritos resultante do preparo), seguido da aplicação de uma solução de acetona, e mais qualquer um destes três compostos, todos efetivos: NPG-GMA, NTG-GMA ou NPG. A seguir utiliza-se uma solução a 5% de PMDM em acetona, que se evapora ficando uma fina camada do monômero PMDM (agente adesivo). A resina composta com carga, pressionada e polimerizada sobre o adesivo, forma os corpos de prova que são mantidos em água até os testes, que resultam numa resistência adesiva bastante grande. O autor conclui que a adesão durável entre compósitos e esmalte e dentina pode minimizar o preparo que enfraquece a coroa remanescente do dente, constituindo portanto, um procedimento conservador,

reduzindo o tempo dispendido no tratamento com menor fadiga para o profissional e maior conforto para o paciente.

Embora as restaurações também em dentes posteriores com resina composta utilizando-se sistemas adesivos estejam sendo usadas, é pouco provável que venham substituir totalmente o amálgama de prata num futuro próximo. Como o amálgama não é adesivo às estruturas dentárias, permitindo microinfiltração, Shimizu et al.⁷⁶ (1986) propuseram-se a tentar obter esta adesão através da aplicação de três tipos de fluoretos, dois tipos de cimento de ionômero de vidro e dois tipos de adesivos resinosos, em várias combinações sobre dente bovino. A resistência adesiva ao cisalhamento entre o amálgama e o dente bovino, com a utilização das variáveis citadas, permitiu concluir que o amálgama adere ao dente com o uso do adesivo atingindo de 90 a 102 kg/cm²; de 13 a 65 kg/cm² com a utilização dos fluoretos e adesivos, e da combinação do adesivo com o cimento de ionômero de vidro, a resistência adesiva ao cisalhamento ficou entre 41-46 kg/cm². Estes resultados recomendam a utilização do amálgama adesivo clinicamente.

Considerando que o amálgama é frequentemente utilizado em restaurações de dentes posteriores, que a sua falta de adesão é causa frequente de infiltração e fratura marginal seguida de recidiva de cárie, Varga et al.⁹¹ (1986), utilizando os adesivos 4-META/MMA-TBB (4-metacriloxietil trimetacrilato, metilmetacrilato e tri-n-butil borano) e Panavia Ex, propuseram-se a avaliar *in vitro* microinfiltração e resistência adesiva ao

cisalhamento do amálgama adesivo ao esmalte. As variáveis para avaliar microinfiltração foram: preparos cavitários Classe I em molares e pré-molares, com condicionamento do esmalte e aplicação dos adesivos, sem condicionamento e com aplicação dos adesivos e restauração sem condicionamento e sem adesivo, submetidos a solução corante de fucsina. Para os testes de cisalhamento foram utilizadas superfícies vestibulares de incisivos, preparadas com lixa de granulação 200 e 400, obtendo área plana com diâmetro de 5 mm, delimitada por fita adesiva e matriz de teflon, cujas variáveis foram: condensação sem adesivo e sem condicionamento, com condicionamento e com o adesivo (4-META/MMA-TBB) estocados em água por 1 dia e com condicionamento e com adesivo estocados em água por 1 mês. Os resultados evidenciaram que não ocorreu microinfiltração com o uso de adesivos com ou sem condicionamento, ao passo que o controle exibiu acentuada infiltração marginal. A resistência ao cisalhamento foi bastante significativa em 1 dia (13,4 MPa) e 1 mês (17,7 MPa), sendo que todos do grupo controle soltaram-se antes do teste. Os autores concluem que ambos os adesivos são eficientes na prevenção da microinfiltração; que o 4-META adere ao amálgama e aos tecidos do dente, ao passo que o Panavia Ex possui um grau muito alto de escoamento sob pressão, mas que adere ao amálgama.

Com o desenvolvimento de sistemas adesivos eficientes ao esmalte e dentina, Staninec & Holt⁸¹ (1988), visando superar as duas maiores desvantagens das restaurações de

amálgama, falta de adesão à estrutura dentária e infiltração marginal, realizaram desgastes em esmalte, com lixa de granulação 600, de pelo menos 5 mm de diâmetro em superfícies vestibulares e linguais de molares humanos hígidos e, para obtenção de superfícies dentinárias, o desgaste foi feito por oclusal. Uma fita com orifício de 5 mm foi aderida sobre as superfícies preparadas e procedeu-se ao condicionamento com ácido fosfórico gel a 37% nos corpos de prova com Panavia (Kuraray Co); nos do grupo controle, não condicionados, utilizou-se verniz Copal, seguido da condensação imediata da liga de amálgama Tytin (Sybron/Kerr). Permaneceram por 24 h em água à temperatura ambiente e procederam-se aos testes de tensão. Para os testes de microinfiltração, cavidades de Classe V foram preparadas sob refrigeração ar-água com broca carbide número 58, em alta velocidade; num lado utilizou-se verniz Copal pincelado sobre as paredes do preparo, e do lado oposto cimento adesivo Panavia, seguido da condensação do amálgama e cobertura com Oxiguard para polimerização sem oxigênio. Procedeu-se à ciclagem térmica e imersão no corante fucsina básica. Dos resultados depreenderam que é possível unir o amálgama ao esmalte e à dentina por meio do cimento adesivo Panavia e que os resultados com o verniz Copal equivaleram a zero. A microinfiltração apresentou-se bastante diminuída nos corpos de prova com Panavia, quando comparada ao verniz Copal e ao sem forramento. Concluíram que esta técnica pode ser utilizada clinicamente com vantagens para o preparo cavitário,

resistência a fratura e cáries recorrentes. Estas propriedades, bem como as variáveis que afetam a adesão, precisam de estudos posteriores.

Visto que, da remoção do processo carioso não resulta forma de resistência e retenção para restaurações com amálgama, principalmente em lesões interproximais, Staninec⁸⁰ (1989) propôs-se a comparar as forças necessárias para deslocar as restaurações feitas em preparos cavitários Classe II padronizados, em terceiros molares superiores extraídos. As variáveis compuseram 4 grupos: Grupo 1- restauração do preparo padrão; Grupo 2- preparo padrão + restauração com base de cimento de ionômero de vidro + adesivo (Panavia- Kuraray Co.); Grupo 3- preparo padrão + sulcos nas proximais; Grupo 4- preparo padrão + cauda de andorinha na oclusal. Obteve como média de forças necessárias para o deslocamento, em kg: Grupo 1- 3,2; Grupo 2- 33,4; Grupo 3- 9,7 e Grupo 4- 18,6. Estes resultados permitiram concluir que a técnica do amálgama adesivo foi mais eficiente na prevenção do deslocamento da restauração às forças oclusais simuladas que as retenções tipo sulco e cauda de andorinha.

Lacy & Staninec⁴⁶ (1989), tecem considerações sobre as formas de retenção do amálgama, como paredes paralelas, preparo em forma de caixa, cauda de andorinha, sulcos, entre outras. Tais preparos, embora considerados *conservadores*, frequentemente removem estrutura dental saudável, não relacionada ao dano em si, em busca das formas de resistência e

retenção. Outro problema é a infiltração marginal logo após a inserção. No sentido de minimizar as decorrências do desgaste excessivo do preparo convencional e a microinfiltração inicial, os autores apresentaram a técnica do amálgama adesivo, descrita passo-a-passo, com forramento de ionômero de vidro, seguindo as orientações dos fabricantes. Concluíram os autores que o progresso nas pesquisas a respeito podem vir a alterar a técnica apresentada, e que o desempenho clínico precisa ser avaliado ao longo do tempo, mas consideram as perspectivas promissoras.

Considerando que da infiltração marginal em restaurações com amálgama podem resultar manchas nas margens, irritação pulpar e recidivas de cárie, Torii et al.⁸⁶, em 1989, propuseram-se a testar a resistência à cárie recorrente em restaurações de amálgama com e sem camada de adesivo. Realizaram preparos cavitários Classe V padronizados em molares hígidos extraídos, restaurando um grupo com Panavia Ex - Kuraray Co. e outro sem adesivo, deixando os corpos de prova em meio com sacarose e *S. mutans* por 5 semanas, obtendo formação de cárie artificial na parede oclusal em 3 das 14 restaurações com adesivo e em 10 das 14 sem adesivo. Na parede gengival onde o esmalte é menos espesso, 13 das 14 restaurações com adesivo apresentaram lesões e 14 das 14 restaurações sem adesivo também, sendo que a média da profundidade de penetração do corante foi bem menor nas restaurações intermediadas por adesivos. Concluíram os autores que a técnica do amálgama adesivo foi efetiva na inibição do progresso da lesão

nas paredes cavitárias acima do limite amelo-cementário.

Beech et al.⁸ (1991) propuseram-se a avaliar se o comportamento da adesão à dentina variava significativamente após a extração do dente, com o propósito de averiguar a validade dos relatos sobre resistência adesiva apresentadas na literatura. Para esclarecer se o efeito do tempo pós-extração influenciava a adesão à dentina, os autores utilizaram dentes 20 minutos após sua extração colando *brackets* na dentina com o adesivo Scotchbond Self Cure (3M) mais a resina composta Clearfil (Kuraray), e com o cimento de ionômero de vidro Fuji II (G-C). Concluíram que o tempo pós-extração pode afetar significativamente a resistência adesiva à dentina, mas que o sentido e a magnitude destas alterações está na dependência do sistema adesivo utilizado. Consideraram também que, devido à grande influência destas e de outras variáveis experimentais nos resultados, fica difícil a comparação de resistência adesiva entre pesquisadores e, visto que não se pode predizer desempenho clínico em função de testes *in vitro*, o uso de dentes recentemente extraídos é provavelmente desnecessário.

Embora o amálgama tenha excelentes propriedades físicas como material de preenchimento, seu uso requer a remoção de mais estrutura saudável do dente em busca de retenção (pinos, canaletas) do que seria requerida com um material adesivo. DeSchepper et al.²⁸ (1991) tiveram como objetivo nesta pesquisa comparar a resistência de adesão do amálgama à dentina usando All-Bond (Bisco) sob 3 diferentes pré-tratamentos da dentina e

Amalgambond (Parkell) utilizado segundo as normas do fabricante. Os autores salientaram que os estudos sobre resistência adesiva têm um alto grau de variabilidade, provável resultado da inclusão de imperfeições no frágil meio de união, variação na idade da dentina ou tempo decorrido entre a extração e a utilização dos dentes. Dos resultados submetidos à análise estatística obtiveram valores para o All-Bond variando de 10-11 MPa (mínimo de 0,65 e máximo de 21,1 MPa) com fraturas adesivas e adesivas/coesivas unindo o amálgama à dentina, embora clinicamente necessite de avaliação a longo prazo. Todos os corpos de prova (n = 30) com Amalgambond soltaram-se antes dos testes.

Dos sistemas adesivos de 3ª geração, alguns possuem técnica que demanda vários passos na aplicação, o que pode complicar a utilização pelo clínico. Dickinson et al.²⁹ (1991), propuseram-se a comparar *in vitro* a resistência ao cisalhamento de cinco adesivos dentinários (um deles com aplicação de ácido fosfórico em dentina), com metodologia já utilizada por outros autores, permitindo a comparação entre os resultados. Os corpos de prova foram construídos a partir de molares hígidos extraídos e estocados à temperatura ambiente em etanol 70%, com a superfície oclusal desgastada para obtenção de um plano em dentina, com acabamento por lixa de sílica-carbide de granulação 600. Cada produto testado teve dois grupos de corpos de prova, um grupo com teste em 15 minutos após adesão e o outro com 24 horas de permanência em água destilada. Após aplicação dos

adesivos segundo orientação do fabricante aderiu-se um cilindro de resina composta Herculite XR (Kerr). Submetido a forças de cisalhamento até o deslocamento, mediu-se a resistência adesiva ao cisalhamento. Aos 15 minutos, o maior valor foi obtido com All-Bond (Bisco) e em 24 horas, com XR Bonding System (Kerr). Não houve diferença estatisticamente significativa nas médias de resistência ao cisalhamento entre Prisma Universal Bond 2 (L D Caulk), All-Bond e All-Etch (Bisco). O adesivo Mirage Bond (Chameleon Dental Products) teve as menores resistências adesivas em 15 min e 24 h, embora todos tenham apresentado desempenhos melhores que os de 1ª e 2ª geração.

A síndrome do dente trincado (também conhecido como fratura incompleta) nos dentes posteriores vem ocorrendo com frequência crescente, com diagnóstico e tratamento por vezes difícil para o dentista. O tratamento recomendado até então era restauração com recobrimento de cúspide, e Trushkowsky⁸⁸ (1991) sugere neste trabalho o amálgama adesivo, um procedimento mais conservador cuja técnica é descrita na apresentação de um caso clínico. O adesivo utilizado é o Amalgambond (Parkell) que contém a molécula adesiva hidrofílica 4-META e FeCl_3 com ácido cítrico como ativador. Este ativador remove a *smear layer* e dissolve os componentes inorgânicos da dentina expondo as fibras do colágeno nas quais o adesivo 4-META adere-se. A desmineralização não deve incluir denaturação do colágeno, o que resultaria em camada enfraquecida com diminuição na resistência de adesão. A solução de FeCl_3 à 3 %

suprime a denaturação do colágeno. O autor conclue que o amálgama adesivo, embora necessite de avaliação por um tempo maior, elimina a sintomatologia e permite um tratamento mais conservador e menos dispendioso para o paciente.

A resistência ao cisalhamento, entre a dentina de dentes permanentes e decíduos e 3 sistemas adesivos diferentes, foi avaliada *in vitro* por Bordin-Aykroyd et al.⁹ (1992), onde o efeito do tempo decorrido pós-extração (24 h e 10 dias) também foi avaliado. Os resultados evidenciaram uma união mais resistente entre a dentina de permanentes que a de decíduos (em média $8,8 \text{ MN/m}^2$ x $6,2 \text{ MN/m}^2$) e que todas as resistências foram estatisticamente significantes, ao passo que o lapso de tempo após a extração não influenciou os resultados significativamente.

