



RICARDO RODRIGUES VAZ



**RESISTÊNCIA E MORFOLOGIA DA UNIÃO DE
CIMENTOS RESINOSOS DUAL,
AUTOPOLIMERIZÁVEL E AUTO-ADESIVO À DENTINA**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba
da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do
Título de Doutor em Materiais Dentários.

Orientador: Prof. Dr. Mario Fernando de Goes

Piracicaba

2008

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

Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8^a / 6159

V477r

Vaz, Ricardo Rodrigues.

Resistência e morfologia da união de cimentos resinosos dual, autopolimerizável e auto-adesivo à dentina. / Ricardo Rodrigues Vaz. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2008.

Orientador: Mario Fernando de Goes.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Cimentação. 2. Resistência à tração. 3. Materiais dentários.

I. Goes, Mario Fernando de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em Inglês: Bond strength and interface morphology of dual-cure, auto-cure and self-adhesive resin cement to dentin

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Cementation. 2. Tensile strength. 3. Dental materials

Área de Concentração: Materiais Dentários

Titulação: Doutor em Materiais Dentários

Banca Examinadora: Luiz Fernando Pegoraro; Walter Gomes Miranda Júnior; Marco Antonio Bottino; Mário Alexandre Coelho Sinhoretí; Mario Fernando de Goes

Data da Defesa: 02-06-2008

Programa de Pós-Graduação em Materiais Dentários



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 02 de Junho de 2008, considerou o candidato RICARDO RODRIGUES VAZ aprovado.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "M. F. de Goes".

PROF. DR. MARIO FERNANDO DE GOES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "L. F. Pegoraro".

PROF. DR. LUIZ FERNANDO PEGORARO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "W. G. Miranda Jr.".

PROF. DR. WALTER GOMES MIRANDA JÚNIOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "M. A. Bottino".

PROF. DR. MARCO ANTONIO BOTTINO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "M. A. C. Sinhorette".

PROF. DR. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

DEDICO ESTE TRABALHO

A **DEUS**, pela sua presença em minha vida e por sua infinita bondade, sem a qual nada seria possível.

A minha esposa **Rosane** e aos meus filhos **Victor** e **Laura** pela compreensão, incentivo e amor. A participação e a solidariedade de vocês foram fundamentais para conclusão deste ideal.

A memória dos meus pais **Renato** e **Maria Terezinha**, exemplo de dedicação para a nossa família.

Aos meus irmãos **Ângela**, **Hortência**, **Osmar**, **Maria Izabel**, **Renata**, **Maria Terezinha** e **Sílvia** que sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao **Prof. Dr. Mario Fernando de Goes**, Titular da Área de Materiais Dentários, Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela confiança, oportunidade e orientação deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do seu Diretor **Francisco Haiter Neto** e Diretor Associado **Marcelo de Castro Meneghini**.

Ao **Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti**, Titular da Área de Materiais Dentários, Departamento de Odontologia Restauradora, Coordenador Geral de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas.

À **Prof^a. Dr^a. Regina Maria Puppim Rontani**, Titular da Área Odontopediatria, Departamento de Odontologia Infantil, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Materiais Dentários.

Ao **Prof. Dr. Simonides Consani**, Titular da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas.

Ao **Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho**, Titular da Área Materiais Dentários, Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas.

Ao colega **Vinícius di Hipólito**, mestre e doutorando em Materiais Dentários pelos ensinamentos na área de microscopia eletrônica de varredura que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos professores da banca do exame de qualificação, **Prof. Dr. Osvaldo Scopin de Andrade**, **Prof. Dr. Luís Roberto M. Martins** e **Prof. Dr. Simonides Consani**.

Aos funcionários do laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, **Marcos Blanco Cangiani e Selma Aparecida Barbosa Segalla.**

Ao Centro de Microscopia Eletrônica de Varredura da FOP-UNICAMP e aos funcionários **Adriano L. Martins e Eliene Orsini N. Romani.**

Aos colegas, professores do Departamento de Odontologia Restauradora da **Faculdade de Odontologia da UFMG.**

Aos professores, **Fernando Silva Vilela Ribeiro, Geraldo Marcos de Faria Vecchio, José Carlos de Oliveira Martins, Luciano de Oliveira Martins Júnior, Sergio Eduardo Feitosa Henriques, Roberto Macedo Rosa, Valdete da Costa e Vinícius Magalhães Barros.**

As Bibliotecárias **Sueli Duarte de Oliveira Soliani e Marilene Girello** pela ajuda com a aquisição das separatas e orientação nas referências bibliográficas.

A **Prof^a. Fabíola A. C. Santos** pela análise estatística.

Aos colegas e companheiros de laboratório **Alberto Nogueira da Gama Antunes, Ana Carolina Machado Rocha Lima e Carla Arita.**

Aos colegas de mestrado **Andréia, Flávia, Luciano, Paula, Michele, Rafael, Renata, Suzana, e William** e de doutorado **Alberth, Américo, Ana Flávia, Cíntia, Dario, Fabíola, Hugo, Juliana, Júlio, Luis Felipe, Marcelo, Murilo, Myrna, Rodrigo, Ricardo, Safira.**

A empresa **3M ESPE** pela doação dos materiais odontológicos.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** pelo auxílio financeiro e concessão da bolsa de estudos.

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

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!!!

Buscai primeiro o reino de **DEUS**, e a sua justiça,
e todas as coisas vos serão dadas em acréscimo.

Mt 6, 31-33.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* a resistência e a morfologia da interface da união entre cimentos resinosos e dentina humana. A superfície oclusal de 20 terceiros molares foi removida e a dentina média preparada com lixa 600 de SiC. As restaurações de resina composta indireta (Sinfony) foram confeccionadas em formato circular com 2mm de espessura, jateadas com óxido de alumínio e silanizadas. Os dentes foram divididos em cinco grupos de acordo com a técnica de cimentação: Grupo I – Rely X Unicem/com fotoativação, Grupo II – Rely X ARC/Single Bond 2/com fotoativação, Grupo III – C&B Cement/All Bond 2, Grupo IV – Rely X ARC/Single Bond 2/sem fotoativação e o Grupo V – Rely X Unicem/sem fotoativação. Após a cimentação os conjuntos dente/restauração foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e seccionados em formato de palitos com área quadrada de $0.8 \pm 0.2 \text{mm}^2$ para o ensaio de tração nos tempos de 24 horas e 30 dias utilizando uma máquina de ensaios universal. O tipo de fratura foi observado e classificado em MEV (microscopia eletrônica de varredura). Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey para a comparação entre grupos e ao teste-t pareado para comparação entre os tempos de armazenamento de 24 horas e 30 dias ($p < 0,05$). Para análise da morfologia da união em MEV foram obtidos discos de dentina com espessura de 2mm que após a cimentação conforme os grupos experimentais foram seccionados no sentido mesio-distal e incluídos em resina epóxi para os procedimentos de polimento e metalização. Os resultados revelaram que os grupos III, IV e V apresentaram aumento nos valores da resistência da união estatisticamente significantes no período de armazenamento de 30 dias. Os resultados da resistência da união em relação aos modos de polimerização nos tempos de armazenamento de 24 horas e 30 dias revelaram maiores valores na técnica de fotoativação. As análises dos padrões de fratura em MEV mostraram a predominância de fraturas coesivas no cimento para os grupos I e V nos tempos de 24 horas e 30 dias; para o grupo II houve predominância de fraturas mistas sendo coesivas no cimento, na camada híbrida e no adesivo no tempo de 24 horas e fraturas coesivas no cimento no tempo de 30 dias; no grupo III

predominou as fraturas coesivas na camada híbrida nos tempos de 24 horas e 30 dias e finalmente para o grupo IV houve predominância de fraturas mistas, sendo coesivas no cimento, na camada híbrida e no adesivo para os tempos de 24 horas e 30 dias. As análises morfológicas das áreas da união não revelaram a formação da camada híbrida para o cimento auto-adesivo Rely X Unicem, enquanto que os cimentos *dual* Rely X ARC/Single Bond 2 e autopolimerizável C&B Cement/All Bond 2 apresentaram camada híbrida com semelhante morfologia.

Palavras Chaves: Cimentação, Resistência à tração, Materiais dentários.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate bond strength and the interface morphology between human dentin and resin cements. Oclusal surfaces of 20 third molars were removed and middle dentin was finished with #600 grit SiC. Circular, 2mm thick, indirect composite resin restorations (Sinfony) were made and sandblasted with aluminum oxide and then silanized. Teeth were divided in five groups according to luting technique: Group I – Rely X Unicem/ light-cure; Group II – Rely X ARC/ Single Bond 2/ light-cure; Group III – C& B Cement/ All Bond 2; Group IV – Rely X ARC/ Single Bond 2/ self-cure and Group V – Rely X Unicem/ self-cure. After cementation the teeth/restoration samples were stored in distilled water for 24 hours at 37°C and cut into beam specimens with $0.8 \pm 1.0 \text{mm}^2$ cross-sections and microtensile tested after 24 and 30 days using a universal testing machine. Fracture patterns were observed and classified by SEM. Results were submitted to ANOVA and Tukey's Test to compare groups and paired t-test to compare the storage times of 24 hours and 30 days ($p < 0,05$). To analyze interface morphology, 2mm thick flat dentin discs were obtained. After cementation according to the experimental groups the dentin discs were cut vertically and embedded in epoxy resin for the procedures of finishing and gold-sputter. Results revealed that groups III, IV and V presented statistically significant bond strength increase after a storage period of 30 days. Light-cure groups revealed greater bond strength values at the storage times of 24 hours and 30 days. SEM fracture pattern evaluation revealed a predominance of cohesive fractures in cement for groups I and V at 24 hours and 30 days. Group II revealed a higher frequency of mixed fractures which were cohesive in cement, hybrid layer and adhesive at 24 hours and cohesive in cement at 30 days. Group III presented more cohesive fractures at the hybrid layer at 24 hours and 30 days while group IV showed a predominance of mixed fractures which were cohesive in cement, hybrid layer and adhesive at 24 hours and 30 days. While the morphologic analysis of bonded areas for the self-adhesive cement Rely X Unicem did not reveal the formation of a hybrid layer, the dual-cure cement

Rely X ARC/Single Bond 2 and the self-cure cement C&B Cement/All Bond 2 presented hybrid layers with similar morphology.

Key words: Cementation, Tensile strength, Dental materials.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO - - - - -	01
2 - REVISÃO DE LITERATURA - - - - -	05
2.1 - Resina composta para restauração indireta - - - - -	05
2.2 - Estratégias de união à dentina - - - - -	07
2.3 - Cimentos odontológicos- - - - -	11
2.4 - Cimentos resinosos - - - - -	12
2.4.1 - Cimento autopolimerizável - - - - -	13
2.4.2 - Cimento fotopolimerizável - - - - -	14
2.4.3 - Cimento de polimerização <i>dual</i> - - - - -	15
2.4.4 - Cimento de polimerização <i>dual</i> auto-adesivo - - - - -	19
3 - PROPOSIÇÃO - - - - -	26
4 - MATERIAL E MÉTODOS - - - - -	27
4.1 - Avaliação da resistência da união à tração - - - - -	28
4.1.1 - Seleção dos dentes - - - - -	28
4.1.2 - Obtenção das restaurações indiretas - - - - -	30
4.1.3 - Obtenção das amostras para o teste da resistência da união- -	30
4.1.4 - Ensaio de tração - - - - -	33
4.1.5 - Preparo das amostras para análise do padrão de fratura- - - -	34
4.2 - Preparo das amostras para análise da interface da união - - - -	35
5 - RESULTADOS - - - - -	38
5.1 - Ensaio da resistência da união à tração - - - - -	38
5.2 - Análise do padrão de fratura - - - - -	42
5.3 - Análise da morfologia da interface da união - - - - -	54
6 - DISCUSSÃO - - - - -	57
7 - CONCLUSÃO - - - - -	67
REFERÊNCIAS - - - - -	69
ANEXOS - - - - -	74

1 – INTRODUÇÃO

A resina composta, quando associada aos sistemas adesivos, criou alternativas técnicas que propiciaram o aumento na demanda pelas restaurações estéticas em dentes posteriores tanto na forma direta como indireta.

O procedimento restaurador com inserção direta da resina composta tem sido preferido no caso de cavidades pequenas e médias. No entanto, em cavidades extensas existe a dificuldade natural na técnica de inserção do material para controlar as tensões geradas durante a reação de polimerização do compósito e para efetivar o máximo a conversão dos monômeros em polímero, utilizando fontes de luz visível (Peutzfeldt 2001). Como resultante clínica, a restauração pode apresentar selamento marginal deficiente, propriedades mecânicas inadequadas, além da forma anatômica e contatos proximais inapropriados, com conseqüente redução na longevidade da restauração (Leinfelder, 1997).

Esses fatores clínicos foram significativos para recomendar a técnica indireta para confeccionar restaurações em resina composta, principalmente, em cavidades extensas (Touati & Aidan, 1997). Entretanto, o procedimento clínico chave para a longevidade da restauração indireta é a cimentação da prótese na cavidade preparada usando um compósito de resina adequado para a fixação. Dentro dessa concepção, o material para cimentação deve se unir aos tecidos dentais da cavidade preparada e à superfície interna da restauração em resina composta.

A união com esmalte e dentina pode ser obtida pelo condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo seguido pela resina composta (Buonocore, 1955, Nakabayashi *et al.*, 1982, Van Meerbeek *et al.*, 2001, De Munck *et al.*, 2005). Os sistemas adesivos contemporâneos disponíveis combinam três ou dois passos para utilização da técnica “condicionar e lavar” (úmida) e em dois ou apenas um passo para uso na forma autocondicionante. A versão de três passos parece ser mais efetiva que os sistemas simplificados (De Munck, *et al.*, 2005).

Para complementação do processo de união e selamento da região entre a restauração protética em resina composta e as estruturas dentais, os cimentos resinosos, com reação iniciada tanto por componente químico como pela forma física, têm sido indicados (Milleding, 1992). De acordo com Burrow, *et al.*, 1996, a emissão da luz no comprimento de onda visível e a intensidade adequada proporcionaram o desenvolvimento de alta resistência da união nos primeiros momentos após o assentamento da restauração.

No entanto, há diversas situações clínicas em que a ativação do compósito de resina para cimentação com a luz visível é parcial ou impossível, principalmente restaurações metálicas ou opacas, ou ainda, pinos intra-radiculares atenuam a transmissão de irradiância de luz visível para iniciar a reação de polimerização do cimento resinoso (Asmussen & Peutzfeldt 2006). Nesses casos, o processo de autopolimerização é necessário para assegurar a máxima conversão dos monômeros e a união ao tecido dental. Entretanto, estudos prévios têm relatado que os cimentos resinosos polimerizados apenas pelo processo químico de autoativação não apresentaram alto valor de dureza de superfície (Hasegawa, *et al.*, 1991; El-Badrawy & El-Mowafy, 1995). Além disso, os valores de resistência da união entre o cimento resinoso e a dentina são baixos nos primeiros dez minutos (Burrow, *et al.*, 1996). Isso pode comprometer o assentamento inicial e a longevidade clínica da restauração indireta.

Adicionalmente, alguns sistemas adesivos de frasco único não são compatíveis quimicamente com as resinas compostas autopolimerizáveis que utilizam o sistema peróxido-amina para ativar e iniciar a reação química (Sanares, *et al.*, 2001, Cheong, *et al.*, 2003, Tay, *et al.*, 2003a, Tay, *et al.*, 2003b). Para prevenir a incompatibilidade química e melhorar a união do cimento resinoso com a dentina, tem sido sugerida a aplicação de uma camada adicional de resina hidrofóba sobre o adesivo (Carvalho, *et al.*, 2004a).

Dessa forma, os sistemas adesivos tradicionais comumente usados nas formas “condicionar e lavar” e autocondicionante têm mostrado complexidade técnica no uso e dificuldades para produzir um selamento efetivo entre a restauração e a estrutura dental. Para resolver o problema, um novo cimento

resinoso com componentes auto-adesivos de polimerização *dual*, denominado Rely X Unicem (3M ESPE) foi introduzido em 2002. O sistema auto-adesivo não requer o pré-tratamento do esmalte, da dentina e da superfície interna da restauração em resina composta. Segundo o fabricante, o cimento apresenta novos monômeros dimetacrilatos e uma inovadora tecnologia de iniciação de polimerização em meio ácido (3M ESPE, 2002). O material Rely X Unicem tem a adesividade baseada em um monômero (éster do ácido fosfórico metacrilato) que é capaz de desmineralizar e infiltrar-se na dentina, resultando em retenção mecânica (3M ESPE, 2002, De Munck *et al.*, 2004, Gerth *et al.*, 2006). Além disso, também tem sido sugerida uma possível reação química com a hidroxiapatita dos tecidos do dente e com as partículas vítreas de flúor alumino silicato, uma característica comprovada apenas com os ionômeros de vidro (Yoshida *et al.*, 2000). A reação de presa deste material ocorre pela polimerização dos radicais livres que pode ser iniciada pela exposição à luz visível ou por mecanismo de oxirredução. Durante a reação química a água é formada e auxilia na neutralização da própria reação, aumentando o pH de 1,0 para 6,0 (3M ESPE, 2002, Gerth, *et al.*, 2006). De acordo com De Munck, *et al.*, (2004), o Rely X Unicem somente interagiu com a superfície da dentina sem formar uma real camada híbrida ou prolongamentos resinosos. Apesar disso, os valores de resistência de união à dentina foram similares àqueles obtidos com o material Panavia F.

O material auto-adesivo tem sido recomendado pelo fabricante tanto para cimentação de coroas metálicas, cerâmicas, restaurações indiretas do tipo *inlay/onlay* em cerâmica e em resina composta, bem como para pinos intraradiculares. De acordo com as instruções do fabricante, o material pode ser usado com ou sem a ativação da luz. Entretanto, apenas um estudo *in vitro* publicou que a resistência da união do cimento auto-adesivo Rely X Unicem à dentina, sem aplicação da luz visível, é menor quando comparada aos valores apresentados por cimentos resinosos quimicamente ativados (Yang, *et al.*, 2006).

De maneira geral, qualquer material resinoso *dual* usado para cimentação é dependente da ação da luz visível com irradiação adequada para obtenção de ótimo grau de conversão (El-Badrawy & El-Mowafy, 1995, Tezvergil-mutluay, *et*

al., 2007). Nesse sentido, o cimento auto-adesivo Rely X Unicem também tem mostrado dependência da irradiação da luz visível. Tezvergil-mutluay, *et al.*, (2007) demonstraram que os valores do grau de conversão obtidos pelo cimento auto-adesivo Rely X Unicem polimerizado apenas pelo sistema químico de oxidação apresentaram redução entre 48 e 54% em relação à polimerização feita pela luz visível. Dessa forma, o Rely X Unicem pode apresentar os mesmos problemas relacionados com a inadequada polimerização dos cimentos resinosos tradicionais. Em geral, o baixo nível de conversão dos monômeros está relacionado a problemas como sensibilidade pós-operatória, microinfiltração marginal, cáries recorrentes e redução das propriedades mecânicas (Braga, *et al.*, 2002, Kumbuloglu, *et al.*, 2004).

Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a resistência e morfologia da união de cimentos resinosos auto-adesivo, *dual* e autopolimerizável à dentina em 24 horas e 30 dias de armazenamento em água. A hipótese do trabalho a ser testada foi de que não há diferença na resistência e na morfologia da união com a dentina entre os diferentes cimentos resinosos quando irradiados ou não pela luz visível.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Resina Composta para Restauração Indireta

A técnica indireta de utilização das resinas compostas foi descrita por James & Yarovesky (1983) com o propósito de substituir restaurações extensas em amálgama de prata. Os autores utilizaram o sistema Isosit (Ivoclar), que consistia em uma resina composta laboratorial de micropartículas na qual a restauração era confeccionada sobre modelos de gesso-pedra e polimerizada em calor de 120°C e pressão de 6,0atm, por seis minutos, sendo posteriormente fixada ao dente com cimento fotoativado. Os resultados revelaram que a restauração “inlay” de resina Isosit era mais estética do que as restaurações de resinas compostas convencionais, amálgama de prata e ligas metálicas áuricas. Além disso, o preparo cavitário era mais conservador, o condicionamento ácido do esmalte proporcionava maior resistência à fratura do agente cimentante e a restauração não desgastava as estruturas dentais dos dentes antagonistas quando comparada às restaurações de cerâmicas. Segundo os autores, a restauração de resina Isosit era mais duradoura, não apresentava porosidade e quando fixada com cimento resinoso, associado ao condicionamento ácido do esmalte melhorava o vedamento marginal da restauração.

