



**Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba**



MARIA JOSÉ LORENA DE MENEZES

CIRURGIÃ – DENTISTA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS
ADESIVOS DE DUPLA-PRESA, FOTOATIVADOS E
AUTOPOLIMERIZÁVEL INDICADOS PARA CIMENTAÇÃO
DE PEÇAS PROTÉTICAS**

**BOND STRENGTH EVALUATION OF LIGHT-, SELF- AND DUAL-
CURED ADHESIVE SYSTEMS FOR INDIRECT COMPOSITE
RESTORATIONS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica, área de Concentração em Dentística.

**PIRACICABA
2005**



**Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba**



MARIA JOSÉ LORENA DE MENEZES
CIRURGIÃ – DENTISTA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS
ADESIVOS DE DUPLA-PRESA, FOTOATIVADOS E
AUTOPOLIMERIZÁVEL INDICADOS PARA CIMENTAÇÃO
DE PEÇAS PROTÉTICAS.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica, área de Concentração em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giannini

Banca Examinadora:
Prof. Dr. Marcelo Giannini
Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho
Prof. Dr. Milton Fernando de Andrade e Silva

**PIRACICABA
2005**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

M524a ***Menezes, Maria José Lorena de.***

Avaliação da resistência de união de sistemas adesivos de dupla-presa, fotoativados e autopolimerizável indicados para cimentação de peças protéticas. / Maria José Lorena de Menezes. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.

Orientador: Marcelo Giannini.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dentina. 2. Adesivos dentários. 3. Resinas compostas. 4. Dentística. I. Giannini, Marcelo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em inglês: Bond strength evaluation of light-, self- and dual-cured adhesive systems for indirect composite restorations

Palavras-chave em inglês (*Keywords*): 1. Dentin. 2. Dental adhesives. 3. Composite resins. 4. Dentistry

Área de concentração: Dentística

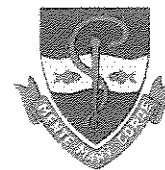
Titulação: Mestre em Clínica Odontológica

Banca examinadora: Marcelo Giannini, Lourenço Correr Sobrinho, Milton Fernando de Andrade e Silva

Data da defesa: 25/10/2005



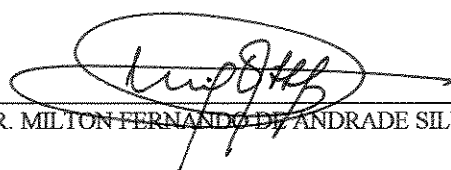
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, em sessão pública realizada em 25 de Outubro de 2005, considerou a candidata MARIA JOSÉ LORENA DE MENEZES aprovada.



PROF. DR. MARCELO GIANNINI



PROF. DR. MILTON FERNANDO DE ANDRADE SILVA



PROF. DR. LOURENÇO CORRÊA SOBRINHO

200604111

DEDICO ESTE TRABALHO

...À **DEUS**, força suprema que guia e ilumina os meus caminhos em todos os instantes.

...À meu pai **GESUALDO (DUDA)**,

“Por mais que o tempo e a distância insistam em me fazer te esquecer, sei que o amor verdadeiro nunca morrerá, e por todo tempo que ainda viver, perpetuarei tua memória e hei de ser fiel aos teus princípios e ensinamentos”. (autor desconhecido)

...À minha mãe **LOURDES** que juntamente com meu pai construiu uma família e tem me acompanhado em todos os momentos de minha vida, sempre me amparando em todas as dificuldades com dedicação e amor, possibilitando a realização desse ideal.

...À meus irmãos **SÔNIA, ELIZEU, JOSÉ ANTONIO, CARLINHOS, MARIA AUGUSTA E LINDA**, pela amizade, carinho e compreensão, com os quais aprendo com as diferenças e semelhanças, e à **LORENA**, por fazer parte da minha vida.

...À **LINDA** pelo incentivo e ajuda com as tarefas do dia-a-dia durante o período do curso.

*“Um lar é muito mais que uma casa...
Dialogar é muito mais que contar o que passa conosco...
Reunir-se é muito mais que estar juntos...
Compartilhar é muito mais que emprestar coisas...
Viver feliz é muito mais que estar contente...”
Juan Carlos Pisano*

...À todos aqueles que fazem parte da **minha família**, que não só durante este período, mas sempre estão ali, junto, participando da minha vida.

...As minhas professoras **ELINA LOBO e ARLETE REGUEIRA**, pelo apoio na minha introdução à vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. **MARCELO GIANNINI**, pela oportunidade de me envolver com a pesquisa, me orientando em cada passo, e por seu exemplo de profissionalismo, honestidade, dignidade e honra.

Aos professores da área da Dentística, **Dr. José Roberto Lovadino** e **Dr. Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo**, pelos incentivos e valiosos ensinamentos.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do seu Diretor **Prof. Dr. Thales Rocha de Mattos Filho** e diretor associado **Prof. Dr. Mário Fernando de Góes**.

À coordenação do curso de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, **Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen**.

Ao Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da FOP/UNICAMP, **Prof. Dr. Roger William F. Moreira**.

À **Profa Dra. Altair Antoninha Del Bel Cury**, responsável pela realização do convênio UNICAMP-UFAL (Universidade Federal de Alagoas).

Aos **Profs. Drs. Altair Antoninha Del Bel Cury, Brenda Paula F. A. Gomes, Caio César Randi Ferraz, Guilherme Elias Pessanha Henriques, José Roberto Lovadino, Luís Alexandre Maffei Sartini Paulillo, Luís Alexandre Zaia, Marcelo Giannini, Marcelo Mesquita e Renata Cunha Matheus R. Garcia** pela participação e colaboração com o MINTER.

Ao Prof. Dr. **Simonides Consani** pela abertura à utilização das dependências da Área de Materiais Dentários.

Ao Prof. Dr. **E. W. Kitajima** do NAP/MEPA-ESALQ/USP, onde foram realizadas as análises microscopias.

Ao Prof. **Dr. Milton Fernando de Andrade Silva**, pelo empenho para a concretização deste mestrado.

À **FAPEAL**, na pessoa do **Dr. José Márcio Lessa**, pela concessão das bolsas e auxílio financeiro que nos possibilitaram a realização deste trabalho.

Aos Professores **Alda Martins, Dulce Simões, Ivo Limeira, Leila Falcão e Lílian Jaime**, que, substituíram-me na UFAL, possibilitando minha vinda à Piracicaba.

À secretaria do curso de Odontologia da UFAL, **Manjaryl Rodrigues**, pela grande e preciosa colaboração e pela amizade de tantos anos.

Aos meus amigos do Minter (Mestrado Interinstitucional): **Cínthia, Fernando, Ivana, Larissa, Lécio, Marcelo, Mônica, Rosa, Walter e Ana Paula** (mesmo não participando do Minter), por compartilharmos tantas alegrias e dificuldades durante todo o curso.

Ao doutorando **César Augusto Galvão Arrais**, por sua dedicação e valiosa colaboração, sem as quais este trabalho não seria possível..

Aos meus novos amigos da Faculdade de Odontologia de Piracicaba: **Alessandra, Ana Paula, André, Andrea, Cecília, Cristiane, Débora, Grace, Larissa, Marcelinho, Rodrigo, Vanessa Cavalli, Vanessa Picorari**, pelos bons momentos vividos neste período.

Aos funcionários da Dentística da FOP / UNICAMP, **Pedro e Fernanda**, pela amizade e colaboração.

Aos novos amigos **Cida, Edna, Cris, Estela, Flávio, Marcelo e Beatriz** pelo carinho dispensado na minha estadia em Piracicaba.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

EPÍGRAFE

"A autêntica riqueza da experiência humana perderia parte de sua alegria se não existissem limitações a superar. O cume da colina não teria nem metade de sua maravilha se não houvesse vales obscuros para atravessar".

Halina Buoly

SUMÁRIO

Resumo.....	1
Abstract.....	3
1 – Introdução	5
2 - Revisão da Literatura	8
3 – Proposição	43
4 - Material e Métodos	44
4.1 – Delineamento Experimental	44
4.2 – Coleta, Armazenamento e Preparo dos Dentes	46
4.3 – Preparo e Tratamento dos Blocos em Compósito	47
4.4 – Grupos Experimentais	48
4.5 – Fixação dos Blocos de Compósito nas Superfícies dentinárias preparadas	50
4.6 – Obtenção dos Espécimes	53
4.7 – Ensaio de Microtração	54
4.8 – Preparo dos Espécimes para Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	55
5. Resultados	56
5.1 – Ensaio de Microtração	56
5.2 – Análise do Padrão de Fratura em MEV	57
6. Discussão	62
7. Conclusão	66

Referências Bibliográficas	67
Anexos	74

RESUMO

O propósito deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência de diferentes sistemas de cimentação que utilizam adesivos dentinários fotoativáveis, de dupla-presa e autopolimerizável na resistência à tração (TR) de restaurações indiretas em compósito no substrato dentinário. Trinta e seis terceiros molares extraídos e com tecido dentinário sadio foram seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo, na região do terço oclusal da porção coronária com um disco diamantado dupla face e abrasionados com lixa de carboneto de silício (SiC) de granulações 400 e 600, expondo uma superfície dentinária plana de profundidade média sem remanescente de esmalte, observado através do critério visual. Os dentes foram divididos aleatoriamente em seis grupos experimentais de acordo com os sistemas de cimentação (n=6): Grupo 1 - Single Bond/3M-ESPE (SB) e Grupo 2 - Scotchbond Multipurpose Plus/3M-ESPE (SBMP), em associação com o cimento resinoso Rely X/3M-ESPE (RX); Grupo 3 - Prime & Bond NT/Dentsply (PB), e Grupo 4 – Prime Bond NT + Self-Cure Activator/Dentsply (PBA), associado ao cimento resinoso Enforce/Dentsply (EN); Grupo 5 - Clearfil SE Bond/Kuraray (CSB) e Grupo 6 - ED Primer/Kuraray (ED), em associação com o cimento resinoso Panavia F/Kuraray (PF). Após a aplicação dos sistemas adesivos de acordo com as recomendações dos fabricantes, foram fixados discos de compósito Clearfil APX (Kuraray) com aproximadamente 2 mm de espessura, com os respectivos cimentos resinosos. Os grupos tiveram os adesivos fotoativados previamente (1, 3, 5) e após a cimentação por 40 segundos. Nos grupos 2, 4 e 6 foram utilizados os adesivos duais e o autopolimerizável sem fotoativação inicial e todo sistema fotoativado por 40 segundos apenas após a fixação. Foram realizadas secções paralelas ao longo eixo das amostras nos sentidos vestibulo-lingual (VL) e méso-distal (MD), originando espécimes em forma de paralelepípedo com área de secção transversal de aproximadamente 0,8 mm². Quatro espécimes, de cada amostra foram testados em um dispositivo para microtração acoplado em Máquina Universal de Ensaio (4411 Instron), com

velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados obtidos foram expressos em MPa e submetidos à Análise de Variância e ao Teste de Tukey (5%). Os valores médios de TR (MPa) foram os seguintes: Grupo 1 (SB/RX) = $26,74 \pm 7,44$ ab; Grupo 2 (SBMP/RX) = $32,89 \pm 6,16$ a; Grupo 3 (PB/EN) = $26,11 \pm 4,48$ ab; Grupo 4 (PBA/EN) = $25,30 \pm 6,42$ ab; Grupo 5 (CSB/PF) = $16,82 \pm 5,52$ bc e Grupo 6 (ED/PF), = $11,20 \pm 6,79$ c. O grupo 2 (SBMP/RX) apresentou maior TR que os grupos 5 e 6, os quais utilizaram adesivos autocondicionantes. Na comparação entre sistemas adesivos de mesmo fabricante e com o mesmo agente de fixação resinoso, não houve diferença significativa entre eles, exceto para os materiais do fabricante Dentsply.

Palavras Chaves:

Resistência à Tração

Sistemas Adesivos

Cimento Resinoso

Dentina

ABSTRACT

The purpose of this study in vitro was to evaluate the tensile bond strength (μ TBS) of light-, self- and dual-cured dentin adhesive systems using foundation of composite blocks with resinous agents. Thirty-six third molars caries-free were extracted and sectioned perpendicularly to the long axis, in the third occlusal area of the coronary portion with a diamond disk of high concentration and scorched with 400 and 600 grit SiC, exposing a surface dentinária plane of medium depth without enamel remainder, observed through the visual criteria. The teeth were randomly divided into six experimental groups accorded with the foundation systems (n=6): Group 1-Single Bond/3M-ESPE (SB) and Group 2-Scotchbond Multipurpose Plus/3M-ESPE (SBMP), in association with the resinous cement Rely X/3M-ESPE (RX); Group 3-Prime & Bond NT/Dentsply (PB), and Group 4 Prime & Bond NT + Self-cure Activator/Dentsply (PBA), associated the resinous cement Enforce/Dentsply (EN); Group 5-Clearfil SE Bond/Kuraray (CSB) and Group 6 ED Primer/Kuraray (ED), in association with the resinous cement Panavia F/Kuraray (PF). After the application of the systems according with the manufacturer's instruction, composite blocks Clearfil APX (Kuraray) were fastened with approximately 2 mm thick, with the resinous cement respective. The groups 1, 3 and 5 had the adhesive light-cured previously and after the foundation for 40 seconds. In the groups 2, 4 and 6 were used the dual adhesive without initial light-activated and all light-cured system for 40 seconds, only after the foundation. The samples were vertically, buccal-lingual (VL) and mesiodistal (MD) sectioned, resulting specimens in form of toothpicks with a cross-sectional area of approximately 0,8 mm². Four specimens from each sample were tested in a microtensile device coupled in an universal testing machine (4411 Instron), at a crosshead speed of 0.5 mm/min. The results were expressed in MPa and statistically analysed by analysis of variance (only factor) and Tukey test (5%). The medium values of μ TBS (MPa) were the following: Group 1 (SB/RX) = 26.74 $\pm$ 7.44 ab; Group 2 (SBMP/RX) = 32.89 $\pm$ 6.16 a; Group 3 (PB/EN) = 26.11 $\pm$ 4.48 ab;

Group 4 (PBA/EN) = 25.30 ± 6.42 ab; Group 5 (CSB/PF) = 16.82 ± 5.52 bc and Group 6 (ED/PF), = 11.20 ± 6.79 c. In the medium values of TR the G4 had lower rank than the other groups, excepted to the observed in the G6. The group 2 (SBMP/RX) showed larger μ TBS than the groups 5 and 6, which used self-etching adhesive. In comparison among adhesive systems from the same manufacturer and with the same resin cement, there was not significant difference among them, except for the products of Dentsply Company.

Key Words:

Tensile strength

Dentin bonding systems

Resin Cement

Dentin

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Odontologia Restauradora Adesiva tem se desenvolvido consideravelmente e novas técnicas restauradoras têm sido criadas devido ao surgimento de compósitos com propriedades mecânicas que permitiram sua aplicação em restaurações de dentes posteriores (Buonocore, 1955; Ferracane, 1995; Kugel, 2000). Alguns fatores podem limitar a indicação das restaurações diretas posteriores com compósito, como cavidades amplas nas quais há perda de cúspides e extensa destruição coronária, dentes com intensa sobrecarga oclusal e nas regiões posteriores das arcadas (Dietch, 1995). Frente a tais condições, a realização de restaurações diretas em compósito pode ser comprometida, não só devido à dificuldade da aplicação da técnica restauradora, como obtenção de adequada anatomia e correto contato proximal, como também a dificuldade em se controlar os efeitos da contração de polimerização do material restaurador sobre o dente e a interface restauradora (Manhart, 2000).

Com o desenvolvimento das técnicas de restaurações indiretas em compósitos, tais limitações foram reduzidas. Devido à possibilidade de se promover melhor grau de conversão deste tipo de material pela utilização de técnicas laboratoriais, como exposição à alta temperatura e à maior intensidade de luz, os compósitos para restaurações indiretas têm apresentado propriedades mecânicas superiores às dos compósitos para restaurações diretas (Wendt, 1987; Manhart, 2000; Tay & Wei, 2001). Portanto, propriedades, como resistência à fratura, ao desgaste, maior dureza e estabilidade de cor têm permitido a indicação de restaurações indiretas em compósito nos casos onde há extensa perda da estrutura dentária, envolvendo mais de uma cúspide (Wendt, 1987, 1990).

Os agentes de fixação adesiva, comercialmente conhecidos como cimentos resinosos, são os materiais de escolha para a fixação deste tipo de restauração (Kramer, Lohbauer & Frankenberger, 2000). Os agentes de cimentação adesiva podem ser classificados de acordo com o modo de iniciação da polimerização, podendo ser autopolimerizáveis (quimicamente ativados),

fotoativados ou duais (Kramer, Lohbauer & Frankenberger, 2000). Alguns autores têm observado redução em algumas propriedades mecânicas destas restaurações, principalmente associadas à incompleta polimerização dos agentes de fixação fotoativáveis (Feilzer, De Gee & Davidson 1987; Blackman, Barghi & Duke, 1990). Considerando-se que a espessura da restauração indireta e a profundidade da cavidade a ser restaurada dificultam o acesso da luz durante a fotoativação, é importante utilizar um agente de fixação que seja autopolimerizável ou dual (Peutzfeldt, 1995; Caughman, Chan & Rueggeberg, 2001; El-Mowafy & Rubo, 2000).

Além da importância da utilização de um agente de fixação adesiva com propriedades mecânicas adequadas para suportar as tensões geradas pelos esforços mastigatórios sobre a restauração, a hibridização do substrato dentinário previamente a cimentação da restauração constitui um fator de grande importância para a obtenção de boa união aos substratos dentais (Nakabayashi, Kojima & Matsuhara, 1982). Alguns autores observaram que as resinas compostas apresentam melhores propriedades mecânicas e maior longevidade quanto maior o grau de conversão conseguido após a polimerização (Feilzer, De Gee & Davidson, 1987; Blackman, Barghi & Duke, 1990). Entretanto, devido à técnica de cimentação de restaurações indiretas em compósito, às características dos preparos dentinários e à espessura do agente de cimentação adesiva e da restauração, muitas vezes torna-se difícil promover a fotoativação com intensidade de luz necessária para a adequada polimerização do adesivo (Peutzfeldt, 1995; Caughman, Chan & Rueggeberg, 2001; El-Mowafy & Rubo, 2000)

Diante desta limitação na técnica de cimentação adesiva, fabricantes de sistemas adesivos têm recomendado a utilização de sistemas adesivos de dupla-presa ou autopolimerizável, os quais desencadeiam a reação de polimerização mesmo na ausência da luz. Entretanto, não há estudos na literatura que demonstrem a efetividade da polimerização destes sistemas e propriedades após a cimentação de restaurações indiretas em compósito na ausência da fotoativação do adesivo. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de

diferentes sistemas de cimentação que utilizam adesivos dentinários fotoativáveis, de dupla-presa e autopolimerizável na resistência à tração de restaurações indiretas em compósitos no substrato dentinário.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em 1955, Buonocore observou que o condicionamento do esmalte dental com ácido fosfórico a 85% por 30 segundos aumentava a união da resina acrílica na superfície dental. Segundo o autor, esse aumento na resistência de união poderia ser devido ao aumento da área superficial, ao condicionamento ácido, a exposição da porção orgânica do esmalte na qual o acrílico poderia penetrar e ao aumento da capacidade de umedecimento da superfície condicionada, permitindo um contato mais íntimo entre a resina e o esmalte.