Charlton et al.²⁵ (1992) avaliaram *in vitro* a capacidade de 3 adesivos de reduzir a microinfiltração e prover retenção entre o amálgama e a estrutura do dente. Para o teste de retenção foram utilizados molares humanos hígidos, extraídos, que tiveram cavidades padronizadas preparadas, onde foi aplicado verniz Copalite (Harry J Bosworth Co) e os adesivos Prisma Universal Bond 2 (L D Caulk), Panavia Ex (J. Morita) e Amalgambond (Parkell). Corpos de prova sem nenhum forramento foram usados como controle. A liga empregada foi Tytin (Sybron/Kerr) em todos os testes. Os preparos para os testes de microinfiltração consistiram de cavidades padronizadas preparadas em caninos e pré-molares humanos extraídos. Os maiores valores de resistência adesiva foram obtidos com Panavia

Ex e Amalgambond (37 kg), valor intermediário para o Prisma Universal Bond 2 (31 kg) e valores menores para o Copalite (22 kg) e para os corpos de prova sem forramento (26 kg). A menor microinfiltração foi observada com Amalgambond e a maior com Copalite.

A utilização do amálgama da maneira convencional restaura os contornos do dente e a oclusão mas, como não existe adesão aos tecidos dentários, a estrutura não é reforçada com este procedimento. Uma restauração que tenha a durabilidade e o baixo custo de uma de amálgama e que tenha aumentada a resistência à fratura pela adesão ao remanescente dentário, é o desejado. Eakle et al.³¹ (1992) compararam a resistência à fratura de dentes homólogos pré-molares hígidos, que iam ser extraídos por motivos ortodônticos, com preparo MOD padronizado. Um dente de cada par foi aleatoriamente designado para receber amálgama convencional e o outro amálgama intermediado por adesivo Panavia Ex (Kuraray Co), utilizado conforme as instruções do fabricante. Após ciclagem térmica, testou-se a resistência obtendo-se resultados que evidenciaram a necessidade de maiores forças para fraturar os dentes restaurados com amálgama adesivo, (média de 70,5 Kg x 60,3 Kg para o convencional), sendo que o fator limitante foi a resistência coesiva do adesivo no reforço destes dentes contra fratura. Pesquisas clínicas longitudinais são necessárias para avaliar esses fatores e para determinar a longevidade das restaurações de amálgama adesivo, e sua utilidade na redução da incidência de fraturas.

A comparação de resultados de avaliação adesiva depara-se com a falta de padronização dos testes dando origem a muitas variáveis que influenciam os dados. Fowler et al.³⁴ (1992) propuseram-se a avaliar 3 destas variáveis: teste de cisalhamento *versus* teste de tensão, dois testes de tensão entre si e esmalte e dentina humanos *versus* bovino, mantendo-se as outras variáveis tão constantes quanto possível. Constataram que o teste de cisalhamento deve ser preferível ao de tensão na verificação da resistência adesiva (maior número de falhas na interface dente-adesivo); que os resultados de um mesmo sistema adesivo variaram conforme o aparelho de teste e que, a resistência adesiva do esmalte humano e bovino são essencialmente comparáveis, ao passo que tende a ser maior com a dentina bovina.

Jordan et al.⁴⁵ (1992) salientam que embora seja possuidor de muitas qualidades, o amálgama de prata não é um material adesivo, requerendo a remoção de tecido dentário sadio para obter retenção, e que a introdução de sistemas adesivos para amálgama como Amalgambond e All-Bond tem sido recebida com entusiasmo pela classe. Neste trabalho os autores apresentaram a técnica de utilização dos sistemas adesivos e concluíram enfatizando as vantagens que vão desde retenção excelente, não necessidade de pinos, cúspides remanescentes reforçadas devido a processo de adesão e não há sensibilidade pós operatória, visto que a infiltração marginal foi totalmente eliminada.

As variações na profundidade dentinária influenciando a adesão foram estudadas por McCabe & Rusby⁵⁰ (1992), em dentes extraídos conservados em solução de formol a 10%, cujas superfícies dentinárias oclusais foram expostas nas profundidades 0; 0,5; 1,0 e 1,5 mm. Os sistemas adesivos Gluma (Bayer), Tenure (Dent Mat), Scotchbond 2 (3M) e Tripton (ICI) foram aplicados às superfícies dentinárias conforme orientação do fabricante, seguidos da resina composta Oclusin (ICI) para confecção dos corpos de prova, que permaneceram 7 dias a 37°C com 100% de umidade relativa. Os resultados variaram bastante conforme a profundidade da dentina e o material utilizado. Dentina superficial (0 mm): Tenure- 10,4 MPa; Tripton-8,1 MPa; Scotchbond 2- 5,0 MPa e Gluma- 4,6 MPa e, quando aplicados à dentina mais profunda (1,5 mm), os valores decresceram significativamente em relação aos resultados da dentina superficial: Tenure- 3,2 MPa; Gluma- 2,8 MPa; Tripton- 2,3MPa e Scotchbond - 2,2 MPa. Os autores concluíram que o mecanismo de adesão à superfície tratada da dentina pode ser comum aos 4 produtos, a despeito da composição química do adesivo.

Nakabayashy & Takarada⁵⁵ (1992), usando dentina bovina, verificaram a ação do HEMA (2 hidroxietilmetacrilato) aplicado sobre dentina como tratamento anterior à aplicação do adesivo dentinário. Os agente condicionantes foram solução 10-3 (ácido cítrico 10% e cloreto férrico 3%) e solução 10-0 (ácido cítrico 10%) com e sem a aplicação do HEMA. As avaliações foram feitas em microscopia eletrônica de varredura e de

transmissão. Pelos resultados obtidos constatou-se que a solução 10-0 como pré-tratamento não favoreceu a formação da camada híbrida pois permitiu o colapso da dentina condicionada, ao passo que a 10-3, pela presença dos íons ferro, agiu impedindo o colapso do colágeno. Constataram também que o HEMA favorece a difusibilidade do monômero na dentina, com a formação da camada híbrida e conseqüente união mais forte entre adesivo e dentina.

Souza et al.⁷⁹ (1992) propuseram-se a determinar a resistência ao cisalhamento *in vitro* do All-Bond Universal Adhesive System ao esmalte sem (A) e com (B) o Primer; à dentina usando o Condicionador dentinário (C) ou All-Etch (D); ao amálgama com opacificador auto-polimerizável (E) ou foto-polimerizável (G), à liga de metal (H) e à porcelana (I). Um total de 15 corpos de prova foi preparado para cada variável, seguindo as instruções do fabricante na utilização dos produtos. A resistência ao cisalhamento foi testada por força aplicada na base dos cilindros, com os seguintes resultados em ordem decrescente de magnitude: B, H, A, C, D, F, G, E, I. A aplicação do Primer ao esmalte resultou em significativo aumento na resistência ao cisalhamento; a resistência adesiva à dentina não apresentou diferença significativa com o Condicionador ou All-Etch, da mesma forma que o amálgama com Opacificador auto ou foto-polimerizável. Concluem que o All-Bond Universal System uniu-se efetivamente a todos os substratos utilizados neste estudo.

A maioria dos sistemas adesivos de 3ª geração ou remove ou modifica a *smear layer* e, como os estudos comparando a resistência de união adesiva têm originado resultados conflitantes, Triolo Junior & Swift Junior⁸⁷ (1992) propuseram-se a comparar a resistência ao cisalhamento de dez sistemas adesivos (9 de 3ª geração e 1 de 2ª como controle), num tipo único de experimento *in vitro*. Dentina oclusal de 3º molares hígidos foi exposta por desgaste, sobre a qual aplicou-se o adesivo conforme a instrução do fabricante, e sob pressão foi inserida a resina composta Silux Plus (3M) contida em cápsula de gelatina. Dezesesseis dos 120 corpos de prova separaram-se antes dos testes, sem aplicação de força; as maiores médias de resistência adesiva foram obtidas com Amalgambond (Parkell)- 23,3 MPa e All-Bond (Bisco)- 19,3 MPa, com fraturas coesivas tanto na dentina como em resina. Valores intermediários foram obtidos com Clearfill Photo Bond (Kuraray/J. Morita)- 13,2 MPa e Prisma Universal Bond 3 (Caulk/Dentsply)- 13 MPa, com aproximadamente metade dos corpos de prova com fratura coesiva. Os demais sistemas testados tiveram resultados com média bem inferior, menores que 8 MPa e com predomínio de fraturas adesivas. Concluíram os autores que a resistência adesiva resulta do poder de umedecimento e penetração do agente adesivo na superfície da dentina condicionada.

Em 1993, Alberton et al.¹ tiveram como propósito verificar a força de resistência ao cisalhamento do amálgama à estrutura dental *in vitro*, empregando a técnica adesiva ao esmalte

e dentina com o cimento adesivo de presa anaeróbica Panavia Ex. Para o teste de adesão ao esmalte utilizaram superfície vestibular de molares e, para os testes em dentina, os desgastes foram nas superfícies oclusais, seguida da aplicação do cimento adesivo conforme as orientações do fabricante e condensação da liga Standalloy. Os resultados demonstram que a média das medidas de resistência ao cisalhamento do amálgama de prata aderido ao esmalte (4,49 MPa) é maior que a média das medidas de adesão à dentina (2,32 MPa) com o adesivo Panavia Ex, e concluem que o emprego da técnica do amálgama adesivo em restaurações de grandes destruições dentárias e como preenchimento de restaurações metálicas fundidas, é uma boa alternativa a outros meios retentivos, menos conservadores.

Uma das causas de fracasso de restaurações de amálgama é a falha da integridade marginal e recorrência de cárie. Al-Duwairi & Hadj-Hamou² (1993) descreveram a técnica restauradora que alia a remoção química-mecânica de cárie com Caridex (National Patent Dental Products) à aplicação do adesivo Panavia Ex (Kuraray Co.), para unir a restauração de amálgama ao dente. Os autores enfatizam que a técnica do amálgama adesivo abre caminhos para o desenvolvimento de materiais restauradores que se unam quimicamente à estrutura do dente, preservando tecido dentário sadio, selando as margens cavitárias e aumentando a resistência do dente restaurado à fratura.

Eick et al.³² (1993) analisaram a resistência ao cisalhamento e em microscópio eletrônico de transmissão e

varredura, a Categoria III dos adesivos (resistência adesiva ao cisalhamento superior a 17 MPa) especificamente Superbond (Sun Medical), Scotchbond Multi Purpose (3M), All-Bond (Bisco) e como controle o Prisma Universal Bond 3 (Caulk/Dentsply). Superfícies oclusais de 3º molares hígidos foram desgastados expondo a dentina, que foi tratada com os sistemas adesivos seguindo a orientação do fabricante. Os resultados de resistência adesiva ao cisalhamento foram : All-Bond, média de 15,6 MPa, com a maioria da falhas na interface adesivo-dentina, sem fraturas coesivas em dentina; Superbond teve média adesiva de 22,9 Mpa com mais da metade dos corpos de prova exibindo fratura coesiva em dentina; Scotchbond Multi Purpose com média de 25 MPa e fraturas coesivas em dentina e resina composta, e o sistema adesivo controle Prisma Universal Bond 3 teve média de 11,2 MPa e somente fraturas adesivas na interface adesivo-dentina. Estes resultados são decorrentes da capacidade que os sistemas adesivos têm de *umedecer* e penetrar o entrelaçamento da camada condicionada da dentina, produzindo grandes forças adesivas.

À despeito da não muito clara correlação entre a condição *in vitro* e a *in vivo*, a maioria dos adesivos é testada *in vitro*. O propósito do estudo de Jacobsen & Finger⁴⁴ (1993) foi comparar a micromorfologia dos locais de união entre a dentina e 7 sistemas adesivos aplicados *in vitro* e *in vivo*. Os resultados mostraram que os modelos *in vitro* previamente utilizados para pesquisa morfológica do mecanismo de adesão são razoáveis, e que a efetividade da união é uma função das propriedades

mecânicas do sistema adesivo e/ou da trama colágena que é parte da camada híbrida, formada por 6 dos 7 sistemas testados.

Muitos estudos laboratoriais têm demonstrado a efetividade da adesão à dentina, com grande variação de resultados entre eles e pouca probabilidade de extrapolação para clínica. Heymann & Bayne⁴³ (1993), perante os altos valores obtidos em testes com adesivos mais recentes, alertam que a confirmação destes dados depende de resultados de acompanhamentos clínicos. A maioria dos estudos enfoca somente fatores dos materiais e comparação entre produtos, sendo que existem outras variáveis clínicas importantes que necessitam ser melhor examinadas como dentina, dente, paciente, além do material, compondo a *equação da adesão*.

No intuito de comparar o efeito de dois métodos de resistência adesiva - teste de tensão e de cisalhamento e as condições de armazenamento- com e sem termociclagem, Oilo & Austrheim⁵⁸ (1993) utilizaram superfícies vestibulares de molares recém-extraídos e os sistemas adesivos recentemente lançados Scotchbond Multi Purpose (3M) e Syntac (Vivadent), além do Gluma Bonding System (Bayer) e Scotchbond 2 (3M), com mais tempo no comércio. Os melhores resultados foram obtidos pelo Scotchbond Multi Purpose e pelo Syntac, em todas as variáveis do experimento e, principalmente, após termociclagem. Ambos os testes, tensão e cisalhamento, foram efetivos para comprovar resistência adesiva.

A influência da umidade da dentina produzida por

fatores intrínsecos e extrínsecos foi estudada por Plasmans et al.⁶⁶ (1993) em 4 sistemas adesivos: Syntac (Vivadent), Denthesive (Heraeus, Kulzer), Gluma 2000 (Bayer Dental) e Scotchbond Multi Purpose (3M) associados às resinas compostas dos mesmos fabricantes. Dentes molares humanos foram usados, desgastados na face oclusal até uma profundidade intermediária da dentina sobre a qual foram aplicados os sistemas adesivos e as resinas compostas, em temperatura de 25°C e 40% de umidade relativa e a 35°C e 95% de umidade relativa, por 4 operadores diferentes. Após os testes de cisalhamento constatou-se que somente os fatores material e umidade, bem como a interação dos dois, foi estatisticamente significativa. O fator operador não exerceu uma influência significativa na resistência ao cisalhamento. Em alta umidade os maiores valores foram obtidos com Scotchbond Multi Purpose- 12 MPa, enquanto os demais obtiveram valores menores que 3 MPa. Concluíram que os sistemas adesivos são altamente sensíveis à umidade extrínseca resultando em baixos valores de adesão em meio com alta umidade.