A técnica indireta apresenta alguns benefícios quando comparada com a técnica direta, como facilidade de restabelecimento do contorno da crista marginal, obtenção de ponto de contato proximal efetivo com o dente adjacente, facilidade na execução da escultura e polimento da restauração. A maior vantagem está na ocorrência da contração de polimerização fora da cavidade bucal porque a restauração é confeccionada sobre modelos de trabalho em gesso-pedra. Dessa forma, não há o desenvolvimento de tensões de contração na interface dente/restauração, limitando-se apenas à contração de polimerização do agente de cimentação (Leinfelder, 1997, Touati & Aidan, 1997). Esses benefícios contribuíram para o aumento nas taxas de sucesso de restaurações em resinas compostas indiretas (Peutzfeldt & Asmussen, 2001).

As resinas compostas indiretas têm sido consideradas superiores às restaurações de resinas compostas diretas em cavidades classe II, apesar de apresentarem basicamente à mesma composição química (Peutzfeldt, 2001). A superioridade desses materiais está ligada a diferenças na composição orgânica, aos métodos de polimerização e pós-polimerização empregados na confecção das restaurações estéticas (Soares, *et al.*, 2005).

Os novos materiais para restaurações indiretas presentes no mercado odontológico foram classificados, segundo Touati & Aidan (1997), em primeira geração, geração intermediária e segunda geração. As resinas da primeira geração eram microparticuladas e apresentavam baixa resistência a flexão (60-80 MPa), baixo módulo de elasticidade (2000-3500 MPa) e baixa resistência ao desgaste, devido a pequena porcentagem de partículas de carga inorgânica (33%) e maior porcentagem de resina composta (66%). Apresentavam os modos de polimerização por luz, por calor e pressão e por laser e argônio, mas estavam sujeitas a fratura, variações de cor e abrasão oclusal. A geração intermediária possuía resinas micro-híbridas polimerizadas por luz que não podem ser classificadas como segunda geração porque não alcançam características requeridas como altas propriedades mecânicas e alta porcentagem de carga inorgânica. A segunda geração eram resinas compostas micro-híbridas que se apresentavam como alternativas para cerâmicas odontológicas em algumas situações clínicas por possuírem alta resistência à flexão (120-160MPa), alta porcentagem de partículas inorgânicas (66%), pequena contração de polimerização, adesão a subestruturas metálicas, independente da liga metálica e finalmente resistência ao desgaste semelhante ao esmalte. Inicialmente eram polimerizadas por luz, em seguida, pós-polimerizadas com associações de calor e luz ou calor e pressão de nitrogênio, de acordo com a marca comercial. Sua composição química possuía alta densidade de partículas cerâmicas indicadas para confecção de inlay, onlay, coroa de jaqueta e prótese sobre implante.

Recentemente, foram confeccionadas restaurações tipo *inlay*, *onlay*, *venners* e coroas com o sistema CAD/CAM (*computer-aided design – computer-aided manufacturing*) utilizando blocos pré-fabricados de compósitos. Esse

sistema é semelhante ao processo laboratorial que utiliza cerâmicas usinadas nas quais, inicialmente, realiza-se a leitura digital do preparo cavitário para em seguida executar o corte do bloco pré-fabricado em máquinas de precisão seguindo as informações digitalizadas. Quando comparados os sistemas CAD/CAM cerâmica e resina composta, as restaurações de compósitos apresentaram como vantagens a facilidade de acabamento e polimento, ajuste da superfície oclusal, desgaste da restauração semelhante à dentição natural e maior resistência de união com os cimentos resinosos (Goracci, *et al.*, 2006, Hikita, *et al.*, 2007).

A união cimento/restauração indireta é influenciada pelo tratamento dispensado à superfície interna das restaurações, na qual têm sido utilizadas as técnicas de condicionamento com ácido fluorídrico ou fosfórico, jateamento com óxido de alumínio associado à silanização. Pacheco & Góes, (2001) e Valandro, *et al.*, (2007), relataram que o emprego do jateamento com óxido de alumínio com partículas de tamanho de 50µm seguido pela aplicação do silano na superfície interna da restauração em resina composta indireta produziu maiores valores da resistência da união do que o tratamento como ácido fosfórico ou ácido fluorídrico.

2.2 – Estratégias de União à Dentina

A constante evolução das resinas compostas e dos sistemas adesivos tem possibilitado a execução de diversos tratamentos restauradores que preservam a estrutura remanescente dos dentes afetados por cárie ou trauma. O grande avanço da Odontologia Restauradora ocorreu inicialmente com a introdução da técnica de condicionamento ácido (ácido fosfórico 85%) do esmalte realizada por Buonocore, (1955), que proporcionou melhor qualidade da união entre material resinoso e o esmalte dental. Posteriormente, Brudevold, *et al.*, (1956) promoveu o condicionamento ácido dentinário ampliando também os valores da resistência da união. No entanto, a possibilidade de ocorrência de dano ao órgão pulpar levou ao abandono do condicionamento ácido dentinário e somente após os estudos de Fusayama, *et al.* (1979) foi retomada a técnica de condicionamento ácido total (esmalte e dentina).

Com a possibilidade de condicionamento ácido da dentina, utilizando solução de cloreto férrico a 3% em ácido cítrico a 10% (solução 10-3), em conjunto com a aplicação da resina 4-META/metil metacrilato-tri-n-butil borano (MMA-TBB), Nakabayashi, *et al.* (1982) observaram a formação de uma zona de interdifusão dos monômeros resinosos entre as fibrilas colágenas expostas pelo procedimento de desmineralização, constituindo a camada híbrida, responsável pela união à dentina promovida pelos sistemas adesivos.

Diferentes fatores podem influenciar na resistência da união à estrutura dental: composição química do substrato dental, área de dentina intertubular exposta, diâmetro e quantidade de túbulos expostos, capacidade de umedecimento do sistema adesivo, ou seja, tensão superficial e energia de superfície do substrato dental. Quando a energia de superfície da dentina se torna maior que a tensão superficial do adesivo produz-se um melhor umedecimento do tecido dentinário. Isso favorece a penetração do adesivo na rede de colágeno exposta pelo condicionamento ácido, fato que se constitui no principal mecanismo de adesão à dentina (Van Meerbeek, *et al.*, 1992a, Van Meerbeek, *et al.*, 1992b, Meerbeek, *et al.*, 2001).

Os sistemas adesivos modernos podem ser classificados de acordo com a estratégia para obter adesão aos tecidos dentais duros em duas técnicas (Van Meerbeek, *et al.*, 2001; De Munk, *et al.* 2005). A primeira, denominada técnica úmida, apresenta-se em duas diferentes formas de acordo com o tipo de sistema adesivo empregado (sistemas adesivos de três ou dois passos). Essa técnica realiza a remoção completa da *smear layer*, por meio da ação do ácido fosfórico, nas concentrações de 30 a 40%, lavagem abundante com jato de água para remoção do ácido, *smear layer* e material desmineralizado da superfície dentinária, remoção do excesso de umidade (De Goes, *et al.*, 1997) e, na seqüência, o *primer* e o adesivo são aplicados de maneira isolada ou combinados em frasco único (Asmussen & Peutzfeldt, 2006, Hikita, *et al.*, 2007). Os sistemas adesivos utilizados nesta técnica usualmente empregam um ou mais monômeros resinosos associados a um solvente como água, etanol ou acetona ou uma mistura desses. A resistência da união adesiva imediata depende de uma

combinação ótima entre umidade superficial da dentina e o tipo de solvente utilizado nos adesivos (Reis *et al.*, 2004), sendo assim, tem ampliado a utilização de componentes hidrofílos nos sistemas adesivos (Pereira *et al.*, 2001).

Segundo De Munck *et al.*, (2005) a redução da efetividade da resistência da união é causada principalmente pela degradação dos componentes através da hidrólise da resina e/ou colágeno, mas a água também pode infiltrar e pode diminuir as propriedades mecânicas da matriz do polímero, através da absorção e reduzindo as forças de fricção entre as cadeias do polímero, um processo conhecido como plastificação.

A manutenção de uma rede de fibrilas colágenas porosa, após condicionamento ácido, permite maior infiltração dos monômeros resinosos. O único mecanismo para a infiltração dos monômeros é sua difusão por qualquer fluido existente entre as fibrilas, pois se a dentina estiver ressecada, as fibrilas colapsam, dificultando a formação da camada híbrida completa (Nakabayashi & Pashley, 1998). Com a grande dificuldade de controle da quantidade de água, que deve ser deixada sobre a superfície dentinária, para a técnica úmida, existe a possibilidade do excesso de umidade gerar separação de fases nos adesivos, a qual prejudica a formação de uma camada híbrida uniforme (Carvalho, *et al.*, 2004b). Somado a isso, o fato da não impregnação total das fibrilas de colágeno expostas pela desmineralização levou ao desenvolvimento dos sistemas adesivos autocondicionantes, responsáveis pela segunda técnica para adesão aos tecidos dentais duros (De Munck *et al.*, 2005).

A segunda técnica, denominada auto-condicionante, promove a dissolução e incorporação da *smear layer* durante o processo de união, apresentando-se comercialmente em sistemas de um ou dois passos operatórios de acordo com a seqüência de aplicação. Nos sistemas de um passo, o *primer* ácido e uma resina hidrófoba podem estar contidos em um mesmo frasco ou em frascos separados. Os sistemas de frasco único são aplicados diretamente sobre a estrutura dental; os sistemas de dois frascos são misturados previamente à aplicação. Por outro lado, nos sistemas de dois passos operatórios o *primer* ácido

é aplicado primeiramente e em seguida o adesivo (Van Meerbeek, 2001, Carvalho, *et al.*, 2004b).

Entretanto, de acordo com Sanares *et al.*, 2001 e Tay *et al.*, 2003a, a resistência da união com a dentina foi menor usando cimentos resinosos quimicamente ativados sobre adesivos de frasco único e com baixo pH. O monômero da superfície do adesivo apresenta afinidade pela amina terciária (ativador) contida no cimento resinoso. O resultado da combinação é uma reação do tipo ácido-base de Lewis que gera como subprodutos um sal mais a água. Como conseqüência, ocorre áreas não polimerizadas na região de união do cimento com a dentina. Essa reação é descrita como possível de acontecer em sistemas adesivos simplificados que não se utilizam da aplicação de uma resina fluida sobre o *primer*, ou seja, adesivos de frasco único que utilizam à técnica úmida (Sanares, *et al.*, 2001) ou autocondicionantes de frasco único (Cheong, *et al.*, 2003, Tay, *et al.*, 2003a), ou autocondicionantes de dois frascos que são misturados previamente à aplicação (Cheong, *et al.*, 2003). Suh, *et al.*, (2003) verificaram que a adição de 2% de um monômero ácido (fosfato de bis-2-etil-metacrilóiloxy, pH=0,79) comprometeu severamente a polimerização dos cimentos autopolimerizáveis e que 4% bloqueou totalmente. Além disso, quanto menor o pH dos monômeros maior será o bloqueio da reação, mas a adição de catalisadores ternários, tais como os derivados dos ácidos aril-sulfínicos dos sais de sódio pode reverter este bloqueio, embora não ao mesmo nível original (Tay, *et al.*, 2003b).

Com o objetivo de minimizar esse problema, Carvalho *et al.*, (2004a) verificaram o efeito da permeabilidade do adesivo na união dos cimentos resinosos Panavia F e Bistite II DC que empregam *primer* autocondicionantes na dentina tratada de acordo com instruções do fabricante e também, após a aplicação de resina de baixa viscosidade (LVBR Scotchbond Multipurpose, 3M ESPE) Os autores conduziram que o cimento resinoso Panavia F apresentou menores valores da resistência de união no protocolo recomendado pelo fabricante (25,3MPa) quando comparado com o uso adicional de uma gota de LVBR (35,6MPa). Por outro lado, não existiu diferença nos valores da resistência da união entre o protocolo recomendado pelo fabricante (33,8MPa) e a utilização

de uma gota adicional de LVBR para o cimento Bistite II DC (31,5Mpa). Segundo os autores os maiores valores da resistência da união deveu-se a maior impemeabilidade e a disponibilidade de radicais livres provenientes da resina fluída para auxiliar na polimerização do cimento resinoso.

Para execução da técnica restauradora indireta são empregados os adesivos rotineiramente utilizados na técnica direta, porém o conhecimento dos tipos de cimentos resinosos e de sua interação com os diversos sistemas adesivos é fundamental para o sucesso do tratamento restaurador.

2.3 – Cimentos Odontológicos

A reabilitação oral de pacientes com indicação de restauração indireta para preservação da estrutura dental remanescente necessita de um agente de cimentação com finalidade de fixar a restauração protética ao preparo da cavidade. Os cimentos odontológicos são responsáveis pelo selamento dos espaços microscópicos existentes entre a superfície interna da restauração e a face externa da cavidade, impedindo a penetração do fluido oral e a invasão bacteriana, proporcionando união e retenção aos substratos. A especificação n°96 da ANSI/ADA (ISO 9917-1) recomenda o valor máximo de 25µm de espessura de película do cimento para obtenção de uma adequada adaptação marginal das restaurações indiretas (Anusavice, 2005). O desajuste marginal pode provocar a solubilização do agente cimentante e, conseqüentemente, ocasionar a microinfiltração, sensibilidade pós-operatória e cáries recorrentes (Hasenreisöglu, *et al.*, 1996, Leinfelder, 1997, Hikita *et al.*, 2007).

A manipulação é um procedimento que pode proporcionar o aparecimento de bolhas na matriz do cimento. Alster, *et al.*, (1992) investigaram quantitativamente a incorporação de porosidades em resina composta sem carga para redução da tensão gerada pela contração de polimerização, segundo os autores as bolhas reduziram a tensão gerada pela contração de polimerização e podem contribuir para integridade marginal das restaurações cimentadas adesivamente. Por outro lado, a incorporação de bolhas também pode funcionar

como meio e local para aumentar a concentração de tensão durante os esforços de compressão e tração e, conseqüentemente, influenciar na durabilidade da restauração indireta (Pegoraro, et al. 2007).

O cimento fosfato de zinco é o mais utilizado para cimentação de restaurações metálicas fundidas e metalocerâmicas, isso devido à simplificação da técnica de manipulação, escoamento e baixo custo. A falta de adesão desse material às estruturas dentais, a sua maior solubilidade e a baixa qualidade estética foram desvantagens que levadas em consideração para o desenvolvimento de novos produtos para cimentação como o cimento de ionômero de vidro, cimentos de ionômero de vidro modificado por resina e os cimentos resinosos (Rosenstiel *et al.*, 1998).

Os cimentos de ionômero de vidro convencionais ou modificados por resina composta ganharam destaque na cimentação das restaurações indiretas pelas características adesivas produzidas pela reação de quelação dos grupos carboxílicos presentes no ácido com os íons cálcio e/ou fosfato da estrutura dental e pela liberação de flúor que pode atuar na inibição de cárie secundária (Yoshida, *et al.*, 2000).

2.4 – Cimentos Resinosos

A composição da maioria dos modernos cimentos resinosos é similar àquela das resinas compostas usadas como material restaurador, na qual a base é um sistema monomérico bis-GMA (Bisfenol A-metacrilato de glicidila) ou UEDMA (uretano dimetacrilato) em combinação com outros monômeros de menor peso molecular como o TEGDMA (tri-etileno glicol dimetacrilato). A adoção de grupamentos funcionais hidrófilos, nos quais estão incluídos os sistemas organofosfonatos, hidroxietil metacrilato (HEMA) e 4-META (4-metacriloxietil trimelitano anidro), modificou a composição orgânica do cimento resinoso em relação às resinas compostas e ainda propiciou a possibilidade de união com a superfície da dentina, que frequentemente fica exposta na maioria dos dentes preparados. Para completar a composição química, a resina aglutinante é

combinada com partículas cerâmicas e sílica coloidal. As distribuições dessas partículas inorgânicas variam de 0,4 a 1,5 μ m e sua proporção, em peso, está entre 36-82%. Entretanto, sua proporção volumétrica é significativamente menor, conferindo aos cimentos baixa viscosidade e fluidez necessárias para técnica de cimentação (De Goes, 1998).

Os cimentos resinosos são classificados de acordo com a reação de polimerização em autopolimerizados ou quimicamente ativados, polimerizados pela emissão de luz visível ou fotopolimerizável e polimerizados por reação química e pela luz visível, sendo esse último denominado cimento de ativação dupla ou *dual* (Burrow *et al.*, 1996, De Goes, 1998, Anusavice, 2005).

2.4.1 – Cimento Autopolimerizável

Inicialmente os cimentos autopolimerizáveis eram apresentados sob a forma de pó e líquido, sendo o pó composto de partículas de polimetacrilato de metila e peróxido de benzoíla (iniciador), além de materiais de carga inorgânicos, tais como carbonato de cálcio ou de bário, tungstato de cálcio, quartzo, mica, alumina, cuja proporção variava de 5 a 67% com função de aumentar a resistência mecânica, reduzir a contração de polimerização e o coeficiente de dilatação térmica. O líquido constituía-se basicamente de metacrilato de metila e uma amina terciária (ativador), deste modo, após a mistura do pó com o líquido ocorria uma polimerização do tipo redox. O cimento autopolimerizável apresentava a resistência à compressão de 527 a 879kg/cm², contração de polimerização na ordem de 3 a 8% em volume, solubilidade em água de 0,1 a 0,4% e espessura de película de cimentação variando entre 10 a 120 μ m (Vieira, 1976).

Atualmente, a maioria dos cimentos autopolimerizáveis é apresentada sob forma de duas pastas (base/catalizador) e indicados para cimentação de restaurações metálicas e núcleos intra-radulares nos procedimentos clínicos que não existe a possibilidade da passagem de luz para ativação física. A reação redox é uma reação bimolecular que envolve a transferência de apenas um elétron. Como resultado da reação, um componente ou um átomo perde elétron

(oxidação) e o outro componente ou átomo ganha um elétron (redução) (Sanares, *et al.*, 2001). O tempo de trabalho é reduzido, o que dificulta a execução das etapas clínicas de inserção do cimento no interior da restauração indireta e cimentação (Rueggeberg & Caughman, 1993, El-Badrawy & El-Mowafy 1995).

Durante o processo de fixação de restaurações indiretas estéticas com cimentos resinosos autopolimerizáveis, a retenção inicial baseia-se unicamente na adesão oferecida pelo cimento e na sua intrínseca resistência coesiva. Burrow *et al.*, (1996) determinaram a resistência de união entre dentina bovina e os cimentos resinosos Bistite Resin Cement, Superbond C & B e Panavia 21 nos tempos de 10 minutos, uma hora e um dia. Os resultados revelaram que a adesão dos cimentos resinosos, tanto de polimerização dual como quimicamente ativado aumentaram significativamente durante as primeiras 24 horas. Os autores concluíram que os cimentos resinosos de polimerização química demonstraram, nos primeiros minutos, baixos valores de resistência de união, sugerindo que os excessos dos cimentos fossem removidos cuidadosamente e que as restaurações não deveriam ser submetidas às forças oclusais de grande magnitude pelo menos até uma hora após da cimentação.

Os estudos de Attar *et al.*, (2003) demonstraram um aumento nos valores de resistência à flexão e módulo de elasticidade entre os tempos de 24 horas e 3 meses para o cimento autopolimerizável Crown & Bridge (Bisco).

2.4.2 – Cimento Fotopolimerizável

A polimerização ativada por luz dos cimentos resinosos usualmente envolve-se a reação entre um fotoiniciador, normalmente a canforoquinona e um acelerador, que é uma amina terciária (Anusavice, 2005).

Os cimentos fotopolimerizados são indicados para cimentação de coroas totais e facetas laminadas nos dentes anteriores (El-Badrawy & El-Mowafy, 1995), pois apresentam como limitações a reduzida polimerização em áreas de difícil acesso à luz, principalmente em restaurações com baixa translucência, alta opacidade ou com espessura maior que 2,0mm.

Os cimentos fotopolimerizados proporcionam um maior tempo de trabalho facilitando a inserção da restauração estética no preparo cavitário e remoção dos excessos antes da fotoativação. As propriedades mecânicas dos cimentos são influenciadas pela espessura de película, pelo tipo de polimerização, composição orgânica e inorgânica (Braga *et al.*, 2002, Attar *et al.*, 2003).

Como exemplo da influência desses fatores, Braga *et al.*, (2002) avaliaram, após 24 horas, o cimento resinoso Enforce no modo fotopolimerizável e verificaram que ao interpor um bloco de resina de 2,0mm de espessura houve redução na dureza Knoop, mas não alterou a resistência à flexão.