Fusayama *et al.*, em 1979, investigaram as propriedades adesivas de três resinas sobre esmalte e dentina utilizando um novo dispositivo para ensaio de tração. As resinas utilizadas foram Clearfil Bond System F; Adaptic e Concise. A superfície vestibular de incisivos centrais superiores e a face oclusal de molares humanos foram desgastadas até se obter uma superfície plana. Os dentes foram armazenados em água e secos imediatamente antes do uso. A seguir foi feito o condicionamento das superfícies em esmalte ou dentina com ácido fosfórico 40% por 60 segundos e novamente lavadas e secas. As cavidades foram delimitadas através da fixação de uma matriz cilíndrica posicionada sobre a superfície e preenchida com as resinas compostas. Os corpos de prova foram armazenados em água a 37°C após 10 minutos de sua confecção e submetidos ao ensaio de tração depois de uma semana, um mês ou três meses. Os autores observaram que a resina Clearfil apresentou os melhores resultados e o condicionamento ácido do esmalte e da dentina propiciou um aumento da resistência à tração.

Nakabayashi *et al.*, em 1982, verificaram, através de um estudo utilizando o teste de microtração, a efetividade da solução 4-metacriloxietil trimeliato anidrido (4-META) na adesão de um cilindro de acrílico a dentina condicionada e ao esmalte com uma solução contendo ácido cítrico a 10% e cloreto férrico 3%, por trinta segundos. Os autores observaram após a análise em microscopia eletrônica

de varredura (MEV), que os monômeros com grupos hidrofóbicos e hidrófilos como 4-META infiltraram-se na dentina, constituindo a camada híbrida. A resistência adesiva à tração foi 18 MPa na dentina condicionada. Então os autores concluíram que a ótima adesão não se dava exclusivamente através da formação dos *tags* no interior dos túbulos dentinários, como se considerava anteriormente, mas principalmente pela retenção micromecânica dos agentes resinosos com as fibras colágenas na dentina intertubular.

Em 1987, Feilzer *et al.*, estudaram um experimento usando as resinas compostas autopolimerizáveis Silar e P-10 (3M). A resina a ser testada foi colocada em um aparato que permitia a regulagem para se obter configurações de superfície. Ajustando este aparato obtinha-se a relação entre superfície aderida e não aderida. Foi mensurada por 30 minutos a tensão ocorrida durante a polimerização. Os resultados mostraram que quanto maior o valor do resultado da relação superfícies aderidas sobre superfícies não aderidas maior a tensão gerada. Foi proposto pelos autores o termo fator de configuração ou fator C, para descrever a relação entre essas superfícies e relacionaram com a classificação de Black para preparos de cavidades. Numa cavidade classe IV o valor seria 0,5. Os valores entre 1 e 2 estariam às cavidades classes III e II respectivamente. As cavidades tipo classe V e I ficariam com os maiores valores, 2 e 5 respectivamente. A conclusão dos autores foi que quanto maior o valor do fator C maior o potencial de desenvolver tensão entre as superfícies aderidas e a resina composta.

Com a intenção de avaliar a influência da espessura da cerâmica sobre a polimerização de cimentos resinosos fotopolimerizáveis, Blackman *et al.*, em 1990 utilizaram espécimes de cerâmica de 11mm², em cinco espessuras (0,5, 1, 2, 3 e 4 mm) com dois materiais: Porcelana Vita VMK68 e Dicor, cerâmica de vidro fundida. Também foram utilizados dois tipos de cimento resinoso: um fotopolimerizável, Porcelite amarelo e um dual, Dicor translúcido. Estes materiais

cerâmicos foram processados de acordo com instruções do fabricante, e todos tonalizados na cor A3. Amostras de resinas, de 0,5 mm x 6 mm em diâmetro, foram fabricadas em uma fôrma de metal colocadas entre o espécime de cerâmica e de vidro. Estas amostras foram fotopolimerizadas e o tempo de exposição variou de 30 a 120 segundos com intervalos de 30 segundos. Em seguida as amostras de resinas foram armazenadas em água a temperatura ambiente por 7 dias antes das medidas serem tomadas. O grau de polimerização foi determinado por medidas de microdurezas Knoop. Os resultados obtidos mostraram um nível máximo de polimerização para o cimento Dicor translúcido de 19,3 KHN e para o cimento Porcelite amarelo de 18,7 KHN. Os cimentos Porcelite e Dicor translúcido alcançaram níveis máximos de polimerização dentro dos 60 segundos recomendados em espécimes de porcelana VMK68 e de cerâmica Dicor, com 0,5 e 1 mm de espessura. O cimento Dicor, com ambas as cerâmicas apresentou nível máximo de polimerização em espécimes finas em menos tempo de exposição do que o recomendado. Para ambos os cimentos estudados a melhor polimerização foi em espécime com espessura menor que 3 e 4 mm. Os autores concluíram que as restaurações de cerâmica possuindo dimensões espessas quando são cimentadas com os cimentos resinosos estudados, a polimerização máxima esperada seria inferior à cerâmica de vidro Dicor, mas não inferior a porcelana VNK68.

Para avaliar a adaptação marginal e o selamento de diferentes tipos de restaurações de resina composta posterior, Ciucchi *et al.*, em 1990 realizaram um estudo utilizando 48 terceiros molares humanos preparados para restaurações MOD, sendo que uma caixa proximal o limite gengival se localizou 0,5 mm acima da junção cimento-esmalte, e a outra caixa o limite gengival foi 0,5 mm abaixo. Os dentes foram restaurados com duas técnicas diretas e uma indireta. Como controle, também foi realizado restaurações com amálgama de prata (Dispersalloy, Johnson & Johnson). Em seguida os dentes foram divididos em 4 grupos. No primeiro grupo foi utilizada a técnica direta de polimerização em três

direções, usando uma matriz de poliestireno e cunha de madeira refletora. A primeira camada de resina foi inserida na parede gengival e as seguintes nas paredes laterais da cavidade. A outra técnica direta foi utilizada no segundo grupo, a técnica incremental com camadas de 0,5 mm, a partir da parede gengival. No terceiro grupo, o sistema Coltene D.I. (Coltene) foi utilizado em uma técnica indireta que consistiu de uma resina composta híbrida polimerizada por luz e calor. No quarto grupo foram confeccionadas as restaurações de amálgama de prata. O primeiro teste consistiu em avaliar em microscopia eletrônica de varredura (MEV), réplicas das restaurações após os procedimentos adesivos, acabamento e polimento. Entre os grupos que foram ou não submetidos à termociclagem não houve diferença estatística. Os resultados mostraram que entre as resinas a técnica incremental em camadas de 0,5 mm foi superior, mas em relação ao amálgama nenhuma das técnicas conseguiram superá-lo, em ambos, os testes. A conclusão dos autores foi que as restaurações de amálgama continuam apresentando melhor adaptação e selamento marginal.

Peutzfeldt & Asmussen, em 1990 compararam a eficácia da adaptação e formação de fendas de três técnicas para restaurações tipo *inlay/onlay*. As resinas testadas foram Brilliant (Coltene AG), Estiux Posterior C VS (Kulzer) e SR-Isosit (Ivoclar). Como as resinas Brilliant e Estilux podem ser tecnicamente polimerizadas, a confecção das *inlays* ocorreu de duas formas, diretamente na cavidade e indiretamente em modelo de gesso após moldagem com material elastomérico. Na técnica indireta, a resina Brilliant foi submetida a uma polimerização extra por 7 minutos em uma unidade DI-500 (Coltene) de luz e calor e a resina Estilux polimerizada por 6 minutos em uma unidade Dentacolor XS (Kulzer). O sistema SR-Isosit é ativado por temperatura e pressão, por isso as restaurações só foram realizadas pela técnica indireta. Para os testes de adaptação foi utilizada uma matriz metálica simulando uma cavidade tipo MOD para restaurações tipo *inlay*, e nos testes de formação de fendas foi utilizado dentes naturais desgastados até apresentarem uma superfície plana em esmalte

ou dentina. A cimentação das restaurações indiretas foi realizada com resinas compostas específicas de polimerização dual de cada fabricante. No teste de adaptação as resinas compostas confeccionadas diretamente, Brilliant e Estilux, apresentaram os valores de adaptação menores nas primeiras 24 horas, após este tempo não houve diferença significativa entre elas. A formação de fendas foi analisada em microscópio óptico antes e depois de serem submetidos à termociclagem. Nos testes para analisar a formação de fendas não houve diferença entre as técnicas e entre as resinas. Quando as margens das restaurações se situavam no esmalte não foi encontrada formação de fendas e as margens localizadas em dentina são mais sensíveis à técnica adesiva. Os autores concluíram que a principal vantagem das restaurações indiretas é a possibilidade de se obter uma adaptação marginal melhor.

As mudanças graduais ocorridas na composição do material restaurador resina, levaram Rueggeberg *et al.*, em 1990 investigarem métodos diferentes usados para formular curvas de calibração para determinação de conversão de monômero por espectroscopia infravermelha de resinas comerciais contemporâneas contendo estruturas aromáticas. Desde sua introdução em 1960, as resinas foram misturas de BIS-GMA e TEGDMA, hoje, estas misturas ainda estão presentes, mas existe dimetacrilatos de uretano e grandes estruturas oligoméricas de BIS-GMA-uretanos, Os autores estabeleceram procedimentos de calibração de conversão que usam vários métodos de base com BIS-GMA, Bisfenol-A/TEGDMA, e um adesivo hidrogenado. Foram determinados picos e áreas de absorções infravermelhas. Os resultados mostraram que bisfenol-A foi achado inadequado como um modelo de calibração infravermelho para resina composta. O BIS-GMA/TEGDMA modelo de calibração simula valores de conversão obtidos quando um modelo de resina comercial hidrogenada foi usado.

Em 1990, Wendt & Leinfelder pesquisaram o desempenho clínico do tratamento térmico em *inlay* de resina composta, utilizando os métodos diretos e

indiretos de avaliação clínica. Foram colocadas sessenta restaurações *inlays* de resina composta em cavidades de classe I e II de pré-molares e molares de uma série de pacientes durante três meses. Trinta dessas *inlays* consistiram na colocação da resina composta e fotopolimerização intraoral, por 60 segundos (categoria I), que serviu como controle. As outras trintas restaurações foram preparadas do mesmo modo das *inlays* na categoria I. Após a fotopolimerização, a *inlay* foi aquecida em um forno de calor à seco, como um método secundário de polimerização (categoria II). A relação de classe I para classe II e de pré-molares para molares foi de 1:1. Cada paciente recebeu uma restauração tipo *inlay* controle e uma experimental. Todas as *inlays* foram cimentadas utilizando procedimentos de condicionamento ácido e agente adesivo. Todas as restaurações foram avaliadas de acordo com o US Public Health Service (Ryge) método de critério direto. As restaurações foram avaliadas pelas seguintes características: capacidade de combinação de cor, pigmentação marginal, adaptação marginal, cáries secundárias, desgaste ou perda da forma anatômica e textura da superfície. O resultado mostrou que o tratamento térmico da *inlay* de resina composta não melhorou a resistência ao desgaste no período de 12 meses quando comparada com a *inlay* fotopolimerizada. Os autores concluíram que o tratamento térmico das *inlays* aliviou a sensibilidade pós-operatória, melhorou a integridade marginal do dente e interface da restauração, quando comparadas com as *inlays* fotopolimerizadas, além disso, aumentou a longevidade da adaptação marginal da restauração diminuindo a pigmentação marginal. O tratamento térmico não mudou a cor e a aparência estética.

Utilizando-se de um relatório preliminar, Bessing & Lundqvist, em 1991 realizaram análise clínica de *inlays* indiretas de resina composta pelo período de um ano. Sete dentistas e 23 pacientes voluntários concordaram em participar para fazer parte na pesquisa. Os pacientes receberam 45 *inlays* de resina composta polimerizadas por calor e pressão. Após o preparo das cavidades e os procedimentos de laboratório, as *inlays* foram cimentadas com o cimento resinoso

Dual-Cement Radiopaque (Ivoclar) e foi usado um tempo total de 120 segundos de exposição à luz (40 segundos cada, vestibularmente, lingualmente e oclusalmente). Os excessos de cimento foram removidos antes da polimerização. No primeiro retorno dos pacientes, aproximadamente 6 meses depois da fixação das *inlays* houve evasão de pacientes de 17.4% e das *inlays* de 24.4%. Foram examinadas 34 *inlays* (em 19 pacientes) de acordo com os critérios da Califórnia Associação Dental (CDA). Os critérios da CDA avaliam: superfície e cor, forma anatômica e integridade marginal. Cada restauração é dada uma classificação simbolizando uma das quatro variações: 1 = “variação de excelência”, 2 = “variação de aceitabilidade”, 3 = “substituir por prevenção”, e 4 = “substituir. No segundo retorno, 12 meses depois, 30 *inlays* (em 16 pacientes) foram reexaminadas. Ao primeiro exame, 28 *inlays* foram avaliadas excelentes, três aceitáveis e três insatisfatórias. Ao segundo exame, foram achadas 21 excelentes, oito aceitáveis, e uma insatisfatória. Uma *inlay* tinha sido fraturada antes do primeiro exame, mas nenhuma outra *inlay* fraturada foi observada. Os autores recomendam estudos em longo prazo pois, no presente estudo, o período de observação foi curto, em média 1 ano, e isto limita a validade das conclusões. De qualquer modo, os autores neste estudo estabeleceram uma base para um subsequente acompanhamento dos pacientes. E a intenção deles é reexaminar o paciente após 2 ou 3 anos.

Rueggeberg & Caughman, em 1993 investigaram o grau de conversão do monômero de quatro cimentos resinosos dual. Os cimentos resinosos utilizados neste estudo foram: Ultra-Bond (Den-Mat), Mirage FLC (Chameleon), Porcelite (Kerr) e Heliolink (Vivadent). Cada cimento foi preparado de acordo com recomendações dos fabricantes. Em seguida uma pequena quantidade do cimento foi colocada sobre uma superfície de cristal KRS-5 (Buck Scientific). Para um grupo de amostra foi colocada uma peça pequena de Mylar (0,07 mm, Du Pont Company), pressionando o cimento sobre a superfície de cristal, e em seguida receberam um ou outro dos seguintes tratamentos: sem exposição à luz e

fotopolimerizado por 60 segundos. No segundo grupo uma pastilha da resina Heliomar foi pressionada sobre o cimento e o conjunto exposto à luz por 20 ou 60 segundos. Estes métodos simulando condições clínicas de cimentação de inlays com espessura de 1,5 mm, foram expostos a dois tempos diferentes. Após os tempos específicos depois da mistura (2, 5, 10, 30, 60 minutos e 24 horas) os espécimes foram colocados em um espectrômetro infravermelho de Fourier (FTS-40, Bio-Rad Corporation) e foi registrado um amplo alcance do potencial de polimerizações entre as varias marcas. Os resultados mostraram que não houve evidência no aumento substancial na conversão de monômero encontrada pela reação dos componentes quimicamente induzidos depois de 24 horas, após a mistura, sobre aquelas encontradas depois de 60 minutos, e que em todos os casos, quando o cimento foi exposto a 1,5 mm do compósito polimerizado, em 60 segundos de exposição os valores de conversão foram maiores do que quando só um tempo de 20 segundos foram usados; de qualquer modo, as diferenças não foram estatisticamente significantes. Os autores concluem que para a maioria dos cimentos avaliados, a polimerização observada em 10 min. foi quase equivalente à polimerização após 24 horas.

Em 1994, Sano *et al.*, testaram a resistência adesiva com teste de tração em terceiros molares humanos extraídos, onde o esmalte da superfície oclusal foi removido e a superfície plana de dentina foi coberta com resina composta para formar uma coroa de resina. Depois de 24 horas os espécimes foram seccionados paralelamente ao longo eixo do dente em 10 ou 20 partes, cuja parte superior era composta de resina e dentina. Estas partes pequenas foram preparadas para um formato de ampulheta, com a porção estreita junto à interface unida que permitiam avaliar áreas abaixo de 0,4 mm². Esta metodologia permitiu avaliar espécimes com tamanho padrão obtendo medidas múltiplas para ser feita dentro de um único dente. Os autores mostraram que em áreas pequenas é possível avaliar a resistência de união sem que ocorra falha adesiva nos espécimes.

Tamareselvy & Rueggeberg em 1994 investigaram as propriedades mecânicas dinâmicas de dois restauradores dentais copolímeros para elucidar a influência da extensão de grupo pendente e adição de agente em cadeias cruzadas. Foram utilizadas duas resinas de monometacrilatos diferentes: metacrilato de metil (MMA) ou 2-etoxietilmetacrilato (EEM) que foram somados a várias frações de molar (0, 5, 10, 20, 40, 60, 80 e 100%) de um monômero difuncional, dimetacrilato de glicol de trietileno (TEGDMA), resultando em dois sistemas de copolímeros diferentes (TMMA e TEEM). Os espécimes moldados foram termo-polimerizados e suas propriedades mecânicas dinâmicas foram testadas a uma frequência fixa (1Hz). Os resultados mostraram que todos os sistemas de resina tiveram módulo de armazenamento semelhante. Um aumento em extensão de grupo pendente baixou a transição de temperaturas e demonstrou maior influência em temperatura alterada que fez uma alteração em conteúdo de encadeamento cruzado. Com o crescente aumento do encadeamento cruzado, as transições de temperaturas aumentaram. Os autores relataram que os valores atribuídos a temperaturas de transição foram dependentes do método de análise usado. E os valores do módulo de armazenamento e perda, e a relação deles aumentam com a frequência crescente do sinal aplicado.

Dietschi *et al.*, em 1995 realizaram um estudo para avaliar a adaptação e o selamento marginal de restaurações classe II direta e indireta (*inlay*) feita com resina composta Z100/Scotchbond MP ou Herculite/Optibond. Foram preparadas, em dentes humanos, duas cavidades ocluso-proximais, padronizadas em ambas as faces proximais. Para cada uma das resinas composta foi usada duas técnicas diferentes de restaurações (uma técnica de multicamada e a técnica de *inlay*). Para cada resultado das quatro combinações, três configurações proximais diferentes foram avaliadas: sem forro ou com forro nas paredes axial e pulpar com o cimento de ionômero de vidro Ketac-Bond Applicap (ESPE) ou o cimento de ionômero de vidro modificado Vitrebond (3M Dental). Os passos adesivos e restauradores foram similares para todos os grupos de restauração

direta. Após a confecção das *inlays*, foram realizados nos dentes preparados os mesmos procedimentos adesivos aplicados para as restaurações diretas. Os cimentos resinosos dual, utilizados para cimentação foram: Luting Material Cement (3M), para os grupos restaurados com Z100/Scotchbond MP e Porcelite Dual Cure (Kerr/Sybron), para os grupos restaurados com Herculite/Optibond. Após o acabamento e polimento das restaurações, os espécimes foram armazenados por 24 horas em solução salina a 37°C, e depois submetidos à termociclagem. Os espécimes foram preparados para os testes no microscópio eletrônico de varredura (SEM), para avaliação da adaptação marginal, e para o selamento marginal foram imersos em um corante por 24 horas. Depois os dentes foram inclusos em uma resina autopolimerizável e seccionados em três partes com uma máquina Isomet 11-1180 (Buehler). A penetração do corante foi avaliada em um microscópio binocular, STEMI SV11 (Zeiss) e os resultados submetidos à análise estatística. Os resultados mostraram que a técnica *inlay* de resina composta provou ser superior a restaurações diretas, e a associação de Z100 e Scotchbond MP apresentou menos defeitos marginais e menos infiltração que Herculite e Optibond, especialmente em restaurações diretas. Não houve benefício no selamento e adaptação marginal de *inlays* quando utilizado forro de cimento de ionômero de vidro tradicional e modificado por resina. Para restaurações diretas, o desempenho desses apresentou-se equivalente ou ligeiramente superior ao das restaurações com forramento. Porém, cimento de ionômero de vidro tradicional parece mais apropriado que o ionômero de vidro modificado por resina para forramento, porque isto provavelmente proporciona uma superfície livre necessária para compensação da contração de polimerização. Os autores concluíram que a adesão com nova geração de adesivos apresenta um modo promissor para aumentar a qualidade da restauração em dentina nas técnicas direta e indireta em resina composta.