A resistência adesiva ao cisalhamento de restaurações de amálgama sobre dentina foi avaliada *in vitro* por Bagley et al.⁴, em 1994, utilizando os adesivos Amalgambond Plus (Parkell) e All Bond 2 (Bisco), com e sem carga. A análise estatística dos resultados mostrou que os sistemas adesivos acrescidos de carga resultaram em maiores valores de resistência que os sem carga, e que, entre os dois com carga, não houve diferença estatisticamente significativa. Os autores concluíram

ênfatizando que, se fossem obtidos resultados similares em pesquisas longitudinais *in vivo*, a preservaçãõ do remanescente dentário com remoçãõ somente do tecido cariado, tornar-se-ia um fato.

Bearn et al.⁷ (1994) utilizaram a tãcnica de restauraçãõ do amálgama adesivo para solucionar 4 casos de *síndrome do dente trincado*. As opções de tratamento anteriores a esta tãcnica eram restaurações com retenções adicionais como pino, canaleta, contençãõ com banda ortodõntica, incrustaçãõ com recobrimento de cúspide e coroas totais, entre outras. A restauraçãõ adesiva com resina composta também tem sido sugerida, mas tem como grande inconveniente a contraçãõ de polimerizaçãõ, que pode agravar a propagaçãõ da fratura. A restauraçãõ de amálgama adesivo comparada aos compõsitos e ao amálgama convencional tem preparo mais conservador, sem necessidade de retenções adicionais, preservando tecido dentário sadio; sãõ menos sensíveis à manipulaçãõ que as resinas compostas; nãõ apresentam contraçãõ de polimerizaçãõ, causa comum de fraturas de cúspides e sensibilidade pós-operatõria com os compõsitos; diminuiçãõ sensível na microinfiltraçãõ marginal, comparada às outras duas tãnicas; diminuiçãõ da flexãõ das cúspides com aumento da integridade estrutural; portanto, embora muitas soluções tenham sido propostas para equacionar este problema, a restauraçãõ de amálgama adesivo parece ser a opçãõ mais conservadora disponível.

À despeito das desvantagens, como coloraçãõ e falta

de adesão às estruturas dentais, o amálgama por suas qualidades inerentes ainda é o material para posteriores mais utilizado, principalmente em Classe II, nos Estados Unidos. Gwinnett et al.⁴¹, em 1994, descreveram o estado atual das restaurações adesivas com amálgama, oferecendo ao clínico um guia de onde, porque e como usar esta técnica. Enumeram as vantagens como baixo custo, preparo mais conservador, diminuição da infiltração marginal, reforço da estrutura remanescente, redução da sensibilidade pós-operatória, entre outras. Entre as desvantagens da técnica citam tempo de utilização insuficiente para avaliar desempenho clínico, necessidade de adaptação do profissional, possibilidade de uso indevido por indicação incorreta (reconstrução de cúspide de trabalho). Os autores preconizam que, num futuro próximo, a restauração de amálgama adesivo tornar-se-á rotina para o clínico, por aliar às vantagens do amálgama convencional, compatibilidade biológica e melhoria funcional e mecânica.

Com o propósito de avaliar o efeito do envelhecimento e da fadiga térmica na resistência à fratura, Santos & Meiers⁷³ (1994) realizaram restaurações MOD (mésio-oclusodistal) padronizadas em pré-molares hígidos extraídos forrados com verniz copal Plastodent (Plastodent) ou Amalgambond (Parkell) e restaurados com Tytin (SS White Dental). Os dentes foram estocados por 7 ou 67 dias a 37°C e 100% de umidade relativa, termociclados a 5 e 55°C por 3500 ciclos. Os autores, com base nos resultados, concluíram que não houve diferença

significante na média de resistência à fratura entre as restaurações com Amalgambond e as com Plastodent; a análise ao microscópio eletrônico de varredura dos corpos de prova que receberam termociclagem não comprovou a manutenção da adesão entre o adesivo e o amálgama. Clinicamente estes resultados podem indicar não ser possível reforçar cúspides enfraquecidas com adesivo Amalgambond.

Smales & Wetherell⁷⁷ (1994), ao enumerarem as causas de fracasso e conseqüente substituição das restaurações de amálgama, vão desde recidivas de cárie até fratura do próprio elemento restaurado. Colocam que, um adesivo efetivo unindo a liga de amálgama ao esmalte e dentina poderia permitir preparos mais conservadores, com reforço das cúspides, selamento marginal e, conseqüentemente, maior probabilidade de integridade da restauração ao longo do tempo. Entretanto, tem havido pouca publicação de trabalho clínico para dar suporte a tanto resultado laboratorial, carecendo portanto, da evidência clínica para endossar as qualidades e propriedades adesivas preconizada pelos fabricantes.

Smith & Vanherle⁷⁸ (1994) apresentaram um resumo de simpósio versando sobre materiais restauradores posteriores e sistemas adesivos dentinários. Neste simpósio I.A. Mjor, na primeira parte, comparando amálgama e resina composta, afirmou que alergia ao amálgama é extremamente rara e que não existem efeitos tóxicos ao longo do tempo, ao passo que respostas imunes aos compósitos, particularmente ao monômero hidroxietil-

metacrilato, estão bem documentadas na literatura. Consequentemente, do ponto de vista de resposta biológica, a substituição de amálgama por resina composta ainda é bastante incerta. Ele finalizou salientando que, ao longo do tempo, o custo da utilização de compósitos em posteriores será de 1½ a 3 vezes o custo do amálgama. Na segunda parte, M. Degrange salientou os problemas inerentes aos testes com adesivos *in vitro* e sua falta de correlação com desempenho clínico, e D.C. Smith sugeriu que sistemas adesivos efetivos deveriam apresentar resistência adesiva superior a 10 MPa e infiltração marginal mínima.

Swift Junior et al.⁸⁴ (1995), enfocando adesão ao esmalte e dentina propuseram-se a elaborar um resumo da história e estado atual desta técnica. Iniciaram pela *técnica do condicionamento ácido*, salientando as alterações ocorridas nas concentrações e tipo de ácido a serem utilizados em esmalte e em dentina. Enfocaram também a *redução no tempo de condicionamento*, bem como os *benefícios da adesão ao esmalte* onde, aspectos da diversidade de aplicabilidade em clínica (restaurações anteriores e posteriores em resina composta, facetas de porcelana e resina composta, *brackets* ortodônticos, próteses adesivas, selantes de fóssulas e fissuras, entre outras), redução na microinfiltração nas margens de esmalte e o reforço de cúspides debilitadas, são enfatizados. Discutiram os *problemas da adesão à dentina*, com todas as particularidades que envolvem este procedimento e os progressos no *desenvolvimento dos adesivos dentinários*, seguido de comentários sobre os *atuais adesivos*

dentinários e suas características, como composição, modo de ação e resultados laboratoriais e clínicos disponíveis na literatura. Teceram considerações sobre a utilização dos adesivos na *dessensibilização dentinária* e as vantagens dos sistemas adesivos universais na realização das *restaurações indiretas*, visto que eles se aderem não somente ao esmalte e dentina, mas também a porcelana, ligas de metais e resinas compostas. Uma aplicação particularmente interessante desses adesivos universais é a *restauração de amálgama adesivo* onde a natureza da união ainda não foi totalmente esclarecida e os resultados são geralmente inferiores aos da união do adesivo com as resinas compostas e, por ser uma modalidade nova de tratamento, não existe documentada evidência clínica de sua durabilidade. Os *cimentos de ionômero de vidro modificados* combinam as propriedades do cimento de ionômero de vidro e resina composta num único produto, mantendo as vantagens próprias dos ionômeros como ser adesivo e liberar flúor, podendo substituir dentina perdida e ser foto-ativado à semelhança das resinas compostas. Concluem enfatizando que estes e outros desenvolvimentos na tecnologia adesiva tem conduzido a odontologia restauradora a uma nova era caracterizada pela conservação da estrutura do dente, restaurações aperfeiçoadas e mais estéticas.

3 PROPOSIÇÃO

Considerando a difícil tarefa de reconstruir dentes posteriores com grandes perdas coronárias, que possivelmente demandariam a utilização de materiais restauradores indiretos, com técnica laboratorial refinada e, cujos custos finais tornar-se-iam inacessíveis para a grande maioria da população, voltamos nossa atenção novamente para este excelente material restaurador - o amálgama de prata.

Assim, esta pesquisa propõe-se a comparar a resistência ao cisalhamento entre três procedimentos retentivos de reconstruções com amálgama: pino rosqueável, amalgapin e amálgama adesivo, bem como analisar as falhas resultantes da ação das forças, visualmente e em microscopia ótica estereoscópica.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Descrição dos materiais empregados

Os corpos de prova foram obtidos com 43 dentes pré-molares humanos hígidos, fixados em solução de formol a 10% e mantidos posteriormente em água destilada. Os dentes selecionados para esta experiência foram extraídos por motivo ortodôntico e provenientes de indivíduos em faixa etária entre 14-24 anos.

O material empregado na confecção dos cilindros de amálgama para os três procedimentos retentivos foi a liga convencional Standalloy SF (Degussa), segundo as normas do fabricante.

Para o procedimento retentivo adesivo utilizamos o Sistema Adesivo Universal All-Bond 2 (Bisco) que consiste de um agente condicionante da dentina All-Etch (H_3PO_4), um Primer (partes A + B) e um adesivo resinoso (Dentin/Enamel Bonding Resin + Pre-Bond Resin).

No procedimento retentivo amalgapin, orifícios foram demarcados em dentina com broca FG esférica lisa nº 1, com diâmetro de 0,7 mm (Maillefer) girando em alta velocidade, e abertos com broca FG cilíndrica nº 330 de 0,8 mm de diâmetro

(Maillefer), seguido de bisel no ângulo cavo-superficial dos orifícios com broca esférica lisa nº 2, com 1 mm de diâmetro (Maillefer), com adaptador para contra-ângulo em baixa-rotação.

Para a obtenção dos corpos de prova com pino rosqueável utilizamos o sistema de pinos STP - Ref. 211R (Maillefer), de 0,71 mm, cujos orifícios foram preparados em baixa velocidade com broca cilíndrica fornecida pelo fabricante.

Uma matriz foi especialmente usinada em alumínio para não induzir esforços no momento da remoção, tendo sua parte interna revestida em Teflon (politetrafluoretileno: PTFE) para evitar a aderência do amálgama (Figura 1).

Para condensação do amálgama foram utilizados calcadores tipo Ward (Gulgran) números 0 e 3.

A adaptação da máquina de ensaio universal Zwick - modelo 1445 - fez-se pelo torneamento de haste metálica de ponta biselada, cuja extremidade superior prendeu-se firmemente ao dispositivo de aplicação das forças de cisalhamento.

4.2 Confeção dos corpos de prova

Após criteriosa lavagem para remoção da solução de formol, as superfícies oclusais de todos os dentes foram cuidadosamente desgastadas perpendicularmente ao longo eixo, em recortador de modelo de gesso convencional (Kohl Bach Motores Elétricos) sob refrigeração com água, até total exposição de superfície dentinária, atingindo situação de retentividade zero.

Superfícies planas regulares foram obtidas com aplicação manual de lixa d'água de granulação decrescente 400 e 600 (3M) por 1 min cada.

Os dentes selecionados para a variável *adesivo* apresentaram superfície de dentina com 6 mm de diâmetro, e os dentes das variáveis retentivas pino rosqueável e amalgapin foram estabilizados, através do aprisionamento de suas raízes numa morsa (Biehl - Brasil), para abertura dos orifícios nos locais demarcados.

A seguir, as raízes foram desgastadas até o terço cervical no recortador de modelo convencional (Kohl Bach Motores Elétricos), para possibilitar inclusão em resina acrílica numa espessura de corpo de prova compatível com a máquina de ensaio.

Uma matriz confeccionada em silicona pesada Rodhorsil (Clássico Artigos Odontológicos) conteve a resina acrílica de polimerização química (Clássico Artigos Odontológicos) seguida da inclusão dos dentes preparados, cujas superfícies oclusais foram mantidas na superfície do bloco de resina. A dimensão final destes blocos foi de 6 x 18 x 28 mm.

Após inclusão e polimerização da resina, as superfícies dentárias foram limpas com pasta de pedra pomes e água por meio de escovas de Robinson (DFL), montadas em micromotor em baixa velocidade. Após terem sido lavados em água corrente, os corpos de prova receberam a aplicação de Tergensol (Inodon) para remoção de possíveis resíduos de óleo

lubrificante do micromotor, seguido da aplicação de jato nebulizador e secagem com jato de ar.

Após a secagem, foi adaptada sobre cada superfície dentária uma fita adesiva com orifício de 6 mm de diâmetro, delimitando a área de trabalho.

Os cilindros de amálgama foram padronizados com 6 mm de diâmetro por 5 mm de altura - dimensão da abertura da matriz.

Os corpos de prova, divididos em três grupos, passaram a denominar-se Grupos 1, 2 e 3.

Grupo 1: utilizou-se o Sistema Adesivo Universal All-Bond 2, que consta da aplicação do agente desmineralizante de esmalte e dentina All Etch (H_3PO_4 à 10%) por 15 s, seguido de lavagem abundante e secagem por 1 a 2 s para remover excesso de água, sem ressecar, pois o sistema prefere dentina úmida. Segue-se a aplicação de 3 a 5 camadas do Primer A misturado ao B, secos por 5 a 6 s, tendo que resultar superfície com aparência brilhante ou proceder a reaplicação. Volumes iguais de Dentin/Enamel Bonding Resin e Pre-Bond Resin misturadas foram aplicadas com pincel sobre a superfície. Durante os 30 s de espera preconizados pelo fabricante, procedemos à adaptação na matriz, seguido da condensação com amálgama, num total de 14 corpos de prova (Figura 2).