Portanto, diferentes materiais comportam-se de maneira diferente mediante um mesmo método de ativação. O grau de conversão de cimentos resinosos *dual* é maior e, portanto, mais efetivos nas propriedades físicas do que os cimentos resinosos ativados apenas pelo modo químico (Kumbuloglu *et al.*, 2004). Entretanto, Sharp, *et al.*, (2005) relataram que o grau de conversão quando analisado isoladamente não pode ser necessariamente responsável pelas propriedades mecânicas de materiais resinosos. Além do grau de conversão obtido pelos diferentes métodos de polimerização ou pelas dificuldades de transmissão da luz, outros fatores como tipo e conteúdo de carga, natureza da matriz monomérica e união monômero-carga influenciam as propriedades mecânicas dos cimentos (Kumbuloglu *et al.*, 2004).

2.4.3 – Cimento de Polimerização *Dual*

As resinas compostas de dupla ativação estão disponíveis comercialmente em duas pastas, uma contendo peróxido de benzoíla e a outra uma amina terciária, além da canforoquinona que quando misturadas e expostas à luz iniciam a polimerização pela interação amina/canforoquinona. Nas situações onde o material não é exposto à luz, a ativação química é iniciada pela interação amina/peróxido de benzoíla (Anusavice, 2005).

Os cimentos resinosos de polimerização *dual* foram desenvolvidos para compensar a redução de luz provocada pela interposição dos materiais indiretos,

para possibilitar maior tempo de trabalho, melhor facilidade de remoção de excessos e gerar resistência imediata que impeça o deslocamento da restauração quando submetida às forças oclusais (Burrow *et al.*, 1996, Arrais, *et al.*, 2007, Pegoraro *et al.*, 2007). Nas situações onde foi impossível a ativação por luz ou onde a energia luminosa é reduzida pela interposição de materiais restauradores estéticos, as propriedades mecânicas desses cimentos são menores (Hasegawa, *et al.*, 1991, Braga, *et al.*, 2002), sendo encontrado um maior número de duplas ligações remanescentes, devido ao menor grau de conversão (Ruggeberg & Caughman, 1993, Kumbuloglu, *et al.*, 2004). Nesses casos, Asmussen & Peutzfeld (2006), recomendaram fazer a união pelo mecanismo de reação química. Entretanto, também aconselha o uso adicional da luz no cimento resinoso para minimizar a inibição do oxigênio nas margens da restauração.

Braga *et al.*, (2002) avaliaram, após 24 horas, a influência da interposição de um bloco de resina de 2mm de espessura na polimerização dos cimentos resinosos Variolink II nos modos de ativação *dual*, fotopolimerizável e autopolimerizável e o Rely X ARC nos modos *dual* e autopolimerizável. Segundo os autores o cimento Variolink II, apresentou maiores valores de dureza no modo de fotoativação quando comparado com os modos de autoativação e *dual*, mas os modos foto e *dual* foram semelhantes na resistência à flexão, sendo que o cimento Rely X ARC apresentou sempre maiores valores quando utilizado no modo *dual*.

El-Badrawy & El-Mowafy (1995), verificaram a dureza de cimentos resinosos ativados quimicamente e na versão *dual*, além do efeito da espessura da restauração. Os autores concluíram que a polimerização pela ativação química é insuficiente para obter dureza máxima do cimento resinoso. Que existe uma perda de 25% na dureza Knoop para os cimentos ativados quimicamente quando comparados com os cimentos *dual*. Além disso, a dureza do cimento foi significativamente reduzida quando houve um aumento na espessura da restauração 2 para 3mm.

Novos métodos de fotoativação têm sido propostos com o objetivo de melhorar efetividade dos cimentos resinosos *dual*, sendo assim, foram recomendados os tempos de 40 segundos sobre a superfície oclusal, 20 e/ou 40

segundos sobre a superfície oclusal, vestibular e lingual, contudo essa variação nos protocolos de fotoativação não influenciou a dureza Knoop. Por outro lado, a fotoativação limitou de alguma maneira o mecanismo de autopolimerização dos cimentos *dual* interferindo em suas propriedades mecânicas (Velarde, *et al.*, 2005).

O grau de conversão dos cimentos resinosos nos modos de polimerização por autoativação, fotoativação e *dual* foi comparado por Sharp, *et al.*, (2005). Os autores concluíram que o cimento resinoso Rely X ARC apresentou grau de conversão similar nas três formas de ativação, enquanto que o Variolink apresentou maior grau de conversão somente na versão *dual* e o Calibra mostrou maior grau de conversão no modo autoativado.

Atualmente, os estudos laboratoriais têm adotado o teste de microtração para avaliar a resistência da união entre os substratos dentais e os cimentos resinosos *dual*, quando na realização da cimentação de restaurações estéticas indiretas com o objetivo de reduzir os erros proporcionados pelos testes convencionais de tração (Furukawa, *et al.*, 2002, Mak, *et al.*, 2002, De Munck, *et al.*, 2004, Hikita, *et al.*, 2007). Essa metodologia apresenta como vantagens a preparação de várias amostras em um único dente, ocorrência de falhas exatamente na interface da união com a presença de mais falhas adesivas do que coesivas, avaliação da adesão regional, além de permitir a verificação do tipo de fratura em microscopia eletrônica de varredura (Sano *et al.*, 1994, Pashley *et al.*, 1995, Pashley *et al.*, 1999).

Dentre os fatores que afetam a resistência da união, a efetividade da polimerização dos sistemas adesivos e cimentos resinosos *dual* e a morfologia da camada híbrida têm sido extensamente pesquisadas para a durabilidade dos procedimentos de cimentação. Mak, *et al.*, (2002) avaliaram, após 24 horas, a resistência de união entre dentina humana e os cimentos resinosos Choice/All-Bond2, Rely-X ARC/Single Bond, Super-Bond C&B e Panavia F na fixação de restaurações indiretas em resina composta, sem ativação por luz. Os resultados revelaram maiores valores de resistência de união para os cimentos *dual* Choice/All Bond2(38,2MPa) e Rely X ARC/Single Bond (34,5MPa) e menores

valores para o cimento autopolimerizável Super-Bond C&B(24,7MPa) e cimento *dual* Panavia F(16,1MPa). As distribuições dos padrões de fraturas nos cimentos resinosos *dual* Choice/All Bond2 e Rely-X ARC/Single Bond revelaram falhas adesivas ao longo da interface *overlay*/cimento e coesivas no cimento resinoso. No cimento autopolimerizável Super-Bond C&B, houve predominância de falhas coesivas no cimento. No Panavia F, as falhas foram predominantemente adesivas ao longo da superfície dentinária. Esses resultados comprovam que, mesmo sendo um cimento de polimerização exclusivamente química, o Super-Bond C&B possui componentes resinosos que lhe conferem menor resistência coesiva, mas os cimentos resinosos *dual* Choice e Rely X ARC, utilizados no modo autopolimerizável, possuíram menos fraturas coesivas e maior resistência de união devido à melhor interação com substrato dentinário e presença de componentes resinosos mais resistentes. Segundo os autores os menores resultados obtidos com o cimento Panavia F deveu-se a incompatibilidade química entre os cimentos autopolimerizáveis e adesivos autocondicionantes simplificados.

A influência dos modos polimerização nos cimentos resinosos *dual* associados a adesivos simplificados utilizando técnica úmida de dois passos operatórios foi estudada por Asmussen & Peutzfeldt (2006) que avaliaram a resistência da união entre a dentina humana e os sistemas Rely X ARC/Scotchbond 1 XT e Variolink II/Excite DSC. Os resultados revelaram que não houve diferenças estatisticamente significante na resistência da união entre os modos de fotoativação e autoativação.

Para evitar possíveis problemas de desadaptação das restaurações indiretas, alguns autores recomendam a não polimerização do sistema adesivo previamente à cimentação (Frankenberger, *et al.*, 1999). Contudo a fotopolimerização do adesivo foi fundamental para melhoria da resistência da união após a fixação, segundo Furukawa, *et al.*, (2002). Além disso, esse procedimento, segundo Arrais, *et al.*, (2007) pode reduzir em 50% a resistência da união quando associado ao adesivo All Bond 2 (quarta geração) e cimento resinoso *dual*. Os autores observaram ainda que o mesmo não aconteceu na

associação com adesivo Optibond Solo Plus Dual Cure (quinta geração), sendo a fotoativação responsável pelo melhor desempenho no processo de cimentação.

Segundo Swift *et al.*, (1998) os sistemas adesivos de frasco único são polimerizados somente pela fotoativação, porém com o objetivo de melhorar o grau de polimerização e aumentar os valores da resistência de união os fabricantes produziram componente de ativação química para cimentação das restaurações indiretas. Para os autores a associação All-Bond2/Duo-Link na condição de fotoativação do *primer* e autoativação do cimento produziu os menores valores da resistência da união (7,5MPa). No entanto, para a mesma condição, a associação Scotchbond/SBRC produziu os maiores valores da resistência da união (15,4MPa).

2.4.4 – Cimento de Polimerização *Dual* Auto-Adesivo

Os cimentos resinosos convencionais são baseados na técnica de condicionamento ácido dos substratos dentais seguida de lavagem com água e aplicação de sistemas adesivos ou na técnica autocondicionante que consiste em sistemas de um ou dois passos operatórios de acordo com a seqüência de aplicação dos *primers* (Carvalho, *et al.*, 2004a, De Munck, *et al.*, 2004, Hikita, *et al.*, 2007). Essas técnicas são muito sensíveis e complexas, pois apresentam muitos passos operatórios, podendo comprometer a efetividade da adesão e resultar em sensibilidade pós-operatória e insucesso da restauração indireta (Mak, *et al.*, 2002, Yang, *et al.*, 2006). Com o objetivo de simplificação da técnica de cimentação e eliminação das dificuldades relacionadas com as técnicas de adesão, foi introduzido no mercado odontológico um cimento resinoso que combina o uso de adesivo e cimento em uma única aplicação, eliminando a necessidade de pré-tratamento nos substratos dentais (De Munck, *et al.*, 2004). Esse novo cimento denominado Rely X Unicem (3M ESPE) é constituído por um pó e um líquido acondicionado em cápsulas, sendo necessária a pré-ativação para colocar o pó em contato com o líquido e a ação mecânica com auxílio de um misturador. Segundo o fabricante (3M ESPE 2002), o material consiste em um

cimento resinoso universal de polimerização *dual* e auto-adesivo indicado para cimentação de restaurações indiretas de cerâmicas, resinas compostas, ligas metálicas e também pinos de fibra.

As propriedades físicas e químicas do cimento resinoso Rely X Unicem (3M ESPE) foram analisadas por Gerth *et al.*, (2006) utilizando XPS (espectroscopia de fotoelétrons excitado por raio-X) para estudo do mecanismo de união à hidroxiapatita, EDX (raio-X por energia dispersa) e ICP-OES (espectrometria de emissão ótica com plasma de argônio induzido). A morfologia foi examinada por microscopia eletrônica de varredura e os produtos da reação de polimerização examinados usando GPC (Cromatografia gasosa). Segundo os autores, o cimento Rely X Unicem é composto por partículas inorgânicas sólidas e componentes orgânicos líquidos. A polimerização *dual* consiste de monômeros de metacrilato especial com grupos de ácidos fosfóricos unidos a pelo menos duas ligações (C=C) instauradas. Esses ésteres metacrilatos fosfóricos são encontrados na fase líquida em combinação com dimetacrilatos, acetato, estabilizadores e iniciadores. As partículas inorgânicas consistem de uma rede de vidro de Al-Si-Na com a incorporação de estrôncio e lantânio distribuídos em tamanhos semelhantes, conferindo ao material melhores propriedades mecânicas. Além disso, o cimento Rely X Unicem é composto de aproximadamente 2% de Ca(OH)_2 , o que pode induzir à mineralização, aumentar o efeito antimicrobiano e proporcionar a redução dos níveis de acidez pós-presas com redução da sensibilidade pós-operatória. Um índice de 10% de fluoreto foi detectado podendo contribuir na redução das taxas de cáries recorrentes. O mecanismo de união do Rely X Unicem se dá pela quelatação de íons cálcio por grupos ácidos, produzindo adesão química com a hidroxiapatita da estrutura dental. Nesse estudo foi demonstrado que 86% do cimento reagiu com o cálcio. O cimento Rely X Unicem aplicado sobre a dentina demonstrou interação muito superficial sem a presença da camada híbrida ou *tags* de resina, sendo observada uma zona de interação irregular que variou de 0 a $2\mu\text{m}$. Apesar de seu pH baixo, que favorece a desmineralização, os aspectos morfológicos de sua interação com o substrato dental podem não explicar sua resistência de união.

Analisando então a interação de diferentes cimentos e o substrato dentinário, Salz, *et al.*, (2004) compararam a resistência da união de diferentes cimentos resinosos *dual*, utilizando somente a versão autopolimerizável. Os resultados revelaram que os cimentos Multilink (39,3MPa) Rely X Unicem (6,3MPa) e Panavia 21 (1,9MPa) foram diferentes estatisticamente. Os autores concluíram que a baixa resistência da união do Panavia 21, que utiliza *primer* autocondicionante (ED Primer), pode ser atribuída à incompatibilidade entre os sistemas iniciadores do cimento resinoso com o seu respectivo *primer* e o cimento simplificado auto-adesivo Rely X Unicem, no modo quimicamente ativado, apresentou baixos valores da resistência da união à dentina.

Tezvergil-mutluay et al., 2007 demonstraram que a proporção entre os componentes usados para iniciar a reação por luz ou química é importante para a polimerização dos cimentos de polimerização *dual*. Enquanto, cimentos resinosos como o Rely X ARC e Variolink II apresentaram grau de conversão entre 21 a 23% menor quando quimicamente ativados e em relação à ativação pela luz, o Rely X Unicem apresentou uma redução entre 48 a 54% na mesma condição.

Hikita *et al.*, (2007) avaliaram a resistência de união entre os substratos de esmalte e dentina humana e blocos de MZ100 (3M ESPE Seefeld, Germany), fixados com os cimentos resinosos Linkmax (GC, Tokyo, Japan), Nexus 2 (Kerr, Orange, CA, USA), Panavia F (Kuraray Medical Inc., Tóquio, Japan), Rely X Unicem (3M ESPE Seefeld, Germany) e Variolink II (Ivoclar-Vivadent Schaan, Liechtenstein) da maneira convencional orientada pelo fabricante e variando o modo de aplicação com os grupos Prompt L-Pop + Rely X Unicem, Scotchbond Etchant + Rely X Unicem, Optibond Solo Plus Activator + Nexus 2 e K-Etchant gel + Panavia F. Os resultados em dentina nos grupos Nexus 2 (22,3Mpa), Panavia F (17,5MPa), Rely X Unicem (15,9MPa) Linkmax (15,4MPa) não foram diferentes estatisticamente, exceto para os cimentos Variolink II (1,1MPa) e Scotchbond Etchant + Rely X Unicem (5,9MPa), Prompt L-Pop + Rely X Unicem (13,2 MPa). Os autores concluíram que o condicionamento ácido na dentina não representou uma condição ideal para a utilização do cimento resinoso auto-adesivo Rely X Unicem, visto que esse cimento é viscoso e tem dificuldade de infiltração na rede

de colágeno exposta pela desmineralização, além disso, o uso combinado com um adesivo autocondicionante gerou muitas falhas coesivas do cimento o que significa que a acidez do adesivo pode ter reagido com o sistema de polimerização do cimento causando incompatibilidade química.

Do mesmo modo, Yang, *et al.*, (2006) avaliaram, no modo quimicamente ativado, a resistência da união entre a dentina humana e o cimento resinoso autopolimerizável Super-Bond C&B (SB, Sun Medical, Shiga, Japan), o cimento *dual* Panavia F 2.0 com ED *primer* auto-condicionante (PF, Kuraray Medical Inc., Osaka, Japão) e o cimento auto-adesivo Rely X Unicem (RU, 3M Espe AG, Seefeld, Alemanha). Os resultados revelaram que a resistência de união para os três cimentos foi significativamente maior na dentina superficial do que em dentina cervical e profunda. Não houve nenhuma diferença significativa entre os cimentos na dentina profunda e da dentina cervical. Os valores de resistência de união para o cimento auto-adesivo Rely X Unicem foram significativamente menores em todas as regiões quando comparados aos demais cimentos resinosos. A análise do padrão de fratura revelou predominância de falhas adesivas ao longo da superfície da dentina e coesivas no cimento para o cimento auto-adesivo Rely X Unicem. A análise em MEV revelou que, no cimento autopolimerizável Super-Bond C&B, houve formação da camada híbrida com largura de aproximadamente 4 μ m, que se estendeu até as paredes dos túbulos ao redor dos *tags* de resina, fechando a abertura dos túbulos; no cimento Panavia F 2.0, a camada híbrida apresentou aproximadamente 1.5-2.0 μ m e, finalmente, no cimento auto-adesivo Rely X Unicem, não foi observada nitidamente nenhuma camada híbrida.

As pesquisas sobre a interação entre o cimento auto-adesivo Rely X Unicem e o substrato dental está na sua capacidade e efetividade de condicionamento e infiltração. Quando se utilizou o cimento resinoso *dual* auto-adesivo, não houve formação de camada híbrida e nem a presença de *tags* resinosos (De Munck, *et al.*, 2004, Yang, *et al.*, 2006, Goracci, *et al.*, 2006, Al-Assaf, *et al.*, 2007).

A morfologia e a extensão da desmineralização induzida pelos componentes do agente cimentante e a profundidade de difusão dos compósitos

têm um papel importante na qualidade da formação da camada híbrida (Al-Assaf *et al.*, 2007). A resistência da união, a extensão da desmineralização, as características morfológicas das interfaces da união entre a dentina e os cimentos resinosos Bistite II DC, C&B Super-Bond, M-Bond, Panavia F e Rely X Unicem foram avaliadas por Al-Assaf, *et al.*, (2007). Os resultados revelaram maiores valores de resistência da união para os cimentos *dual* Bistite II DC (13,01MPa) e autopolimerizável M-Bond (9,19MPa) e os menores valores para o cimento auto-adesivo Rely X Unicem (4,47MPa). Uma correlação positiva foi observada entre a extensão da desmineralização e a formação da camada híbrida para todos os cimentos resinosos, principalmente para o cimento autopolimerizável C&B Super-Bond que apresentou 100% de desmineralização e uma camada híbrida de 4,17 μ m, resultando numa resistência de união de 4,79MPa. Entretanto, o cimento auto-adesivo Rely X Unicem apresentou uma desmineralização de 45,03%, não formou camada híbrida e produziu resistência de união de 4,47MPa, provando que a quantidade de desmineralização e formação de camada híbrida não podem ser comparadas ao mecanismo de adesão do cimento Rely X Unicem.

Nesta mesma orientação, De Munck, *et al.*, (2004) avaliaram a resistência da união após 24 horas entre a dentina e os cimentos resinosos auto-adesivo Rely X Unicem (3M ESPE) e *dual* Panavia-F (Kuraray, Osaka, Japan). O cimento auto-adesivo foi aplicado com e sem condicionamento ácido e, para avaliação da importância da aplicação da pressão na cimentação, foram preparadas cavidades classe I. Os resultados revelaram que nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os cimentos resinosos Rely X Unicem (15,9MPa) e Panavia F (17,5MPa), mas o condicionamento ácido prévio na dentina reduziu drasticamente a resistência da união (5,9 MPa). A análise do padrão de fratura em dentina, após o teste de microtração, mostrou falhas adesivas e mistas com aplicação prévia do ácido fosfórico 35%. A análise Fe-SEM revelou que a interação entre o Rely X Unicem e a superfície dentinária aumentou substancialmente quando utilizado sob pressão em uma cavidade tipo classe I. Isso indicou que alguma pressão, durante a cimentação, previniu a formação de bolhas na interface, o que é muito importante para a longevidade da adesão.

Segundo os autores, o cimento Rely X Unicem apenas interage superficialmente com a dentina subjacente e nenhuma camada híbrida ou *tags* de resina foi observada utilizando as análises de SEM e TEM. Diferentemente, a aplicação do Panavia F resultou na formação de camada híbrida. A pressão de cimentação, juntamente com a tixotropia do cimento, é importante para penetração dos cimentos resinosos na dentina condicionada ou intacta.