Em 1995, Darr & Jacobsen determinaram a eficiência e intensidade da polimerização dos agentes de união poliméricos quando polimerizado sob as

instruções dos fabricantes com a fonte de luz visível apropriada e sob condições onde a luz foi excluída e a polimerização foi confiada só na reação química. Foram utilizados os seguintes materiais: Porcelite, Duo, Dual, Universal Zement e Kulzer. Esses agentes de união poliméricos foram usados como uma película fina entre a restauração e o dente. Varias amostras foram preparadas usando duas lâminas de vidro com separadores de papel, separando-as em grupo diante da espessura de película e durante a polimerização. Foram preparados dois grupos de amostra. No Grupo 1 as amostras de polimerização dual foram preparadas e polimerizadas de acordo com as instruções dos fabricantes. No Grupo 2 as amostras só quimicamente polimerizadas foram preparadas e testadas sob um filtro amarelo. Para cada grupo foram preparadas dez amostras de cada material e avaliadas em um período de 28 horas. Foram realizados teste para medir a microdureza. Cada amostra foi avaliada imediatamente após a polimerização em 40 segundos, depois em 10, 20 e 30 minutos, seguido de 4, 24 e 28 horas. Os resultados mostraram que o Porcelite é igualmente eficiente após 4 horas se ou não fotopolimerizado. O Porcelite e Dual apresentaram valores reduzidos de dureza após fotopolimerização, porém o Porcelite foi mais eficiente no período de 23 horas. O Kulzer foi muito eficiente quando fotopolimerizado. A polimerização máxima das amostras foi alcançada nas 4-5 horas após a fotopolimerização e as amostras quimicamente polimerizadas não irradiadas exibiram crescente dureza no período de 24 horas. A polimerização dual foi mais efetiva do que a polimerização química sozinha. Os resultados sugerem que a formulação de materiais de polimerização dual seja um equilíbrio entre níveis altos de conversão em todos os aspectos da restauração e instabilidade de cor devido à degradação da amina.

Nikaido *et al.*, no ano de 1997 avaliaram resistência adesiva ao cisalhamento de um sistema adesivo de passo único para esmalte e dentina utilizando um primer experimental desenvolvido como um sistema adesivo de único passo para cimento de ionômero de vidro modificado por resina (GIC). A

eficiência deste primer na união dos GICs e resina composta para esmalte e dentina foi avaliada por teste de adesão ao cisalhamento e observação em SEM. As resistências adesivas boas foram obtidas para esmalte (> 11 MPa), ao passo que, para dentina as resistências adesivas obtidas foram significativamente baixas usando uma única camada do primer. Porém, utilizando camada dupla as resistências adesivas para dentina foram melhoradas (> 8 MPa). As observações realizadas em SEM indicaram que o primer funcionou como um condicionador moderado para remover a *smear layer* das superfícies de esmalte ou de dentina. Foi observada uma camada híbrida na visão seccional da interface GIC/dentina. Com estes resultados os autores sugeriram que a boa adesão para esmalte e dentina poderia ser alcançada usando um sistema adesivo de passo único.

Fuhrer, em 1997 através de um caso clínico descreveu as vantagens de se utilizar restaurações indiretas de resina composta em cavidades amplas de dentes posteriores. Três opções de tratamento foram avaliadas neste estudo: restaurações de resina composta direta, indireta e restaurações de cerâmica. A técnica direta é sensível e requer procedimento meticuloso, e quando utilizada em cavidades amplas são tecnicamente difíceis de executar devido à dificuldade de inserção, podendo resultar em formação de bolhas de ar, contato proximal e oclusal insuficientes e acabamento e polimento inadequados. A restauração de cerâmica, segundo o autor oferece qualidade superior do produto final, mas possui custo alto devido às técnicas de laboratório. Processando a restauração de resina composta no laboratório é possível pleno controle da forma adequada da restauração, obtendo contorno interproximal, contato proximal e ajuste oclusal melhores, além de produzir uma resina composta altamente polimerizada que tem um selamento marginal melhor que outros métodos. Todas as superfícies restauradas, inclusive áreas interproximais, podem ter acabamento e polimento adequados, sem expor o dente a superaquecimento.

Em 1998, Dietschi & Herzfeld realizaram um experimento em que avaliaram a adaptação marginal e interna de restaurações classe II (MOD) com a resina composta Tetric (Vivadent) confeccionadas de quatro maneiras diferentes. Em duas das técnicas as restaurações de resina foram confeccionadas diretamente na cavidade e as duas outras foram técnicas semidiretas. Entre as restaurações da técnica direta a direção de polimerização foi diferente, sendo uma diretamente por proximal e outra por oclusal. Nas restaurações realizadas pela técnica semidireta, onde as restaurações foram submetidas à polimerização fora da cavidade e depois cimentadas houve uma diferença na realização da técnica. Em um dos grupos, antes da moldagem, as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% e depois foi aplicado o adesivo Syntac (Vivadent), em seguida as restaurações foram cimentadas com a resina para fixação Variolink (Vivadent). Nos outros grupos foram utilizados os mesmos materiais. Os espécimes foram submetidos à carga mecânica e termociclagem. Estes testes simularam um ano de utilização clínica. Os resultados obtidos mostraram que em dentina a técnica direta e a indireta apresentaram adesão fraca. A técnica que apresentou a melhor adaptação foi com a aplicação dupla de adesivo, antes da moldagem e durante a inserção da peça nos procedimentos de cimentação. Os autores concluíram que um tratamento prévio na dentina protegerá a rede de colágeno mantendo-a intacta.

Nakabayashi & Pashley, em 1998 descreveram o histórico dos sistemas adesivos, assim como, o atual mecanismo de adesão. Os autores mostram a evolução das técnicas de união aos tecidos dentais mineralizados (esmalte e dentina) e estabelecem os conceitos atuais e os materiais desenvolvidos. A adesão ao esmalte dental é comentada como efetiva, entretanto, a união ao substrato dentinário ainda é um desafio, devido as suas características regionais próprias e a fisiologia do tecido, que é considerado um substrato vital. Os adesivos dentinários devem ser hidrófilos e apresentam-se em soluções aquosas, ou dissolvidos em soluções de álcool ou acetona. O principal monômero utilizado é o

HEMA, que está presente na maioria dos sistemas adesivos de ultima geração. A importância da evaporação da água e dos solventes durante o processo adesivo está relacionada à estabilidade e durabilidade da união. Uma grande vantagem dos sistemas autocondicionantes é a ausência desta etapa crítica de aplicação dos materiais.

Van der Vyver & de Wet, em 1998 pesquisaram a espessura da camada de cinco cimentos adesivos resinosos: All-Bond 2(Bisco, AB), C&B-Metabond (Parkell, CB), Enforce (Dentsply, E), Imperva Dual (Shofu, ID) e Panavia EX (Kuraray, P). Para esta pesquisa foram utilizadas placas redondas de vidro plano de espessuras uniforme. Depois de misturado de acordo com as instruções do fabricante, o cimento foi colocado entre duas placas de vidro, que foram posicionadas em um dispositivo, Bencor e uma carga de 15 kg foram aplicadas verticalmente no topo da placa de vidro. Durante aplicação da carga, foi colocado nas margens dos espécimes com Imperva Dual e Panavia EX, Oxy-barrier ou Oxy-guard, para criar um ambiente anaeróbico. Os espécimes de Enforce e Imperva Dual foram fotopolimerizados durante 30 segundos em ambos os lados, e os espécimes autopolimerizáveis C&B-Metabond e All-Bond 2 permaneceram imperturbáveis. As medidas foram realizadas com um calibrador eletrônico, dez minutos após o começo da mistura. O resultado do ANOVA demonstrou diferenças estatisticamente significante entre os vários cimentos adesivos resinosos. Os autores concluíram que os cimentos Enforce e Imperva Dual podem ser usados para cimentação de todos os tipos de fundição de precisão e os cimentos C&B-Metabond e Panavia EX podem ser usados para a maioria dos procedimentos de cimentação, com exceção de encaixes de precisão. O cimento resinoso All-Bond 2 provavelmente não deveria ser usado para cimentação de restaurações fundidas.

Com o objetivo de comparar a resistência adesiva da dentina e adaptação marginal de restaurações inseridas direta e indiretamente, Frankenberger *et al.*,

em 1999, utilizaram os adesivos dentinários ART Bond, Syntac Classic de terceira geração (com primer auto-condicionante), Scotchbond MultiPurpose Plus de quarta geração (com condicionamento total) e Syntac Single Component, Prime&Bond 2.1 de quinta geração (adesivos de frasco único) em combinação com a resina composta Tetric ou compósito de vedação Variolink Low. Discos de 2 mm em diâmetro foram cortados do terço médio da coroa, perpendicular ao eixo de terceiros molares humanos livres de cárie. Uma cavidade central foi preparada em cada disco e logo depois, os discos foram embutidos em um material restaurador temporário (Provipont, Vivadent). Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 26 grupos (n=10). Os grupos controle não usaram nenhum adesivo. Para os outros grupos as superfícies da cavidade foram tratadas com agente adesivo de diferentes gerações de acordo com instruções do fabricante e restauradas com uma resina composta direta (Tetric) ou *inlay*. A polimerização do agente adesivo foi realizada antes da inserção da restauração/*inlay* ou simultaneamente depois. Os espécimes foram submetidos à termociclagem por 24 horas (1150 ciclos) logo depois foram feitas réplicas e o teste de extrusão foi executado. Os modos de fratura foram determinados e réplicas foram examinadas considerando adaptação marginal usando SEM (x200 ampliação). A pré-polimerização da resina adesiva aumentou a resistência adesiva da dentina independente da combinação do material ou modo de inserção. A pré-polimerização da resina adesiva é um fator importante para restaurações diretas e indiretas. Em restaurações de resinas diretas com pré-polimerização a resistência adesiva alcançou resultados semelhantes a das *inlays* sem pré-polimerização. No entanto, os autores concluíram que a pré-polimerização da resina adesiva antes da inserção das *inlays* não pode ser recomendada clinicamente, porque os espaços de união são muito grandes e para melhores resultados usando um tratamento restaurador direto, a resina adesiva deve ser fotopolimerizada antes, para aplicação da resina composta.

Em 2000, Tanumiharja *et al.*, realizaram um estudo para avaliar a resistência adesiva a microtração de sete sistemas adesivos dentinários (Solid Bond, EBS Multi, PermaQuik, One Coat Bond, Gluma One Bond, Prime & Bond NT/NRC e Clearfil Liner Bond 2V) e seus respectivos modos de fratura. Foram utilizados 28 terceiros molares não cariados que foram armazenados em soro fisiológico contendo cristais de timol e usados depois de uma semana da exodontia. Os dentes foram aleatoriamente divididos em sete grupos e distribuídos para utilizar um dos sete sistemas adesivos dentinários. A superfície oclusal foi cortada até expor a dentina e em seguida foi desgastada com lixa de carboneto de silício de granulação 600. Os sistemas adesivos foram utilizados seguindo as instruções dos fabricantes. Para todos os sistemas foi usada a resina composta Silux Plus, em três incrementos para produzir um bloco com 4 mm de espessura. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 24 horas. Após este período foram seccionados, obtendo-se três a quatro amostras em forma de barras que posteriormente tiveram seus diâmetros reduzidos para 1,2 – 0,02 mm. Foi realizado o ensaio de microtração a uma velocidade de 1 mm/min até a fratura da amostra. As superfícies fraturadas foram observadas em microscópio eletrônico de varredura em aumento de 60 X para confirmar o modo de fratura. Para os sistemas adesivos Clearfil Liner Bond 2V e PermaQuik as médias de valores de resistência foram respectivamente de $36,0 \pm 8,1$ MPa e $30,8 \pm 8,5$ MPa não apresentando diferença estatística entre si e foram os valores mais altos dentre todos os materiais testados que também não apresentaram diferença estatística entre si. A microscopia eletrônica de varredura das amostras analisadas dos sistemas Solid Bond, EBS-Multi e One Coat Bond não mostrou diferenças significantes entre si, mas diferiram significativamente dos Sistemas PermaQuik, Prime & Bond NT/NRC e Clearfil Liner Bond 2V. Os autores concluíram que os adesivos convencionais e de frasco único tiveram resistência adesiva similar, exceto o sistema convencional PermaQuik, que junto com o adesivo Clearfil Liner Bond 2V apresentaram os maiores valores de resistência de união.

No ano de 2000, Ferrari & Mannocci, apresentaram um caso no qual um sistema adesivo 'frasco único' foi usado em combinação com um cimento resinoso para unir um pino de fibra em um canal radicular. Para esta pesquisa os autores utilizaram uma raiz de um dente indicado para extração. O canal da raiz foi preparado e o espaço do pino foi dividido em três partes (coronal, média e apical). Cada parte teve 3 mm em extensão. As paredes do canal da raiz foram condicionadas com ácido fosfórico a 32% por 15 s. Subseqüentemente, o adesivo (One-Step) de frasco único foi aplicado em duas películas consecutivas e fotopolimerizado por 20 s com a fonte de luz colocada no final da parte coronal do canal radicular. Logo, o cimento resinoso (C & B) foi aplicado na superfície do pino e o pino foi inserido no canal. Uma semana depois, a raiz foi extraída e bifaturada ao longo do eixo do dente, em uma direção mesio-distal. Usando um microscópio eletrônico de Varredura, a metade da raiz foi avaliada para formação da camada híbrida e a outra metade para avaliar os *tags* de resina. O resultado da investigação demonstrou que um sistema de 'frasco único' pode infiltrar na dentina condicionada. Os autores concluíram que o sistema de frasco único testado, sob condições clínicas, pode criar um entrelaçamento mecânico com a dentina da raiz condicionada.

Em 2000, El-Mowafy & Rubo avaliaram o efeito da espessura da *inlay/onlay* de resina composta sobre a dureza de um grupo de oito cimentos resinosos dual: Adherence (Confi-Dental Products Co.), Choice (Bisco), Duolink (Bisco), Enforce (Dentsply), Lute-It (Jeneric/Pentron), Nexus (Kerr), Resinomer (Bisco) e Variolink (Vivadent). Utilizando anéis de metal, foram preparados 14 espécimes, em formato de disco, de cada um dos oito cimentos. Também foram fabricados separadores de resina composta (Herculite XRV), sendo dois separadores de 1-mm na cor de esmalte A2 e quatro de 1-mm na cor de dentina A2. Dois espécimes de cada material foram diretamente fotopolimerizados e os restantes foram fotopolimerizados com os separadores de resina composta, (dois espécimes polymerizados direto com cada separador). Em seguida os espécimes

foram armazenados em 37° C e as medidas de dureza Knoop foram feitas nos intervalos de uma hora, um dia e uma semana. Foram obtidas cinco leituras de cada espécime em cada intervalo. Os resultados mostraram números médios de dureza Knoop (KHN) e valores do desvio padrão calculados para cada material e os dados foram analisados estatisticamente. Na análise de variância diferenças significantes foram reveladas nos números médios de dureza dos espécimes dual com separadores de resina composta de 2 a 3 mm em espessura ou mais, comparado com aqueles polimerizados diretamente sem separadores ($p < 0.0001$). Para os cimentos Adherence, Duolink, Lute-It e Variolink, os valores de dureza foram reduzidos por 50% ou mais quando a espessura do separador de resina composta foi 4 mm ou mais, e as medidas feitas uma semana após a polimerização dual. O Enforce exibiu valores altos de dureza, que foram mantidos superiores a 6 mm do material *inlay/onlay* de resina composta. Ao medir a intensidade de luz sobre o separador de resina composta de 1 mm, 70% da luz foi obscurecida, e sobre um separador de 4 mm de espessuras a luz foi totalmente obscurecida. Os autores concluíram que os valores baixos de dureza dos mesmos cimentos indicam a presença de um mecanismo fraco de polimerização química, que pode comprometer a qualidade do cimento em áreas da cavidade que não são acessíveis à leitura da fotopolimerização.

No ano de 2000, Manhart *et al.*, realizaram em três anos uma avaliação clínica de restaurações de resina direta e indireta em dentes posteriores, utilizando três resinas híbridas (Tetric, blend-a-lux e Pertac-Hybrid Unifil) e o agente de união Sono Cem. Sob a supervisão de um dentista experiente, 9 estudantes de odontologia colocaram 88 restaurações de resinas compostas, 43 restaurações de resina diretas, e 45 *inlays*. As restaurações foram inseridas em uma única e multisuperfície de cavidades em pré-molares e molares. O término das 85 cavidades estava em esmalte. A escolha para restaurar os dentes com uma restauração direta ou uma *inlay* foi influenciada. As cavidades com largura do istmo menor que $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$ da distância intercuspídica, foram tratadas com

restaurações de resina composta diretas colocadas incrementalmente. As *inlays* de resina foram inseridas em cavidades maiores, onde a largura do istmo alcançou mais de $\frac{2}{3}$ da distância intercuspídica. Nos três anos de retorno 60 restaurações foram avaliadas. Avaliação clínica foi executada com espelho e sonda exploradora por 2 outros dentistas experientes que não estavam envolvidos com a inserção das *inlays* e restaurações de resina diretas. As restaurações foram avaliadas depois da inserção em 1 ano, 2 anos e 3 anos. Os resultados mostraram que em 3 anos de retorno 93% das *inlays* e 87% das resinas diretas foram avaliadas como excelente ou aceitável. Seis restaurações foram consideradas inaceitáveis. No intervalo de 1 a 2 anos, 1 restauração direta e 1 *inlay* foram removidas, e no período de 2 a 3 anos, 1 restauração direta foi substituída por causa de cáries secundárias. Os autores relatam que estes resultados satisfatórios de restaurações de resinas compostas em dentes posteriores foram alcançados por estudantes de odontologia com pouca experiência.

Irie & Suzuki em 2001, avaliaram o efeito da termociclagem sobre a formação de fendas em *inlays* de resina composta, utilizando três tipos de cimentos e sobre as propriedades mecânicas de quatro cimentos. Os materiais utilizados para cimentação das restaurações foram os cimentos resinosos Compolute Aplicap (Espe) e Panavia 21 (Kuraray), o cimento ionomérico modificado por poliácido Fuji Plus (GC) e a resina composta modificada por poliácido PermaCem (DMG). A avaliação da adaptação marginal foi realizada através de microscópio óptico antes e depois da termociclagem. Para os cimentos resinosos convencionais houve aumento do tamanho das fendas quando observados após a termociclagem e para os cimentos modificados ocorreu diminuição. Para as propriedades mecânicas o cimento resinoso Compolute Aplicap apresentou diminuição dos valores de resistência flexural após a termociclagem enquanto os outros cimentos apresentaram valores maiores. Os autores concluíram que os melhores valores quanto ao selamento marginal após a

termociclagem é devido à expansão higroscópica dos cimentos modificados, e é esperado dos cimentos resinosos um selamento mais previsível, pois eles se mantêm estáveis após a termociclagem.

Em 2001, Bouillaguet *et al.*, avaliaram as características adesivas das paredes de dentina de cavidades classe II, *in vitro* utilizando o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose Plus e a resina composta Z100. Neste experimento foram utilizados terceiros molares humanos que após a profilaxia com pedra pomes e água foram preparadas cavidades MOD com brocas de diamante. Em todas as cavidades foi utilizado o mesmo sistema adesivo e a mesma resina composta pela técnica direta. Após dois dias de armazenagem em água a 37°C, os espécimes foram seccionados mesiodistalmente em duas metades para expor o contorno das cavidades. Logo depois os espécimes foram novamente seccionados em placas de 0,5 mm de espessura para serem avaliados em testes de microtração realizados nas paredes oclusal, gengival e axial. Os autores encontraram dificuldades em padronizar os espécimes e a variação que ocorre quando as superfícies são desgastadas com lixas de papel abrasivo ou com pontas diamantadas. Os autores concluíram que os resultados deste estudo não resolveram o assunto da influência do fator C sobre a resistência adesiva obtida em superfícies planas, e com isso estes resultados podem ser superestimados.