Grupo 2: foram feitas duas perfurações em dentina, no local demarcado correspondente às cristas marginais ausentes, a 0,5 mm do limite amelo-dentinário (Figura 3), em alta-velocidade com abundante refrigeração ar-água, com a broca nº 1, seguida de nº 330 provida de anteparo limitador da profundidade de penetração em dentina em 2 mm,; este anteparo foi confeccionado em resina acrílica de polimerização química (Clássico Artigos Odontológicos). Na sequência, um bisel de 0,5 mm foi executado no ângulo cavo-superficial dos orifícios, com a broca esférica lisa nº 2, em contra-ângulo com adaptador para broca de alta rotação. Os 16 corpos de prova assim preparados foram encaixados na matriz adaptada descrita anteriormente. Procedeu-se à condensação do amálgama com o calcador de número 0, de ponta ativa com diâmetro compatível ao preenchimento dos orifícios, seguido do calcador maior número 3 para obtenção dos cilindros de amálgama (Figura 4).

Grupo 3: recebeu dois pinos rosqueáveis de liga de titânio STP - Ref. 211 R (Maillefer), com 0,71 mm de diâmetro, fixados em orifícios de mesmo diâmetro abertos em dentina, a 0,5 mm do limite amelo-dentinário, por broca cilíndrica fornecida pelo fabricante, nos locais correspondentes às cristas marginais ausentes, seguido de adaptação na matriz e confecção dos cilindros de amálgama, totalizando 13 corpos de prova nesta modalidade retentiva (Figura 5).

Não houve variável na confecção dos corpos de prova sob os aspectos *operador, laboratório e equipamentos utilizados*.

4.3 Ciclagem térmica

Todos os corpos de prova foram submetidos a ciclagem térmica com 5 ciclos de 3 min com temperaturas de 5, 37 e 50°C, mais ou menos 2°C, num total de 45 min, e armazenados em água destilada à temperatura ambiente nas 24 h que antecederam os testes.

4.4 Teste de resistência a tensões de cisalhamento

A máquina de ensaio universal Zwick reteve os corpos de prova presos firmemente por parafusos a uma base metálica que se deslocava a 0,5 mm/min em direção à haste fixa de ponta ativa biselada, também metálica e especialmente confeccionada para este teste, exercendo pressão o mais próximo possível da interface dente-cilindro de amálgama. O valor de resistência foi definido como o ponto no qual o corpo de prova não mais oferecia resistência ao aumento de força. Os valores obtidos foram anotados em Newton (N) e convertidos para Megapascal (MPa) para facilitar comparação com dados da literatura (Figura 6).

4.5 Análise em microscopia ótica

Os corpos de prova tiveram as superfícies dentinárias e do cilindro de amálgama analisadas através de estereomicroscópio Tecnival Carl Zeiss, computando-se os tipos de fratura e a porcentagem de sua ocorrência.

Nos corpos de prova do procedimento *adesivo* empregou-se um corante de hematoxilina, com afinidade pela dentina (material orgânico), permitindo o discernimento entre a dentina corada e o adesivo, sem corante.

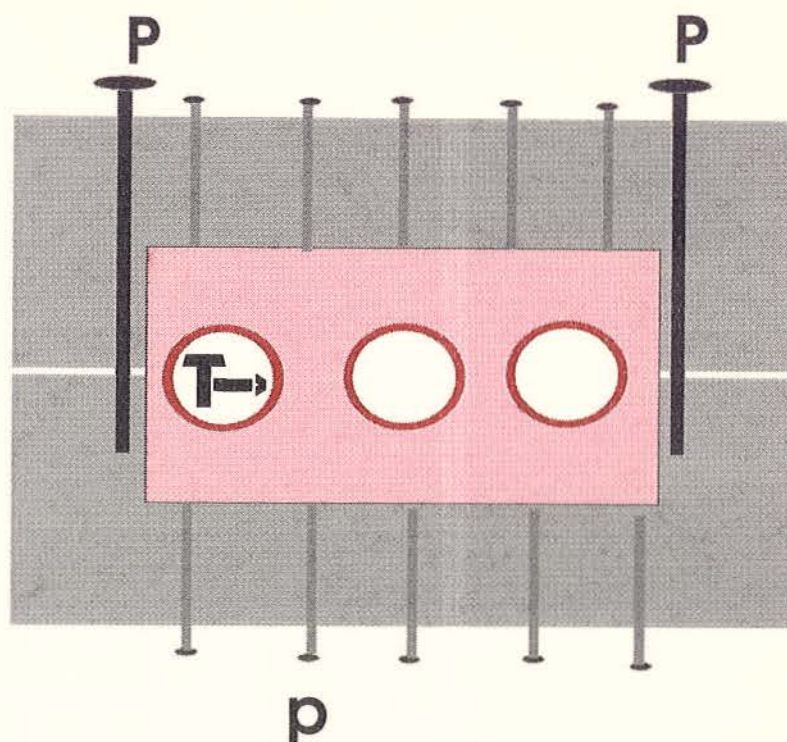
4.6 Planejamento estatístico

A partir do modelo de análise de variância paramétrico a um critério fixo, foi realizado o estudo dos efeitos dos procedimentos retentivos, pino rosqueável, amalgapin e adesivo, aos esforços de cisalhamento a que foram submetidos os corpos de prova, após a condensação do amálgama nos dentes que receberam previamente esses procedimentos retentivos. Esse modelo testou a hipótese de que esse fator induziu efeitos iguais sobre o cisalhamento, na distribuição de probabilidades da estatística F de Fisher-Snedecor.

Para aplicar-se esse modelo de análise de variância é preciso que a suposição de normalidade seja satisfeita pelos dados amostrados em cada procedimento retentivo e que haja igualdade

de variâncias entre as amostras correspondentes aos procedimentos retentivos.

A hipótese de que os dados amostrados em cada procedimento retentivo adaptaram-se a distribuição normal foi verificada a partir da estatística Z normal reduzida, e a de que as amostras apresentaram variâncias iguais foi testada pela estatística de quiquadrado (Qq). A região para rejeição de cada hipótese foi definida ao nível de significância de 0,05 e a decisão adotada foi realizada a partir de $p = P(\text{est} > \text{est}_0)$ - probabilidade de que a estatística utilizada no teste (F , Z ou Qq) seja maior do que o seu valor observado (F_0 , Z_0 ou Qq_0) nos dados amostrados - do modo que se segue: se p foi maior que 0,05, a hipótese sob teste foi não rejeitada e, em caso contrário, a hipótese sob teste foi rejeitada.

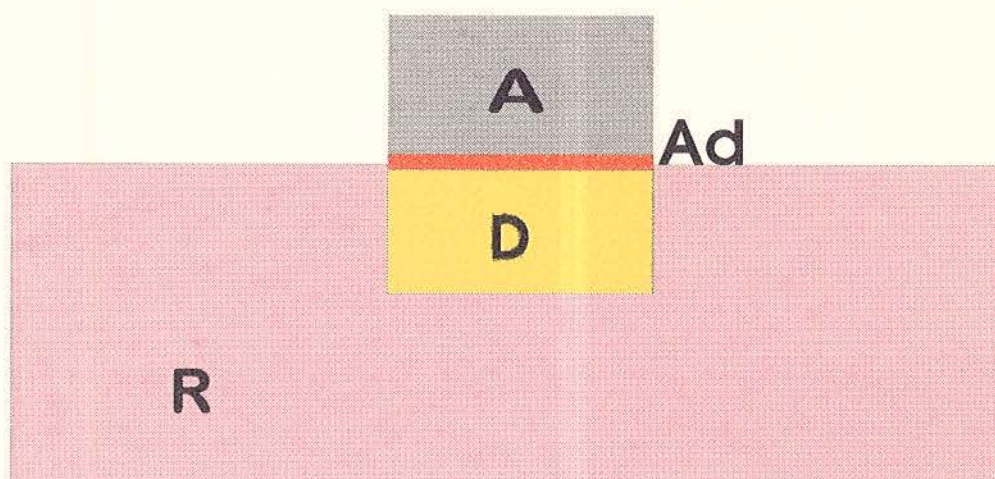


P- parafuso de fixação das hemi-partes da matriz

p- parafuso de fixação dos corpos de prova

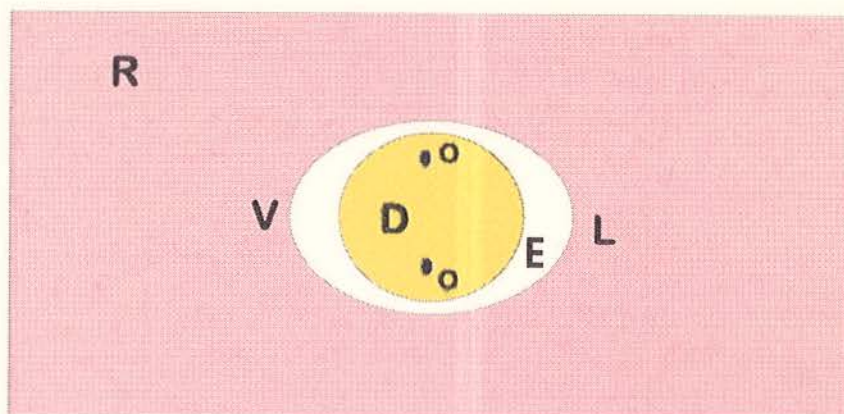
T- revestimento de teflon

FIGURA 1- Matriz usinada para confecção dos corpos de prova



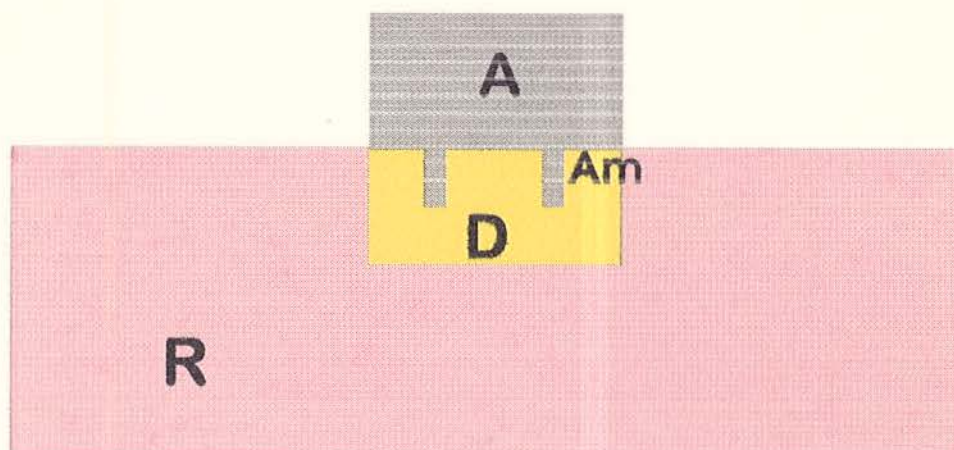
A- amálgama
D- dentina
R- bloco de resina acrílica
Ad- adesivo

FIGURA 2- Esquema de corpo de prova com amálgama adesivo



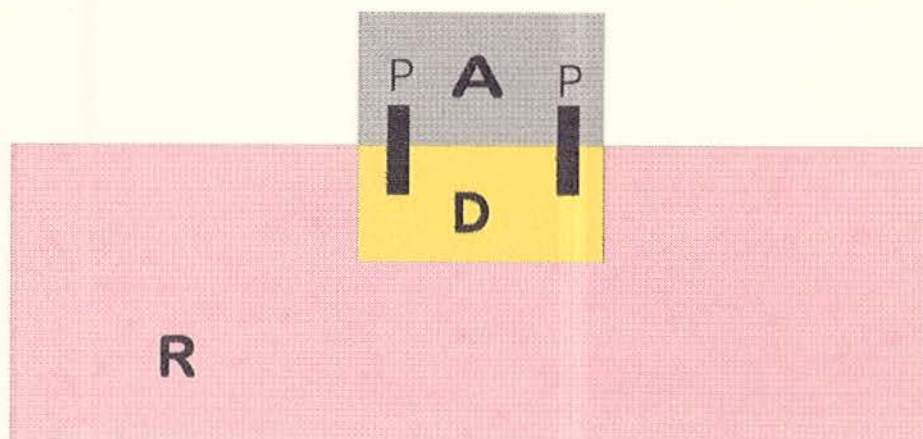
R- bloco de resina acrílica
V- vestibular
L- lingual
D- dentina
E- esmalte
O- orifícios

FIGURA 3- Localização dos orifícios para pinos rosqueáveis e amalgapin



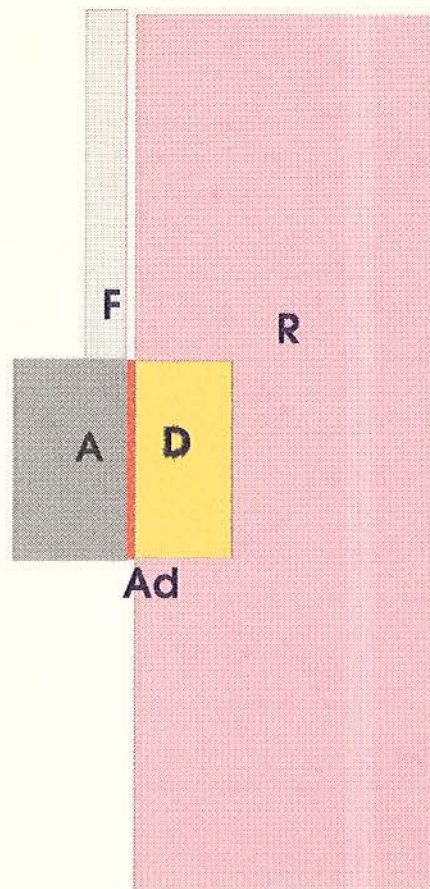
A- amálgama
D- dentina
R- bloco de resina acrílica
Am- amalgapin

FIGURA 4-Esquema de corpo de prova com amalgapin



A- amálgama
D- dentina
R- bloco de resina acrílica
p- pino rosqueável

FIGURA 5-Esquema de corpo de prova com pino rosqueável



A- amálgama
D- dentina
R- bloco de resina acrílica
Ad- adesivo
F- aplicação da força

FIGURA 6- Ensaio de resistência adesiva

5 RESULTADOS

5.1 Dados obtidos

Os dados obtidos experimentalmente nas mensurações dos esforços de cisalhamento dos 43 corpos de prova constam da Tabela 1.