Analisando a importância de aplicação de pressão durante a cimentação, Goracci, *et al.*, (2006) aplicaram pressão de 20 e 40g/mm², por 5 minutos, sobre as restaurações *overlays* de Paradigm MZ100 (3M ESPE), fixadas em dentina humana, utilizando os cimentos resinosos *dual* Panavia F 2.0 (Kuraray) e auto-adesivos Rely X Unicem (3M ESPE) e Maxcem (Sybron-Kerr). Os resultados da resistência da união na dentina revelaram que a pressão de cimentação para os cimentos Rely X Unicem 20g/mm²(6,8MPa) e 40g/mm²(14,5MPa) e Panavia F 2.0 20g/mm²(7,5MPa) e 40 g/mm²(10,9MPa) foram diferentes estatisticamente, mas no cimento auto-adesivo Maxcem 20g/mm²(4,1MPa) e 40 g/mm²(5,2MPa) foi igual estatisticamente. Entre os cimentos resinosos, os valores da resistência da união para Rely X Unicem e Panavia F 2.0 foram semelhantes e maiores do que o Maxcem. A análise morfológica da interface de união revelou que, no cimento Maxcem, não houve evidências de sinais microscópios de adesão micromecânica; pelo contrário, observou-se freqüentemente uma descontinuidade interfacial, sendo que e a pressão constante de cimentação somente permitiu a interação superficial com a dentina e não houve formação de camada híbrida. O cimento Rely X Unicem exibiu uma melhor continuidade na região interfacial, mas também não formou camada híbrida, sendo que a aplicação da pressão contribuiu para redução da espessura de película e das porosidades, embora não tenha aumentado à penetração em profundidade na dentina. O cimento Panavia F 2.0 apresentou uma camada híbrida de espessura de 1 a 2 µm com pequenos *tags* de resina.

Dentro de todos os aspectos abordados, observou-se que a união proporcionada pelos cimentos resinosos na cimentação de restaurações estéticas deve ser analisada em duas interfaces, cimento/dente e cimento/restauração. A

união cimento/dente está diretamente relacionada com a presença e quantidade de esmalte remanescente, área e tipo de dentina, material utilizado como base e/ou núcleo de preenchimento, tipo e forma de aplicação do sistema adesivo, tipo de material cimentante e compatibilidade entre sistemas adesivos e cimentos resinosos (Burrow *et al.*, 1996, Sanares *et al.*, 2001, Tay *et al.*, 2003a, Tay *et al.*, 2003b, Carvalho *et al.*, 2004a, De Munck *et al.*, 2004, Goracci, *et al.*, 2006, Yang *et al.*, 2006, Hikita *et al.*, 2007).

3 – PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a área da união entre os cimentos resinosos *dual*, autopolimerizável e auto-adesivo à dentina nas seguintes variáveis:

- 1 – Avaliação da resistência da união nos períodos de 24 horas e 30 dias, após armazenamento em água destilada a 37°C.
- 2 – Influência dos modos de ativação na resistência da união nos períodos de 24 horas e de 30 dias, após armazenamento em água destilada a 37°C para os cimentos *dual*.
- 3 – Verificação dos padrões de fratura, após os ensaios de tração.
- 4 – Morfologia da região da união entre os cimentos resinosos à dentina.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa do presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, e aprovado sob o protocolo nº 050/2006 (Anexo). Para execução da metodologia experimental, foi utilizada uma resina composta para restauração indireta, três cimentos resinosos e seus respectivos sistemas de união. Os nomes comerciais, fabricantes e a composição de cada material estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição dos materiais utilizados no estudo

Material (Lote)	Fabricante	Composição
Ácido Uni-Etch (0300014202)	Bisco, Inc. Schaumburg, IL, USA	Ácido Fosfórico 32%, doreto de benzalcônio.
All Bond 2 (0500008843, 0500008844, 0500008707)		Primer A: NTG-GMA, acetona, etanol, água. Primer B: BPDM, fotoiniciador, acetona. Pré-Bond Resin: Bis-GMA, TEGDMA, peróxido de benzoila, BHT.
Porcelain Primer (0400010696)		Álcool, acetona, silano.
C & B Cement (0500011259, 0600001167)		Pasta Base: Bis-GMA, Bis-EMA, sílica Pasta Catalisadora: Bis-GMA, TEGDMA, sílica.
Ácido Scotchbond (4HP)	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Ácido fosfórico 35%, sílica.
Adper Single Bond 2 (4YE)		Bis-GMA, GDMA, UDMA, HEMA, sílica, etanol, copolímero do ácido acrílico e itocônio.
Rely X Ceramic Primer (1TA)		Silano, álcool, água.
RelyX ARC (FKGB)		Bis-GMA, TEDGMA, polímero dimetacrilato, zircônia, sílica.
RelyX Unicem (232722)		Pó: pó de vidro, iniciador, sílica, piramidina substituída, hidróxido de cálcio, composto de peróxido, pigmentos. Líquido: Estér fosfórico de metacrilato, dimetacrilato, acetato, estabilizador, iniciadores.
Sinfony (213555)		Dimetacrilatos, vidro de boroaluminossilicato e estrôncio, sílica pirogênica, silano, iniciador.

Bis-GMA: Bisfenol-A diglicidil dimetacrilato; BHT: 2,6-di-*tert*-butil-*p*-hidroxi tolueno; NTG-GMA: N-2-hidroxi-3-metacrilóiloxipropil-N-fenilglicina; BPDM: Produto do 2-hidroetil metacrilato e 3, 4, 4', 5' bisfenil tetracarboxílico anidrido; TEGDMA: Trietilenoglicol dimetilmetacrilato; Bis-EMA: Bisfenol-etilmetacrilato HEMA: hidróxidoetil metacrilato; GDMA: glicidil dimetacrilato.

4.1 – Avaliação da Resistência da União à Tração

4.1.1 – Seleção dos Dentes

O preparo dos dentes recém-extraídos iniciou-se com raspagem dos remanescentes periodontais com curetas, polimento com pedra pomes utilizando taças de borracha em baixa rotação e obtenção de imagens radiográficas (Fig.1A). Foram selecionados 20 terceiros molares recém-extraídos que permaneceram armazenados em água destilada a 4°C por um período máximo de quatro meses.

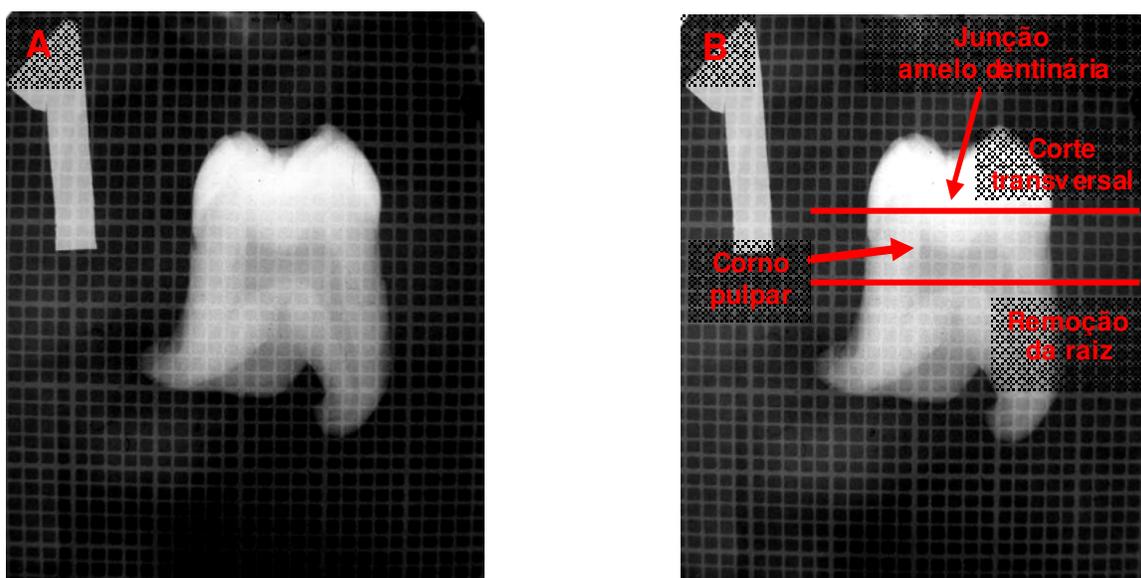


Figura 1: (A) Imagem radiográfica obtidas com película para técnica periapical e tela milimetrada. (B) Padronização da área de corte transversal nas superfícies oclusal e radicular e verificação do volume das estruturas dentais com auxílio de película radiográfica e tela milimetrada.

A imagem radiográfica utilizando película para técnica periapical e tela milimetrada foram usados com o objetivo de padronização da área de corte transversal e a verificação dos volumes das estruturas de esmalte, dentina e câmara pulpar (Fig. 1B). Em seguida, com auxílio de uma cortadeira de precisão (Isomet-Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, USA), procedeu-se à remoção do esmalte oclusal e da porção radicular. Os cortes foram executados no sentido transversal e perpendicular ao seu longo eixo do dente, localizados na região de profundidade média da coroa dental (Figuras 1B e 2B).

O espaço correspondente à câmara pulpar foi preenchido utilizando condicionamento com ácido fosfórico 37% Scotchbond (3M ESPE), adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE) e resina composta Filtek Z250 (3M ESPE) na cor A3, de acordo com as instruções do fabricante.

A superfície dentinária de cada dente foi então polida manualmente sob refrigeração à água, com lixas de SiC, 600 (Carborundum Abrasivos Recife, PE), por 60 segundos. Os dentes foram separados em cinco grupos (n=5), de acordo com a técnica de cimentação a ser utilizada, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Procedimentos de adesão à dentina e cimentação da restauração indireta.

Grupos	Tratamento da dentina	Técnica de manipulação do cimento
Grupo I Rely X Unicem	Sem condicionamento ácido	Ativação da cápsula por 2,0seg. e manipulação no misturador de alta frequência (Ultramat 2 – SDI) por um período de 15seg. Aplicação na face interna da restauração e cimentação na dentina com peso de 1,0Kg por um tempo de 1,0min., em seguida fotopolimerização por 20seg. em cada face da área de união.
Grupo II Single Bond 2 + Rely X ARC	Aplicação de ácido fosfórico 35% por 15seg., lavar e secar com papel absorvente, aplicação de três camadas do adesivo e secagem por 5seg., com fotopolimerização por 10 segundos.	Mistura das pastas base e catalizadora por 15seg. Aplicação na face interna da restauração e fixação sobre a dentina com peso de 1,0Kg seguida de fotopolimerização por 40 seg. em cada face da área de união.
Grupo III All Bond 2 + C&B Cement	Aplicação de ácido fosfórico a 32% por 15seg., lavar e secar com papel absorvente, aplicação de duas camadas da mistura do primer A e B e secagem por 5seg., sem fotoativação e aplicação do adesivo pré-bond resin.	Mistura da pasta base e catalizadora por 10seg. Aplicação na face interna da restauração e fixação sobre a dentina com peso de 1,0Kg por 7 minutos. OBS: Técnica para cimentação de pinos pré-fabricados.
Grupo IV Single Bond 2 + Rely X ARC Sem Fotoativação	Aplicação de ácido fosfórico 35% por 15seg., lavar e secar com papel absorvente, aplicação de três camadas do adesivo e secagem por 5seg., com fotopolimerização por 10 segundos.	Mistura das pastas base e catalizadora por 15seg. Aplicação na face interna restauração e fixação sobre a dentina com peso de 1,0Kg por 10 minutos. Sem Fotoativação.
Grupo V Rely X Unicem Sem Fotoativação	Sem condicionamento ácido	Ativação da cápsula por 2,0seg. e manipulação no misturador de alta frequência (Ultramat 2 – SDI) por um período de 15seg. Aplicação na face interna da restauração e cimentação na dentina com peso de 1,0Kg por 10 minutos. Sem Fotoativação.

Todos os procedimentos de cimentação descritos no Quadro 2 foram de acordo com as instruções dos fabricantes e para fotoativação foi utilizada uma unidade com lâmpada de quartzo-tungstênio-halogênio (XL 3000 - 3M ESPE) com irradiância de 500mW/cm².

4.1.2 – Obtenção das Restaurações Indiretas

Para a confecção das restaurações indiretas foi utilizada uma matriz metálica circular com 10,0mm de diâmetro por 2,0mm de espessura. A resina composta indireta Sinfony (3M ESPE) na cor DA2 foi pré-polimerizada em uma unidade Visio Alfa (3M ESPE), seguida de polimerização final por 15 minutos na unidade de polimerização Visio Beta Vario (3M ESPE).

As superfícies internas das restaurações foram jateadas com partículas de óxido de alumínio de 50µm (Microetcher Model II Danville Engineering Inc. San Ramon, CA, EUA), por 10 segundos, a uma distância de 5cm e pressão de 2 bar. Em seguida foram lavadas em água destilada por 3 minutos em ultra-som (Maxiclean-Unique-Indaiatuba-São Paulo).

Nos Grupos I, II, IV e V, previamente a cimentação foi aplicado na face interna das restaurações uma camada do silano Rely X Ceramic Primer (3M ESPE) por 5 segundos com aplicação de ar para remoção do solvente. No Grupo III, aplicou-se uma camada do silano Porcelain Primer (Bisco, Inc. Schaumburg, IL, USA) por 30 segundos, também com aplicação de ar para remoção do solvente.

4.1.3 – Obtenção das Amostras para o Teste da Resistência da União

Nos Grupos I e II, após a cimentação (Fig. 2C'), um incremento único de 2mm de espessura da resina composta Filtek Z250 (3M ESPE) na cor A3 foi aplicado nas superfícies oclusais das restaurações indiretas, com a finalidade de posteriormente facilitar a visualização e a inserção das amostras no dispositivo de microtração, fixado na máquina de ensaios mecânicos. Para os Grupos III, IV e V, o complemento de resina composta direta foi realizado previamente à cimentação

das restaurações indiretas (Fig. 2C”), evitando, assim, qualquer influência da fotoativação na condição experimental. Após os procedimentos de cimentação, os conjuntos dente/restauração indireta foram armazenados em água destilada em estufa por 24 horas a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Para obtenção das amostras para ensaio de tração, realizou-se inicialmente uma demarcação com tinta na superfície externa da resina composta de complemento, para posterior localização da junção amelodentinária, descartando, assim, as amostras da área da união com o esmalte. Em seguida, os conjuntos dente/restauração foram fixados em placas de acrílico, utilizando um adesivo à base de cianocrilato (Super Bond – Loctite Brasil Ltda, Itapevi, SP, Brasil) e cera pegajosa (Horus Dentsply, Petrópolis-RJ, Brasil). A placa de acrílico foi fixada a uma cortadeira de precisão (Isomet-Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, USA) contendo um disco de diamante onde o dente/restauração foi seccionado nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal, perpendicularmente ao longo eixo da coroa dental (Fig. 2E).

Após esse procedimento laboratorial, o conjunto foi retirado da cortadeira de precisão e as amostras removidas com auxílio de um disco de diamante dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil), adaptado em peça de mão (Kavo, São Paulo, SP, Brasil). As amostras apresentavam formato de palitos com secção quadrada com área de $0.8\pm 0.2\text{mm}^2$, constituídas por duas extremidades, sendo uma de dentina e a outra de resina composta indireta (acrescida de resina direta), estando unidas pelos cimentos resinosos (Fig. 2F).

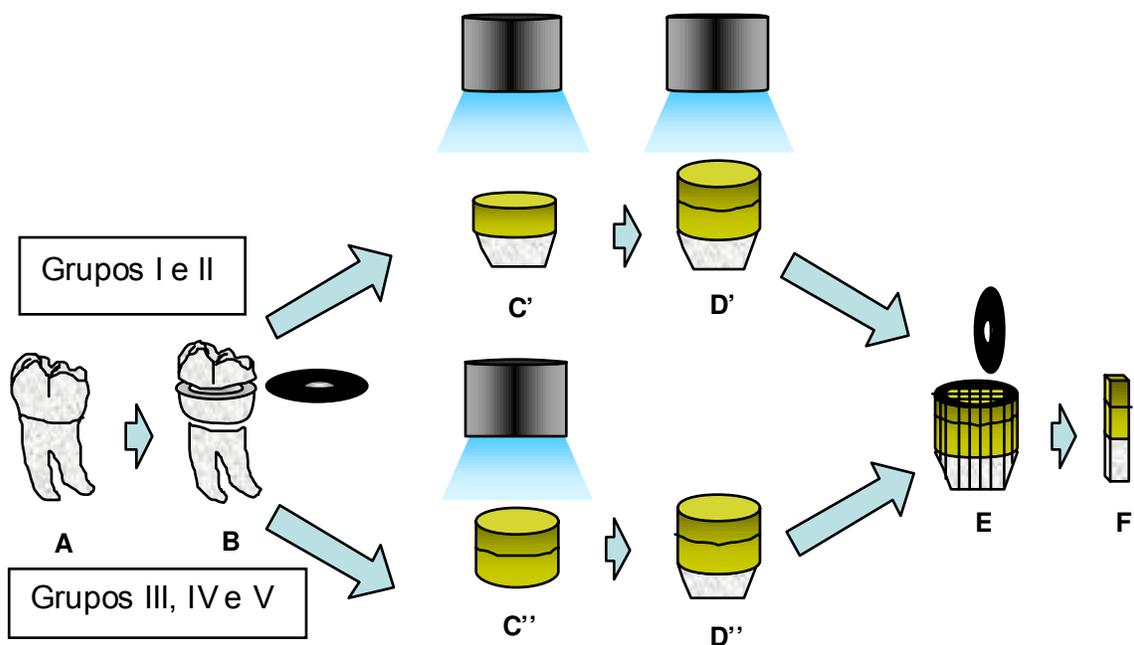


Figura 2 – (A) Dente hígido recém-extraído; (B) remoção das superfícies oclusal e radicular; (C') cimentação com fotoativação da restauração indireta; (D') fotoativação do complemento de resina composta direta após cimentação; (C'') fotoativação do complemento de resina composta direta previamente a cimentação; (D'') cimentação da restauração indireta sem fotoativação; (E) demarcação com tinta na resina composta de complemento para localização da junção amelodentinária e corte em formatos de palitos para obtenção das amostras; (F) amostras com formatos de palitos com área de $0.8 \pm 0.2 \text{ mm}^2$ para execução do teste de microtração.

4.1.4 – Ensaio de Tração

O ensaio de tração para o tempo de armazenamento de 24 horas foi realizado imediatamente após a obtenção dos palitos e para o tempo de armazenamento de 30 dias, as amostras foram armazenadas em água destilada a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$. Para o teste de tração nas condições experimentais descritas no Quadro 2, foram utilizadas quatro amostras dos três primeiros conjuntos dente/restauração e três amostras do último, totalizando 15 amostras.

Com auxílio de uma cola adesiva (Super Bonder-Gel Loctite Brasil Ltda.) e de um acelerador (Zapit D.V.A., Corona, CA, USA) as amostras foram fixadas pelas suas extremidades nos *grips* do dispositivo específico (Bencor-Multi-T Danville Engineering Co., Danville), acoplado em uma máquina universal de ensaio (Instron 4411, Canton, MA, Inglaterra). O teste de tração foi realizado utilizando célula de carga de 50 kgf, operando à velocidade de 0,5 mm/min até a ruptura da amostra, sendo os valores da resistência da união obtidos em kgf. A área da união foi então mensurada em ambos os lados do palito (X e Y), utilizando um paquímetro digital (Mitutoyo, Tóquio, Japão), com precisão de 0,01mm, para cálculo dos valores em MPa, como se segue:

a) área do espécime em $\text{mm}^2 = \text{Lado Y} \times \text{Lado X} \text{ mm}^2$

b) valor indicado pela máquina em quilograma-força $\times 9,82 = \text{N}$ (newtons)

c) valor em newtons $\text{N} \div \text{Área dos espécimes} = \text{MPa}$

Para análise estatística dos dados obtidos foi utilizado o programa SPSS 11.5 (Statistical Package Science Social, Chicago, IL, EUA). Com o objetivo de verificar se havia diferença nos valores para os tempos de armazenamento de 24 horas e 30 dias para cada grupo experimental, foi realizado o Teste-t Pareado. Para avaliação da presença de diferenças estatisticamente significativas na resistência da união dos grupos em relação aos modos de polimerização, nos tempos de armazenamento de 24 horas e 30 dias foi realizada uma análise de variância (ANOVA). Para identificar os grupos que se diferenciavam entre si, os valores médios foram submetidos ao teste de Tukey. Em todos os testes estatísticos foi considerado o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

4.1.5 – Preparo das Amostras para Análise do Padrão de Fratura

Após a realização do ensaio da resistência da união, as duas partes de cada amostra fraturada foram armazenadas em frascos plásticos individuais (Eppendorfs Multi-vials, Electron Microscopy Sciences, Washington 19034 – USA) contendo solução fisiológica (Cloreto de Sódio 0,9%), por um período máximo de 24 horas. Em seguida, foram fixadas em *stubs* de alumínio com o auxílio de fita dupla face de carbono (Electron Microscopy Sciences, Washington 19034 – USA) e desidratados por duas horas no interior de um recipiente plástico fechado contendo sílica gel. Em seguida, todos os espécimes receberam cobertura de ouro/paládio (Balzers, modelo SCD 050 sputter coater, Balzers Union Aktiengesellschaft, Fürstentum Liechtenstein, FL-9496 – Germany) e foram observados em microscópio eletrônico de varredura (JEOL-5600 LV, Japão), sob aceleração de voltagem de 15 KV, WD=30mm e spotsize 28nm. Os padrões de fratura foram classificados de acordo com as seguintes categorias:

- Tipo I: fratura coesiva no cimento;
- Tipo II: fratura coesiva na camada híbrida;
- Tipo III: fratura coesiva na dentina;
- Tipo IV: fratura mista envolvendo cimento, camada híbrida e adesivo;
- Tipo V: fratura mista envolvendo camada híbrida e adesivo;
- Tipo VI: fratura mista envolvendo cimento e adesivo;
- Tipo VII: fratura mista envolvendo cimento e dentina;
- Tipo VIII: fratura mista envolvendo cimento e camada híbrida;
- Tipo IX: fratura mista envolvendo dentina e adesivo.