Para avaliar, *in vivo*, a formação de camada híbrida, tags de resina e extensões laterais adesivas, Dagostin & Ferrari em 2001 utilizaram um sistema adesivo dual experimental “único frasco” para esmalte e dentina. O novo adesivo dentinário (Excite DSC) foi testado em cinco restaurações de Classe V colocadas *in vivo*, em dentes comprometidos periodontalmente. O sistema adesivo experimental foi usado em combinação com uma resina *flow*. Depois os dentes foram extraídos e processados para avaliação em SEM. Todas as amostras foram fraturadas ao longo do seu eixo longitudinal. A metade das amostras foi usada para avaliar formação de camada híbrida e a outra metade para examinar a

morfologia dos *tags* de resina. Segundo os resultados o sistema adesivo experimental mostrou um mecanismo de adesão micromecânico para dentina condicionada com formação de uma camada híbrida, *tags* de resina e extensões laterais adesivas. As fotomicrografias em SEM mostraram uma densidade alta de *tags* de resina e uma distribuição uniforme ao longo das paredes da cavidade das amostras descalcificadas.

No ano de 2001, Swift *et al.*, avaliaram a resistência adesiva ao cisalhamento de adesivos de 'frasco único' para dentina quando usados com resina autopolimerizável. Foram utilizados dentes bovinos desgastados para expor a dentina superficial. Esta dentina foi condicionada por 15 s com ácido fosfórico 35%, foi enxaguada, e seca com papel de seda. A superfície permaneceu visivelmente úmida para todos os espécimes. Os adesivos utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes foram os seguintes: Scotchbond Multi-Purpose (fotopolimerizado [VLC] e autopolimerizado) como um controle, One-Step (só VLC), OptiBond Solo Plus (só VLC), Prime & Bond NT (VLC) e Prime & Bond NT Dual-cure. Os espécimes, para cada adesivo foram unidos com um compósito autopolimerizável, enquanto 10 foram unidos com um compósito VLC como um controle. Após, 24 horas armazenados em água, as resistências adesivas ao cisalhamento foram determinadas. Os resultados mostraram que foram alcançadas médias de resistências adesivas a partir de 11,0 MPa para o Prime & Bond NT fotopolimerizado, e para OptiBond Solo Plus de 26,3 MPa quando foi utilizado o compósito fotopolimerizado. Usando o compósito autopolimerizado, médias de resistências adesivas foram de 0,0 para Prime & Bond NT fotopolimerizado e para One-Step 21,4 MPa. Os dois adesivos, fotopolimerizados Prime & Bond NT e OptiBond Solo Plus, tiveram resistência adesiva significativamente mais baixas quando usados com compósito autopolimerizado. Os autores concluíram que alguns adesivos dentinários 'frasco único' podem não prover adesão aceitável para estrutura de dente quando eles são usados com compósitos autopolimerizados.

Para avaliar a influência da direção dos túbulos dentinários na resistência adesiva a tração, Ogata *et al.*, em 2001 utilizaram quatro sistemas adesivos e observaram a interface dentina/resina em microscópio eletrônico de varredura. Os materiais utilizados neste estudo foram os sistemas adesivos Clearfil Liner Bond II (Kuraray), Imperva Fluoro Bond (Shofu), Single Bond (3M) e One Step (Bisco), e a resina composta Clearfil AP-X (Kuraray). Foram utilizados dentes humanos extraídos, sem cáries e divididos em dois grupos de acordo com a direção dos túbulos dentinários na interface dentina/resina. Um grupo perpendicular no qual o esmalte oclusal foi removido perpendicular ao longo eixo do dente e um grupo paralelo, no qual a metade mesial do dente foi removida paralela ao longo eixo do dente e a superfície de dentina coronária foi usada para a união. Cada superfície foi tratada com um dos quatro sistemas adesivos de acordo com recomendações do fabricante, e depois foram restauradas com a resina composta para prover tamanho suficiente para o teste de microtração adesiva. Após 24 horas em água a 37°C os dentes foram seccionados em série perpendiculares à superfície adesiva. Foram realizados os testes de microtração e logo após foram utilizados oito dentes (três de cada material) para observação no microscópio eletrônico de varredura, da interface dentina-resina. A resistência adesiva a tração dos grupos com túbulos paralelos na interface adesiva foi maior que dos túbulos perpendiculares quando esta resistência foi medida na superfície de dentina coronária dos sistemas que utilizam ácido fosfórico como pré-tratamento da dentina. Deste modo, os autores concluíram que a direção dos túbulos é uma variável importante na determinação da resistência adesiva e pode determinar a umidade intrínseca da superfície.

Sendo a microinfiltração uma preocupação para o prognóstico a longo prazo de cimentações de próteses, Lindquist & Connolly, em 2001 avaliaram primeiro a microinfiltração de cimento de fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro sob condições ideais (seco) contra condições contaminadas (molhado) e segundo, compararam 3 fundações sob condições ideais e contaminadas. Foram

utilizados dentes humanos molares extraídos e os preparos desses dentes para coroas *veneer* foram completados com uma linha de acabamento em chanfro. Para cada dente foi realizado na superfície mesial, preparos cavitários classe II com largura vestibulolingual de 4 mm e 2 mm de profundidade. Foram formados sete grupos restauradores: amálgama/verniz cavitário, amálgama/agente adesivo dentinário, e compósito/agente adesivo dentinário, cada um com grupos seco e contaminado, e um sétimo grupo de preparo de cavidade classe II sem fundações. Os grupos de tratamentos foram divididos em 4 grupos de cimento: cimento de fosfato de zinco seco e contaminado e cimento de ionômero de vidro seco e contaminado. Os espécimes foram termociclados e submersos em solução de eritrosina B durante 24 horas. Subseqüentemente, eles foram enxaguados, e as porções de sua coroa foram embutidas em resina transparente. Os dentes foram seccionados mesiodistalmente, e foram feitas fotomicrografias padrão. Foram medidas a microinfiltração de cada restauração e cada coroa. Os resultados mostraram que a menor infiltração de fundação foi registrada para os grupos amálgama/agentes adesivos dentinários (grupo ideal); e compósito/agentes adesivos dentinários (grupo ideal). Dentro do grupo sem fundação foi observada a maior microinfiltração. Nos grupos de cimento a menor infiltração foi registrada com cimento de ionômero de vidro reforçado com resina (grupo ideal) e a maior microinfiltração foi notada com cimento de fosfato de zinco (grupo ideal). Uma interação foi demonstrada no lado experimental entre cimentos e as fundações ($P = 0001$). Os autores concluíram que ocorreu menos microinfiltração com cimento de ionômero de vidro reforçado com resina (ideal ou contaminada) do que com o cimento de fosfato de zinco (ideal ou contaminado); também foi evidente menos microinfiltração com uma fundação de amálgama de prata ou compósito quando foi usado um agente adesivo dentinário sob condições ideais.

Zheng *et al.*, em 2001 avaliaram o efeito das espessuras da camada de adesivo de dois sistemas sobre a resistência adesiva. Os adesivos utilizados foram o Single Bond (3M) e o Liner Bond 2V (Kuraray) e a resina composta Clearfil

AP-X (Kuraray). Quarenta e seis molares foram desgastados para expor a superfície de dentina. Os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos e os procedimentos adesivos realizados conforme recomendações de cada fabricante. Logo depois foram incrementalmente restaurados com a resina composta construindo uma coroa com 5 mm de altura para produzir tamanho suficiente para o teste de microtração e armazenados em água corrente a 37°C por 24 horas. Os dentes foram seccionados ao seu longo eixo em placas de 0,7 mm e estas, recortadas para os testes de microtração. A espessura da camada híbrida foi mensurada e o teste de microtração foi realizado em todos os espécimes. Para o adesivo Clearfil Liner Bond 2V o aumento na resistência de união foi proporcional a espessura da camada de adesivo. Para o adesivo Single Bond quando aumentava a espessura ocorria diminuição na resistência de união, e que acima de 25 µm foi predominante a ocorrência de fratura coesiva na camada de adesivo.

Em 2000, Tay & Wei descreveram o uso de um novo sistema de compósito microhíbrido como um material restaurador indireto, usando técnicas semidiretas e indiretas que podem ser realizadas sem o domínio da operatória dental. Está disponível uma abundância de escolhas como potencial restaurador da cor do dente para a dentição posterior. Avanços em tecnologia adesiva e em resinas compostas microhíbridas estéticas permitiram ao clínico executar restaurações de *inlay/onlay*. O uso de procedimentos adesivos indiretos oferece vantagens tal como controle melhor da contração de polimerização e forma anatômica, quando comparado a técnicas restaurativas convencionais, diretas.

Comparando quatro sistemas adesivos Arrais & Giannini, em 2002 avaliaram a micro-morfologia e a espessura de suas respectivas camadas híbridas e profundidades de descalcificação. Foram utilizados dezesseis terceiros molares humanos, hígidos, onde as raízes foram removidas e as coroas seccionadas

mesiodistalmente para obter trinta e duas meio-coroas. Os espécimes de teste foram divididos aleatoriamente em quatro grupos que sofreu a aplicação dos sistemas adesivos, Scotchbond Multi-Purpose (SBMP), Single Bond (SB), Etch & Prime (EP) e Clearfil SE Bond (CSE). Oito espécimes foram preparados para cada sistema e posteriormente observados em MEV. Os sistemas adesivos que envolvem prévio condicionamento ácido da superfície dentinária, SBMP ($7,41 \pm 1,24 \mu\text{m}$) e SB ($5,55 \pm 0,82 \mu\text{m}$) formaram as camadas híbridas mais espessas, enquanto o sistema CSE ($1,22 \pm 0,45 \mu\text{m}$) formou a camada híbrida menos espessa. Os autores concluíram que os sistemas adesivos autocondicionantes não apresentaram a mesma capacidade de desmineralização da dentina apresentada pela aplicação de ácido fosfórico 32-35% por 15 segundos na superfície dentinária.

Chaves, Giannini & Ambrosano, em 2002, para avaliar o efeito de diferentes formas de tratamento superficial da dentina compararam o efeito do condicionamento com ácido fosfórico a 35% (AF), jateamento com óxido de alumínio (Al_2O_3) $50\mu\text{m}$ por 10 segundos e condicionamento com ácido etileno diamino tetra acético (EDTA) 0,5 M pH 7,0 por 2 minutos, na resistência à tração de três diferentes sistemas adesivos. Foram utilizados no estudo os seguintes sistemas adesivos: Prime & Bond/Dentsply, Clearfil Megabond/ Kuraray e Etch & Prime/Degussa. Os testes foram realizados através do ensaio de microtração e pela análise em MEV das superfícies tratadas. Os resultados da análise em MEV demonstraram diferentes alterações nas superfícies devido às variadas formas de tratamento, mas os autores não observaram nenhuma diferença quanto aos valores de resistência à microtração dos grupos estudados.

Em 2002, Mak *et al.*, avaliaram a resistência à união de quatro cimentos resinosos em dentina e resina composta indireta utilizando o teste de microtração. Quatro grupos foram avaliados: All-Bond 2/Choice (Bisco) - grupo AC; Single Bond/Rely X ARC (3M Espe) - grupo RX; Super-Bond C&B (Sun Medical) - grupo

SB e Panavia F (Kuraray) - grupo PF. Foram utilizadas superfícies planas de dentina obtidas por desgaste do esmalte oclusal de terceiros molares humanos. As restaurações indiretas com resina composta foram confeccionadas e logo em seguida fixadas sobre as superfícies com os cimentos resinosos, seguindo as recomendações do fabricante. Os dentes foram seccionados para o teste de microtração. Os valores mais altos nos testes foram obtidos pelos cimentos Choice (Bisco) e Rely X ARC (3M) entre os quais não houve diferença significativa, seguidos de Super-Bond C&B (Sun Medical) e Panavia F (Kuraray) que obteve os valores mais baixos. Também foi avaliado o tipo de fratura dos espécimes, nos cimentos que apresentaram valores mais altos houve predominância de fratura adesiva entre cimento e resina ou coesiva em cimento. Por outro lado, no cimento Panavia F foi encontrada predominância de fratura adesiva em dentina, que segundo os autores é devido ao sistema autocondicionante que é utilizado antes da cimentação.

Tay *et al.*, no ano 2002 testaram a hipótese que resistências adesivas à microtração de todos adesivos para dentina de único-passo, atualmente disponíveis são adversamente afetados por ativação atrasada de um compósito fotopolimerizado e esse tal fenômeno só ocorre na presença de água a partir do lado do substrato da interface unida. No experimento I, um adesivo de três passos, All-Bond 2 e seis adesivos de único-passo, One-Up Bond F; Etch & Prime 3.0; Xeno CF Bond; AQ Bond; Reactmer Bond e Prompt L-Pop foram unidos para sondar, dentina hidratada. Foi colocada uma resina de micropartículas sobre o adesivo polimerizado e um ou outro foi imediatamente fotoativado, ou após deixar a resina no escuro por 20 minutos. No experimento II, três adesivos de único-passo, Etch & Prime 3.0, Xeno CF Bond e AQ Bond foram similarmente unidos à dentina completamente desidratada usando o mesmo protocolo de foto-ativação atrasada. No experimento III, uma parte da resina processada foi usada como substrato de adesão para os mesmos três adesivos de único-passo. Nos adesivos polimerizados que usam os mesmos protocolos de foto-ativação imediatos e

atrasados foi aplicada a resina de micropartículas. Os espécimes unidos foram seccionados para avaliar a resistência adesiva. Foi realizada análise fractográfica dos espécimes usando SEM. Os resultados mostraram que para dentina unida e hidratada, a foto-ativação atrasada não teve nenhum efeito no adesivo controle de três - passos, mas as resistências adesivas de todos os adesivos de passo único foram significativamente diminuídas ($p < 0.05$). Não foi observado este efeito adverso de fotoativação atrasada nos três adesivos de único-passo que foram unidos a dentina desidratada ou resina processada. Foram localizadas manifestações morfológicas exclusivamente ao longo da interface adesivo/resina de foto-ativação atrasada de resina na dentina hidratada e foram apresentadas como lacunas grandes, glóbulos de resina e estruturas de favo de mel ao redor das divisões formadas. Os autores concluíram que a camada adesiva polimerizada em adesivos de passo único pode agir como membranas semipermeáveis que permitem a difusão de água a partir da dentina hidratada unida para a zona intermisturada entre o adesivo e a resina não polimerizada.

Utilizando um teste convencional de tração adesiva, Franco *et al.*, em 2002, realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a compatibilidade entre diferentes adesivos e cimento dual. Foram usados os adesivos: Prime & Bond (PB) (Dentsply), Scotchbond Multi Purpose (SB) (3M) e o ativador Self Cure (SC) (Dentsply). O cimento resinoso dual usado foi o Enforce (EF) (Dentsply). A resistência à tração da interface entre cimento resinoso/adesivo/cimento resinoso foi avaliada nos seguintes sistemas: Grupo 1: Enforce/PB/EF, fotopolimerizado; Grupo 2: Enforce/SB/EF, fotopolimerizado; Grupo 3: Enforce/PB + SC/EF, fotopolimerizado; Grupo 4: Enforce/PB + SC/EF, quimicamente polimerizado; Grupo 5: EF/EF, fotopolimerizado e Grupo 6: EF/EF quimicamente polimerizado. Para este teste foram utilizados dois modelos de aço inoxidável com uma perfuração com formato de cone. Para os grupos 1, 2 e 3 o cimento resinoso foi aplicado no primeiro modelo e fotopolimerizado por 40 segundos. Um outro

modelo com as mesmas dimensões foi colocado sobre o primeiro e o adesivo colocado sobre a superfície do cimento do primeiro modelo e fotopolimerizado por 20 segundos. Depois o cimento foi aplicado no segundo modelo e fotopolimerizado por 40 segundos produzindo um espécime de cimento/adesivo/cimento. Para o grupo 4 a aplicação dos materiais foi a mesma; porém o cimento resinoso e o adesivo não foram fotopolimerizados, e para assegurar a completa polimerização química na primeira porção do cimento foram decorridos 5 min antes da aplicação do adesivo. O mesmo tempo foi permitido antes da segunda aplicação do cimento. Para os grupos 5 e 6 só o cimento foi aplicado nos dois modelos, sem aplicação do adesivo. Estes dois últimos grupos serviram para estabilizar a resistência coesiva do cimento resinoso. Os resultados obtidos mostraram que não foi detectado diferenças significantes entre os grupos estudados, exceto entre o grupo 1 (EF/PB/EF, fotopolimerizado) e o grupo 4 (EF/PB + SC/EF, quimicamente polimerizado e levaram os autores a concluir que os adesivos testados não são incompatíveis com o cimento resinoso dual mas, a resistência adesiva nas restaurações indiretas usando um cimento resinoso dual pode ser comprometida se não for realizada a fotopolimerização.

Foxton *et al.*, em 2003 avaliaram a resistência adesiva à tração de um núcleo de resina composta dual em dentina de canal radicular usando adesivos fotopolimerizados e duais e modos diferentes de polimerização. Foram utilizados prémolares extraídos, que tiveram as coroas seccionadas e seus canais radiculares preparados. Para o teste de resistência a microtração (microTBS), 15 raízes foram divididas aleatoriamente em cinco grupos e as paredes de seu canal tratadas com um primer dual autocondicionante (Clearfil Liner Bond 2V Primer, Kuraray). O adesivo (Clearfil Liner Bond 2V Bond A) foi aplicado em dois dos grupos e fotopolimerizados durante 20 segundos e o adesivo fotopolimerizado (Clearfil Liner Bond 2V Bond A+B, Kuraray) foi aplicado nos três grupos restantes, um dos quais foi fotopolimerizado. O espaço do pino de todos os grupos foi

obturado com uma resina composta dual (DC Core) e três foram fotopolimerizados durante 60 segundos a partir da direção coronária. As raízes foram fatiadas para o teste de microTBS e foram observados em SEM e analisadas usando o teste Kruskal-Wallis. Para o teste de dureza Knoop, quatro espécimes foram preparados de uma maneira semelhante, dois foram fotopolimerizados e os outros dois quimicamente polimerizados. Os resultados mostraram que para cada estratégia de polimerização, não houve nenhuma diferença significativa em microTBS e dureza Knoop entre as regiões coronária e apical ($p > 0.05$). A foto-exposição de ambos os adesivos e a resina composta resultou em microTBS significativamente mais alta do que só polimerização química ($p < 0.05$). A foto-exposição também aumentou significativamente a dureza Knoop nas regiões coronária e apical ($p < 0.05$). Quando foram quimicamente polimerizadas a resina de união e resina composta dual, ocorreram falhas coesivas dentro da resina. A fotopolimerização iniciada da resina adesiva e da resina composta dual foi necessária para realizar uma boa adesão na dentina do canal radicular, que não foi dependente da região.