Tabela 1- Valores de resistência ao cisalhamento segundo o procedimento (MPa)

| C. P. | Adesivo | Amalgapin | Pino |
|-------|---------|-----------|-------|
| 1 | 0,00 | 3,84 | 7,06 |
| 2 | 0,69 | 2,80 | 6,00 |
| 3 | 0,80 | 4,54 | 6,00 |
| 4 | 0,00 | 4,57 | 6,89 |
| 5 | 0,64 | 3,52 | 5,12 |
| 6 | 0,00 | 4,87 | 6,14 |
| 7 | 0,00 | 4,25 | 5,84 |
| 8 | 1,04 | 3,52 | 5,61 |
| 9 | 0,64 | 4,47 | 6,89 |
| 10 | 0,62 | 4,52 | 7,42 |
| 11 | 0,72 | 4,16 | 7,36 |
| 12 | 0,00 | 4,23 | 6,63 |
| 13 | 0,74 | 4,65 | 6,27 |
| 14 | 0,00 | 4,16 | ----- |
| 15 | ----- | 4,21 | ----- |
| 16 | ----- | 4,29 | ----- |

5.2 Análise estatística

Submetendo-se os dados da Tabela 1 aos modelos estatísticos de F, Z e de Qq resultaram as Tabelas 2 e 3, que se seguem.

Tabela 2- Resumo da análise de variância

| Fonte de Variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F _o | p |
|-------------------|------|---------|---------|----------------|-------|
| Proc. Ret. | 2 | 248,193 | 124,096 | 413,005* | 0,000 |
| Residual | 40 | 12,019 | 0,300 | | |

* = valor significativo

Examinando-se a Tabela 2, verificou-se que o valor de F_o foi significativo porque o valor de p foi menor do que 0,05. Houve, então, evidência amostral para rejeitar-se a hipótese de igualdade entre os efeitos propiciados pelos procedimentos retentivos e, na Tabela 3, observou-se que estes procedimentos ocasionaram efeitos médios distintos dois a dois, pois os respectivos intervalos de confiança a 95% não contém pontos em comum, sendo que o procedimento retentivo adesivo propiciou o menor esforço de cisalhamento (0,43 MPa), seguido do amalgapim (4,16 MPa) e do pino que propiciou o maior esforço de cisalhamento (6,40 Mpa).

A Tabela 3 mostrou que os valores observados Z_o da estatística normal reduzida e que o valor observado Qq_o da estatística de quiquadrado foram não significantes porque os correspondentes valores de p foram maiores do que o nível de

significância de 0,05. Assim, constatou-se que a amostra de cada procedimento retentivo ajustou-se à distribuição normal de probabilidades e que as variâncias entre essas amostras foram estatisticamente iguais. Esses fatos demonstraram que o modelo de análise de variância foi adequado aos dados obtidos experimentalmente.

Tabela 3- Frequência, médias, desvios-padrão e limites de confiança a 95% para o cisalhamento (MPa) e valores Z_0 e Qq_0

| Procedto | N | Média | D.P. | L_i | L_s | Z_0 | p | Qq_0 | p |
|----------|----|-------|------|-------|-------|---------|-------|--------|-------|
| Adesivo | 14 | 0,43 | 0,39 | 0,13 | 0,72 | -0,115n | 0,908 | 3,967n | 0,137 |
| Amalg. | 16 | 4,16 | 0,52 | 3,89 | 4,44 | -1,531n | 0,126 | | |
| Pino | 13 | 6,40 | 0,70 | 6,09 | 6,71 | -0,156n | 0,876 | | |

n = valor não significante

5.3 Tipos de falhas

Os corpos de prova com a variável retentiva *adesivo* foram submetidos a análise em microscopia ótica para avaliação do tipo de falha ocorrida e sua frequência, originando a Tabela 4.

Tabela 4- Frequência dos tipos de falhas no procedimento *adesivo*

| Fad ₁ | | Fad ₂ | | Fad ₃ | | Fad ₄ | | Tt | |
|------------------|------|------------------|------|------------------|---|------------------|---|----|-----|
| n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| 6 | 42,9 | 8 | 57,1 | - | - | - | - | 14 | 100 |

Fad₁: cilindros de amálgama soltaram-se antes dos testes

Fad₂: fratura adesiva

Fad₃: fratura coesiva

Fad₄: fratura mista

Os corpos de prova com as variáveis retentivas *amalgapin e pinos* tiveram as fálhas analisadas e classificadas por tipo e frequência de ocorrência, originando as Tabelas 5 e 6.

Tabela 5- Frequência dos tipos de falhas no procedimento *amalgapin*

| Fam ₁ | | Fam ₂ | | Fam ₃ | | Tt | |
|------------------|------|------------------|------|------------------|---|----|-----|
| n | % | n | % | n | % | n | % |
| 13 | 81,3 | 3 | 18,7 | - | - | 16 | 100 |

Fam₁: fratura dos amalgapins à entrada dos orifícios

Fam₂: fratura dos amalgapins à entrada dos orifícios e do corpo do amálgama

Fam₃: fratura do corpo do amálgama

Tabela 6- Frequência do tipo de falha no procedimento retentivo *pino*

| Fpi ₁ | | Fpi ₂ | | Fpi ₃ | | Fpi ₄ | | Tt | |
|------------------|------|------------------|---|------------------|------|------------------|------|----|-----|
| n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| 8 | 61,5 | - | - | 3 | 23,1 | 2 | 15,4 | 13 | 100 |

Fpi₁- fratura do corpo do amálgama na linha dos pinos

Fpi₂- fratura do corpo do amálgama fora da linha dos pinos

Fpi₃- deslocamento do cilindro de amálgama sem se fraturar

Fpi₄- deslocamento do cilindro de amálgama com fratura da dentina

6 DISCUSSÃO

Entre todos os materiais restauradores diretos existentes na atualidade, o amálgama de prata continua sendo o que oferece maior durabilidade a menor custo (Osborne⁵⁹, 1991; Harris⁴², 1992; Eley & Cox³³, 1993). Aliado a isto somam-se a facilidade no uso, tomando apenas 20 a 50% do tempo gasto com outros materiais, e uma admirável tolerância às variáveis de manipulação, tornando-o acessível à maioria dos profissionais e seus pacientes (Osborne⁵⁹, 1991; Osborne et al.⁶⁰, 1991; Harris⁴², 1992; Widstron et al.⁹⁵, 1992; Eley & Cox³³, 1993; Corbin & Kohn²⁶, 1994; Leinfelder⁴⁸, 1994).

Sua substituição por materiais alternativos com longevidade menor pode vir a comprometer o remanescente dentário com maior probabilidade de recidiva de cárie, fraturas e necessidade de novos preparos, aumentando o risco de envolvimento pulpar e, às vezes até inviabilizando uma restauração direta (Baratieri⁶, 1992; Harris⁴², 1992; Eley & Cox³³, 1993).

Amálgama apresenta resistência compressiva equivalente ao dente, mas sua resistência à tensão e cisalhamento é muito menor e precisa ser incrementada (Going³⁷, 1966). Em

decorrência, a permanência de uma restauração de amálgama é obtida por ação mecânica do preparo cavitário em forma de caixa, com sulcos e cauda de andorinha, entre outros possíveis meios retentivos, às expensas de tecido dentário remanescente hígido (Staninec & Holt⁸¹, 1988; Lacy & Staninec⁴⁶, 1989; Staninec⁸⁰, 1989; DeSchepper et al.²⁸, 1991; Jordan et al.⁴⁵, 1992; Gwinnet et al.⁴¹, 1994).

Quando a destruição dentária não permite a realização desses meios retentivos, outros procedimentos visando suprir esta deficiência são utilizados, entre eles o pino pré-fabricado, cimentado, à fricção ou rosqueado.

Markley⁵¹ (1958) comparou o amálgama reforçado com pinos cimentados providos de roscas ao concreto reforçado com ferro. Posteriormente verificou-se que esta afirmativa não procedia, e trabalhos subsequentes mostraram que a resistência à compressão e transversa apresentava-se diminuída quando corpos de prova com pinos eram comparados aos sem pinos. As fraturas ocorriam no plano de inserção dos pinos, no interior do corpo do amálgama, denotando debilidade pela presença destes, fato também observado em 61,5% dos nossos corpos de prova (Wing⁹⁶, 1965; Going³⁷, 1966; Going et al.³⁸, 1968; Moffa et al.⁵⁴, 1969; Welk & Diltz⁹⁴, 1969; Cecconi & Asgar²³, 1971; Brackett & Johnston¹⁶, 1989; Tjan et al.⁸⁵, 1992). Entretanto, apesar da diminuição da resistência à tensão e compressão, o uso de pinos rosqueáveis como retenção adicional em grandes restaurações com amálgama é excelente, sendo portanto sua principal função, a

obtenção de retenção (Wing⁹⁶, 1965; Moffa et al.⁵⁴, 1969; Winstanley⁹⁷, 1983; Naressi & Araujo⁵⁶, 1985).

Em estudos comparativos entre as três técnicas de colocação de pinos vários autores verificaram que o pino cimentado é o menos retentivo, o de fricção possui retenção intermediária e o rosqueável é o mais retentivo dos três tipos (Moffa et al.⁵⁴, 1969; Welk & Dilts⁹⁴, 1969; Diltz & Coury³⁰, 1976). Em virtude de seu maior poder retentivo e pela facilidade de inserção, o pino rosqueável é o tipo de pino mais empregado clinicamente e também o mais discutido na literatura, razão pela qual optamos por utilizá-lo neste trabalho.

O pino retido pelo cimento, embora possua menor valor retentivo, não induz forças no interior da dentina na sua fixação, ao passo que os rosqueáveis e à fricção, retidos pela elasticidade dentinária, produzem forças internas que se irradiam lateral e apicalmente a partir do orifício dos pinos, dando origem a trincas na dentina, o que poderia contra-indicar o uso (Dilts & Coury³⁰, 1976; Newsome & Youngson⁵⁷, 1987; Webb et al.⁹³, 1989). Pameijer & Stallard⁶² (1972), no entanto, em avaliação feita por microscópio eletrônico de varredura, com técnica de duplicação, constataram que as trincas observadas com pinos retidos pela elasticidade da dentina não passavam de artefatos causados pelo preparo, pois não encontraram sinais de trincas nas réplicas. Também Busato & Baldissera²¹ (1991) aventaram a hipótese de que estas trincas talvez ocorressem em pacientes de idade mais avançada onde a esclerose dentinária estivesse

presente, com conseqüente diminuição na capacidade de deformação da dentina e surgimento de trincas quando do rosqueamento dos pinos.

Entre as complicações que podem advir da inserção de pinos, Newsome & Youngson⁵⁷ (1987) classificaram-nas em a) complicações ocorrendo durante o preparo dos orifícios (fratura da broca e suspeita de penetração pulpar) e b) ocorrendo durante a inserção dos pinos (perda do pino ou sua inadequada penetração no orifício, penetração pulpar, perfuração periodontal e fratura do dente). Estes autores enfatizaram que a colocação de pinos é extremamente *técnica sensível* e que o conhecimento do clínico desempenha um papel importante, evidenciado pela relação inversamente proporcional entre a experiência do operador e a incidência de complicações. Talvez devido a nossa experiência prévia (Naressi & Araújo⁵⁶, 1985) e por ser um procedimento laboratorial, sem as peculiares dificuldades clínicas, aliado ao reduzido número de pinos por dente, a localização da perfuração, e pela profundidade e diâmetro padronizados pela broca fornecida pelo fabricante, não tivemos problemas nem na perfuração dos orifícios, nem na inserção dos pinos.

A diminuição da capacidade de corte da broca após abertura de 5-6 orifícios relatada por Summitt et al.⁸³ (1994) foi também por nós observada.

Segundo Gourley⁴⁰ (1980), a espessura de dentina necessária para fixação de um pino é de 3 vezes o diâmetro deste e, de acordo com Dilts & Cury³⁰ (1976), ao avaliarem a espessura

média entre a polpa e a superfície externa de cada grupo de dentes permanentes constataram existir variáveis com a idade e tamanho do dente, enfatizando que as radiografias são úteis para evidenciar tanto dentina secundária no indivíduo mais idoso, como projeções de polpa nos mais jovens.

Ao exame do tipo de falha encontrada para os três tipos de pinos, Moffa et al.⁵⁴ (1969) em testes de resistência à tensão, classificaram as falhas como de remoção do pino do interior da dentina, fratura da dentina ou fratura do pino. Verificaram que a falha para o pino cimentado dava-se na interface cimento-dentina, que o de fricção pode ser removido da dentina sem que houvesse fratura nem do pino nem da dentina, e que o auto-rosqueável fraturava-se quando em diâmetro pequeno e profundidade excedendo 2 mm, ou fraturava a dentina se o diâmetro fosse maior e a profundidade também maior que 2 mm. Em nosso estudo não observamos fratura de pinos, embora com diâmetro de 0,71 mm, e a dentina sofreu ruptura em 15,4% dos nossos corpos de prova nesta modalidade retentiva.

A resistência à compressão medida por Wing⁹⁶ (1965) foi menor quanto maior o número de pinos rosqueáveis utilizados. Clinicamente ele aconselha que seja mantido um número mínimo de pinos compatível com a retenção desejada, permitindo espaço suficiente entre eles para uma adequada condensação do amálgama, detalhes estes também observados quando da elaboração dos nossos corpos de prova com pinos rosqueáveis.

Em testes de cisalhamento com forças incidindo a 45°, Buikema et al.¹⁸ (1985) verificaram que o diâmetro do pino era diretamente proporcional a quantidade de força necessária para fraturar o corpo de prova e que os pinos de menor diâmetro, TMS minim pin, tendiam a curvar-se e fraturar sob as forças, ao passo que o amálgama ou o dente tendiam a fraturar com os do tipo TMS regular pins, de maior diâmetro.