4.2 – Preparo das Amostras para Análise da Interface da União

Três dentes terceiros molares recém-extraídos foram selecionados e armazenados em água destilada a 4°C, por um período máximo de quatro meses. O preparo inicial dos dentes foi realizado seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente para as amostras do teste da resistência da união. Para remoção das superfícies oclusal e radicular e a obtenção dos discos de dentina com 2,0mm de espessuras, foi utilizada uma cortadeira de precisão (Isomet-Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, USA). Os cortes foram executados perpendicularmente ao longo eixo dos dentes, expondo duas superfícies em dentina média para os procedimentos de adesão e cimentação (Fig. 3B).

A superfície dentinária de cada um dos dois discos foi polida manualmente sob refrigeração em água, com lixas de SiC de granulação 600 por 60 segundos. Para a união dos discos de dentina (Fig. 3C), os cimentos resinosos testados neste estudo foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Após a cimentação, os conjuntos foram fixados em uma placa de acrílico utilizando uma cola à base de cianocrilato (Super Bond – Loctite Brasil Ltda, Itapevi, SP, Brasil) e cera pegajosa (Horus Dentsply, Petrópolis-RJ, Brasil). A placa de acrílico foi posicionada em uma cortadeira de precisão (Isomet-Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, USA) contendo um disco de diamante e o conjunto dente/cimento resinoso seccionado no sentido mesio-distal, perpendicularmente ao longo eixo da coroa dental (Fig. 3D), obtendo, assim, duas amostras com formato de hemi-secção (Fig. 3E), constituídos em suas extremidades por fatias de dentina unidas pelo cimento resinoso.

As amostras, em formato de hemi-secção, foram incluídas em tubos de PVC (Fig. 3F), utilizando resina epóxi (Buhler). Após a polimerização, realizou-se o polimento das amostras para análise em MEV. Para isso, as amostras foram polidas sob refrigeração à água em politriz (APL-4 Arotec, Cotia, SP, Brasil), com lixas de SiC granulação 600 e lixas de AL₂O₃ de granulações 1200 e 2000 (Carborundum Abrasivos, Pernambuco, PE, Brasil), respectivamente. Após essa etapa, as amostras foram lavadas com água destilada sob ultra-som (Maxiclean-

Unique-Indaiatuba-São Paulo) por 12 minutos. Em seguida, houve um novo polimento, também refrigerado à água, com pastas de diamante de granulações 3, 1, e $\frac{1}{4}$ μm (Buehler). A lavagem em água sob ultra-som, por 12 minutos, foi novamente realizada e o posterior condicionamento com ácido fosfórico 50% (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), por 3 segundos e imersas em NaOCl 2,5% por 10 minutos. Após esse período, as amostras foram lavadas três vezes com água destilada e imersas em soluções de concentração crescente de etanol (25, 50, 75 e 100%), permanecendo cerca de 10 minutos em cada uma. A solução de concentração 100% foi repetida, ou seja, trocada três vezes com as amostras permanecendo novamente 10 minutos em cada troca de solução e imersas em HMDS por 10 minutos e armazenadas por 12 horas. Logo após, as amostras foram metalizadas (MED 010 – Balzers, Balzers, Leichtenstein) (Fig. 3G) e observadas em microscopia eletrônica de varredura (DSM 940 – A – ZEISS, Oberkochen, Alemanha), operando em 20KV. Para o cimento resinoso Rely X Unicem, foi obtido um conjunto dentina/cimento que consistia de uma amostra que, após os procedimentos de cimentação, foi clivado com uma lâmina de aço no sentido méso-distal, obtendo duas amostras com formato de hemi-seção que, por sua vez, não foram incluídas em resina epóxi e não se submeteram a nenhum tipo de tratamento superficial como polimento com lixas e pastas de diamantes, sendo apenas metalizadas e analisadas em MEV.

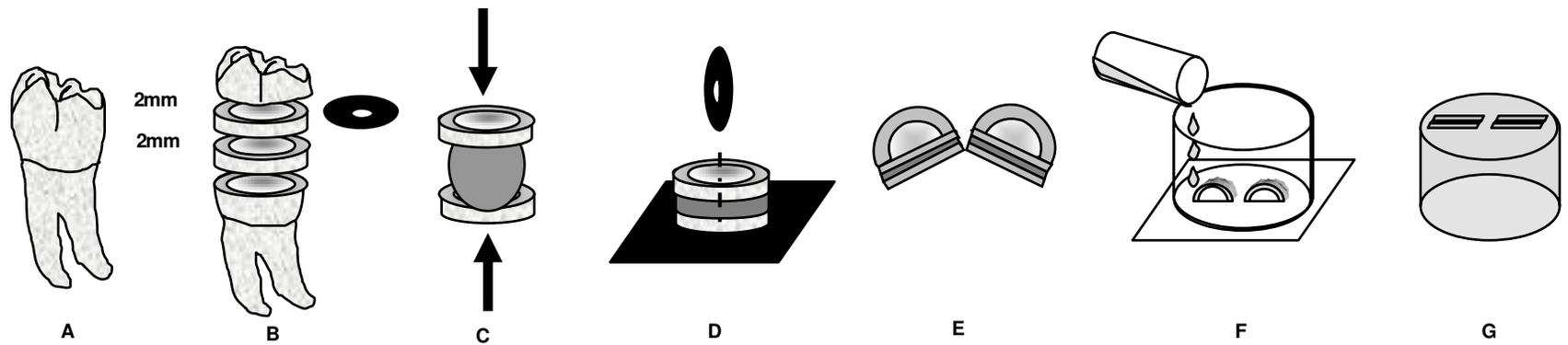


Figura 3 – (A) Dente hígido recém-extraído; (B) remoção das superfícies oclusal e radicular e obtenção dos discos de dentina com 2,0mm de espessura para cimentação; (C) técnica de cimentação; (D) corte no sentido mesio-distal do conjunto dentina/cimento resinoso/dentina; (E) amostra com formato de hemi-secções;(F) procedimentos de inclusão da amostra em tubos de PVC utilizando resina epóxi; (G) amostra incluída em resina epóxi para os procedimentos de polimento, metalização e análise em MEV.

5 – RESULTADOS

5.1 – Ensaio da Resistência da União à Tração

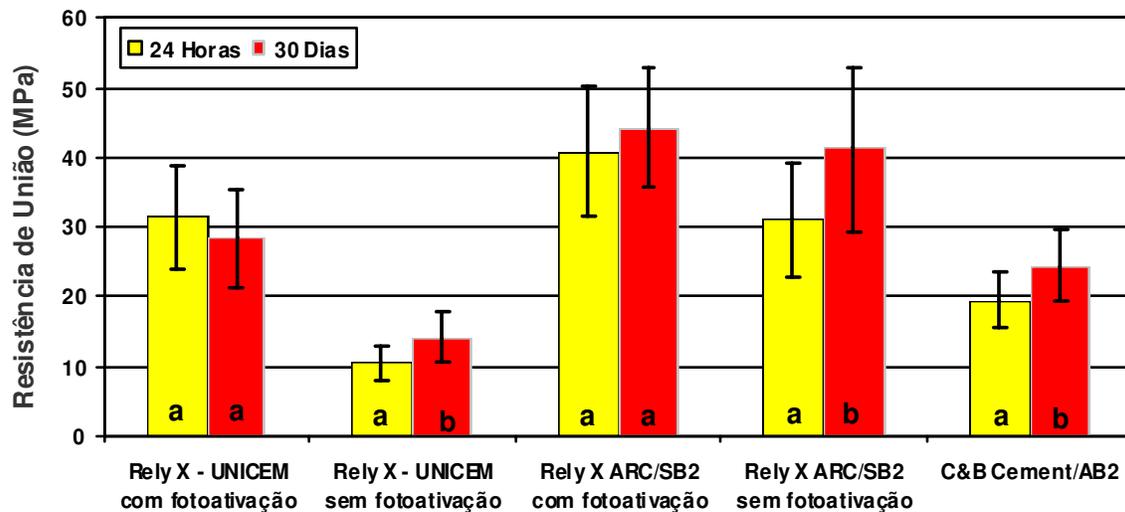
Os valores originais da resistência da união à tração dos grupos I, II, III, IV e V estão apresentados nas tabelas de 2 a 11 (Anexos). Os dados foram submetidos ao teste-t pareado (tabela 12 - Anexos) e à Análise de Variância (tabelas 13 e 14 - Anexos). Os valores médios da resistência da união estão demonstrados na tabela 1 e ilustrados nas figuras 4, 5 e 6.

Tabela 1 – Valores médios e desvio-padrão da resistência da união à tração (MPa) dos grupos experimentais em relação ao tempo de armazenamento.

Grupo	Tempo de Armazenamento	
	24 horas	30 dias
Grupo I – Rely X Unicem Com fotoativação	31,3 (7,4) B, a	28,3 (7,1) B, a
Grupo II – Rely X ARC/Single Bond 2 Com fotoativação	40,8 (9,4) A, a	44,2 (8,5) A, a
Grupo III - C&B Cement/All Bond 2	19,5 (3,8) C, a	24,5 (5,1) B, b
Grupo IV – Rely X ARC/Single Bond 2 Sem fotoativação	31,1 (8,2) B, a	41,2 (11,9) A, b
Grupo V – Rely X Unicem Sem fotoativação	10,3 (2,6) D, a	14,1 (3,6) C, b

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as condições experimentais (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento (teste-t pareado, $p < 0,05$).



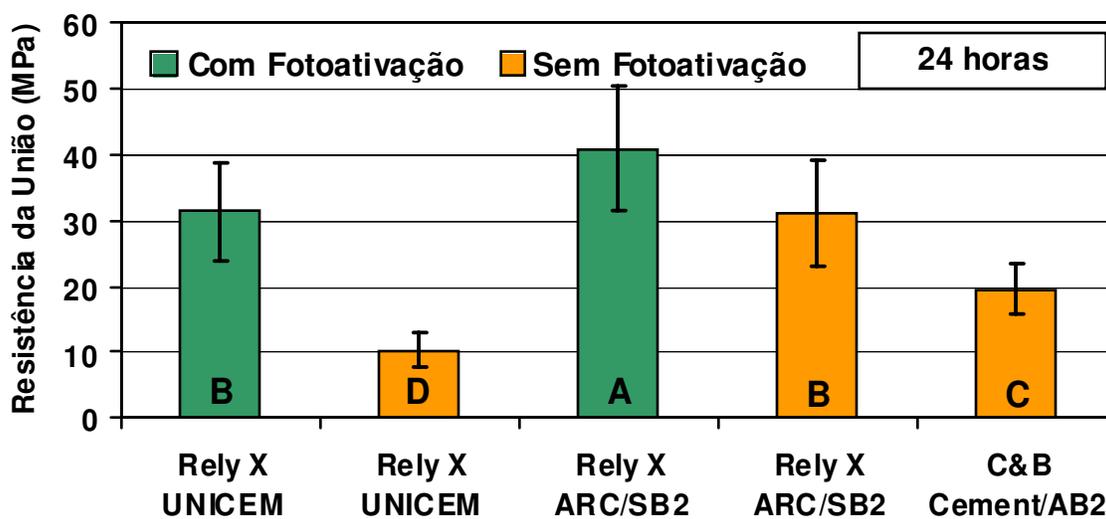
Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os tempos de armazenamento (teste-t pareado $p < 0,05$).

Figura 4 – Ilustração gráfica dos valores médios da resistência da união à tração (MPa) para os tempos de armazenamento de 24 horas e 30 dias em cada condição experimental.

Conforme os resultados mostrados na tabela 1 e na figura 4, observou-se que os grupos III (C&B Cement/AB2), IV (Rely X ARC/SB2 - sem fotoativação) e V (Rely X Unicem - sem fotoativação) apresentaram diferenças significativas entre os tempos de armazenamento de 24 horas e 30 dias, com aumento nos valores da resistência da união após 30 dias ($p < 0,05$). Por outro lado, para o grupo I (Rely X Unicem - com fotoativação) e grupo II (Rely X ARC/SB2 - com fotoativação) não houve diferença significativa entre os tempos 24 horas e 30 dias ($p > 0,05$).

De acordo com a tabela 1 e a figura 5, para o tempo de 24 horas, no modo de ativação química, o cimento *dual* Rely X ARC/SB2, apresentou maior valor de resistência da união, sendo significativamente maior que o cimento quimicamente ativado C&B Cement/AB2 e ao cimento *dual* auto-adesivo Rely X Unicem ($p < 0,05$). No modo de ativação pela luz visível o cimento resinoso *dual* Rely X ARC/SB2 também apresentou valor de resistência da união significativamente maior ($p < 0,05$) que o cimento *dual* auto-adesivo Rely X Unicem. Na comparação entre os modos de ativação química e física, o cimento *dual* Rely X ARC/SB2 -

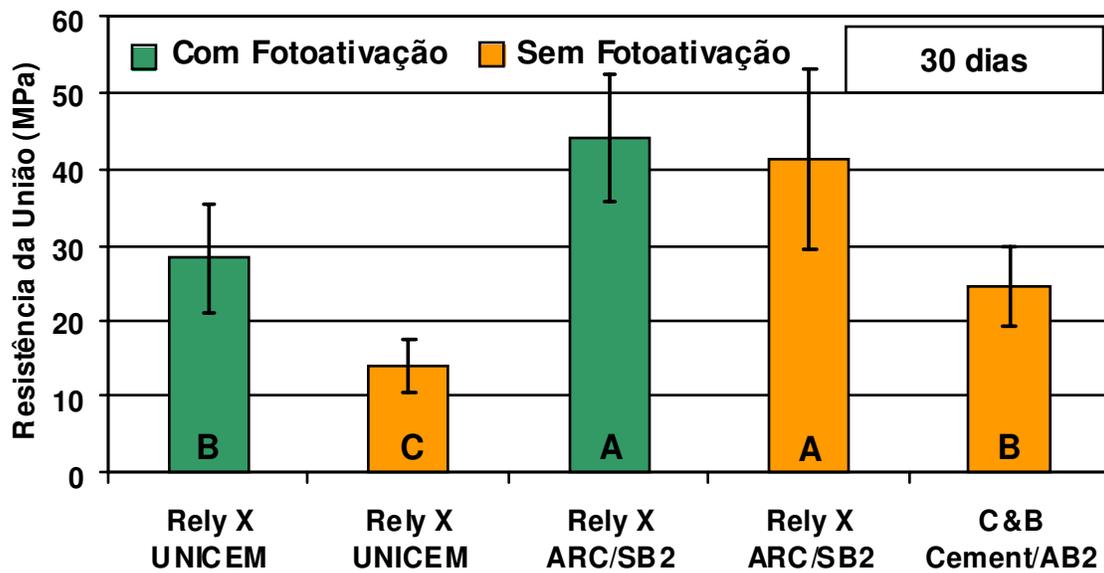
sem fotoativação e o cimento *dual* auto-adesivo Rely X Unicem - com fotoativação não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$).



Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os grupos (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Figura 5 – Ilustração gráfica dos valores médios da resistência da união à tração (MPa) para cada condição experimental no tempo de armazenamento de 24 horas.

De acordo com a tabela 1 e a figura 6, para o tempo de 30 dias, no modo de ativação química, o cimento *dual* Rely X ARC/SB2, apresentou maior valor da resistência da união, sendo significativamente maior que o cimento quimicamente ativado C&B Cement/AB2 e ao cimento *dual* auto-adesivo Rely X Unicem ($p < 0,05$). No modo de ativação pela luz visível o cimento resinoso *dual* Rely X ARC/SB2 também apresentou valor da resistência da união significativamente maior ($p < 0,05$) que o cimento *dual* auto-adesivo Rely X Unicem. Na comparação entre os modos de ativação química e física, o cimento *dual* Rely X Unicem - sem fotoativação apresentou o menor valor da resistência de união, sendo diferente estatisticamente dos demais cimentos pesquisados ($p > 0,05$).



Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os grupos (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Figura 6 – Ilustração gráfica dos valores médios da resistência da união à tração (MPa) para cada condição experimental no tempo de armazenamento de 30 dias.

5.2 – Análise do Padrão de Fratura

A distribuição dos percentuais dos padrões de fratura, após análise em microscopia eletrônica de varredura dos cimentos resinosos Rely X Unicem (com e sem fotoativação), Rely X ARC/SB2 (com e sem fotoativação) e C&B Cement/AB2, nos tempos de armazenamento de 24 horas e de 30 dias, estão representadas na Figura 7.

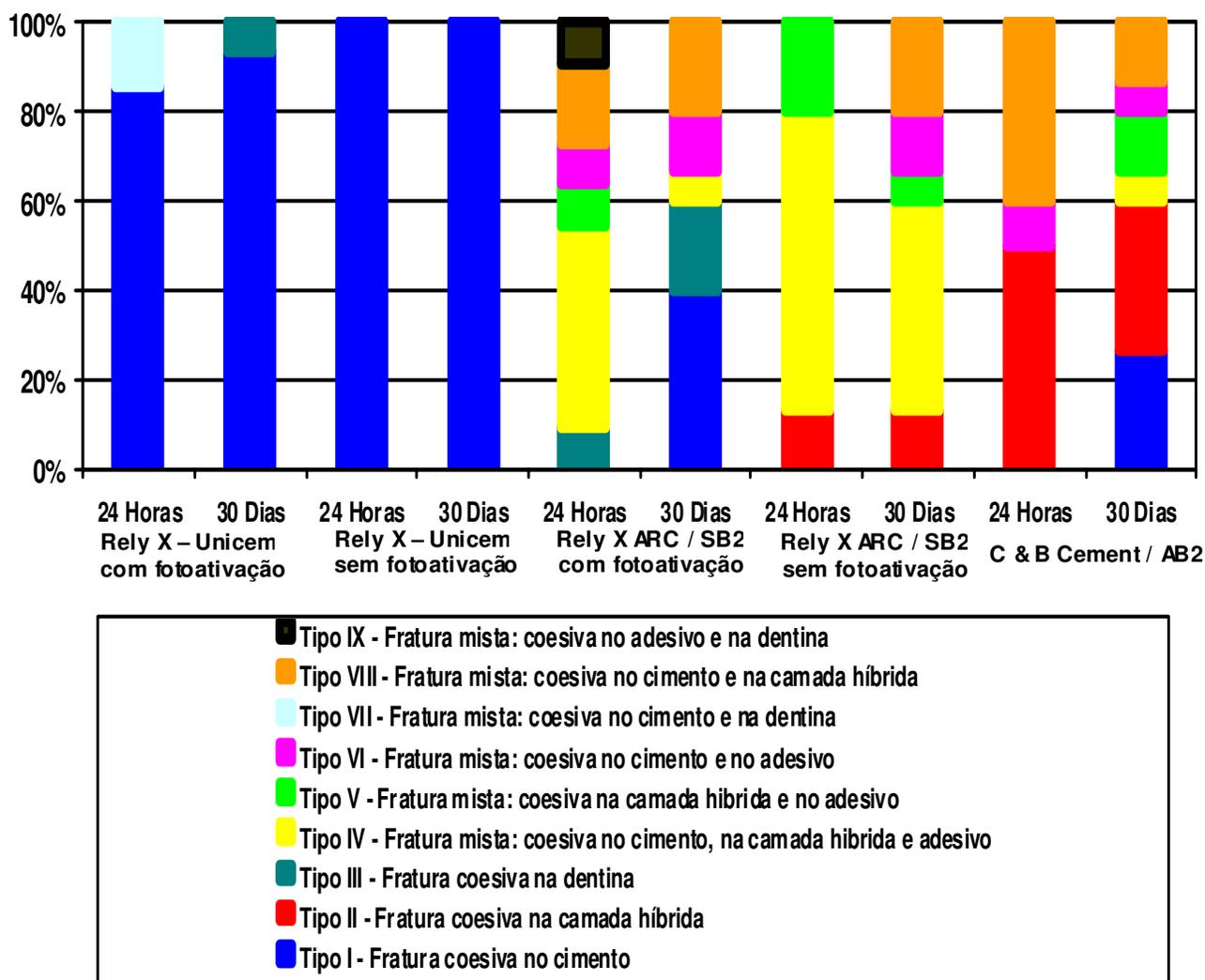


Figura 7 – Ilustração gráfica da classificação e distribuição dos padrões de fratura (%) entre os cimentos resinosos nos tempos de 24 horas e de 30 dias.