No ano de 2003, Jayasooriya *et al.*, primeiro, avaliaram o efeito de uma resina de revestimento consistindo de um sistema adesivo dentinário e uma resina composta *flow* sobre resistência adesiva à microtração (micro-TBS) de um cimento resinoso para dentina em restaurações compostas indiretas e segundo, compararam as resistências adesivas de restaurações compostas diretas e indiretas. Dentes pré-molares humanos foram divididos em sete grupos. Para restaurações indiretas, nos grupos experimentais foram utilizados um sistema adesivo dentinário (DBS), Clearfil SE Bond (SE) ou Single Bond (SB) com e sem a resina composta flow, Protect Liner F (PLF), e cimentada com o cimento resinoso (Panavia F) de acordo com as instruções do fabricante. Para o grupo controle foi utilizada a resina indireta (Estenia) que foi unida com Panavia F. Para as restaurações diretas, SE ou SB foi aplicado à superfície de dentina e a superfície inteira foi construída com resina composta direta (Clearfil AP-X). Após armazenamento em água por 24 horas, a micro-TBS foi medida a uma velocidade

de 1 mm/min. Os dados foram analisados com análise de variância de um modo e teste de Fisher's. Os resultados mostraram que a resistência adesiva original do cimento resinoso (Panavia F) para dentina melhorou significativamente com o uso da PLF, para restaurações indiretas ($p < .05$). A combinação de DBS + PLF (como resina de revestimento) mostrou resistência adesiva significativamente mais altas comparadas com o uso só de DBS. A combinação de SE + PLF como uma resina de revestimento proveu resistências adesivas mais altas em restaurações indiretas ($p < .05$). Porém, as melhores resistências de união foram observadas quando SE e SB foram usados para restaurações compostas diretas ($p < .05$). Os autores concluíram que as restaurações compostas indiretas podem requerer uma resina de revestimento para melhorar o desempenho adesivo do cimento resinoso Panavia F. Porém, sistemas adesivos com restaurações compostas diretas ainda provêem resistências de união superiores comparadas às restaurações indiretas.

Para avaliar a resistência ao cisalhamento de extrusão da união entre porcelana e dentina, Pfeifer *et al.*, em 2003 utilizaram os adesivos Prime & Bond NT dual e fotopolimerizado, Scotchbond Multi-Purpose Plus, One-Step e Single Bond. Os cimentos avaliados foram Rely X ARC e Enforce. Discos de dentina de raiz bovina, espesso (2,5 mm) tiveram o canal preparado em um padrão afunilado. Então os cones de porcelana truncados foram unidos dentro das perfurações. Foram testados cimentos no modo dual e autopolimerizado. O teste de resistência ao cisalhamento foi executado depois de 48 horas de armazenamento em água destilada a 37°C. Os dados foram analisados através de três - modos ANOVA/Tukey. Os resultados mostraram que os valores de resistência adesiva variou de 5,5 MPa (Scotchbond Multi-Purpose Plus) a 8,9 MPa (One-Step) quando os cimentos foram testados no modo dual, e de 1,4 MPa (Prime & Bond NT) para 6,9 MPa (Scotchbond Multi-Purpose Plus) quando testados no modo autopolimerizado. Este adesivo Scotchbond Multi-Purpose Plus foi o único que apresentou resultados similares quando associados com cimentos no modo dual e autopolimerizado. Para os outros adesivos, foram observadas diferenças em

resistência adesiva de 33 a 76% entre modo dual e autopolimerizado. Dentro das limitações deste estudo, os autores concluíram que para a maioria dos adesivos testados a associação com cimento resinoso no modo autopolimerizável conduziu a reduções significantes na resistência adesiva comparado a valores obtidos quando os cimentos foram fotoativados. A única exceção aconteceu quando o adesivo autopolimerizável foi usado.

Devido à preocupação de que permeabilidade adesiva afeta a união de cimentos resinosos que utilizam primers autocondicionantes para dentina. Carvalho *et al.*, em 2004 examinaram os efeitos de uma técnica experimental de união que reduz a permeabilidade da camada adesiva na união da dentina aos cimentos resinosos. Foram utilizados terceiros molares humanos extraídos, suas coroas cortadas, expondo superfície de dentina profunda plana. Resinas compostas revestidas foram construídas e cimentadas às superfícies usando os cimentos resinosos Panavia F (Kuraray) ou Bistite II DC (Tokuyama) mediados pelos seus respectivos adesivos autocondicionantes único passo ou dois passos. Grupos experimentais foram preparados da mesma maneira, a não ser por uma camada adicional de resina de baixa viscosidade (LVBR, Scotchbond Multi-Purpose Plus, 3M ESPE) que foi colocada na superfície de dentina unida antes do revestimento com os cimentos resinosos respectivos. Os conjuntos adesivos foram armazenados em água por 24 h à 37° C e subseqüentemente preparados para o teste de resistência adesiva à microtração. As superfícies fraturadas foram examinadas sob microscópio eletrônico de varredura (SEM). Foram preparados espécimes adicionais e examinados em TEM usando uma técnica de coloração com nitrato de prata. Os resultados mostraram que as resistências adesivas produzidas por Panavia F, foram significativamente mais baixas do que as produzidas por Bistite II DC, ($p < 0.05$), quando unidos de acordo com as instruções do fabricante, A colocação de uma camada adicional de LVBR melhorou significativamente as resistências adesivas do Panavia F, ($p < 0,05$), mas não do Bistite II DC ($p > 0,05$). A observação em SEM das superfícies fraturadas do

Panavia F mostrou um aspecto igual a rosetas que foram exclusivos para espécimes adesivos de acordo com as instruções dos fabricantes. A aplicação da camada adicional de LVBR reduziu a quantidade de impregnação de prata para ambos os adesivos sugerindo permeabilidade reduzida dos adesivos resultando em união melhorada do cimento resinoso a dentina.

Soares *et al.*, em 2004a avaliaram a influência de tratamentos diferentes de superfície em resina composta sobre a resistência adesiva a microtração de um cimento adesivo resinoso. Duas resinas compostas de laboratório, Targis (TA) e Solidex (SO), e uma resina composta para restaurações diretas, Filtek Z250 (Z250) foram usadas neste estudo. Foram preparados quarenta e oito blocos de resina para cada material restaurador em um molde de acrílico transparente com quatro cavidades retangulares. As superfícies dos blocos de resina foram preparadas e submetidas a vários tratamentos. Duas superfícies semelhantemente tratadas foram unidas junto com o sistema adesivo Single Bond e uma camada de Rely X, de acordo com as instruções do fabricante. Este jogo foi submetido a uma carga de 500g durante 5 minutos para padronizar a espessura do agente de fixação resinoso. A fotoativação de cada superfície dos blocos unidos foi executada durante 30 segundos. As amostras foram seccionadas em uma máquina de corte e testadas em um dispositivo que testa microtração, uma máquina de teste universal número 4411 (Instron). Os resultados de resistência adesiva a tração foram avaliadas em dois modos de análise de variância e teste de Tukey. As maiores médias de união foram obtidas para as amostras submetidas à aplicação do silano após o jateamento com Al_2O_3 . Os autores concluíram que o pré-tratamento de superfície de resinas compostas polimerizadas em laboratório com jateamento seguido por silanização proveu valores mais altos de resistência de união à tração. As restaurações de resina composta indireta de união para cimento resinoso foram dependentes a superfície micromecanicamente retentiva provida por ar-abrasão e ao silano de ligação química com cargas inorgânicas expostas.

Em 2004b, Soares *et al.*, avaliaram *in vitro*, a resistência de fratura de dentes restaurados com quatro materiais: cerâmico feldspático, Duceram LFC e três resinas de laboratório, Solidex, Artglass e Targis. Sessenta molares inferiores foram usados neste estudo e colocados em cilindros de resina, para reproduzir os ligamentos periodontais. Foram realizados preparos *inlays* mesio-ocluso-distal (MOD) em um dispositivo de preparos de cavidade padrão. Em seguida os dentes foram moldados e as restaurações preparadas seguindo as recomendações dos fabricantes. As *inlays* foram cimentadas com cimento resinoso Rely X e armazenadas em 37°C e 100% de umidade por 24 horas. Os dentes restaurados foram submetidos a uma carga compressiva a uma velocidade de 0,5 mm/minute em uma máquina de teste universal (Modelo 4411, Instron). A força requerida (kgf) para causar fratura foi registrada e os resultados da resistência à fratura foram submetidos à análise estatística ANOVA e ao teste de Tukey ($\alpha=0,05$). As amostras fraturadas foram avaliadas em estereomicroscópio para determinar o padrão de fratura em cada amostra. O resultado de resistência à fratura indicou que havia uma diferença significativa entre as médias dos quatro grupos de dentes ($P = .0001$). Os resultados do teste de Tukey para resistência de fratura dos sistemas inlay foram o seguinte: Targis ($304,23 \pm 52,52$ kgf), Artglass ($299,87 \pm 41,08$ kgf) e Solidex ($293,16 \pm 45,86$ kgf) exibiram valores mais altos que Duceram LFC ($205,44 \pm 39,41$ kgf). Diferença estatística significativa só foi encontrada entre os sistemas inlays de cerâmica e todas de resina. Os autores concluíram que as *inlays* feitas com Duceram LFC apresentaram estatisticamente uma resistência à fratura inferior que as restaurações feitas com resinas de laboratório (Solidex, Artglass, Targis) e os padrões de fratura para o grupo cerâmico foram menos severo que para todos os grupos de resinas indiretas.

No ano de 2004, Cho & Dickens investigaram a hipótese de que, variando o conteúdo de acetona dos agentes adesivos dentinários de solução única pode afetar as espessuras da camada adesiva e a resistência de união à microtração

(MTBS) do complexo adesivo, e se a espessura da camada adesiva explorada é um prognóstico válido para MTBS. Agentes adesivos dentinários experimentais contendo (27, 37, 47, 57, ou 67) % em massa de acetona foram usados para unir resina composta sobre superfície de dentina oclusal de molares humanos extraídos. A espessura da camada adesiva foi determinada através da análise de imagem digitalizada. MTBS foi medida após 48 h. As superfícies fraturadas foram observadas em SEM. Os resultados mostraram que com o conteúdo de acetona crescente, MTBS variou de 38 MPa (67% acetona) para a MTBS mais alta de 64 MPa (37% acetona), enquanto as espessuras de camada adesiva diminuíram linearmente. Ambas as variáveis dependentes demonstraram correlação inversa moderada com o conteúdo de acetona ($p < 0,0001$), mas não foram correlacionadas entre si ($p > 0,05$). Noventa e quatro por cento dos espécimes mostraram fraturas dentro da camada adesiva estendendo para as interfaces com a camada híbrida ou a resina composta. Nos grupos contendo 57 e 67% de acetona, foram observadas fendas nestas interfaces. As espessuras da camada adesiva, fenda interfacial em espécimes com agentes adesivos ricos em acetona pode ter causado MTBS mais baixa. Os autores concluíram que concentrações mais baixas de acetona poderiam ser antecipadas a partir da evaporação de solvente durante o uso clínico do agente adesivo, isto não fez reduzir a MTBS, mas melhorou bastante a integridade da dentina/adesivo.

Sigemori *et al.*, em 2005, avaliaram a profundidade da polimerização de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Rely X) e dois agentes de união baseados em resina (Rely X ARC e Enforce). Foram preparados oito espécimes de cada cimento de união em um modelo dividido. Os agentes de união foram misturados segundo as instruções do fabricante e aplicados no modelo com uma broca lentulo. Os cimentos de união baseados em resina foram polimerizados da superfície de topo durante 40 segundos e o cimento de ionômero de vidro modificado por resina foi quimicamente polimerizado durante 10 minutos. Logo após os espécimes foram removidos dos modelos e armazenados à 37°C em uma

caixa escura durante 24 horas para o teste de microdureza. Foram executadas medidas de dureza Knoop em três profundidades diferentes: superficial, média e terço profundo. Os resultados (KHN) foram analisados estatisticamente por medidas repetidas ANOVA e teste de Tukey (0,05). Os resultados mostraram que Enforce e Rely X ARC apresentaram valores de KHN, estatisticamente semelhantes os quais foram significativamente mais altos no terço superficial onde áreas marginais podem beneficiar-se largamente a partir da auto e fotopolimerização, já que eles são prontamente acessíveis à fotopolimerização. Porém, as porções que não são irradiadas diretamente através da luz confiam no componente autopolimerizável do sistema de polimerização resultando em valores de KHN diminuídos. Para o terço médio, não houve nenhuma diferença significativa entre os materiais. Porém, no terço profundo, Rely X apresentou os valores de KHN mais altos. Os agentes de união baseados em resina apresentaram uma diminuição progressiva em KHN com profundidade aumentada.

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi:

- Avaliar a influência de diferentes sistemas de cimentação que utilizam adesivos dentinários fotoativáveis, de dupla-presa e autopolimerizável na resistência à tração de restaurações indiretas em compósito no substrato dentinário.

4. MATERIAL E MÉTODOS:

4.1 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados seis sistemas de cimentação: Single Bond e Scotchbond Multipurpose Plus/Rely X (3M Espe), Prime & Bond NT e Prime & Bond NT com Self cure Ativador/ Enforce (Dentsply) e Clearfil SE Bond e ED Primer/Panavia F (Kuraray). (FIG. 1, 2, 3, 4, 5, 6). A composição dos sistemas adesivos, cimentos resinosos, silanos e compósitos estão respectivamente descritos nos ANEXOS 2, 3 e 4. No delineamento experimental a unidade experimental foi terceiros molares humanos; a variável em análise foi sistemas de cimentação adesiva; a forma de designar o tratamento as unidades experimentais foi inteiramente aleatorizada com 6 repetições (dentes) por grupo e 4 parcelas por dente, totalizando 144 espécimes analisados e a variável de resposta do estudo foi a resistência à tração, em Mega Pascal (MPa), sendo a análise estatística do tipo quantitativa contínua num esquema inteiramente ao acaso e conduzida pelo programa SAS (SAS Institute, Cary, NC).

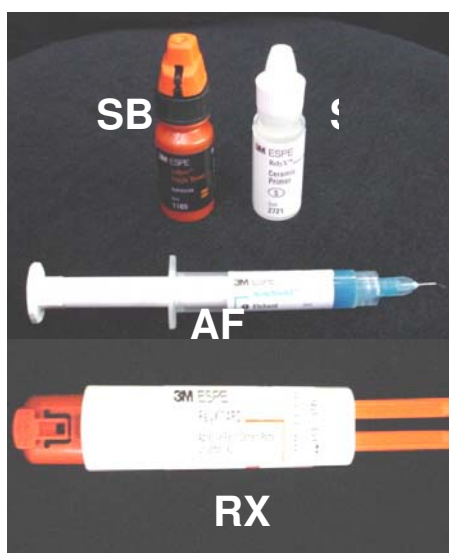


FIGURA 1 – Single Bond (SB), Silano (S), ácido fosfórico (AF) e cimento Rely X (RX)

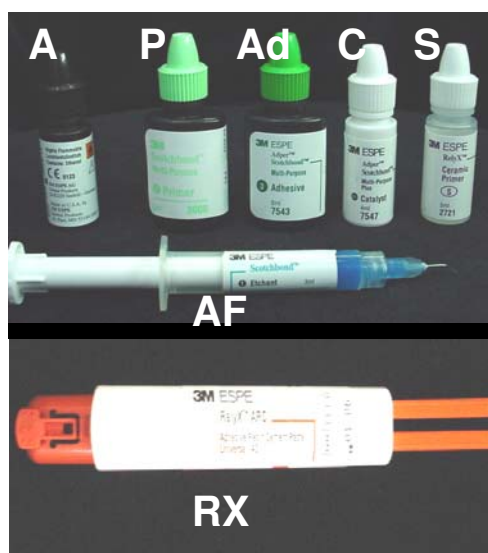


FIGURA2 – Scotchbond MultiPurpose PluS: ativador (A), primer (P), adesivo (Ad), catalizador (C); Silano (S), ácido fosfórico (AF) e cimento Rely X (RX).

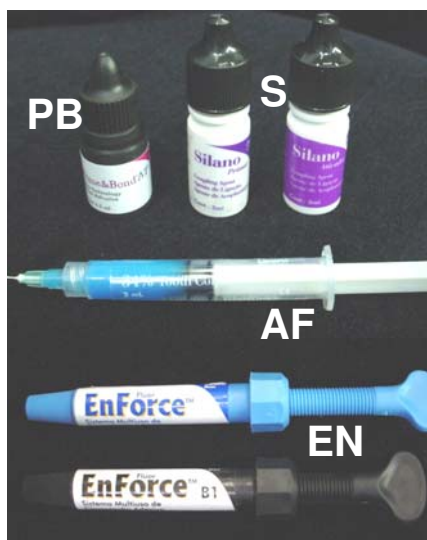


FIGURA 3 – Prime & Bond NT (PB), Silano (S), ácido fosfórico (AF) e cimento Enforce (EN).



FIGURA 4 – Prime & Bond NT + Ativador (PBA), Silano (S), ácido fosfórico (AF) e cimento Enforce (EN).

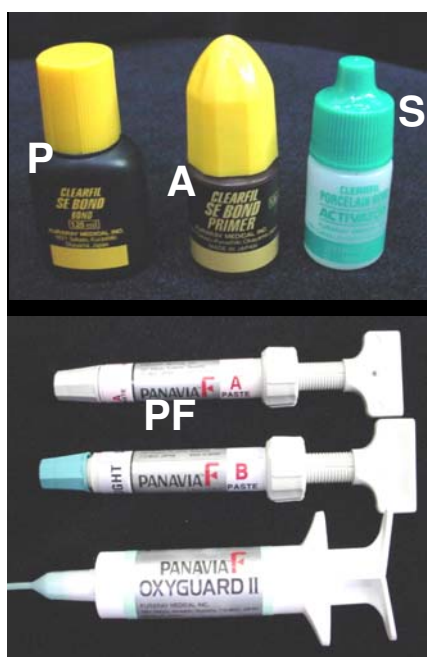


FIGURA 5 – Clearfil SE Bond: Primer (P), Adesivo (A); Silano (S) e o cimento Panavia F (PF).



FIGURA 6 – ED Primer (ED), SE Primer + Silano (P + S) e o cimento Panavia F (PF).

TABELA 1

Delineamento inteiramente casualizado do Ensaio de Microtração

Fonte de Variação	Grau de Liberdade
Sistemas de cimentação adesiva	5
Resíduo	30
Total	35

4.2 - COLETA, ARMAZENAMENTO E PREPARO DOS DENTES.

Trinta e seis terceiros molares humanos extraídos não restaurados foram obtidos em consultório odontológico privado, de acordo com a Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP processo nº114/2004 (ANEXO 1). Os dentes foram armazenados em água destilada deionizada com grânulos de timol (Merk S.A., Darmstadt, Alemanha) a 4°C, por um período máximo de um mês. Em seguida, foram raspados com curetas Duflex (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para eliminação dos remanescentes de tecido periodontal. A limpeza final foi realizada com taças de borracha (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e pasta de pedra pomes e água (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) em baixa rotação (Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) seguida da lavagem com água destilada.

Com um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em baixa rotação, foi realizada uma secção perpendicular ao longo eixo do dente na região média da coroa, (FIG. 7) expondo uma superfície dentinária de profundidade média para todos os dentes. As superfícies dentinárias foram abrasionadas com lixas de SiC de granulação 400 e 600 (Carborundum Abrasivos, Recife, PE, Brasil) em politriz, refrigerada com água (APL 4, Arotec, Cotia, Brasil) (FIG.8) para a replanificação das mesmas e formação da “*smear layer*”.

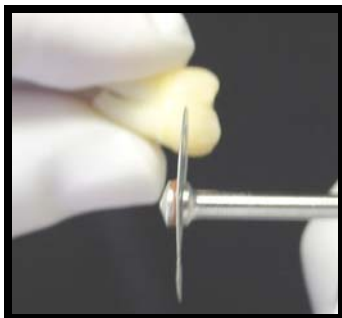


FIGURA 7 – Secção transversal dos dentes.

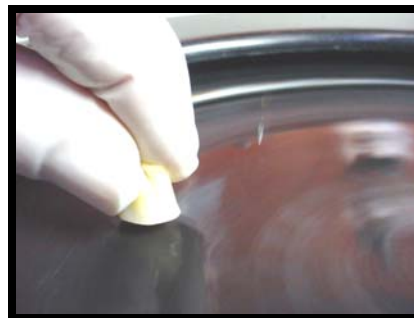


FIGURA 8 - Abrasão das superfícies dentinárias.