Estes resultados coincidem em parte com o obtido em nosso experimento (embora as forças em si não possam ser comparadas por diferenças na metodologia) pois observamos também que alguns pinos curvaram-se sob a ação da força. A maioria dos cilindros de amálgama fraturaram-se expondo os pinos (61,5%), e somente alguns sofreram deslocamento sem separar-se totalmente (23,1%), contrariando os resultados de Pashley⁶⁴ et al. (1991) que constataram uma maioria de deslocamentos. Visto que a força utilizada por estes autores teve uma mesma angulação, 90°, com incidência também na junção da reconstrução do amálgama com o dente, a diferença entre a média de resistência obtida por eles 10,3 MPa e a nossa, 6,40 MPa talvez explique-se pelo maior número de pinos (4 x 2) e maior superfície de atrito (molares x pré-molares).

A profundidade do pino rosqueável tem sido recomendada ser de 2 mm no interior da dentina, 2 mm no interior do amálgama e 2 mm de amálgama recobrimdo os pinos, totalizando 4 mm de reconstrução, para conferir adequada retenção e resistência (Moffa et al.⁵⁴, 1969; Pameijer & Stallard⁶²,

1972; Dilts & Cury³⁰, 1976; Davis et al.²⁷, 1983; Buikema et al.¹⁸, 1985). Em nossa pesquisa, devido a altura do espaço na matriz para condensação e obtenção dos corpos de prova, os pinos permaneceram recobertos por amálgama em maior altura que os 4 mm preconizados; porém como a força de cisalhamento incidiu sempre o mais próximo possível da junção do amálgama com o dente, não houve influência da altura da reconstrução.

Todos os corpos de prova foram testados após 24 h da condensação, como preconizado por Going et al.³⁸ (1968) e Welk e Dilts⁹⁴ (1969), sendo mantidos em água destilada até o momento do teste.

Nesta pesquisa, observamos que os valores médios de resistência ao cisalhamento a 90° nos corpos de prova com pinos rosqueáveis foram significativamente maiores que os obtidos com amalgapin, corroborando os dados de Leach et al.⁴⁷ (1983), Plasmans et al.⁶⁸ (1987) e Summitt et al.⁸³ (1994).

Segundo Certosimo et al.²⁴ (1991), quando a força de deslocamento incide a 45° ocorre uma decomposição em força de *cisalhamento* e de *compressão*, o que explica os valores mais elevados que os nossos, relatados na literatura por Davis et al.²⁷ (1983), Plasmans et al.⁶⁷ (1987), Zangirolami et al.⁹⁸ (1989) e Summitt et al.⁸³ (1994).

Alguns autores como Leach et al.⁴⁷ (1983) e Davis et al.²⁷ (1983) salientam que forças que incidem a 45° são mais prováveis de acontecer em situação clínica em relação à incidência de 90° (cisalhamento puro), que talvez possa ocorrer

em excursões laterais da mandíbula, segundo Summitt et al.⁸³ (1994). No entanto, acreditamos que a força que incide na parede axial de cavidades Classe II seja de cisalhamento, justificando assim a utilização deste procedimento por nós e outros autores (Plasmans et al.⁶⁵, 1986; Plasmans et al.⁶⁷, 1987; Dickinson et al.²⁹, 1991; Pashley et al.⁶⁴, 1991; Bordin-Aykroyd et al.⁹, 1992; Triolo Junior & Swift Junior⁸⁷, 1992; Plasmans et al.⁶⁶, 1993; Summitt et al.⁸³, 1994).

Com o propósito de evitar os inconvenientes e os riscos da utilização de pinos retentivos como indução de forças no interior da dentina, custo elevado e procedimento complicado, Shavell⁷⁵ (1980) propôs a técnica por ele denominada Amalgapin, que caracteriza-se por orifícios executados em dentina preenchidos pela condensação do amálgama formando *pinos de amálgama* como forma de retenção em grandes reconstruções com amálgama. Ainda, Seng et al.⁷⁴ (1980), comparando a resistência ao cisalhamento (força incidindo num ângulo de 60°) em reconstruções de amálgama retidas com 3 pinos rosqueáveis e 3, 4 e 5 amalgapins, constataram que 3 pinos ofereciam a mesma resistência que 3 amalgapins e que 4 e 5 amalgapins eram mais resistentes que os 3 pinos. Observaram que ocorreu deslocamento total das reconstruções fraturando os amalgapins à entrada dos orifícios, fratura de parte da reconstrução e fratura da reconstrução e de parte do dente. Concordaram com Shavell⁷⁵ (1980), Baratieri et al.⁵ (1987), considerando a técnica de fácil execução, rápida e econômica.

Na comparação entre pinos rosqueáveis em mesmo número que amalgapins (embora com incidência de força diferente), nossos resultados discordam dos encontrados por Seng et al.⁷⁴ (1980) e Davis et al.²⁷ (1983), pois constatamos que o pino é mais resistente que o amalgapin, confirmando os resultados de Leach et al.⁴⁷ (1983), cujos testes ocorreram também com força a 90° e com Roddy et al.⁷² (1987), embora com força incidindo a 45°.

As variações nos resultados sob diferentes angulações também foram observadas por Plasmans et al.⁶⁸ (1987) que, ao avaliarem amalgapins, *slots* localizados, *slot* circunferencial e pinos auto-rosqueáveis, constataram que a força transversal (90°) originava os menores resultados em qualquer modalidade dos testes, seguido de valores intermediários para a força oblíqua (45°) e valores maiores para a axial ou de compressão. Os valores que obtivemos são compatíveis aos obtidos nesse trabalho.

Baratieri et al.⁵ (1987) ao compararem a técnica do amalgapin à dos pinos, enfatizam que é menos conservadora pois demanda um desgaste volumétrico maior pelo diâmetro do orifício, que o momento da remoção da matriz é crítico, onde uma remoção prematura ou intempestiva pode levar ao fracasso da reconstrução, que seus orifícios são abertos com alta velocidade podendo originar sensibilidade pós-operatória, e que a proteção adequada dos orifícios fica bastante prejudicada; em contrapartida, os amalgapins são de custo significativamente menor, não

promovem tensões na dentina (Outhwaite et al.⁶¹, 1979; Seng et al.⁷⁴, 1980; Davis et al.²⁷, 1983), podem ser empregados em dentes tratados endodonticamente, não diminuem a resistência da restauração, podem ser empregados onde houver perda de estrutura dental menor que 4 mm (Davis et al.²⁷, 1983), a técnica é mais rápida de ser executada (Shavell⁷⁵, 1980) e, segundo Certosimo et al.²⁴ (1991), não requer equipamento especial. Concordamos com esses autores pois, quando da confecção dos corpos de prova com os outros procedimentos retentivos, pino rosqueável e adesivo, pudemos comprovar a maior complexidade destas técnicas, demandando um tempo consideravelmente maior além do aumento bastante significativo no custo.

Como citado anteriormente, quando da confecção dos amalgapins, o tempo de permanência da matriz em posição é crítico e varia de autor para autor. Plasmans et al.⁶⁸ (1987) mencionam 30 min após condensação, Zangirolami et al.⁹⁸ (1989) retiraram com 10 min, Roddy et al.⁷² (1987) após 72h e Andrade et al.³ (1991) decorridos 20 min. Baratieri⁵ (1987) relata que remoção precoce (menos que 5 min após condensação) levou ao deslocamento de restaurações de amalgapins, clinicamente; decorrido um tempo maior da permanência da matriz, foram refeitas com sucesso. O tempo de permanência estabelecido em nosso trabalho foi de 15 min, compatível com um procedimento clínico e de acordo com o fabricante da liga Standalloy SF (Degussa), não tendo sido observado nenhum deslocamento quando da remoção cuidadosa da matriz.

Sob força de tensão em reconstrução com amálgama, Plasmans et al.⁶⁵ (1986) verificaram que 4 amalgapins tinham como média o valor de 54 N contra 472 N para 4 pinos auto-rosqueáveis, com as falhas ocorrendo na interface do corpo do amálgama com os amalgapins, e os pinos sendo removidos da dentina. Os autores consideraram estes valores satisfatórios pois embora existam poucos dados disponíveis na literatura, Caldwell²² (1962) relata como maior valor de adesão à superfície dentária, 25,8 N/cm².

Com relação ao tipo de preparo utilizado em nosso trabalho, redução da superfície oclusal até à dentina formando *flat*, outros autores como Davis et al.²⁷ (1983), Buikema et al.¹⁸ (1985), Plasmans et al.⁶⁵ (1986), Plasmans et al.⁶⁷ (1987), Dickinson et al.²⁹ (1991), Bordin-Aykroyd et al.⁹ (1992), Plasmans et al.⁶⁶ (1993), Summitt et al.⁸³ (1994), também o utilizaram com pinos, amalgapins e adesivos, tanto em testes de resistência à tensão quanto ao cisalhamento. No entanto, Plasmans et al.⁶⁷ (1987) e Summitt et al.⁸³ (1994) salientam que, clinicamente, esta situação extrema é pouco frequente, e que na grande maioria das vezes a resistência às forças oclusais é auxiliada até mesmo pelo remanescente dentário, além da possibilidade de outros procedimentos retentivos.

A maioria das pesquisas com amalgapin foi realizada em dentes molares utilizando a broca recomendada por Shavell⁷⁵ (1980), a de nº 1157 (S S White) com 1 mm de diâmetro; porém, como realizamos nosso experimento em pré-molares, optamos por

uma broca de diâmetro menor, a de número 330 (FG-Maillefer) de 0,8 mm. Este mesmo diâmetro de broca foi usado por Summitt et al.⁸³ (1994) em estudo comparando pinos rosqueáveis e amalgapins, distribuídos ou agrupados no preparo, sob forças incidindo a 45 e 90°. À semelhança de outros autores e como observado em nosso resultado, com força incidindo a 90° os valores de resistência são bem menores que a 45°. Nosso valor médio para corpos de prova com 2 amalgapins (119,7 N) foi superior ao obtido por eles com 4 (64 N), mas seus corpos de prova com 4 pinos rosqueáveis tiveram resultado médio (507 N) bem superior ao obtido com os 2 pinos (188,2 N) da nossa pesquisa. Constataram ser fratura em dentina a causa da maioria das falhas com pino rosqueável, fato não observado por nós. A maioria das nossas falhas com pinos deu-se por fratura do corpo do amálgama (61,5%) e somente algumas poucas fraturas da dentina que circunda os orifícios, nos corpos de prova que se deslocaram sem se fraturarem (15,4%). Observaram que todos os corpos de prova com amalgapin falharam devido a cisalhamento do amálgama na entrada dos orifícios, fato este também observado em nossa pesquisa.

O maior inconveniente do amálgama de prata é não ser adesivo às estruturas dentais. A sua utilização do modo convencional restaura os contornos do dente e a oclusão, mas como não existe adesão, não reforça o dente restaurado, sacrificando partes hígidas do remanescente em preparo cavitário para retê-lo mecanicamente. O desenvolvimento dos sistemas

adesivos destinados a unir o amálgama ao esmalte e dentina teve como finalidade compensar algumas das desvantagens apresentadas por este material, como infiltração marginal e necessidade de procedimentos retentivos adicionais (Varga et al.⁹¹, 1986; Staninec & Holt⁸¹, 1988; Lacy & Staninec⁴⁶, 1989; Staninec⁸⁰, 1989; Torii et al.⁸⁶, 1989; Charlton et al.²⁵, 1992). Estes sistemas podem suprimir o uso de bases de proteção e reforçar a estrutura remanescente enfraquecida pela doença e preparos cavitários (Trushkowsky⁸⁸, 1991; Eakle et al.³¹, 1992).

Desde que a técnica do condicionamento ácido foi introduzida para união das resinas ao esmalte (Buonocore¹⁹, 1955), pesquisas sucederam-se no intuito de tentar obter-se união também à dentina (Bowen & Cobb¹⁴, 1983), dificultada por suas características como variação dos componentes orgânicos e inorgânicos dependendo da profundidade e localização do preparo, com proporção variada de dentina inter-tubular, peritubular e esclerosada (Triolo Junior & Swift Junior⁸⁷, 1992). Heymann & Bayne⁴³ (1993) explicam que, por ser a dentina e seus túbulos radialmente concêntricos à polpa, a densidade relativa dos túbulos é maior próximo a ela, representando 28% do volume ao longo da parede pulpar contra 4% no limite amelo-dentinário, além de serem mais amplos pela menor deposição de dentina peritubular. Fowler et al.³⁴ (1992) acrescentam ainda, como variáveis ligadas ao substrato dentinário, o tempo decorrido pós-extração e diferenças no preparo da superfície para adesão.

A esclerose dentinária ocorre em resposta a cárie, traumas ou outros estímulos pela deposição de uma ponte de cristais de hidroxiapatita peritubular, frequentemente encontrada em idosos como um processo natural, ou pode ser estimulada por substâncias dessensibilizantes, porém sua presença interfere com o processo da adesão, dificultando-o. Os fatores do dente e do paciente igualmente devem ser levados em consideração ao se tentar obter adesão, como tamanho e forma da lesão, estrutura do esmalte e dentina, localização do dente, idade do paciente e grau de *stress* oclusal (Heyman & Bayne⁴³, 1993).

A *smear layer*, camada resultante da ação dos instrumentos de corte durante o preparo cavitário, ocupa uma posição estratégica na Odontologia Restauradora, interface do material restaurador com o substrato dentinário. Composta por resíduos de dentina e esmalte, saliva, microorganismos (Dickinson et al.²⁹, 1991; McCabe & Rusby⁵⁰, 1992; Triolo Junior & Swift Junior⁸⁷, 1992), atua como uma bandagem biológica por ser parcialmente porosa e reduzir o fluxo de fluido dos túbulos dentinários adjacentes, diminuindo a sensibilidade pós operatória (Heymann & Bayne⁴³, 1993).

O papel da *smear layer* na adesão dentinária está diretamente relacionado ao desenvolvimento dos materiais adesivos, que por causa do grande número de sistemas introduzidos nos últimos anos, são frequentemente agrupados em geração baseados nos seus procedimentos adesivos e a relativa resistência de união que eles conseguem proporcionar. No



princípio buscou-se adesão química à estrutura do dente e a união acontecia entre o material hidrofóbico e a *smear layer* que, por unir-se fracamente à dentina subjacente, comprometia o resultado final da adesão (Bowen^{10,11,12}, 1965; Dickinson et al.²⁹, 1991; Eick et al.³², 1993; Heymann & Bayne⁴³, 1993).