Os padrões de fraturas após o teste de resistência à tração estão ilustrados nas figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 com predominância de fraturas do tipo

coesivas, entretanto observou-se também, que não houve nenhuma fratura entre os cimentos resinosos e as restaurações de resina composta indireta.

Os grupos I e V que, utilizaram o cimento Rely X Unicem com e sem fotoativação, apresentaram as maiores incidências de fraturas coesivas no cimento nos tempos de 24 horas e 30 dias. As figuras 8A, 8B, 15A e 15B ilustram as partes homólogas das extremidades das amostras com o padrão de fratura do tipo I. Em maior aumento, as figuras 8C, 8D, 15C e 15D estão mostrando as regiões delimitadas pelos círculos nas figuras anteriores, em que se observaram os aspectos morfológicos diferentes no cimento resinoso Rely X Unicem. Quando o cimento resinoso auto-adesivo foi fotoativado, a região da fratura coesiva mostrou uma matriz resinosa densa e sem porosidades, na qual o relevo morfológico da superfície caracterizou-se pela presença das partículas inorgânicas envolvidas pelo polímero, formado pela polimerização ativada por luz visível (figuras 8C e 8D). No entanto, observou-se uma matriz resinosa porosa caracterizando áreas parcialmente polimerizadas na região da fratura localizada no corpo do material (figuras 15C e 15D), quando o cimento resinoso auto-adesivo não foi fotoativado.

O grupo II, que utilizou o cimento Rely X ARC/SB2 com fotoativação no tempo de armazenamento de 24 horas, apresentou os maiores índices de fraturas mistas, sendo essas coesivas no cimento, na camada híbrida e no adesivo. As figuras 9A e 10A ilustram as partes homólogas das extremidades das amostras com o padrão de fratura do tipo IV. Em maior aumento, as fotografias 9B e 10B estão mostrando os aspectos morfológicos das fraturas mistas nas regiões delimitadas pelos círculos e pode-se observar, com auxílio das linhas amarelas, a divisão entre as áreas de fratura do adesivo (AD), do cimento resinoso (CR) e da camada híbrida (CH) com a presença dos túbulos dentinários. Na figura 9C, foi possível visualizar a fratura coesiva na camada híbrida (CH) com a presença dos fragmentos fraturados dos prolongamentos resinosos (setas pretas) e na figura 9D, o aspecto morfológico em relevo da fratura coesiva na superfície do cimento (CR) que apresentou uma matriz resinosa densa e sem porosidades envolvendo as partículas inorgânicas (1500x de aumento). Na figura 10C, é possível visualizar

a fratura coesiva na camada híbrida (CH) onde podem ser observados os túbulos dentinários abertos ou obstruídos por adesivo (setas amarelas) e na figura 10D, o aspecto morfológico em relevo da fratura coesiva na superfície do cimento (CR) que apresentou uma matriz resinosa densa e sem porosidades envolvendo as partículas inorgânicas (2000x de aumento).

Para o tempo de armazenamento de 30 dias, no grupo II, que utilizou o cimento Rely X ARC/SB2 com fotoativação, predominaram-se as fraturas coesivas no cimento. As figuras 11A e 11B ilustram as partes homólogas das extremidades das amostras onde se observou o padrão de fratura do tipo I. Em maior aumento, as figuras 11C e 11D mostraram as regiões delimitadas pelos círculos nas figuras anteriores, que caracterizaram o aspecto morfológico em relevo da fratura coesiva na superfície do cimento (CR) que apresentou uma matriz resinosa densa e sem porosidades envolvendo as partículas inorgânicas (1500x de aumento).

O grupo III, que utilizou o cimento C&B Cement/AB2, apresentou a maior incidência de fratura coesiva na camada híbrida para os tempos de armazenamento de 24 horas e de 30 dias. As figuras 12A e 12B ilustram as partes homólogas das extremidades das amostras onde se observou o padrão de fratura do tipo II. Em maior aumento, as figuras 12C e 12D mostraram as regiões delimitadas pelos círculos nas figuras 12A e 12B e observaram-se as fraturas coesivas na camada híbrida com a presença de túbulos dentinários obstruídos por adesivos (Figura 12C) e a presença dos fragmentos fraturados dos prolongamentos resinosos (Figura 12D).

O grupo IV, que utilizou o cimento Rely X ARC/SB2-sem fotoativação nos tempos de armazenamento de 24 horas e de 30 dias, apresentou os maiores índices de fraturas mistas, sendo essas coesivas no cimento, na camada híbrida e no adesivo. As figuras 13A e 14A ilustraram as partes homólogas das extremidades das amostras com o padrão de fratura do tipo IV. Em maior aumento, as fotografias 13B e 14B mostraram os aspectos morfológicos das fraturas mistas em regiões delimitadas pelos círculos nas figuras anteriores e observou-se, com auxílio das linhas verdes, a divisão entre as áreas de fratura do

adesivo (AD), do cimento resinoso (CR) e da camada híbrida (CH) com a presença dos túbulos dentinários.

Na figuras 13C, foi possível visualizar a aparência da fratura coesiva na camada híbrida (CH) com a presença dos fragmentos fraturados dos prolongamentos resinosos (setas pretas) e na figura 13D, o aspecto morfológico em relevo da fratura coesiva na superfície do cimento (CR) que apresentou uma matriz resinosa densa e sem porosidades, envolvendo as partículas inorgânicas (2000x de aumento). Na figura 14C, foi possível visualizar a aparência da fratura coesiva na camada híbrida (CH) onde foram observados túbulos dentinários abertos ou obstruídos por adesivo (setas amarelas) e na figura 14D, o aspecto morfológico em relevo da fratura coesiva na superfície do cimento (CR) que apresentou uma matriz resinosa densa e sem porosidades envolvendo as partículas inorgânicas (2000x de aumento).

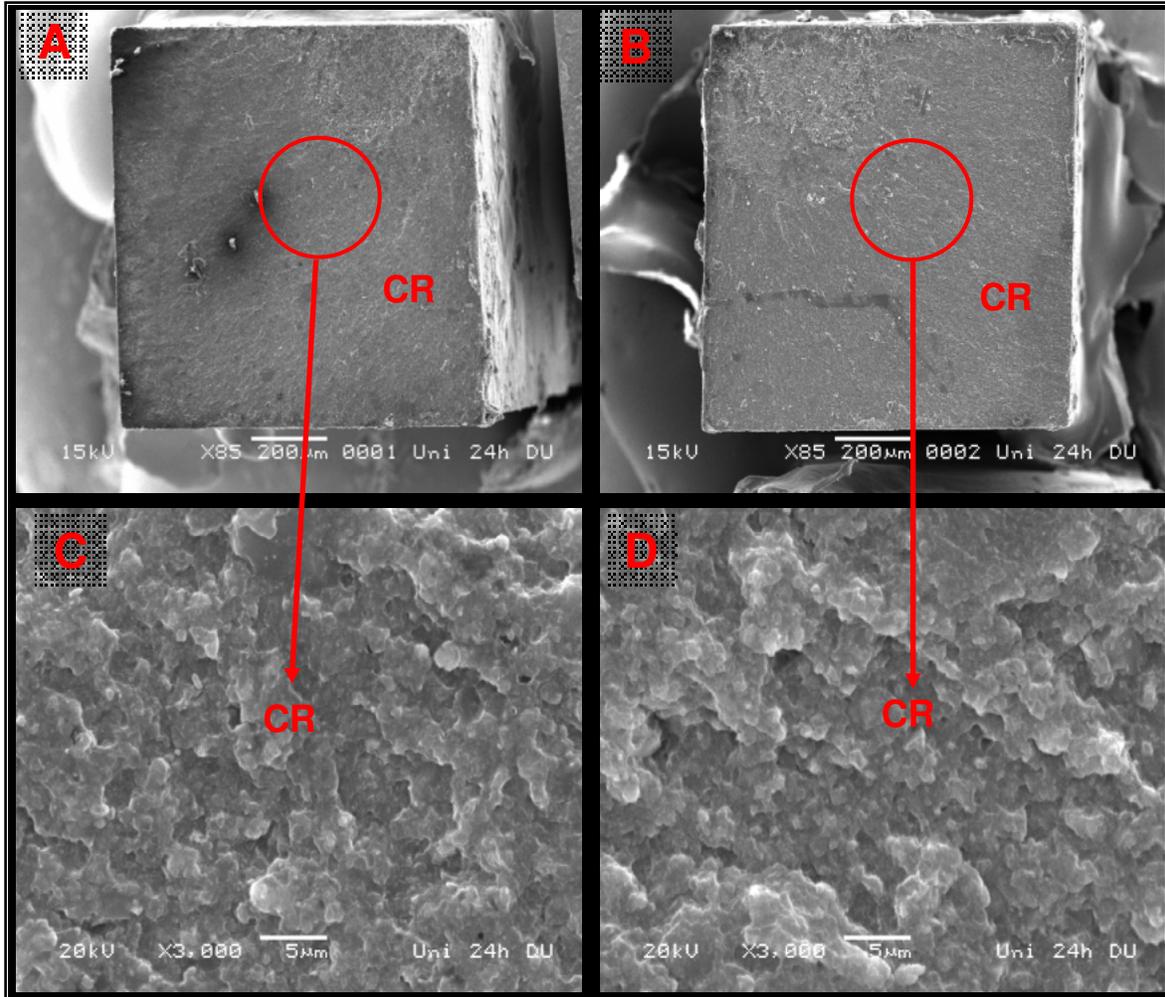


Figura 8 – Fotografias em MEV obtidas após o teste de tração da interface da união entre a dentina e o cimento resinoso *dual* auto-adesivo Rely X Unicem-com fotoativação após os tempos de armazenamento de 24 horas ou 30 dias. Nas figuras **A** e **B**, foram observadas partes opostas de uma mesma amostra fraturada, ilustrando o padrão de fratura tipo I (85x de aumento). As figuras **C** e **D** apresentaram, em maior aumento, as imagens presentes nas figuras **A** e **B**, nas regiões demarcadas com os círculos. Notou-se o aspecto morfológico da região da fratura do cimento Rely X Unicem, localizada no corpo do cimento resinoso (**CR**), mostrando a matriz resinosa densa e sem porosidades envolvendo as partículas inorgânicas e caracterizando uma morfologia em relevos (3000x de aumento).

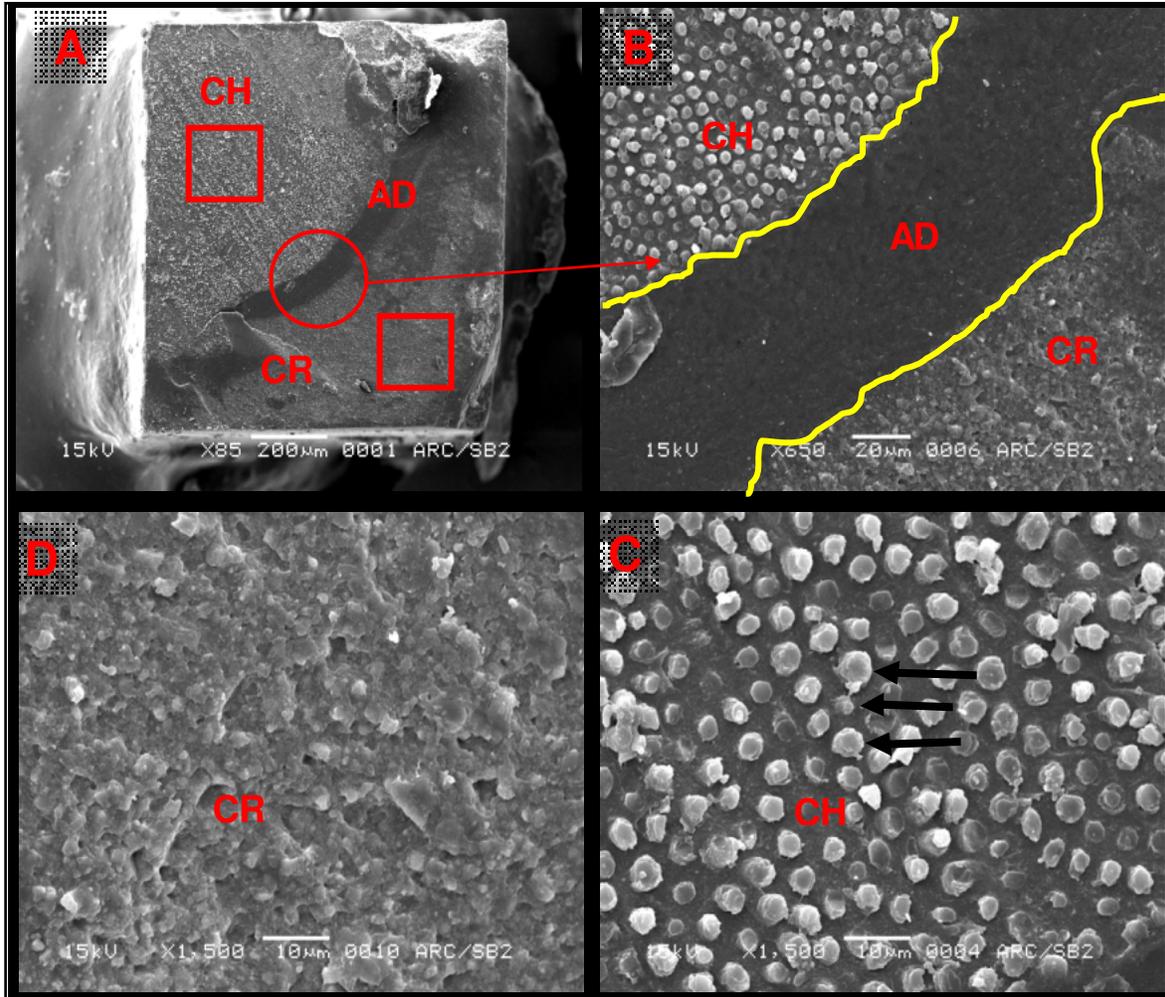


Figura 9 – Fotografias em MEV obtidas após o teste de tração da interface da união entre a dentina e o cimento resinoso *dual* Rely X ARC/Single Bond 2-com fotoativação após o tempo de armazenamento de 24 horas. Na figura **A**, observou-se uma das partes fraturadas da amostra ilustrando o padrão de fratura tipo IV (85x de aumento). A figura **B** apresentou, em maior aumento, a imagem presente na figura **A**, na região demarcada com o círculo, onde foi possível observar, os aspectos morfológicos da fratura mista que ocorreu entre o adesivo (**AD**), o cimento resinoso (**CR**) e a camada híbrida (**CH**) (650x de aumento). Em maior aumento, foram observadas as regiões delimitadas pelos quadrados na figura **A**; isso proporcionou, conforme mostrado na figura **C**, a visualização da aparência da fratura coesiva na camada híbrida (**CH**) com a presença dos fragmentos fraturados dos prolongamentos resinosos (**setas pretas**) e dos aspectos morfológicos da superfície do cimento (**CR**), após fratura coesiva mostrando uma matriz resinosa densa e sem porosidades envolvendo as partículas inorgânicas e caracterizando uma morfologia em relevos (figura **D**) (1500x de aumento).

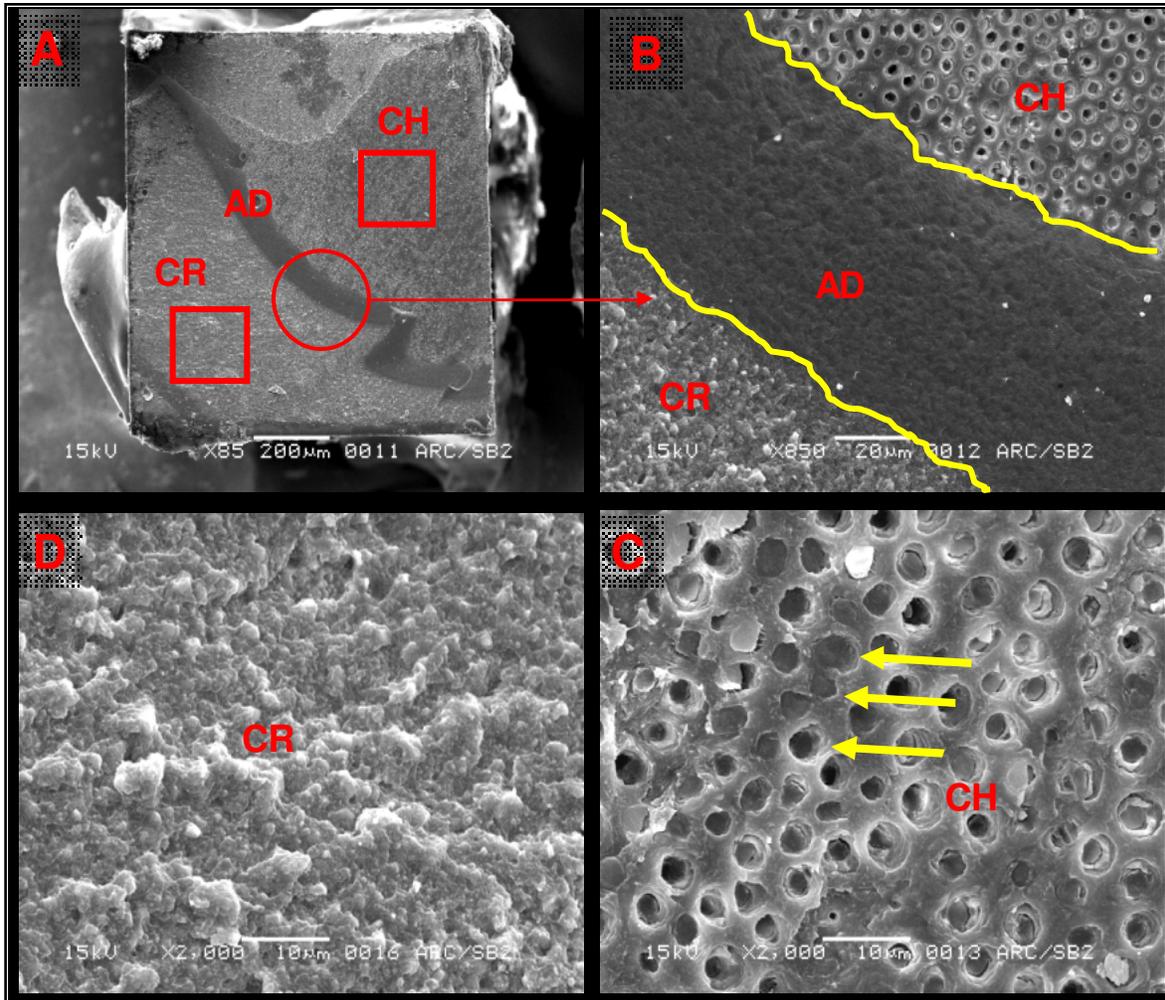


Figura 10 – Fotografias em MEV obtidas após o teste de tração da interface da união entre a dentina e o cimento resinoso *dual Rely X ARC/Single Bond 2*-com fotoativação após o tempo de armazenamento de 24 horas. Na figura **A**, observou-se uma das partes fraturadas da amostra ilustrando o padrão de fratura tipo IV (85x de aumento). A figura **B** apresentou, em maior aumento, a imagem presente na figura **A**, na região demarcada com o círculo, onde foi possível observar, os aspectos morfológicos da superfície da fratura mista que ocorreu entre o adesivo (**AD**), o cimento resinoso (**CR**) e a camada híbrida (**CH**) (850x de aumento). Em maior aumento, foram observadas as regiões delimitadas pelos quadrados na figura **A**; isso proporcionou, conforme a figura **C**, a visualização da aparência da fratura coesiva na camada híbrida (**CH**), onde podem ser observados túbulos dentinários abertos ou obstruídos por adesivo (**setas amarelas**) e dos aspectos morfológicos da superfície do cimento (**CR**), após fratura coesiva, mostrando uma matriz resinosa densa e sem porosidades envolvendo as partículas inorgânicas e caracterizando uma morfologia em relevos (figura **D**) (2000x de aumento).