4.3 - PREPARO E TRATAMENTO DOS DISCOS EM COMPÓSITO

Foram confeccionados discos de compósito Clearfil APX (Kuraray) (FIG. 9), na cor A2 com 2 mm de espessura e aproximadamente 12 mm de diâmetro, utilizando-se duas placas de vidro e espaçadores confeccionados com resina TPH Spectrum (Dentsply), na espessura de 2 mm, para padronizar a espessura dos discos (FIG.10). Em seguida, foram fotoativados por 40 segundos através da placa de vidro e a fotoativação (Curing Light XL 3000 – 3M Espe) foi completada pela aplicação direta da luz sem a presença da placa de vidro. Uma das superfícies de cada disco foi jateada com partículas abrasivas de óxido de alumínio ($50\mu\text{m}$) por 15 segundos, numa distância de 10 mm perpendicularmente a superfície da amostra, utilizando o aparelho microetcher intraoral (Danville Engineering Co, Danville, CA), com pressão de ± 60 psi, em uma câmara fechada e específica para essa finalidade (Soft-VH, Araraquara, SP, Brasil). Os discos de compósito foram lavados com spray ar/água para remoção das partículas abrasivas.



FIGURA 9 – Resina Clearfil APX (Kuraray).

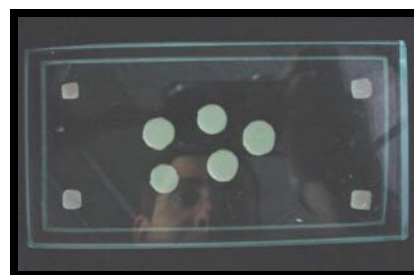


FIGURA 10 – Confeção dos blocos de resina.

4.4 - GRUPOS EXPERIMENTAIS

Os dentes foram divididos aleatoriamente em 6 grupos experimentais com seis amostras (dentes) por grupo (n=6). Os grupos tiveram os seguintes procedimentos adesivos realizados: (ANEXO 5, TAB. 8)

• Grupo 1:

a. Condicionamento com ácido fosfórico a 35%, por 15 segundos, enxágüe com água por 15 segundos e remoção do excesso de água e controle da umidade com papel absorvente (FIG. 11, 12 e 13);

b. Aplicação de duas camadas consecutivas do sistema adesivo Single Bond sobre a dentina, secagem com leve jato de ar por 10 segundos e fotoativação por 10 segundos (FIG.14);

c. Aplicação do Ceramic Primer, na superfície do compósito jateado, aplicação de jato de ar por 5 segundos, seguido de uma camada do adesivo (FIG. 15);

d. Espatulação do cimento resinoso Rely X e aplicação no disco de compósito.

• Grupo 2:

a. Condicionamento com ácido fosfórico a 35%, por 15 segundos, enxágüe com água por 15 segundos e remoção do excesso de água e controle da umidade com papel absorvente (FIG. 11, 12 e 13);

b. Aplicação do ativador, aplicação do primer e aplicação da mistura do catalisador + o adesivo do sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus sobre a dentina, secagem com leve jato de ar por 10 segundos sem fotoativação;

c. Aplicação do Ceramic Primer, na superfície do compósito jateado, aplicação de jato de ar por 5 segundos, seguido da aplicação da mistura do catalisador + adesivo;

d. Espatulação do cimento resinoso Rely X e aplicação no disco de compósito.

• **Grupo 3:**

a. Condicionamento com ácido fosfórico a 35%, por 15 segundos, enxágüe com água por 15 segundos e remoção do excesso de água e controle da umidade com papel absorvente (FIG. 11, 12 e 13);

b. Aplicação do sistema adesivo Prime & Bond NT sobre a dentina, por 20 segundos, aplicação de leve jato de ar por 5 segundos sendo fotoativado durante 10 segundos (FIG.14);

c. Aplicação do Silano Agente de ligação, na superfície do compósito jateado, aplicação de jato de ar por 5 segundos, seguido da aplicação do adesivo por 20 segundos e jato de ar por 5 segundos;

d. Espatulação do cimento resinoso Enforce e aplicação no disco de compósito.

• **Grupo 4:**

a. Condicionamento com ácido fosfórico a 35%, por 15 segundos, enxágüe com água por 15 segundos e remoção do excesso de água e controle da umidade com papel absorvente (FIG. 11, 12 e 13);

b. Aplicação da mistura do sistema adesivo Prime & Bond NT + Self Cure Activator, sobre a dentina por 20 segundos seguido da aplicação de leve jato de ar por 5 segundos sem fotoativação (FIG.14);

c. Aplicação do Silano Agente de ligação, na superfície do compósito jateado, aplicação de jato de ar por 5 segundos, seguido da aplicação da mistura do sistema adesivo Prime & Bond NT + Self Cure Activator por 20 segundos e jato de ar por 5 segundos;

d. Espatulação do cimento resinoso Enforce e aplicação no disco de compósito.

- **Grupo 5:**

- a. Secar levemente a superfície dentinária, aplicação do Primer do sistema adesivo Clearfil SE Bond sobre a dentina, aplicação de jatos de ar por 10 segundos seguido da aplicação do adesivo por 20 segundos e aplicação de jatos de ar por 10 segundos e fotoativação por 10 segundos;

- b. Secar levemente a superfície do compósito jateado e aplicação do Clearfil Porcelain bond + SE Primer por 5 segundos seguido da aplicação só do Bond do adesivo e jatos de ar por 10 segundos;

- c. Espatulação do cimento resinoso Panavia F e aplicação no disco de compósito.

- **Grupo 6:**

- a. Secar levemente a superfície dentinária e aplicação do sistema adesivo ED primer (mistura dos frascos A e B), sem fotoativação.

- b. aplicação do Clearfil Porcelain bond + SE Primer por 5 segundos na superfície do compósito jateado seguido da aplicação da mistura dos frascos A e B e leve jato de ar por 10 segundos;

- c. Espatulação do cimento resinoso Panavia F e aplicação no disco de compósito.

4.5 - FIXAÇÃO DOS DISCOS DE COMPÓSITO NAS SUPERFÍCIES DENTINÁRIAS PREPARADAS

Os dentes foram fixados em uma morsa pequena (FIG.11), e previamente ao tratamento das superfícies dentinárias (FIG. 12, 13 e 14) a serem restauradas, foi aplicado na superfície jateada dos discos de compósito o silano recomendado pelos respectivos fabricantes dos sistemas adesivos utilizados (FIG. 15). Nos grupos G1 e G2 foi aplicado o silano Ceramic Primer (3M), nos grupos G3 e G4 o silano Agente de ligação (Dentsply) e nos grupos G5 e G6 a mistura do

Clearfil Porcelain Bond Ativador + SE Primer (Kuraray). Após a aplicação dos silanos, cada sistema adesivo dentinário foi aplicado sobre as superfícies jateadas dos discos, de acordo com cada grupo, e uma camada dos respectivos cimentos resinosos foi aplicada nas superfícies dos discos de compósito. Os discos foram então fixados (FIG. 16) e submetidos a uma carga constante de 0,5 kg durante 3 minutos (Soares *et al.*, 2004a), com auxílio de uma estrutura metálica (FIG. 17). Os excessos de cimento foram removidos com auxílio de uma espátula, após aplicação da carga, e a restauração foi fotoativada por 40 segundos (Curing Light XL 3000, 3M Espe, USA), por sobre os discos de compósito (FIG. 18). A intensidade da luz foi previamente aferida com auxílio de um radiômetro que indicou o valor entre 450-500 mW/cm². Sobre cada bloco de compósito foi aplicada uma camada de aproximadamente 3 mm de espessura de resina composta (Consice– 3M do Brasil Ltda, Sumaré, SP, Brasil) quimicamente polimerizável (ANEXO 4, TAB. 7) para se obter uma altura final da restauração de 5 mm, importante para o ensaio de microtração (FIG. 19). Os dentes restaurados foram então armazenados em um recipiente úmido por 24 horas a 37°C.

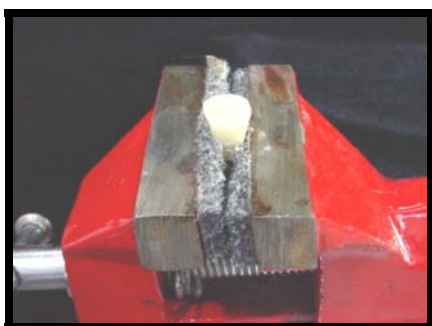


FIGURA 11 – Fixação do dente na morsa.

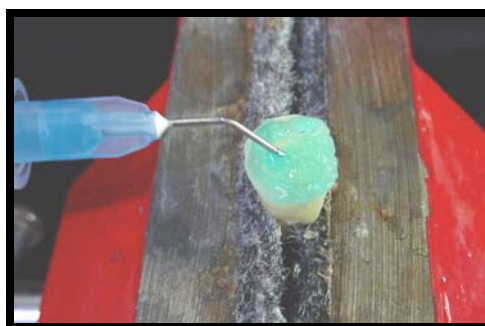


FIGURA 12 – Aplicação do ácido fosfórico



FIGURA 13 – Controle da umidade superficial com papel absorvente.



FIGURA 14 – Aplicação do adesivo

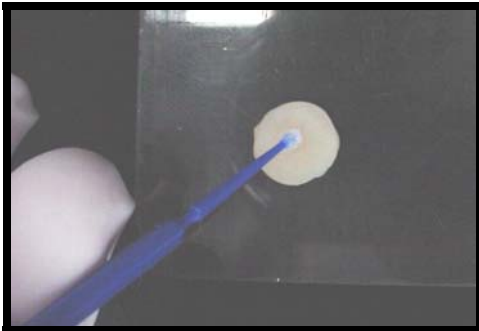


FIGURA 15 – Aplicação do silano no disco de compósito.

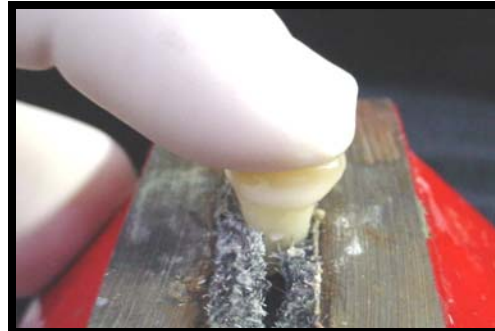


FIGURA 16 – Fixação do disco de Compósito.

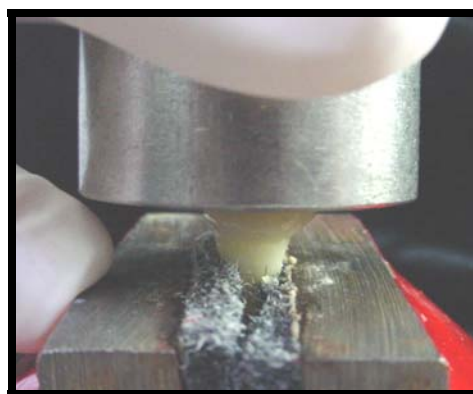


FIGURA 17 – Força de compressão

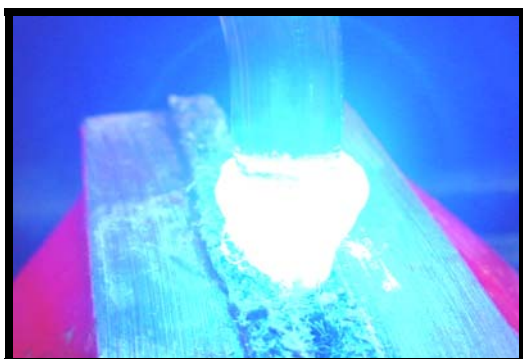


FIGURA 18 – Fotopolimerização do sistema adesivo



FIGURA 19 – Camada de resina composta quimicamente polimerizada

4.6 - OBTENÇÃO DOS ESPÉCIMES

Decorrido este período, a porção radicular de cada dente foi fixada em uma placa de acrílico (3 mm de espessura e 3 cm de largura) com auxílio de uma cola adesiva (Superbond Gel Loctite Brasil Ltda, Itapevi, SP, Brasil) e cera pegajosa (Horus Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil). Esse conjunto foi acoplado a uma cortadeira de precisão (Isomet 1000 – Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA), onde um disco diamantado de alta concentração (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA) seccionou as amostras paralelamente ao longo eixo do dente a partir do disco de resina, nos sentidos mesio-distal e vestibulo-lingual (FIG. 20), originando espécimes com forma de paralelepípedo (FIG. 21), com área de secção transversal de aproximadamente $0,8 \text{ mm}^2$. Posteriormente, os dentes seccionados foram retirados da cortadeira de precisão e removidos das placas de acrílico com auxílio de um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Baveri, SP, Brasil), adaptado em peça de mão (Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Assim, os espécimes foram obtidos na forma de paralelepípedos, constituídos por duas extremidades: dentina e compósito, unidos pelo sistema

adesivo e cimentos resinosos. Foram selecionados e testados 4 espécimes por dente, os quais foram avaliados em um dispositivo específico para microtração acoplado em máquina universal de ensaio.

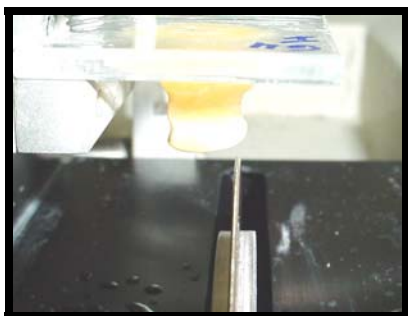


FIGURA 20 – Seção dos dentes no sentido vestibulo-lingual.

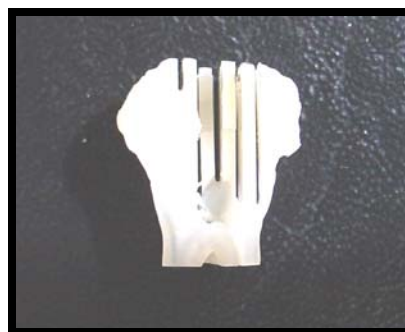


FIGURA 21 – Amostra fatiada

4.7 - ENSAIO DE MICROTRAÇÃO

Os espécimes selecionados foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, até o momento da realização do teste de microtração. Com auxílio de uma cola à base de cianoacrilato (Super Bonder Gel - Loctite Brasil Ltda) e de um ativador (Zapit - D.V.A. Corona, CA, - USA), os espécimes foram fixados pelas suas extremidades nos *grips* de um dispositivo para microtração acoplados em máquina universal de ensaio (Instron 4411, Canon, MA, Inglaterra). Os testes foram realizados com velocidade de 0,5 mm/min, até a ruptura do espécime, sendo os valores de resistência adesiva obtidos em quilograma-força (ANEXO 7 – TAB. 10).

A mensuração da área adesiva foi realizada com um paquímetro digital (Starrett - 727/2001), após a remoção cuidadosa dos espécimes fraturados do dispositivo de teste. Os valores foram expressos em MPa de acordo com os seguintes cálculos:

$$1) \text{Área do espécime em mm}^2 \div 100 = \text{Área do espécime em cm}^2$$

2) Valor de resistência em quilograma-força ÷ Área do espécime em cm^2 = Kgf/cm^2

3) $\text{Kgf/cm}^2 \times 0,098 = \text{MPa}$

Para o cálculo do valor médio por grupo experimental foi realizada primeiramente a média por dente, assim, o número de repetição por grupo foi seis. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.8 - PREPARO DOS ESPÉCIMES PARA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Após o ensaio de microtração, dois espécimes fraturados de cada dente, foram avaliados em MEV. Para tanto, os espécimes fraturados foram imersos em solução de Karnovisk por uma noite e receberam três banhos consecutivos em tampão cacodilato (0,05 M), por 10 minutos cada. Após esse período, os espécimes foram lavados três vezes com água destilada e secos. Em seguida, foram revestidos com uma fina camada de ouro (MED -10 - Balzers), para serem observados em MEV (VP 435 - LEO).

5. RESULTADOS

5.1 - ENSAIO DE MICROTRAÇÃO

Os resultados de resistência à tração de cada espécime para os sistemas de cimentação adesiva Single Bond/RelyX, Scotchbond Multipurpose Plus/Rely X, Primer & Bond NT/Enforce, Primer & Bond NT + Self Cure Ativador/Enforce, Clearfil SE Bond/Panavia F e ED Primer/Panavia F em função de diferentes formas de polimerização, estão presentes no ANEXO 6, TAB. 9.

A Análise de Variância dos valores de resistência à tração (TAB. 2) demonstra haver diferenças significantes entre os grupos experimentais ($p < 0,0001$).

TABELA 2

Análise de variância dos valores de resistência à tração					
Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB >f
Sistema de cimentação adesiva	5	1823,997633	364,799527	11,36	< 0001
Resíduo	30	963,404567	32,113486		
Total	35	2787,402200			

Média geral = 23,17667; Coeficiente de Variação = 24,45078 %; GL = Grau de liberdade; SQ = Soma dos Quadrados; QM = Quadrado médio;

A Tabela 3 apresenta o resultado da análise das diferenças entre os grupos após a aplicação do teste de Tukey e os valores médios de resistência à tração, incluindo o desvio padrão de cada grupo.

TABELA 3

Valores médios de resistência à tração (MPa) para os grupos experimentais (n=6)

Grupos	Sistema de cimentação	Média ± Desvio padrão	5%
G 2	Scotchbond MP / Rely X	32,89 ± 3,26	A
G 1	Single Bond / Rely X	26,74 ± 7,45	AB
G 3	Prime & Bond NT / Enforce	26,11 ± 4,48	AB
G 5	Clearfil SE Bond / Panavia F	25,30 ± 6,42	AB
G 6	ED Primer / Panavia F	16,82 ± 5,53	BC
G 4	Prime & Bond NT + Self Cure / Enforce	11,20 ± 5,89	C

Valores médios seguidos por letras diferentes, diferem entre si ao nível de significância indicado (teste de Tukey)

A análise do resultado do teste de Tukey demonstrou que o valor de resistência de união foi maior e estatisticamente diferente para o Grupo 2, apenas quando comparado com os dos Grupos 4 e 6, os quais não diferiram entre si ($p \leq 0,05$); o valor de resistência de união apresentado no Grupo 4 foi menor quando comparado com os valores dos Grupos 1, 2, 3 e 5 ($p \leq 0,05$).

5.2 - ANÁLISE DO PADRÃO DE FRATURA EM MEV

Após a realização dos ensaios de resistência à tração, as superfícies fraturadas de dois espécimes de cada dente foram observadas em MEV, para análise da região de fratura. A classificação dos padrões de fratura foi adaptada de Tanumiharja (2000) e Cunha (2001) e definidas da seguinte forma: **Tipo I:** Adesiva ou Coesiva na união (camada híbrida); **Tipo II:** Mista – fratura envolvendo adesivo/cimento; ou camada híbrida/adesivo/cimento; camada híbrida/cimento; adesivo/cimento/dentina ou adesivo/cimento/resina composta; **Tipo III:** Coesiva no cimento – fratura no cimento resinoso; **Tipo IV:** Coesiva na dentina – fratura no corpo da dentina. (TAB. 4)

TABELA 4

Incidência dos tipos de fratura nos Grupos estudados					
Grupos	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Total (n=62)
G1 – SB/RX	3	6	1	0	10
G2 – SBM/RX	4	6	0	0	10
G3 – PB/EN	6	4	0	0	10
G4 – PBA/EN	5	1	1	3	10
G5 – CSE/PF	3	6	2	0	11
G6 – ED/PF	9	2	0	0	11

Tipo I: fratura adesiva ou coesiva na união (camada híbrida);

Tipo II: fratura mista;

Tipo III: fratura coesiva no cimento;

Tipo IV: fratura coesiva na dentina.

Total: total de espécimes avaliados para classificação do tipo de fratura.