Agentes adesivos mais atuais tentam remover, penetrar ou modificar a *smear layer* com ácidos orgânicos fracos, preparando a dentina subsuperficial, com substâncias promotoras de adesão ou *primers*, para então ser umedecida com monômeros de resina mais hidrofílicos, constituindo a denominada *camada híbrida*, resultando deste modo forças de união bastante aumentadas (Bowen et al.¹⁵, 1982; Bowen & Cobb¹⁴, 1983; Bowen¹³, 1985; Dickinson et al.²⁹, 1991; Nakabayashi & Takarada⁵⁵, 1992; Triolo Junior & Swift Junior⁸⁷, 1992; Heymann & Bayne⁴³, 1993; Swift Junior et al.⁸⁴, 1995).

Desde que os primeiros relatos de experiência envolvendo o uso de adesivos sob restaurações de amálgama foram publicados em 1986 por Varga et al.⁹¹ e Shimizu et al.⁷⁶ que muito se tem escrito, discutido, estudado e testado no campo dos adesivos de esmalte e dentina (Gwinnett et al.⁴¹, 1994). Pesquisadores como Shimizu & Kawakami⁷⁶ (1986), Varga et al.² (1986), Staninec & Holt⁸¹ (1988) Lacy & Staninec⁴⁶ (1989), Staninec⁸⁰ (1989), Torii et al.⁸⁶ (1989), DeSchepper et al.²⁸ (1991), Trushkowsky⁸⁸ (1991), Charlton et al.²⁵ (1992), Eakle et al.³¹ (1992), Jordan et al.⁴⁵ (1992), Alberton et al.¹ (1993), Al-Duwairi & Hadj-Hamou² (1993), Bagley et al.⁴ (1994), Bearn et

al.⁷ (1994), Gwinnet et al.⁴¹ (1994), Santos & Meiers⁷³ (1994), vêm avaliando, sob várias formas de testes, combinações diversas de produtos, contribuindo assim para o desenvolvimento da tecnologia adesiva em odontologia, constituindo uma nova era caracterizada pela preservação da estrutura do dente (Swift Junior et al.⁸⁴, 1995).

Dados de estudo de adesão podem ter frequentemente um alto grau de variabilidade, dificultando a comparação dos resultados entre pesquisas. As causas podem estar na falta de padronização de conduta nos testes, diferenças na metodologia, inclusão de imperfeições no frágil meio de união, além dos fatores relacionados à dentina (DeSchepper et al.²⁸, 1991). Estas divergências levaram pesquisadores como Fowler et al.³⁴ (1992) e Oilo & Austrhein⁵⁸ (1993) a compararem teste de tensão e cisalhamento, constatando que ambos parecem originar valores de magnitude comparáveis e serem igualmente representativos, como testes *in vitro*, da qualidade dos sistemas adesivos; no entanto, o teste de cisalhamento poderia apresentar uma vantagem sobre o de tensão no tipo de falha originada, pela maior probabilidade de ocorrência na interface do substrato dentário com o adesivo.

O sistema adesivo All-Bond 2, utilizado nesta pesquisa, promove o condicionamento do esmalte e dentina com o ácido fosfórico a 10% por 15 s, removendo a *smear layer*, abrindo e alargando os orifícios dos túbulos dentinários. Após a remoção do ácido por jato d'água, a superfície é deixada úmida,

possibilitando a formação da camada híbrida pelo monômero hidrofílico. Tanto a secagem excessiva, causando o colapso da trama de colágeno desmineralizada e dificultando o *molhamento* pelo *primer*, como o excesso de umidade, dissolvendo-o, são prejudiciais (Swift Junior et al.⁸⁴, 1995).

Um grande número de pesquisas com adesivos utilizam o Amalgambond (Parkell) e o Panavia Ex (Kuraray Co.). Ao se comparar as médias de resistência adesiva, além das demais variáveis, temos a resistência de adesão ao esmalte com valores bem superiores ao da dentina, sendo que, utilizando o adesivo Panavia Ex, Shimizu et al.⁷⁶ (1986) encontraram 8,8 MPa para o esmalte e 4,4 MPa para a dentina; Varga et al.⁹¹ (1986), 13,6 MPa para o esmalte; Staninec & Holt⁸¹ (1988), 9,7 MPa para o esmalte e 3,2 MPa para a dentina (Bearn et al.⁷ 1994). Alberton et al.¹ (1993) encontraram média de 4,49 MPa ao esmalte e 2,32 MPa com a dentina.

Os resultados de testes de cisalhamento com Amalgambond também apresentam valores díspares. DeSchepper et al.²⁸ (1991) relatam que todos os 30 corpos de prova com este adesivo, separaram-se antes dos testes; Pashley et al.⁶⁴ (1991) obtiveram média de 3,1 MPa; Triolo Junior & Swift Junior⁸⁷ (1992), 23,3 MPa, ao passo que Bagley et al.⁴ (1994) obtiveram 2,26 MPa de resistência adesiva à dentina.

A resistência à fratura sob forças de compressão, em dentes com preparos cavitários tipo MOD *in vitro*, também apresenta resultados conflitantes. Eakle et al.³¹ (1992)

comparando restaurações com adesivo Panavia Ex (Kuraray Co.) observaram serem estas mais resistentes que as sem adesivo; Santos & Meiers⁷³ (1994) não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre restaurações de amálgama forradas com adesivo (Amalgambond- Parkell) ou verniz cavitário (Plastodent- Plastodent). Staninec⁸⁰ (1989), comparando restauração de amálgama em caixa proximal com adesivo Panavia (Kuraray Co.) e sem, com sulcos retentivos e com cauda de andorinha na oclusal, obteve um valor significativamente maior para a forma de caixa com adesivo.

Dos 14 corpos de prova que confeccionamos com o procedimento adesivo, 6 (42,8%) desprenderam-se antes do teste, durante a ciclagem térmica, sendo apresentado como resultado 0,0 MPa; Triolo Junior & Swift Junior⁸⁷ (1992) obtiveram 13,3% de fratura espontânea em experimento com vários adesivos. As fraturas foram predominantemente adesivas, com o adesivo retido na dentina.

A média de resistência adesiva ao cisalhamento que obtivemos (0,43 MPa) foi menor que a relatada na literatura com o mesmo adesivo All-Bond 2 em superfície plana de dentina. Souza et al.⁷⁹ (1992) obtiveram 13,0 MPa e Bagley et al.⁴ (1994), 5,48 MPa. Esta variação de resultados entre pesquisas torna-se de difícil explicação, atribuindo-se provavelmente a variáveis como falta de padronização dos testes, ao tipo de dentina, diferença entre equipamentos, condições de laboratórios, substância utilizada na conservação, entre outras.

Quando comparamos nossos resultados médios obtidos com os procedimentos retentivos adesivo (0,43 MPa), amalgapin (4,16 MPa) e pino (6,40 MPa), constatamos que são diferentes estatisticamente entre si, o que discorda em parte do trabalho de Pashley et al.⁶⁴ (1991), que obteve diferença estatisticamente significativa entre 4 pinos rosqueáveis (10,3 MPa), *slot* circunferencial (4,1 MPa) e adesivo Amalgambond (3,1 MPa), porém *slot* e adesivo não diferiram entre si.

Os valores obtidos com a técnica do amálgama adesivo, nos diversos testes de adesão, são sempre inferiores aos resultados de adesivo com resina composta (Swift Junior et al.⁸⁴, 1995).

A infiltração marginal *in vitro* apresenta-se bastante diminuída na restauração com amálgama adesivo, quando comparada ao amálgama convencional (Varga et al.⁹¹, 1986; Staninec & Holt⁸¹, 1988; Charlton et al.²⁵, 1992), e quando comparada à reconstruções com pinos e *slot* circunferencial. Estes resultados fazem supor que, conseqüentemente ocorra uma redução na incidência de cárie recorrente, o que deve ser constatado com pesquisas clínicas de longa duração aplicando esta técnica.

Na avaliação dos corpos de prova do procedimento adesivo ao microscópio estereoscópico pudemos constatar o efetivo selamento, unindo-se firmemente à dentina, não ocorrendo penetração do corante quando aplicado sobre estas superfícies.

Preparos cavitários para restaurações de amálgama adesivo podem, entretanto, ainda requerer uma adequada forma de resistência e alguma forma de retenção mecânica no tecido dentário remanescente (Gwinnett et al.⁴¹, 1994), contra-indicando a sua utilização em situações de nenhuma retentividade como no nosso trabalho, evidenciada pelos baixos valores obtidos.

Embora a técnica do amálgama adesivo pareça promissora com alguns resultados *in vitro*, as limitações deste tipo de estudo precisam ser reconhecidas.

O pino rosqueável, dos três procedimentos avaliados, foi o mais retentivo, de acordo também com o constatado por Pashley et al.⁶⁴, 1991.

A força continuamente crescente, aplicada aos corpos de prova, não é típica do tipo de força que ocorre clinicamente. Exceto por uma incidência traumática, dentes que trincam ou fraturam no meio bucal, usualmente o fazem como resultado de episódios repetidos de *stress* que levam à fadiga da estrutura cristalina e produzem micro-rachaduras que se propagam até que a falha ocorra.

Os efeitos do *stress* da mastigação na durabilidade do adesivo também não foram determinados, nem a longevidade de restaurações com este procedimento retentivo (Eakle et al.³¹, 1992). e, qualquer adesivo dentário é provavelmente menos efetivo *in vivo* do que *in vitro* (Plasmans et al.⁶⁶, 1993).

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos com a metodologia proposta, podemos inferir que:

- houve diferença estatisticamente significativa na resistência ao cisalhamento entre os três procedimentos retentivos;

- o pino rosqueável resultou no melhor meio retentivo de reconstruções com amálgama, porém diminui a resistência da restauração;

- o amalgapin foi um procedimento retentivo de valores intermediários, porém ainda considerado uma indicação satisfatória, não diminuindo a resistência da reconstrução;

- a técnica do amálgama adesivo utilizando o Sistema Adesivo Universal All-Bond 2 (Bisco) apresentou os menores valores retentivos, não tendo indicação como única forma de retenção de extensas restaurações.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1 ALBERTON, S.B. et al. Resistência ao cisalhamento do amálgama empregando-se a técnica adesiva com Panavia Ex. *Rev. Odontol. USP*, v.7, p.257-62, 1993.
- 2 AL-DUWAIRI, Y., HADJ-HAMOU, R. Amalgam restorations: a new approach. *J. Prosthet. Dent.*, v.69, p.138-40, 1993.
- 3 ANDRADE, C.A., MONTEIRO JUNIOR, S., BARATIERI, L.N. Tensile resistance of complete cast crowns cemented on amalgam foundations retained by amalgapins. *Quintessence Int.*, v.22, p.617-21, 1991.
- 4 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.

* Baseado em:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. Referências Bibliográficas NBR 6.023. Rio de Janeiro, 1989. 19p.

- 5 BARATIERI, L.N., ANDRADA, M.A.C., TAVARES, R.
“Amalgapin”.*RGO.*, v.35, p.375-9, 1987.
- 6 BARATIERI, L.N. et al. Restaurações de amálgama retida a pinos. In: _____. *Dentística: procedimentos preventivos e restauradores*. São Paulo: Editora Santos; Chicago: Quintessence, 1992. p. 405-40.
- 7 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.
- 8 BEECH, D.R., TYAS, M.J., SOLOMON, A. Bond strength of restorative materials to human dentin: influence of post-extraction time. *Dent. Mater.*, v.7, p. 15-7, 1991.
- 9 BORDYN-AYKROYD, S., SEFTON, J., DAVIES, E.H. *In vitro* strengths of three current dentin adhesives to primary and permanent teeth. *Dent. Mater.*, v. 8, p. 74-8, 1992.
- 10 BOWEN, R.L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. 2. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. *J. Dent. Res.*, v.44, p.895-902, 1965.

- 11 BOWEN, R.L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. 3. Bonding to dentin improved by pre-treatment and use of surface-active comonomer. *J. Dent. Res.*, v.44, p.903-5, 1965.
- 12 BOWEN, R.L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. 4. Bonding to dentin, enamel, and fluorapatite improved by the use of a surfaceactive comonomer. *J. Dent. Res.*, v.44, p.906-11, 1965.
- 13 BOWEN, R.L. Bonding of restorative materials to dentine: the present status in the United States. *Int. Dent. J.*, v.35, p.155-9, 1985.
- 14 BOWEN, R.L., COBB, E.N. A method for bonding to dentin and enamel. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.107, p.734-6, 1983.
- 15 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.
- 16 BRACKETT, W.W, JOHNSTON, W.M. The retention of titanium pins in high-cooper amalgam and their influence on its fracture resistance. *Oper. Dent.*, v.14, n.136-41, 1989.

- 17 BROWN, D.R., BARKMEIER, W.W., ANDERSON, R.W.
Restoration of endodontically treated posterior teeth with amalgam. *J. Prosthet. Dent.*, v.41, p.40-4, 1979.
- 18 BUIKEMA, D.J. et al. Pins and their relation to cavity resistance form for amalgam. *Quintessence Int.*, v.3, p.187-90, 1985.
- 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 BURGESS, J.O., SUMMITT, J.B. Retention and resistance provided by nine self-threading pins. *Oper. Dent.*, v.16, p.55-60, 1991.
- 21 BUSATO, A.L.S., BALDISSERA, R.A. Nova alternativa para restaurações de amálgama. *RGO.*, v.39, p.193-6, 1991.
- 22 CALDWELL, R.C. Adhesion of foods to teeth. *J. Dent. Res.*, v.41, p.821-32, 1962.
- 23 CECCONI, B., ASGAR, K. Pins in amalgam; a study of reinforcement. *J. Prosthet. Dent.*, v.26, p.155-69, 1971.