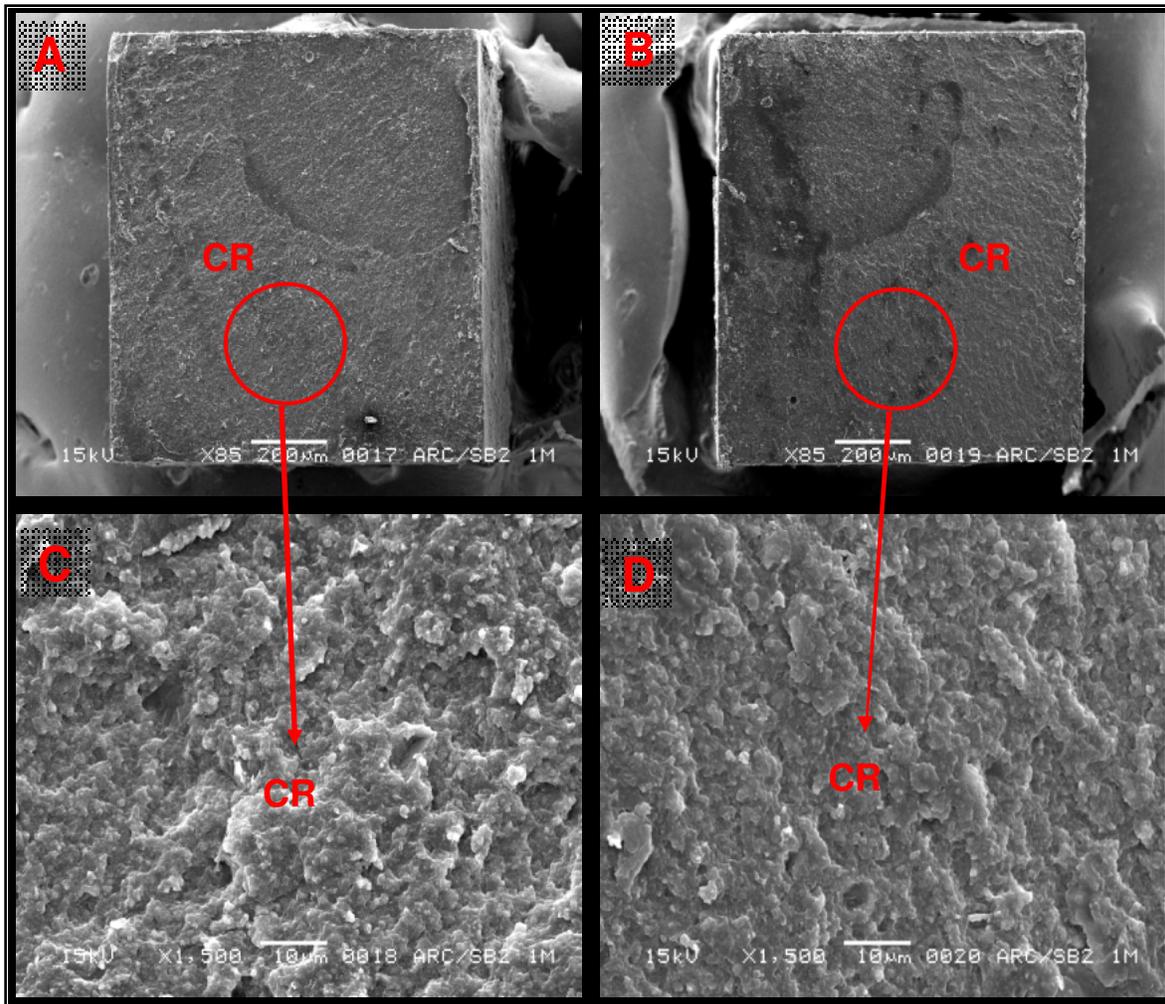


Figura 11 – Fotografias em MEV ilustrando o padrão de fratura tipo I obtido após o teste de tração da interface da união entre a dentina e o cimento resinoso *dual* Rely X ARC/Single Bond 2-com fotoativação após o tempo de armazenamento de 30 dias. Nas figuras **A** e **B**, foram observadas partes opostas de uma mesma amostra fraturada ilustrando o padrão de fratura tipo I (85x de aumento). As figuras **C** e **D** apresentaram, em maior aumento, as imagens presentes nas figuras **A** e **B**, nas regiões demarcadas com os círculos, mostrando o aspecto morfológico da superfície do cimento (**CR**), após fratura coesiva que apresentou uma matriz resinosa densa e sem porosidades envolvendo as partículas inorgânicas e caracterizando uma morfologia em relevos. (1500x de aumento).

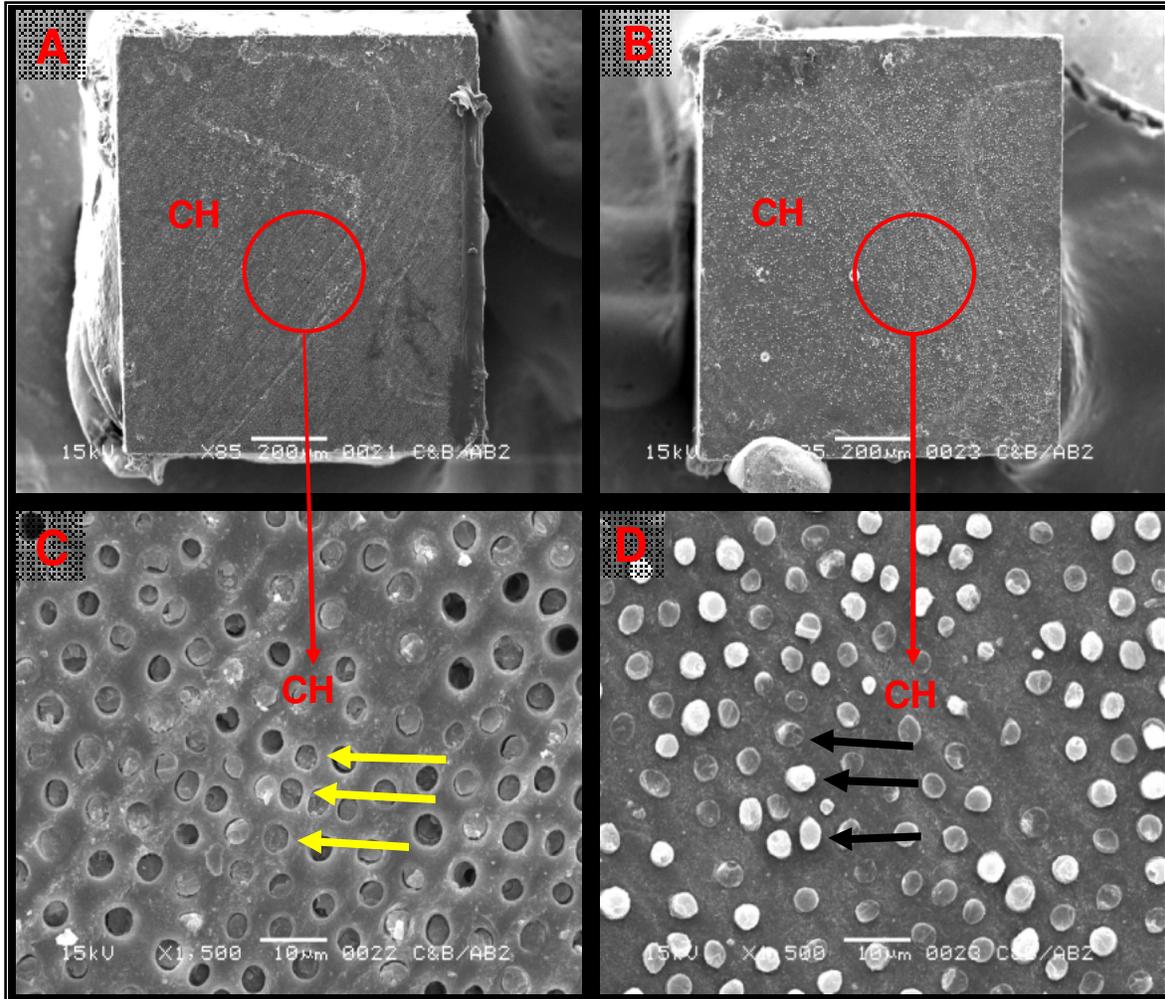


Figura 12 – Fotografias em MEV obtidas após o teste de tração da interface da união entre a dentina e o cimento resinoso autopolimerizável C&B Cement/All Bond 2 após os tempos de armazenamento de 24 horas ou 30 dias. Nas figuras **A** e **B**, foram observadas partes opostas de uma mesma amostra fraturada ilustrando o padrão de fratura tipo II (85x de aumento). As figuras **C** e **D** apresentaram, em maior aumento, as imagens presentes nas figuras **A** e **B**, nas regiões demarcadas com os círculos e observaram-se os aspectos morfológicos da fratura coesiva na camada híbrida (**CH**) com a obstrução dos túbulos dentinários (**setas amarelas**) e a presença dos fragmentos fraturados dos prolongamentos resinosos (**setas pretas**) (1500x de aumento).

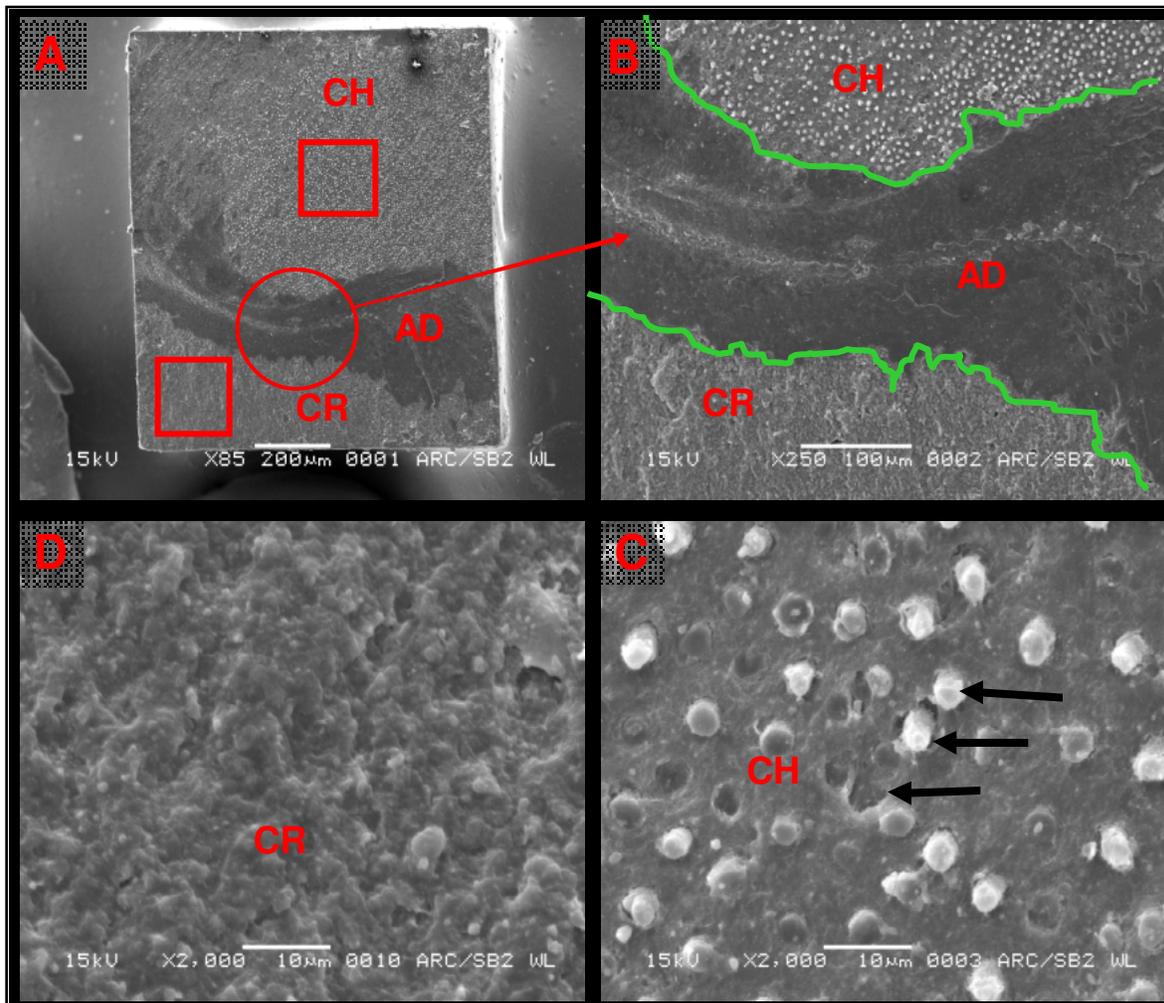


Figura 13 – Fotografias em MEV obtidas após o teste de tração da interface da união entre a dentina e o cimento resinoso *dual Rely X ARC/Single Bond 2-sem* fotoativação após o tempo de armazenamento de 24 horas ou 30 dias. Na figura **A**, observou-se uma das partes fraturadas da amostra ilustrando o padrão de fratura tipo IV (85x de aumento). A figura **B** apresentou, em maior aumento, a imagem presente na figura **A**, na região demarcada com o círculo, onde foi possível observar, os aspectos morfológicos da fratura mista que ocorreu entre o adesivo (**AD**), o cimento resinoso (**CR**) e a camada híbrida (**CH**) (650x de aumento). Em maior aumento, foram observadas as regiões delimitadas pelos quadrados na figura **A**, isso proporcionou, conforme a figura **C**, a visualização da aparência da fratura coesiva na camada híbrida (**CH**) com a presença dos fragmentos fraturados dos prolongamentos resinosos (**setas pretas**) e dos aspectos morfológicos da superfície do cimento (**CR**), após fratura coesiva, mostrando uma matriz resinosa densa e sem porosidades envolvendo as partículas inorgânicas e caracterizando uma morfologia em relevos (figura **D**) (2000x de aumento).

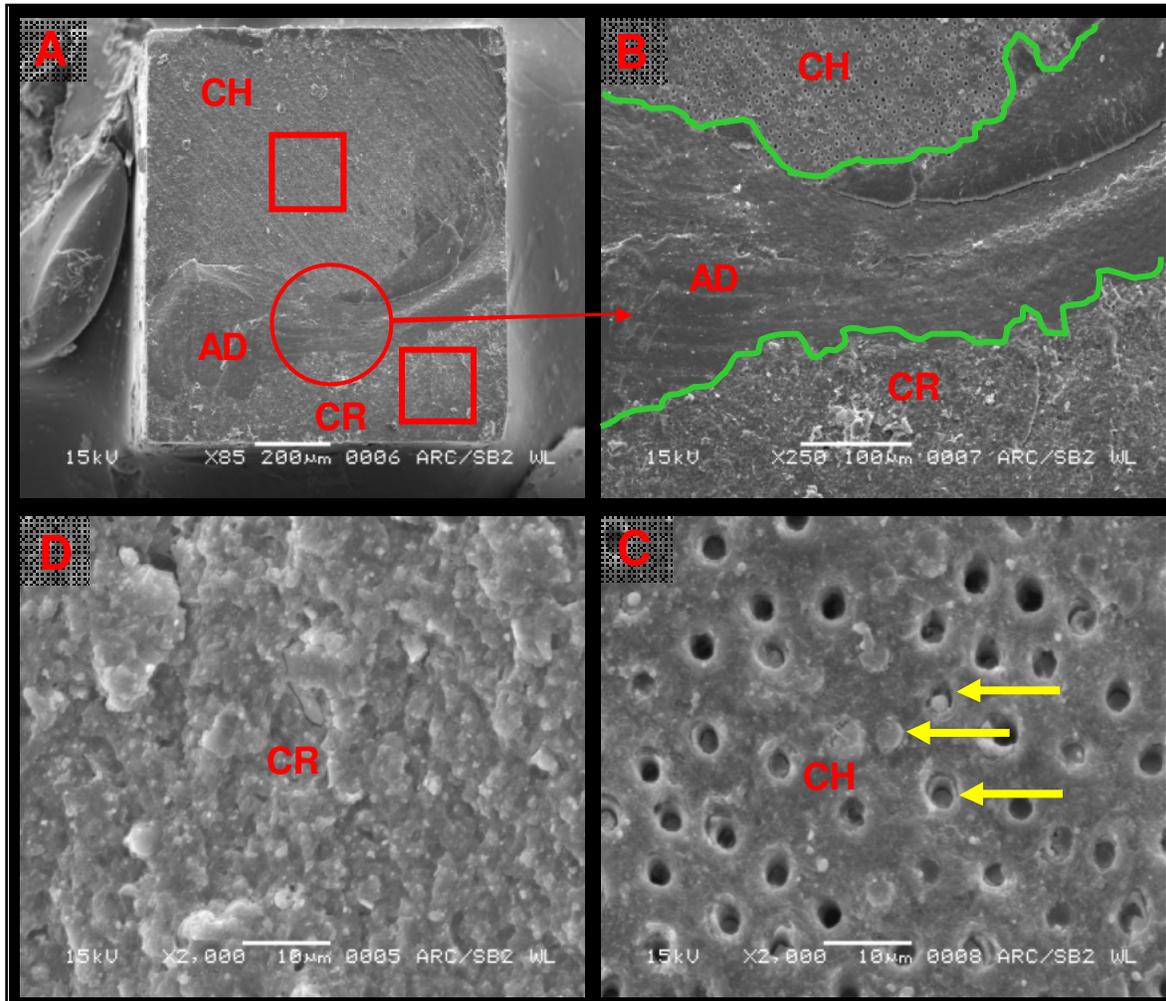


Figura 14 – Fotografias em MEV obtidas após o teste de tração da interface da união entre a dentina e o cimento resinoso *dual* Rely X ARC/Single Bond 2-sem fotoativação após o tempo de armazenamento de 24 horas ou 30 dias. Na figura **A**, observou-se uma das partes fraturadas da amostra ilustrando o padrão de fratura tipo IV (85x de aumento). A figura **B** apresentou, em maior aumento, a imagem presente na figura **A**, na região demarcada com o círculo, onde foi possível observar, os aspectos morfológicos da fratura mista que ocorreu entre o adesivo (**AD**), o cimento resinoso (**CR**) e a camada híbrida (**CH**) (650x de aumento). Em maior aumento, foram observadas as regiões delimitadas pelos quadrados na figura **A**, isso proporcionou, conforme a figura **C**, a visualização da aparência da fratura coesiva na camada híbrida (**CH**), onde foram observados túbulos dentinários abertos ou obstruídos por adesivo (**setas amarelas**) e os aspectos morfológicos da superfície do cimento (**CR**), após fratura coesiva, mostrando uma matriz resinosa densa e sem porosidades envolvendo as partículas inorgânicas e caracterizando uma morfologia em relevos (figura **D**) (2000x de aumento).

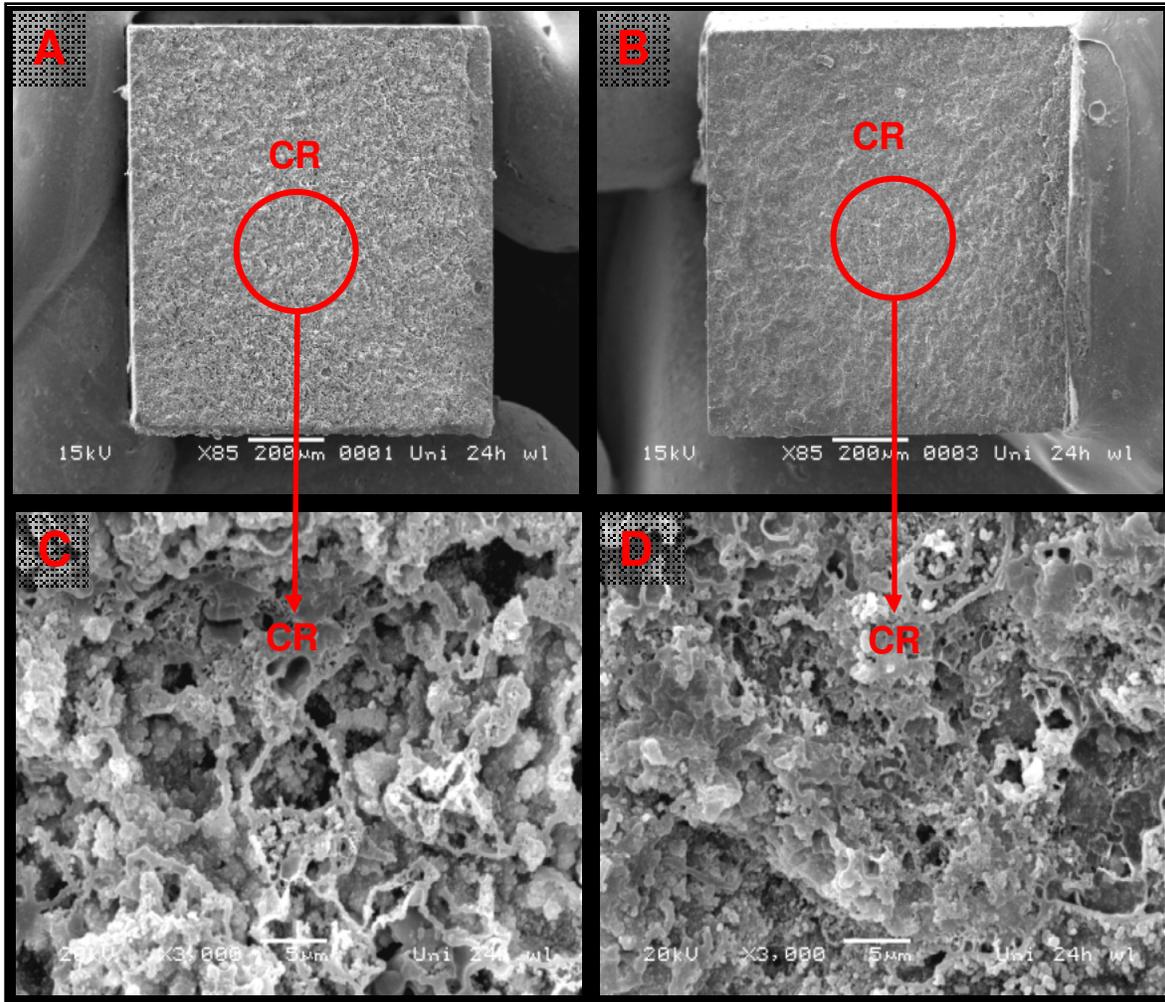


Figura 15 – Fotografias em MEV obtidas após o teste de tração da interface da união entre a dentina e o cimento resinoso *dual* auto-adesivo Rely X Unicem-sem fotoativação após os tempos de armazenamento de 24 horas ou 30 dias. Nas figuras **A** e **B**, foram observadas as partes opostas de uma mesma amostra fraturada ilustrando o padrão de fratura tipo I (85x de aumento). As figuras **C** e **D** apresentaram, em maior aumento, as imagens presentes nas figuras **A** e **B**, nas regiões demarcadas com os círculos. Notou-se o aspecto morfológico da região da fratura do cimento Rely X Unicem, localizada no corpo do material (**CR**), mostrando uma matriz resinosa porosa caracterizada pela presença de espaços vazios no interior do material (3000x de aumento).