OBS.: Em todos os grupos foram perdidos de 1 a 2 espécimes testados, durante a manipulação e preparo para MEV.

Na avaliação do tipo de fratura por meio do MEV, as fotomicrografias mostraram predominância de ocorrência de fratura do **tipo I** (n=30), que está ilustrada nas figuras observadas para os grupos dos sistemas ED Primer / Panavia F (n=9), (FIG.25), Prime & Bond NT / Enforce (n=6), (FIG. 26) e Prime & Bond NT + Self Cure / Enforce (n=5), (FIG. 27). Outro tipo de fratura predominante foi do **tipo II** (n=25), a maioria no adesivo/cimento (n=12) e camada híbrida/adesivo/cimento (n=8) para os grupos onde foram avaliados os sistemas Scotchbond MP / Rely X (n=6), (FIG. 28), Single Bond / Rely X (n=6), (FIG. 29), e Clearfil SE Bond / Panavia F (n=6), (FIG. 30). Entretanto, quatro espécimes do sistema Prime & Bond NT / Enforce apresentaram fratura do tipo II na camada híbrida/adesivo/cimento (n=3) e no adesivo/cimento (n=1). Os sistemas Single Bond / Rely X (n=1), Prime & Bond NT + Self Cure / Enforce (n=1) e Clearfil SE Bond / Panavia F (n=2) apresentaram fraturas do **tipo III**. O sistema Prime & Bond

NT + Self Cure / Enforce foi o único que apresentou três espécimes com fratura do **tipo IV** (FIG. 30), (TAB. 4).

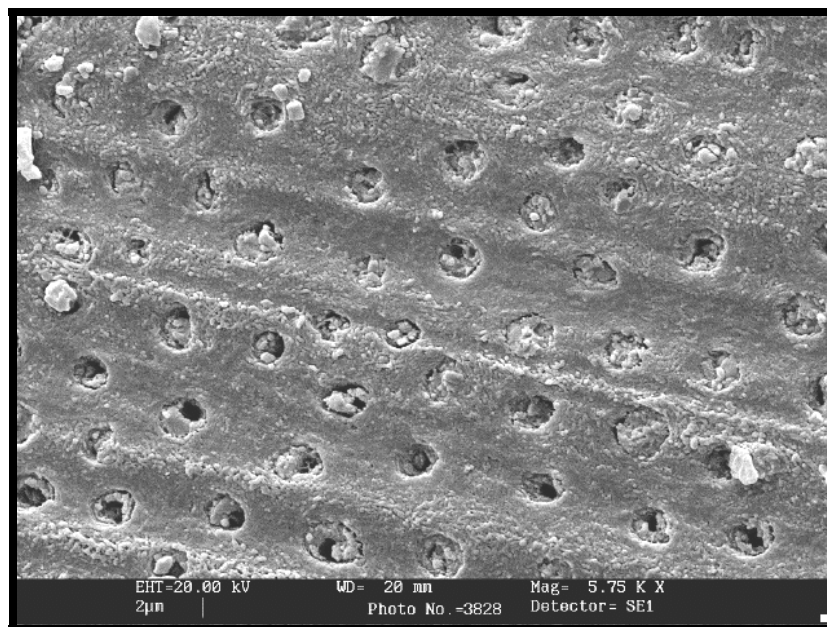


FIGURA 25 – Fratura do tipo I: Adesiva entre a dentina e o sistema adesivo, observada no grupo 6 (ED / PF).

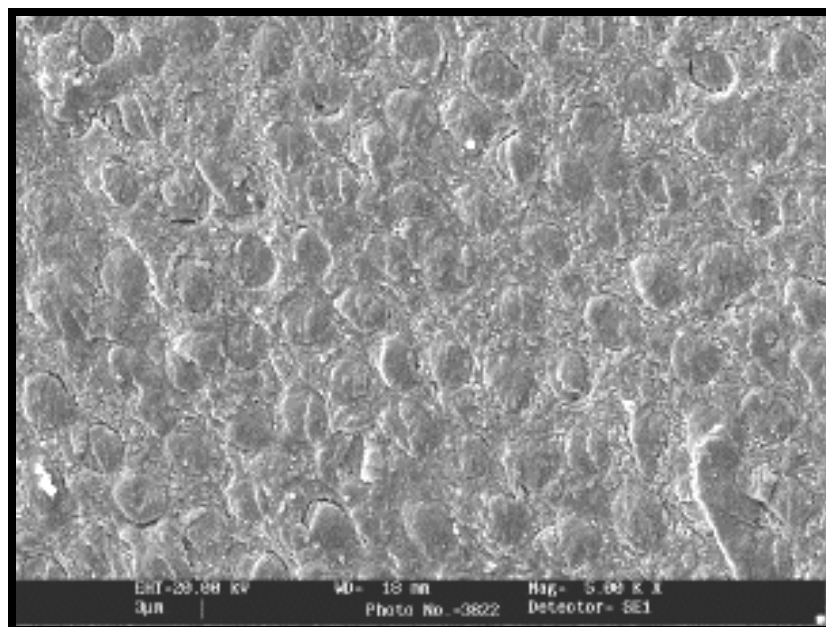


FIGURA 26 – Fratura tipo I: na camada híbrida, observada no grupo 3 (PB / EN).

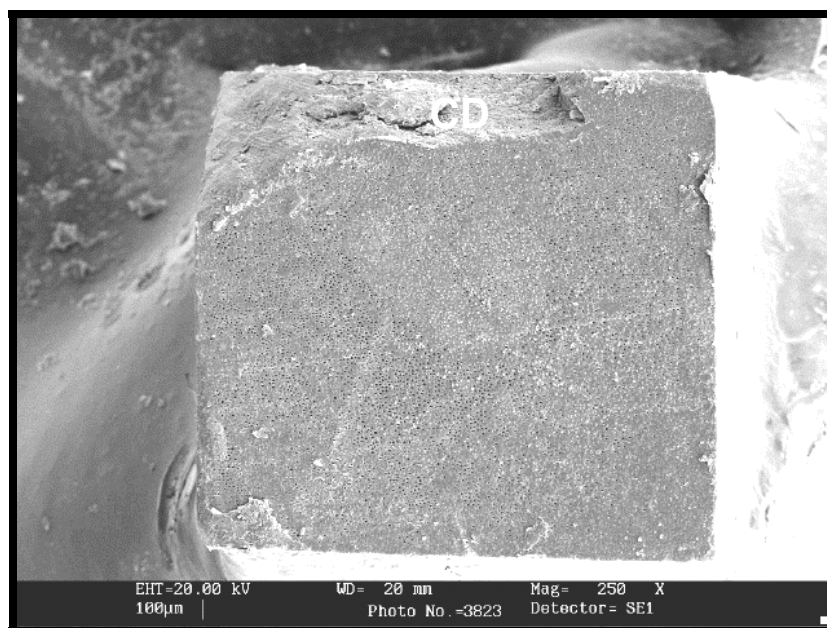


FIGURA 27 – Fratura tipo I: Adesiva entre dentina e sistema adesivo, e parcialmente fraturada na dentina; (CD = coesiva em dentina), observada no grupo 4 (PBA / EN).

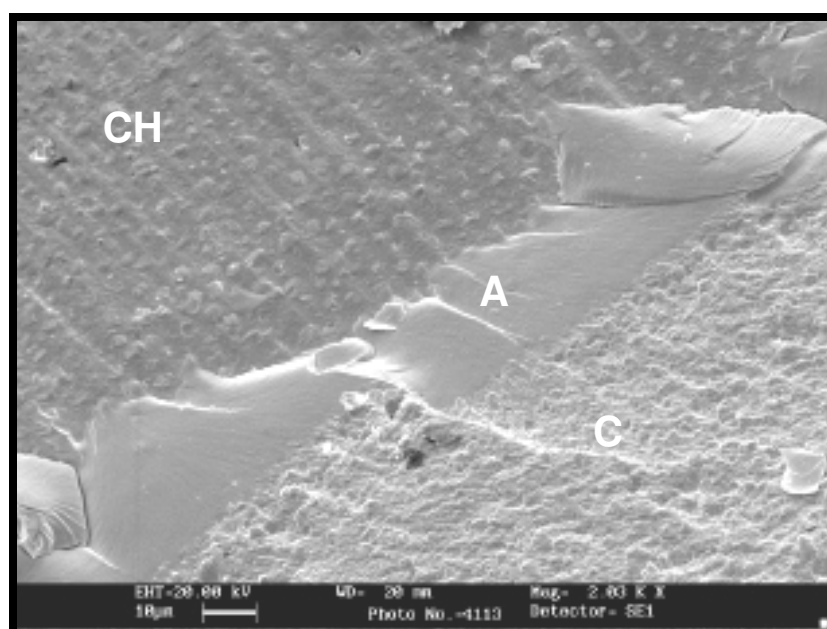


FIGURA 28 – Fratura tipo II: Mista entre dentina e cimento observada no grupo 2 (SBMP / RX); Adesivo (A); cimento (C) e camada híbrida (CH)

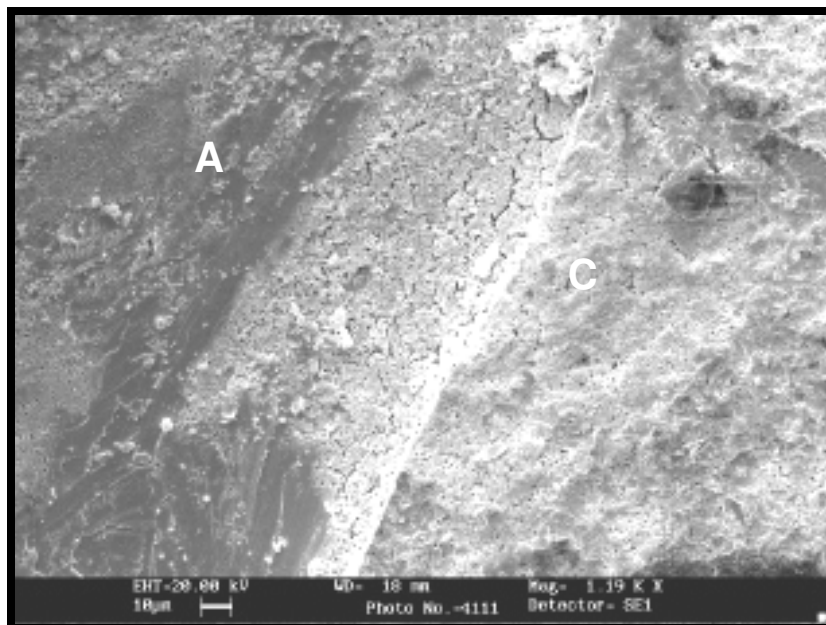


FIGURA 29 – Fratura tipo II: Mista entre adesivo e cimento, observada no grupo 1 (SB / RX); Adesivo (A) e cimento (C).

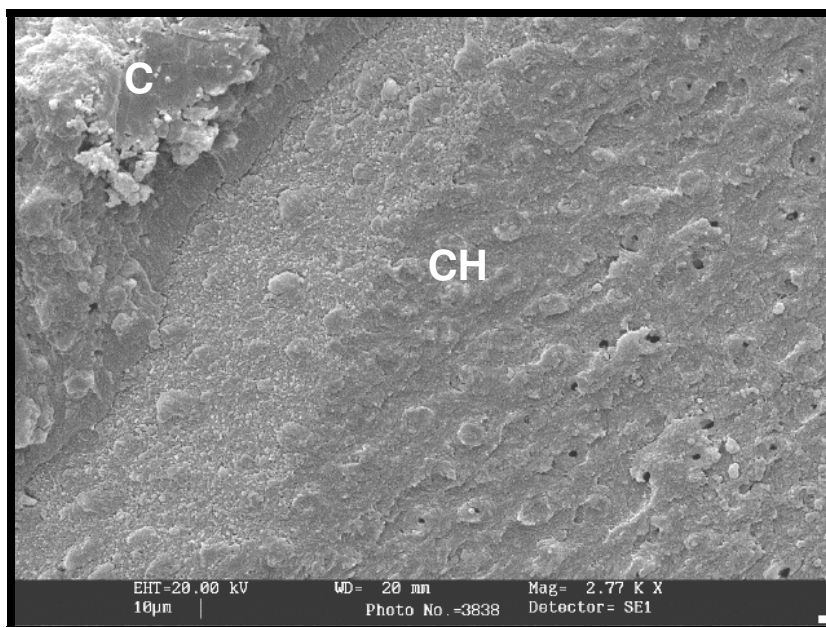


FIGURA 30 – Fratura tipo II: Mista entre a camada híbrida e cimento, observada no grupo 5 (CSE /PF); camada híbrida (CH) e cimento (C).

6. DISCUSSÃO

Estudos têm mostrado que a polimerização do adesivo pela exposição à luz antes da cimentação pode assegurar melhores propriedades mecânicas para a cadeia de polímero formado dentro da dentina, melhorando a resistência de união (Tamareselvy & Rueggeberg, 1994; Rueggeberg *et al.*, 1990). Entretanto, como a fotoativação pode produzir uma camada adesiva espessa, que compromete a adaptação das restaurações indiretas, sistemas adesivos autopolimerizáveis e duais têm sido indicados para melhorar a adaptação marginal. Os sistemas adesivos duais e os autopolimerizáveis têm sido alterados para oferecer maior tempo de trabalho durante as cimentações de restaurações indiretas, assim como a polimerização em áreas distantes ou inacessíveis à fonte de luz (Dagostini & Ferrari, 2001; Foxton *et al.*, 2001; Pfeifer *et al.*, 2003). Desde que os sistemas adesivos alcançam grau alto de conversão, independentemente do modo de polimerização, altos valores de resistência de união podem ser obtidos.

Neste presente estudo, a resistência de união do sistema adesivo dual Scotchbond Multipurpose Plus foi significativamente diferente do outro adesivo dual (Prime & Bond Dual Cure) e do autopolimerizável (ED Primer) testados. Entretanto, não foi notada diferença em relação aos sistemas fotopolimerizáveis, os quais mostraram resistência de união similar ao Scotchbond Multipurpose Plus e não diferiram entre si. Por outro lado, os valores de resistência de união dos sistemas adesivos fotopolimerizáveis foram mais altos que aqueles apresentados pelo sistema adesivo Prime & Bond Dual Cure e semelhante ao valor médio do sistema autopolimerizável ED Primer.

Os sistemas adesivos fotopolimerizáveis avaliados neste estudo (Single Bond, Prime & Bond NT e Clearfil SE Bond) são indicados principalmente para restaurações diretas, embora eles possam ser utilizados em procedimentos indiretos. Alguns autores concluíram que a fotoativação dos sistemas adesivos é necessária para assegurar uma ótima adesão à dentina (Ferrari & Mannocci,

2000, Tay & Wei, 2001; Foxton et al, 2003) e isso pode explicar os valores de resistência de união semelhantes aos do Scotchbond Multipurpose Plus. Baseando-se nas médias de resistência de união apresentadas por esse sistema adesivo dual e pelos fotoativáveis, pode-se concluir que os 2 mm de resina composta indireta fixada sobre a dentina não evitou que uma adequada intensidade de luz atingisse as camadas do cimento resinoso e do adesivo, que talvez aumente o grau de conversão de ambos e conseqüentemente da resistência de união.

Os dois sistemas adesivos duais avaliados neste estudo apresentaram resultados opostos. Enquanto o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus mostrou alta média de resistência de união, o Prime & Bond NT Dual Cure apresentou o menor valor médio. O Scotchbond Multipurpose Plus pertence à geração de sistemas adesivos, cujos componentes hidrófobos e “primer” hidrófilo estão em frascos separados. Com a aplicação do “primer” na dentina úmida e desmineralizada, seguido da aplicação de jatos de ar, ocorre um aumento da concentração de HEMA pela volatilização da água. Assim, quando o adesivo hidrofóbo é aplicado não ocorre à separação de fases nem a dissolução dos componentes. Portanto, esse sistema adesivo é capaz de alcançar alto grau de conversão e boas propriedades mecânicas (Nakabayashi & Pashley, 1998).

O adesivo Prime & Bond Dual Cure consiste em um frasco do sistema adesivo Prime & Bond NT e outro frasco que contem uma solução ativadora. O conteúdo de ambos os frascos é misturado e a solução obtida é aplicada para umedecer e infiltrar na dentina desmineralizada. Como o agente adesivo e a solução ativadora têm alto conteúdo de solventes orgânicos (acetona e álcool), a mistura entre o adesivo e o ativador pode originar uma solução com baixo conteúdo de monômeros adesivos e alta concentração de acetona. Cho & Dickens (2004) demonstraram que o aumento inicial no conteúdo de acetona em uma solução de adesivos dentinários resultou em camadas adesivas mais finas e com baixa resistência de união à dentina. Os autores concluíram também que o alto

conteúdo de acetona pode, apesar do passo de secagem, deixar solvente residual no adesivo aplicado. A partir disso, pode ocorrer separação de fases entre os componentes hidrófobos e hidrófilos, que reduzem a taxa de polimerização de ambos os sistemas de ativação (foto e químico), comprometendo as propriedades mecânicas de Prime & Bond NT Dual. Os resultados para esse sistema dual têm sido descritos de modo similar por outros autores (Pfeifer *et al.*, 2003; Swift *et al.*, 2001).

O valor médio de resistência de união para o adesivo ED Primer foi semelhante aos valores obtidos para os três sistemas adesivos fotopolimerizados. O adesivo ED Primer contém apenas o sistema catalisador autopolimerizável (iniciador químico) e seu mecanismo de ação corresponde ao mesmo tempo ao condicionamento ácido, a aplicação do “primer” e do adesivo. Quando o cimento resinoso Panavia F é aplicado sobre a superfície da dentina tratada com ED Primer, a reação de polimerização da resina cimentante começa pelo contato com a solução do ED Primer. Tais interações químicas permitem que a reação de polimerização possa acontecer até mesmo sem exposição da luz do aparelho de foto-ativação. Por outro lado, o adesivo dentro da camada híbrida pode apresentar alta concentração de monômeros hidrófilos não polimerizados em estado iônico, que aumenta a difusão da água para dentro da camada híbrida (Tay *et al.*, 2002, Carvalho *et al.*, 2004).

Avaliando a presença de água dentro da camada híbrida, através de análise de microscopia eletrônica de transmissão, Carvalho *et al.* (2004) observaram a presença de água próxima à luz dos túbulos dentinários com a aplicação do adesivo ED Primer e o cimento Panavia F. Os autores sugeriram que a água poderia ser procedente dos túbulos dentinários ou representariam regiões com baixa taxa de polimerização dentro da camada do “primer”, que seria o resultado da retenção de água. Acredita-se, que além da carência de infiltração desse sistema no substrato, a velocidade lenta de cura do adesivo autopolimerizável permitiu o aumento da difusão de água para dentro da camada adesiva, reduzindo as propriedades mecânicas do sistema ED primer. Esta

hipótese pode explicar por que os valores de resistência de união do sistema adesivo ED Primer foram tão baixas quanto às aquelas apresentadas pelo Prime & Bond de polimerização dual. Estudos também relataram que os adesivos autocondicionantes de passo único resultam em baixos valores de resistência de união, quando comparados aos adesivos autocondicionantes de dois passos e aos sistemas com prévio condicionamento com ácido fosfórico (Nikaido *et al.*, 1997, Chaves *et al.*, 2002; Jayasooriya *et al.*, 2003).

Quando os cimentos resinosos duais forem utilizados na fixação de peças protéticas, a seleção do adesivo dental é importante para evitarem falhas prematuras. Assim, em algumas situações clínicas, tal como cimentação de pinos pré-fabricados, de restaurações cerâmicas ou de compósitos indiretos com relativa espessura ou de peças metálicas (Lindquist *et al.*, 2001; Pfeifer *et al.*, 2003), os adesivos devem ser baseados também na ativação promovida pelo sistema peróxido/amina para assegurar a longevidade da união e durabilidade do procedimento restaurador.