- 24 CERTOSIMO, A.J., HOUSE, R.C., ANDERSON, M.H. The effect of cross-sectional area on transverse strength of amalgam-retained restorations. *Oper. Dent.*, v.16, p.70-6, 1991.
- 25 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.
- 26 CORBIN, S.B., KOHN, W.G. The benefits and risks of dental amalgam: current findings reviewed. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.125, p.381-8, 1994.
- 27 DAVIS, S.P. et al. Self-threading pins and amalgam pins compared in resistance form for complex amalgam restorations. *Oper. Dent.*, v.8, p.88-93, 1983.
- 28 DeSCHEPPER, E.J. et al. *In vitro* tensile bond strengths of amalgam to treated dentin. *J. Esthet. Dent.*, v.3, p.117-20, 1991.
- 29 DICKINSON, G.L. et al. Comparison of shear bond strengths of some third-generation dentin bonding agents. *Oper. Dent.*, v.16, p.223-30, 1991.

- 30 DILTZ, W.E., COURY, T.L. A conservative approach to the placement of retentive pins. *Dent. Clin. N. Am.*, v.20, p.397-402, 1976.
- 31 EAKLE, W.S., STANINEC, M., LACY, A.M. Effect of bond amalgam on the fracture resistance of teeth. *J. Prosthet. Dent.*, v.68, p.257-60, 1992.
- 32 EICK, J.D. et al. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part 3. *Quintessence Int.*, v.24, p.571-82, 1993.
- 33 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.355-62, 1993.
- 34 FOWLER, C.S. et al. Influence of selected variables on adhesion testing. *Dent. Mater.*, v.8, p.265-9, 1992.
- 35 FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J. Dent. Res.*, v.58, p.1364-70, 1979.
- 36 GENDUSA, N.J. Adhesion dentistry: its effect on treatment planning: a point of view. *Quintessence Int.*, v.25, p.69-71, 1994.

- 37 GOING, R.E. Pin-retained amalgam. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.73, p.619-24, 1966.
- 38 GOING, R.E. et al. The strength of dental amalgam as influenced by pins. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.77, p.1331-4, 1968.
- 39 GOLDSTEIN, P.M. Retention pins are friction locked without use of cement. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.73, p.1103-6, 1966.
- 40 GOURLEY, J.V. Favorable locations for pins in molars. *Oper. Dent.*, v.5, p.2-6, 1980.
- 41 GWINNET, A.J. et al. Adhesive restorations with amalgam: guidelines for the clinician. *Quintessence Int.*, v.25, p.687-95, 1994.
- 42 HARRIS, R.K. Dental amalgam: success or failure? *Oper. Dent.*, v.17, p.243-52, 1992.
- 43 HEYMANN, H.O., BAYNE, S.C. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.124, p.27-35, 1993.

- 44 JACOBSEN, T., FINGER, W.J. Morphology of coupling sites between bonding agents and dentine *in vivo* and *in vitro*. *J. Dent.*, v.21, p.150-7, 1993.
- 45 JORDAN, R.E., SUZUKI, M., BALANKO, M. Bonded silver amalgam restorations. *J. Can. Dent. Assoc.*, v.58, p.817-9, 1992.
- 46 LACY, A.M., STANINEC, M.A. The bonded amalgam restoration. *Quintessence Int.*, v.20, p.521-4, 1989.
- 47 LEACH, C.D., MARTINOFF, J.T., LEE, C.V. A second look at the amalgapin technique. *J. Calif. Dent. Assoc.*, v.11, p.43-9, 1983.
- 48 LEINFELDER, K.F. After amalgam, what? Other materials fall short. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.125, p.586-9, 1994.
- 49 LETZEL, H. et al. A controlled clinical study of amalgam restorations: survival, failures, and causes of failure. *Dent. Mater.*, v.5, p.115-21, 1989.
- 50 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.

- 51 MARKLEY, M.R. Pin reinforcement and retention of amalgam foundations and restorations. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.56, p.675-9, 1958.
- 52 MARSHALL, T.D., PORTER, K.H., RE, G.J. *In vitro* evaluation of the shoulder stop in a self-threading pin. *J. Prosthet. Dent.*, v.56, p.428-30, 1986.
- 53 MJOR, I.A., TOFFENETTI, F. Placement and replacement of amalgam restorations in Italy. *Oper. Dent.*, v.17, p.70-3, 1992.
- 54 MOFFA, J.P., RAZZANO, M.R., DOYLE, M.G. Pins: a comparison of their retentive properties. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.78, p.529-35, 1969.
- 55 NAKABAYASHI, N., TAKARADA, K. Effect on HEMA on bonding to dentin. *Dent. Mater.*, v.8, p.125-30, 1992.
- 56 NARESSI, S.C.M., ARAÚJO, M.A.M. Utilização de pinos retentivos em reconstrução com amálgama. *Odontol. Mod.*, v.12, p.25-32, 1985.
- 57 NEWSOME, P.R.H., YOUNGSON, C.C. Complications of pin placement: a survey of 429 cases. *Br. Dent. J.*, v.163, p.375-8, 1987.

- 58 OILO, G., AUSTRHEIM, E.K. *In vitro* quality testing of dentin adhesives. *Acta Odontol. Scand.*, v.51, p.263-9, 1993.
- 59 OSBORNE, J.W. In defense of amalgam. *Oper. Dent.*, v.16, p.157-9, 1991.
- 60 OSBORNE, J.W., NORMAN, R.D., GALE, E.N. A 14-year clinical assessment of 12 amalgam alloys. *Quintessence Int.*, v.22, p.857-64, 1991.
- 61 OUTHWAITE, W.C., GARMAN, T.A., PASHLEY, D.H. Pins vs. slot retention in extensive amalgam restorations. *J. Prosthet. Dent.*, v.41, p.396-400, 1979.
- 62 PAMEIJER, C.H., STALLARD, R.E. Effect of self-threading pins. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.85, p.895-9, 1972.
- 63 PAPA, J., WILSON, P.R., TYAS, M.J. Pins for direct restorations. *J. Dent.*, v.21, p. 259-64, 1993.
- 64 PASHLEY, E.L. et al. Amalgam buildups: shear strength and dentin sealing properties. *Oper. Dent.*, v.16, p.82-9, 1991.

- 65 PLASMANS, P.J.J.M., WELLE, P.R., VRIJHOEF, M.M.A.
The tensile resistance of extensive amalgam restorations
with auxiliary retention. *Quintessence Int.*, v. 17, p.411-14,
1986.
- 66 PLASMANS, P.J.J.M. et al. Air humidity: a detrimental factor
in dentine adhesion. *J. Dent.*, v.21, p.228-33, 1993.
- 67 PLASMANS, P.J.J.M. et al. Effects of preparation design on
the resistance for extensive amalgam restorations. *Oper.
Dent.*, v.12, p.42-7, 1987.
- 68 PLASMANS, P.J.J.M. et al. *In vitro* resistance of extensive
amalgam restorations using various retention methods. *J.
Prosthet. Dent.*, v.57, p.16-20, 1987.
- 69 PODSHADLEY, A.G. Retention of threaded pins in amalgam.
J. Prosthet. Dent., v.63, p.47-51, 1990.
- 70 PODSHADLEY, A.G., STOREY, R. Pinhole preparation for
self-threading pins. *J. Prosthet. Dent.*, v.65, p.68-70, 1991.
- 71 ROBBINS, J.W., BURGESS, J.O., SUMMITT, J.B. Retention
and resistance features for complex amalgam restorations.
J. Am. Dent. Assoc., v.118, p.437-42, 1989.

- 72 RODDY, W.C. et al. Channel depth and diameter: effects on transverse strength of amalgam-retained restorations. *Oper. Dent.*, v.12, p.2-9, 1987.
- 73 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.
- 74 SENG, G.F. et al. Placement of retentive amalgam inserts in tooth structure for supplemental retention. *Gen. Dent.*, v.28, p.62-6, 1980.
- 75 SHAVELL, H.M. The amalgam technique for complex amalgam restorations. *J. Calif. Dent. Assoc.*, v.8, p. 48-55, 1980.
- 76 SHIMIZU, A., UI, T., KAWAKAMI, M. Bond strength between amalgam and tooth hard tissue with application of fluoride, glass ionomer cement and adhesive resin cement in various combinations. *Dent. Mater. J.*, v.5, p. 225-32, 1986.
- 77 SMALES, R.J., WETHERELL, J.D. Bonded amalgam restorations. *Austr. Dent. J.*, v.39, p.128, 1994.

- 78 SMITH D.C., VANHERLE, G. State of the art of direct posterior filling materials and dentine bonding. *J. Dent.*, v.22, p.121-4, 1994.
- 79 SOUZA, M.H., RETIEF, D.H., RUSSELL, C.M. Evaluation of the All-Bond Adhesive System. *J. Dent. Res.*, v.71, sp.iss., p.169, 1992. (Abstract 511).
- 80 STANINEC, M. Retention of amalgam restorations: undercuts versus bonding. *Quintessence Int.*, v.20, p.347-51, 1989.
- 81 STANINEC, M., HOLT, M. Bonding of amalgam to structure: tensile adhesion and microleakage tests. *J. Prosthet. Dent.*, v.59, p.397-402, 1988.
- 82 SUMMITT, J.B., OSBORNE, J.W. Initial preparations for amalgam restorations: extending the longevity of the tooth-restoration unit. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.123, p.67-73, 1992.
- 83 SUMMITT, J.B. et al. Effect of distribution of resistance features in complex amalgam restorations. *Oper. Dent.*, v.19, p.53-8, 1994.

- 84 SWIFT JUNIOR, E.J., PERDIGÃO, J., HEYMANN, H.O.
Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of
the art, 1995. *Quintessence Int.*, v.26, p.95-110, 1995.
- 85 TJAN, A.H.L., DUNN, J.R., GRANT, B.E. Fracture resistance
of composite and amalgam cores retained by pins coated
with new adhesive resins. *J. Prosthet Dent.*, v.67, p.752-
60, 1992.
- 86 TORII, Y et al. Inhibition *in vitro* of caries around amalgam
restorations by bonding amalgam to tooth structure. *Oper.
Dent.*, v.14, p. 142-8, 1989.
- 87 TRIOLO JUNIOR, P.T., SWIFT JUNIOR, E.J. Shear bond
strengths of ten dentin adhesive systems. *Dent. Mater.*, v.8,
p.370-4, 1992.
- 88 TRUSHKOWSKY, R. Restoration of a cracked tooth with a
bonded amalgam. *Quintessence Int.*, v.22, p. 397-400,
1991.
- 89 VAN NIEUWENHUYSEN, J-P, VREVEN, J. A drilling
technique to improve the retention of self-threading pins.
J. Prosthet. Dent., v.68, p.255-6, 1992.

- 90 VAN NIEUWENHUYSEN, J.P., VREVEN, J. Retention and depth of insertion of two self-shearing pins. *J. Prosthet. Dent.*, v.54, p.496-500, 1985.
- 91 VARGA, J., MATSUMURA, H., MASUHARA, E. Bonding of amalgam filling to tooth cavity with adhesive resin. *Dent. Mater. J.*, v.5, p.158-64, 1986.
- 92 VILLELA, L.C. et al. Amalgamapino: um novo conceito em restaurações extensas para amálgama. *Rev. Paul. Odontol.*, v.7, p.2-6, 1985.
- 93 WEBB, E.L., STRAKA, W.F., PHILLIPS, C.L. Tooth crazing associated with threaded pins: a three-dimensional model. *J. Prosthet. Dent.*, v.61, p.624-8, 1989.
- 94 WELK, D.A., DILTS, W.E. Influence of pins on the compressive and transverse strength of dental amalgam retention of pins in amalgam. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.78, p.101-4, 1969.
- 95 WIDSTROM, E. et al. Fear of amalgam: dentists' experiences in the Nordic countries. *Int. Dent. J.*, v.42, p.65-70, 1992.
- 96 WING, G. Pin retention amalgam restorations. *Austr. Dent. J.*, v.10, p.6-10, 1965.

97 WINSTANLEY, R.B. Pinned retention - 10 years on. *Dent. Update.*, v.10, P.247-50, 1983.

98 ZANGIROLAMI, N.T., STEAGALL, L., SANTOS JÚNIOR, J. Study of the mechanical resistance of extensive amalgam "restorations" anchored with the aid of threadned pins and amalgapins. *Rev. Odontol. USP*, v.3, p.289-93, 1989.

NARESSI, S.C.M. *Estudo comparativo de resistência ao cisalhamento em reconstruções com amálgama, utilizando como procedimento retentivo pino rosqueável, amalgapin e adesivo dentinário*. São José dos Campos, 1995. 123p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

RESUMO

Objetivando evitar perda de dentes posteriores com grandes destruições coronárias, este trabalho comparou, mediante termociclagem e testes laboratoriais, a resistência ao cisalhamento entre três procedimentos retentivos de reconstrução com amálgama em dentes pré-molares com preparo tipo *flat*: pino rosqueável, amalgapin e amálgama adesivo. Os valores resultantes da ação das forças e a análise das falhas, visualmente e em microscopia ótica estereoscópica, permitiram inferir que o melhor procedimento retentivo ocorreu com pino rosqueável, seguido do amalgapin. A técnica do amálgama adesivo, com o material por nós utilizado, apresentou-se ineficaz como único procedimento retentivo neste tipo de reconstrução.

Palavras-chave: Amálgama dentário; adesivos dentários; pinos dentários.

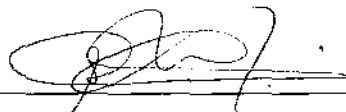
NARESSI, S.C.M. *Comparative study of resistance to shear strength in amalgam buildups by means of retentive procedures as threadned pin, amalgapin and adhesive amalgam*. São José dos Campos, 1995. 123p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

ABSTRACT

In order to avoid the loss of largely destroyed crowns of posterior teeth, this study dealt with laboratory tests to compare the resistance to shear strengths application among three retentive procedures for amalgam buildups: adhesive amalgam, amalgapin and threadned pin. The failures resultant from the strength action, analysed visually and stereoscopic otic microscopy, permitted to conclude that the best retentive procedure happened with threadned pin, followed by amalgapin. The adhesive amalgam restoration technique was considered non-efficient, for the adhesive used, as the only retentive procedure in this kind of buildup.

Key words: Dental amalgam; dental bonding; dental pins.

Autorizo a reprodução deste trabalho.
São José dos Campos, junho de 1995.



Suely Carvalho Mutti Naressi