7. CONCLUSÃO

Baseando-se na análise estatística aplicada aos valores obtidos para cada grupo experimental, pode-se concluir que a resistência de união dos sistemas testados foi dependente do material utilizado (adesivo + cimento resinoso) e indicou que todos os adesivos fotopolimerizáveis produziram alta resistência de união. Um adesivo dual e o autopolimerizável mostraram o mesmo desempenho dos sistemas fotopolimerizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

Arrais CAG & Giannini M. Morphology and thickness of the diffusion of resin through demineralized or unconditioned dentinal matrix. **Pesqui Odontol Bras.** 2002; 16(2): 115-20.

Bessing C & Lundqvist P. A-year clinical examination of indirect composite resin inlays: a preliminary report. **Quintessence Int.** 1991 Feb; 22(2): 153-7.

Blackman R, Barghi N, Duke E. Influence of ceramic thickness on the polymerization of light-cured resin cement. **J Prosthet Dent.** 1990 Mar; 63(3): 295-300.

Bouillaguet S, Ciucchi B, Jacoby T, Wataha JC, Pashley D. Bonding characteristics to dentin walls of class II cavities, in vitro. **Dent Mater.** Dent Mater. 2001 Jul; 17(4): 316-21.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res.** 1955 Dec; 34(6): 849-53.

Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NR, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentine. **J Dent.** 2004 Jan; 32(1): 55-65.

*De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviarura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Caughman WF, Chan DCN, Rueggeberg FA. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. **J Prosthet Dent.** 2001 Jul; 86(1): 101-6.

Cho BH, Dickens SH. Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. **Dent Mater.** 2004 Feb; 20(2): 107-15.

Giucchi B, Bouilaguet S, Holz J. Proximal adaptation and marginal seal of posterior composite resin restorations placed with direct and indirect techniques. **Quintessence Int.** 1990; 21(8): 663-9.

Chaves P, Giannini M, Ambrosano GMB. Influence of smear layer treatments on bond strength to dentin. **J Adhesive Dent.** 2002 Fall;4(3):191-6.

Cunha MRB. **Resistência de união à tração de sistemas adesivos sobre dentina aos 10 minutos e 24 horas pós-polimerização** [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2001.

Dagostin A, Ferrari M. In vivo bonding mechanism of an experimental dual-cure enamel-dentin bonding system. **Am J Dent.** 2001 Apr; 14(2): 105-8.

Darr AH & Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. **J Oral Rehabil.** 1995 Jan; 22(1): 43-7.

Dietschi D, De Siebenthal G, Neveu-Rosenstand L, Holz J. Influence of the restorative technique and new adhesives on the dentin marginal seal and adaptation of resin composite class II restorations: an in vitro evaluation. **Quintessence Int.** 1995 Oct; 26(10): 717-27.

Dietschi D & Herzfeld D. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation of class II resin composite restorations after thermal and occlusal stressing. **Eur J Oral Sci**, 1998 Dec; 106(6): 1033-42.

El-Mowafy OM & Rubo MH. Influence of composite inlay/onlay thickness on hardening of dual-cured resin cements. **J Can Dent Assoc**. 2000 Mar; 66(3):147.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. **J Dent Res**. 1987 Nov; 66(11): 1636-39.

Ferracane JL. Current trends in dental composites. **Crit Rev Oral Biol Med**. 1995; 6(4):302-18.

Ferrari M, Mannocci F. A 'one-bottle' adhesive system for bonding a fibre post into a root canal: an SEM evaluation of the post-resin interface. **Int Endod J**. 2000 Jul;33(4):397-400.

Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. **Oper Dent**. 2003 Sep-Oct; 28(5):543-51.

Franco EB, Lopes LG, D'alpino PHP, Pereira JC, Mondelli RFL, Navarro MFL. Evaluation of compatibility between diferent types of adhesives and dual-cured resin cement. **J Ades Dent**. 2002; 4(4): 271-75.

Frankenberger R, Sindel J, Krämer N, Petschelt A. Dentin bond strength and marginal adaptation: direct composite resins vs ceramic inlays. **Oper Dent**. 1999 May-Jun; 24(3):147-155

Fuhrer N. Restoring posterior teeth with a novel indirect composite resin system. **J Esthet Dent**. 1997; 9(3):124-130.

Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J Dent Res**. 1979 Apr; 58(4):1364-70.

Irie M. & Suzuki K. Current luting cements: marginal gap formation of composite inlay and their mechanical properties. **Dent Mater**. 2001 Jul; 17(4):347-353.

Jayasooriya PR, Pereira PN, Nikaido T, Tagami J. Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. **J Esthet Restor Dent**. 2003;15(2):105-13; discussion 113.

Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. **Am J Dent**. 2000 Nov;13(Spec No): 60D-76D.

Kugel G. Direct and indirect restorative materials: a review. **Am J Dent**. 2000 Nov;13(spec No):35D-40D.

Lindquist TJ, Connolly J. In vitro microleakage of luting cements and crown foundation material. **J Prosthet Dent**. 2001 Mar;85(3):292-8.

Mak YF, Lai SCN, Cheung GSP, Chan AWK, Tay FR, Pashley DH. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. **Dent Mater**. 2002; 18(8): 609-21.

Manhart J, Neuerer P, Scheibenbogen-Fuchbrunner A, Hickel R. Three-year clinical evaluation of direct and indirect composite restorations in posterior teeth. **J Prosthet Dent**. 2000 Sep;84(3):289-96.

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers tooth substrates. **J Biomed Mater Res.** 1982 May;16(3):265-73.

Nakabayashi N, Pashley DH. **Hybridization of dental hard tissues.** 1 st ed. Tokyo: Quintessence Publishing Co. 1998. p 51-3.

Nikaido T, Nakajima M, Higashi T, Kanemura N, Pereira PN, Tagami J. Shear bond strengths of a single-step bonding system to enamel and dentin. **Dent Mater J.** 1997 Jun;6(1):40-7.

Ogata M, Okuda M, Nakajima M, Pereira PNR, Sano H, Tagami J. Influence of the direction of tubules on bond strength to dentin. **Oper Dent.** 2001; 26(1): 27-35.

Peutzfeldt A. & Asmussen E. Comparison accuracy in seating and gap formation for three inlay/onlay techniques. **Oper Dent.** 1990 Jul-Aug; 15(4):129-135.

Peutzfeldt A. Dual-cure resin cements: In vitro wear and effect of quantity of remaining double bond, filler volume and light curing. **Acta Odontol Scand.** 1995 Feb;53(1):29-34.

Pfeifer C, Shih D, Braga RR. Compatibility of dental adhesives and dual-cure cements. **Am J Dent.** 2003 Aug;16(4):235-8.

Rueggeberg FA, Hashinger DT, Fairhurst CW. Calibration of FTIR conversion analysis of contemporary dental resin composites. **Dent Mater.** 1990 Oct;6(4):241-9.

Rueggeberg FA. & Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. **Oper Dent.** 1993 Mar-Apr; 18(2):48-55.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – Evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent Mater.** 1994; 10(4):236-40.

Sigemori RM, Reis AF, Giannini M, Paulillo LAMS. Curing depth of a resin-modified glass ionomer and two resin-based luting agents. **Oper Dent.** 2005Mar-Apr;30(2):185-9.

Soares CJ, Giannini M, Oliveira MT, Paulillo LAMS, Martins LRM. Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. **J Appl Oral Sci.** 2004a; 12(1): 45-50.

Soares CJ, Martins LRM, Pfeifer JMGA, Giannini M. Fracture resistance of teeth restored with indirect-composite and ceramic inlay systems. **Quintessence Int.** 2004b; 35(4): 281-6.

Swift EJ Jr, Perdigao J, Combe EC, Simpson CH 3rd, Nunes MF. Effects of restorative and adhesive curing methods on dentin bond strengths. **Am J Dent.** 2001 Jun; 14(3): 137-40.

Tamaresevely K, Rueggeberg FA. Dynamic mechanical analysis of two crosslinked copolymer systems. **Dent Mater.** 1994 Sep; 10(5): 290-7.

Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ. Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. **Dent Mater.** 2000; 16(5): 180-7.

Tay FR, Wei SH. Indirect posterior restorations using a new chairside microhybrid resin composite system. **J Adhes Dent**. 2001 Spring; 3(1): 89-99.

Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. **J Dent**. 2002 Sep-Nov; 30(7-8):371-82.

Van der Vyver PJ. & De Wet FA. The film thickness of five adhesive resin cements. **SADJ**. 1998; 53(7): 377-79.

Wendt SL Jr, Harris BM, Hunt TE. Resistance to cusp fracture in endodontically treated teeth. **Dent Mater**. 1987 Oct;3(5):232-5.

Wendt Jr. SL & Leinfelder KF. The clinical evaluation of heat-treated composite resin inlays. **J Am Dent Assoc**. 1990; 120(2): 177-81.

Zheng L, Pereira PNR, Nakajima M, Sano H, Tagani J. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. **Oper Dent**. 2001; 26(2): 97-104.

ANEXO 1



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
CERTIFICADO



Certificamos que o Projeto de pesquisa "Avaliação da resistência de união de sistemas adesivos fotopolimerizáveis e duals em cimentação de peças protéticas", protocolo CEP nº **114/2004**, dos Pesquisadores **Maria José Lorena de Menezes** e **Marcelo Giannini**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde - MS e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia - UNICAMP.

We certify that the research project "Tensile bond strength of photocuring and dual adhesive systems in bonded composite indirect restorations", register number **114/2004**, of **Maria José Lorena de Menezes** and **Marcelo Giannini**, is in agreement with the recommendations of 196/96 Resolution of the National Health Committee - Brazilian Health Department and was approved by the Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas - UNICAMP.

Piracicaba - SP, Brazil, July 07 2004

Cíntia Pereira Machado Tabchoury
Profa. Dra. Cíntia Pereira Machado Tabchoury
Secretaria
CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Jacks Jorge Junior
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

ANEXO 2

TABELA 5

Nome comercial, composição e fabricante dos sistemas adesivos fotoativáveis e duais:

Nome comercial	Modo de ativação	Composição	Fabricante
Single Bond	Fotopolimerizável	Condicionador: Ácido Gel fosfórico à 35%; Adesivo Universal: HEMA, BISGMA, etanol, dimetacrilatos, copolímeros, fotoiniciador, aminas e água.	3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos.
Scotchbond Multipurpose Plus	Dual	Condicionador: Ácido fosfórico gel à 35%; Ativador: Solução etílica de um sal de ácido sulfínico e fotoiniciador. Primer: HEMA e Copolímero do ácido polialcenóico. Adesivo: Bis-GMA, HEMA, fotoiniciadores e amina. Catalizador: Bis-GMA, HEMA e peróxido de bezoila.	3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos.
Prime & Bond NT	Fotopolimerizável	Resinas di e trimetacrilato, sílica coloidal silanizada, PENTA, fotoiniciadores, estabilizantes, hidrofluoreto de cetilamina e acetona.	Dentsply Detrey, Konstanz, Alemanha.
Prime & Bond NT / Self-Cure Activator	Dual	Ativador: Sulfonato de sódio aromático (iniciador de autopolimerização), acetona, etanol.	Dentsply Detrey, Konstanz, Alemanha.
Clearfil SE Bond	Fotopolimerizável	Primer: MDP, HEMA, dimetacrilato hidrófilo, canforoquinona, N.N dietanol p-toluidina e água. Bond : MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrófobo, canforoquinona, N.N dietanol p-toluidina e sílica coloidal silanizada.	Kuraray Medical Inc. Kurashiki, Okayama, Japão.
ED Primer	Autopolimerizável	Frasco A: HEMA, MDP, NM ácido amino salicílico, di-Etanol p-toluidina e água. Frasco B: NM ácido amino salicílico, água, sulfinato de sodio tri-isopropílico bencênico.	Kuraray Medical Inc. Kurashiki, Okayama, Japão.

HEMA: 2-hidroxietil metacrilato; Bis-GMA: bisfenol-glicidil metacrilato; PENTA: monofosfato de dipentaeritritol pentacrilato; MDP: 10-metacrilóiloxidecil dihidrogenado-fosfato;

ANEXO 3

TABELA 6

Nome comercial, composição e fabricante dos Cimentos Resinosos:

Nome Comercial	Composição	Fabricante
Rely X	Pasta A: BisGMA, TEGDMA, Sílica e zirconia. Pasta B: peróxido de benzoila, BisGMA, TEGDMA, Sílica e zirconia	3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos.
Enforce	Pasta Base: TEGDMA, Vidro de borossilicato de alumínio e bário silanizado, sílica pirolítica silanizada, canforoquinona, EDAB, BHT, pigmentos minerais e DHEPT. Pasta Catalisadora: Dióxido de titânio, sílica pirolítica silanizada, pigmento mineral, Bis-GMA, BHT, EDAB, TEGDMA e peróxido de benzoíla	Dentsply Detrey, Konstanz, Alemanha
Panavia F	Pasta A: Bis-GMA, sílica coloidal, dimetacrilato hidrófobo e hidrófilo e peróxido de benzoila. Pasta B: Vidro de bário, óxido titânico, sílica coloidal, Bis-GMA, di-etanol p-toluidina, sulfinato de sódio triisopropílico benzênico e fotoiniciadores.	Kuraray Medical Inc. Kurashiki, Okayama, Japan

ANEXO 4

TABELA 7

Nome comercial, composição e fabricante dos Silanos e resinas compostas:

Nome comercial	Composição	Fabricante / Lote
Ceramic Primer	Agente de ligação silano pré-hidrolizado, Álcool e água.	3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos
Silano Agente de ligação	Silano, etanol e ácido acético.	Dentsply Detrey, Konstanz, Alemanha
Clearfil Porcelain Bond Ativador + SE Primer	bisfenol polietoxy dimetacrilato. 3-metacriloloxipropil trimetoxo, Silane.	Kuraray Medical Inc. Kurashiki, Okayama, Japão
Concise (Quimicamente polimerizável)	BisGMA, quartzo, dimetil p-toluidina e Peróxido de benzoila.	3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos
Clearfil APX	bário de vidro, sílica, sílica coloidal bisfenol diglicidil-metacrilato trietileno glicol dimetacrilato dl-canforoquinona	Kuraray Medical Inc. Kurashiki, Okayama, Japão
TPH Spectrum	Bis-GMA, silicato de alumínio, bário silanizado, sílica pirolítica silanizada, canforoquinona, EDAB, corantes.	Dentsply Detrey, Konstanz, Alemanha

ANEXO 5

TABELA 8

Técnica de aplicação dos sistemas adesivos fotoativáveis e duais segundo recomendações do fabricante:

Sistemas adesivos	Tratamento da superfície dentinária	Tratamento do Bloco de compósito
Single Bond	a, b, c, d, e, f	m, n, j, d, e
Scotchbond Multipurpose Plus	a, b, c, g, h, i, e	m, n, j, i
Prime & Bond NT	a, b, c, k, j, f	m, o, j, k, j
Prime & Bond NT + Self Cure Ativador	a, b, c, l, j,	m, o, j, l, j
Clearfil SE Bond	p, h, e, k, e, f,	m, p, q, r, e
ED Primer	p, s, e,	m, q, s, e

a - Condicionar a superfície por 15 segundos com ácido fosfórico a 35%; b - Lavar a superfície condicionada por 15 segundos; c - Secagem com papel absorvente; d - Aplicar duas camadas consecutivas de adesivo sem tempo de espera entre cada aplicação; e - Aplicar leve jato de ar por 10 segundos; f - Fotoativar por 10 segundos; g – aplicação do ativador; h – Aplicação do primer; i – aplicação da mistura do catalisador + adesivo; j - Aplicar leve jato de ar por 5s; k - Aplicar o adesivo por 20s; l - Aplicar a mistura do adesivo e self-cure activator (P&B) por 20s; m – Jateamento com óxido de alumínio por 15s; n - Aplicação de Ceramic Primer; o - Aplicação de Silano Dentsply; p – Secar levemente a superfície dentinária; q - Aplicação do Clearfil Porcelain bond + SE Primer por 5s.; r - Aplicar só o Bond do adesivo; s – Aplicar a mistura dos frascos A e B do adesivo;

ANEXO 6

TABELA 9

Valores médios (MPa) de Resistência de união para os grupos experimentais de acordo com o elemento dental:

Dente	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
1	22,81	33,48	29,59	14,95	23,31	17,74
2	41,14	37,59	18,19	10,97	21,97	13,38
3	25,38	31,81	25,73	21,01	33,22	17,59
4	27,52	31,18	31,16	5,52	15,92	27,01
5	23,07	35,07	26,02	6,30	25,70	12,56
6	20,53	28,22	25,97	8,65	31,66	12,62

G1 = Single bond/Rely X; G2 = Scotchbond Multipurpose Plus/Rely X; G3 = Prime & Bond NT/Enforce; G4 = Prime & Bond NT + ativador/Enforce;/. G5 = Clearfil SE Bond/Panavia F e G6 = ED Prime/Panavia F.

ANEXO 7

TABELA 10

Valores Originais do Teste de Resistência à Tração - Ensaio de Microtração –
(Kgf) dos sistemas de cimentação adesiva:

Espécime	Grupo 1 SB/RX	Grupo 2 SBMP/RX	Grupo 3 PB/EN	Grupo 4 PBA/EN	Grupo 5 CSE/PF	Grupo 6 ED/PF
1a	1,654	2,831	1,993	1,762	1,160	0,865
1b	2,142	1,974	0,817	0,811	1,409	0,750
1c	2,199	2,823	2,605	1,454	1,142	1,523
1d	1,977	3,558	2,053	2,251	2,020	2,149
2a	1,789	4,319	0,918	0,211	1,197	0,878
2b	5,048	3,891	1,158	0,458	1,587	1,091
2c	4,086	3,495	1,438	0,961	2,509	0,915
2d	2,848	1,936	1,477	1,275	1,462	0,733
3a	1,378	2,973	2,491	1,424	2,713	1,505
3b	2,306	1,787	1,389	2,416	1,623	1,556
3c	2,408	2,639	1,693	2,131	2,758	1,254
3d	2,196	3,635	1,783	3,545	2,046	0,425
4a	3,189	3,132	2,956	0,326	1,566	2,821
4b	1,731	4,885	2,553	0,373	1,069	1,657
4c	1,013	2,258	2,690	0,322	0,371	0,754
4d	3,447	1,037	2,089	0,587	1,109	2,435
5a	1,794	2,123	1,289	0,207	2,013	1,144
5b	2,370	2,591	1,354	0,553	1,595	0,666
5c	2,800	3,211	2,805	0,294	2,213	1,311
5d	1,314	2,600	1,067	0,846	1,638	0,591
6a	2,256	2,104	1,349	0,441	1,809	0,381
6b	1,793	2,446	2,019	0,825	2,658	0,653
6c	1,151	2,411	3,346	0,438	2,964	2,010
6d	1,231	2,140	1,390	0,865	2,372	0,884

ANEXO 8

22:30 Tuesday, June 22, 1999

10

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Level s	Val ues
trat	6	1 2 3 4 5 6
Number of observations		36

The GLM Procedure

Dependent Variable: mpa

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	1823.997633	364.799527	11.36	<.0001
Error	30	963.404567	32.113486		
Corrected Total	35	2787.402200			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	mpa Mean
0.654372	24.45078	5.666876	23.17667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	5	1823.997633	364.799527	11.36	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trat	5	1823.997633	364.799527	11.36	<.0001

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for mpa

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGW.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	30
Error Mean Square	32.11349
Critical Value of Studentized Range	4.30147
Minimum Significant Difference	9.9514

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trat
A	32.892	6	2
A			
B	26.742	6	1
B			
B	26.110	6	3
B			
B	25.297	6	5
B			
B			
C	16.817	6	6
C			
C	11.203	6	4