5.3 – Análise da Morfologia da Interface da União

As imagens ilustrativas das superfícies laterais das interfaces da união entre os cimentos resinosos e dentina humana estão representadas nas figuras 16, 17 e 18.

As amostras, que ilustram a interface da união formada entre cimento resinoso *dual* auto-adesivo Rely X Unicem e dentina humana e que foram representadas nas figuras 16A e 16B, não foram submetidas a nenhum tipo de tratamento superficial, sendo apenas metalizadas e analisadas em MEV. Nessas figuras, observou-se uma relação de contato com a dentina, mas sem a formação de prolongamentos resinosos no interior dos túbulos dentinários. As figuras 16C e 16D ilustram amostras que foram submetidas ao condicionamento com ácido fosfórico 50%, por 3 segundos e desproteínezada com solução de NaOCl 2,5%, por 10 minutos. Observou-se uma morfologia íntegra da dentina na união com o cimento resinoso e, também, uma interface contínua caracterizando uma interação do material com a dentina, sem a formação da camada híbrida.

O cimento resinoso *dual* Rely X ARC, associado ao adesivo Single Bond 2, utilizando a técnica úmida de condicionamento, apresentou, na interface da união com a dentina, a formação de uma camada híbrida espessa, contínua, homogênea e com a presença de *tags* resinosos longos, cuja base está voltada para a camada de adesivo (figuras 17A e 17B).

A associação do cimento resinoso autopolimerizável C&B Cement com o adesivo All Bond 2, utilizando a técnica úmida de condicionamento, apresentou, em sua interface da união, a formação de uma camada híbrida irregular, porosa e com a presença de *tags* resinosos longos, cuja base está voltada para a camada de adesivo (Figuras 18A e 18B).

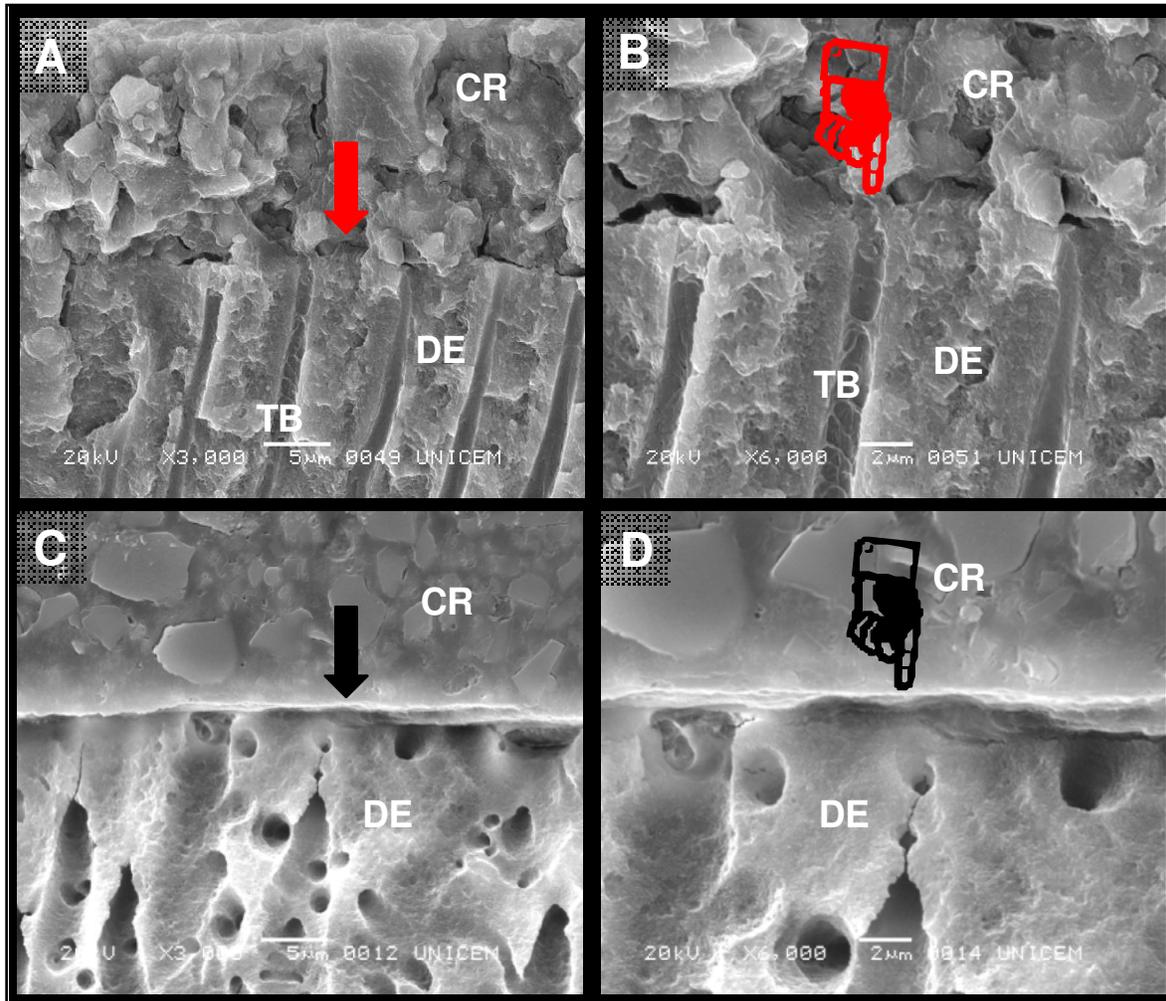


Figura 16 – As fotografias **A**, **B**, **C** e **D** ilustram a morfologia da interface da união entre o cimento resinoso *dual* auto-adesivo Rely X Unicem (CR) e a dentina (DE), utilizando microscopia eletrônica de varredura (3000X e 6000x de aumento). As amostras referentes às figuras **A** e **B** não foram submetidas a nenhum tipo de tratamento superficial, notou-se, na relação de contato com a dentina, uma melhor continuidade na região interfacial (**seta vermelha**), mas sem a formação de prolongamentos resinosos no interior dos túbulos dentinários (**mão vermelha**). Nas amostras referentes às figuras **C** e **D** que foram submetidas a polimento superficial, condicionamento com ácido fosfórico 50% e a NaOCl 2,5% por 10 minutos, foi observada uma dentina íntegra na união com o cimento resinoso (**seta preta**) e também uma interface contínua caracterizando a interação do material com a dentina, mas sem a presença da camada híbrida (**mão preta**).

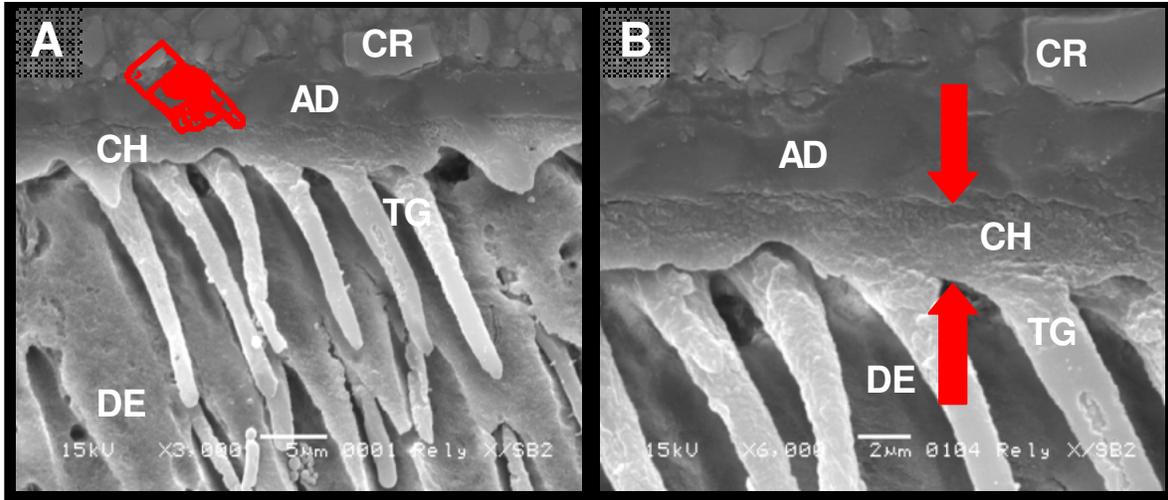


Figura 17 – Fotografias ilustrativas **A** e **B** da morfologia da interface da união entre o cimento resinoso *dual* Rely X ARC/Single Bond 2 (**CR**) e a dentina (**DE**) utilizando microscopia eletrônica de varredura (3000x e 6000x de aumento). Observou-se uma camada híbrida (**CH**), com espessura contínua e homogênea (**setas vermelhas**), com a presença de *tags* longos (**TG**), com a base voltada para a camada do adesivo (**AD**) (**mão vermelha**)

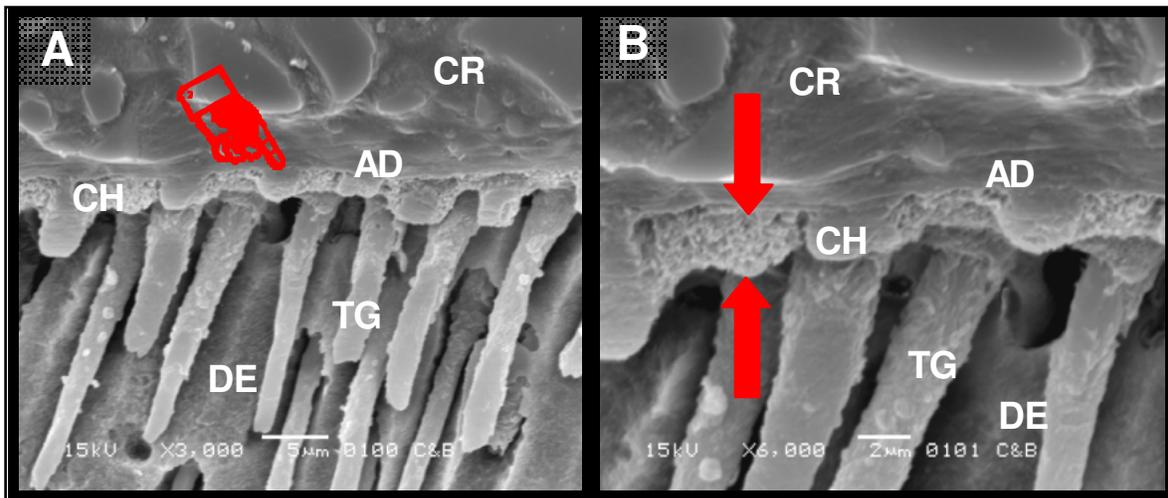


Figura 18 – Fotografia ilustrativa **A** e **B** da morfologia da interface da união entre o cimento resinoso autopolimerizável C&B Cement/All Bond 2 (**CR**) e a dentina (**DE**) utilizando microscopia eletrônica de varredura (3000x e 6000x de aumento). Observou-se uma camada híbrida (**CH**), com espessura irregular e porosa (**setas vermelhas**), com a presença de *tags* longos (**TG**), com a base voltada para a camada do adesivo (**AD**) (**mão vermelha**).

6 – DISCUSSÃO

O sucesso clínico da cimentação da restauração indireta depende da qualidade da união do agente cimentante aos tecidos dentais da cavidade preparada e da superfície interna do material restaurador. Entretanto, a estabilidade e longevidade da restauração indireta são influenciadas pelo tratamento empregado na superfície interna da restauração protética (Pacheco & Goes, 2001, Valandro, *et al.*, 2007), tipo de material cimentante e a técnica de cimentação (De Goes, 1998, Goracci, *et al.*, 2006), condicionamento do substrato dental (Van Meerbeek, *et al.* 2001), efetividade de polimerização dos cimentos resinosos (Burrow, *et al.*, 1996, Mak, *et al.*, 2002, Asmussen & Peutzfeld, 2006, Arrais, *et al.*, 2007) e interação química e mecânica entre os sistemas adesivos, cimentos resinosos e a estrutura dental (Sanares, *et al.*, 2003, Tay, *et al.*, 2003b, Yang, *et al.*, 2006).

Neste estudo, o tratamento da dentina pela técnica “condicionar e lavar”, para efetivar a união entre os sistemas adesivos e os cimentos resinosos autopolimerizável (C&B Cement/All Bond 2) e *dual* (Rely X ARC/Single Bond 2) produziu diferentes valores médios de resistência da união, no período de 24 horas, com diferença estatisticamente significativa e superior para o cimento resinoso *dual* no modo fotoativado. A utilização da fotoativação aumentou a geração de radicais livres e foi a ação técnica decisiva para aumentar o grau de conversão do cimento resinoso *dual* Rely X ARC e, conseqüentemente, responsável pelo aumento de 50% no valor da resistência da união (Figura 5). Estes resultados confirmaram o estudo de Kumbuloglu, *et al.*, (2004) em relação ao grau de conversão que obteve o maior índice sob a ação da luz. Estes autores também relataram a presença do sistema de polimerização redox composto pelo peróxido de benzoila e amina terciária na composição do material. Quando apenas o sistema redox foi ativado no cimento resinoso *dual* Rely X ARC, a diferença estatística continuou significativa e superior quando comparada ao cimento resinoso autopolimerizável C&B Cement. Entretanto, no modo autopolimerizado o Rely X ARC apresentou uma redução de 25% na resistência da união, que

também foi estatisticamente significativa quando comparada com o modo fotoativado (Figura 5).

Algumas situações devem ser ponderadas para explicar a redução do valor no modo autopolimerização para os cimentos resinosos Rely X ARC e C&B Cement como o aprisionamento de bolhas de ar no meio da massa devido ao ato de mistura manual das duas pastas. Embora essas bolhas de ar possam reduzir a tensão gerada pela contração de polimerização (Alster, *et al.*, 1992) também podem funcionar como meio para concentração de tensão durante os esforços de tração e compressão que é responsável pela geração e propagação de trincas e, conseqüentemente, pela degradação do cimento (Pegoraro, *et al.*, 2007). Neste estudo, a análise das fotografias em MEV, pós-fratura, não mostrou a presença de bolhas nas regiões da união dos cimentos Rely X ARC e C&B Cement tanto no modo fotoativado como no modo autopolimerizável (Figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14). Uma outra situação passível de ter acontecido foi a provável interação do sistema peróxido-amina com o adesivo no cimento de polimerização *dual* e que produziu valores superiores para o Rely X ARC, ativado somente pelo sistema redox em relação ao cimento C&B Cement exclusivamente autopolimerizável. Isso pode ser indiretamente confirmado por Sharp, *et al.*, (2005) que demonstraram alto grau de conversão para o cimento resinoso Rely X ARC independente do modo de ativação. Da mesma forma, El-Badrawy & El-Mowafy (1995) já haviam demonstrado que cimentos resinosos autopolimerizáveis apresentam dureza 25% menor em relação àqueles de polimerização *dual*. Além disso, a redução dos valores de resistência da união entre a dentina e os cimentos *dual* e autopolimerizável, ambos ativados apenas pelo sistema redox iniciador-ativador, também pode estar relacionada com a menor concentração de peróxido de benzoila (iniciador) e amina terciária (ativador) que o fabricante estabelece para estender o tempo de trabalho do cimento resinoso e, assim, ser possível remover os excessos do material antes da autopolimerização, durante o procedimento clínico (Rueggeberg & Caughman, 1993). No entanto, a baixa concentração de iniciador-ativador pode ser semelhante para os dois tipos de cimentos resinosos.

Assim, a diferença nos valores provavelmente esteja na polimerização do adesivo após a aplicação na superfície da dentina.

Enquanto o sistema Rely X ARC usa o adesivo Single Bond 2, que após ser aplicado sobre a dentina, é imediatamente polimerizado, o sistema C&B Cement/All Bond 2 utiliza a aplicação do primer A e B misturados, seguido pela aplicação da resina pré-bond. Na seqüência, a pasta base e catalizadora do cimento são misturadas e aplicadas sobre a resina pré-bond. Nesse contato, a amina terciária contida na pasta catalizadora do cimento reage com o peróxido de benzoila presente na resina pré-bond para iniciar a reação de polimerização química entre o adesivo (primer A + B + resina pré-bond) e os componentes do cimento resinoso C&B Cement, para formar a região de união com a dentina. Neste estudo, a mistura do primer B (que contém os fotoiniciadores) com o primer A, depois de aplicados sobre a dentina, não foi fotoativada, seguindo a recomendação do fabricante nos casos de cimentação de pinos intra-radulares e segundo Swift *et al.*, 1998, esta foi a condição onde foram encontrados os maiores valores da resistência da união com a dentina. Isso foi feito para que ocorresse uma melhor mistura do adesivo formado pelos primer A e B com a resina pré-bond, composta por monômeros hidrófobos e o monômero BHT (inibidor de polimerização). Caso o adesivo fosse polimerizado haveria redução da quantidade de NTG-GMA contido no primer A e que também serve como acelerador da reação autopolimerizável (Swift *et al.*, 1998). Além disso, o monômero BHT ficaria sem função na mistura e livre para reagir com o cimento resinoso. Nesta condição, o BHT inibe parcialmente a reação de autopolimerização da resina para cimentação (Arrais, *et al.*, 2007) e que resultou em redução da resistência da união com a dentina em relação ao cimento resinoso Rely X ARC tanto no período de 24 horas e 30 dias.

Pelas características morfológicas da zona da união entre a dentina e adesivo, a camada híbrida formada pelo cimento resinoso *dual* Rely X ARC/Single Bond 2 apresentou um aspecto morfológico mais regular em que a matriz resinosa envolve as fibrilas colágenas aparentando uma característica densa e sem porosidades (Figura 17). Por outro lado, o cimento resinoso autopolimerizável C&B

Cement/All Bond 2 revelou uma camada híbrida com espessura irregular e mais porosa (Figura 18). Essas características também são confirmadas na observação do tipo de fratura. Houve uma predominância de fratura do tipo coesiva no cimento para o Rely X ARC/Single Bond 2 (Figuras 9, 10, 11, 13 e 14), enquanto que a fratura do tipo coesiva na camada híbrida foi predominante para o cimento C&B Cement/All Bond 2 (Figura 12). Isso evidenciou a zona mais frágil da base da camada híbrida em função de um menor grau de conversão dos monômeros.

O cimento resinoso Rely X Unicem possui um procedimento clínico de aplicação simplificado quando comparado aos cimentos resinosos Rely X ARC e C&B Cement. Também apresenta duas formas de reação de presa. A polimerização via radicais livres que pode ser iniciada pela exposição à luz visível ou por mecanismo de oxidação-redução. Existe ainda uma reação ácido-base entre os íons metálicos das partículas vítreas de flúor alumino silicato não silanizadas e o radical fosfato do metacrilato gerada pela água produzida durante a reação de neutralização do monômero fosfatado (3M ESPE, 2002).

Neste estudo, a resistência da união, no modo fotoativado do Rely X Unicem (Grupo I) apresentou valor médio inferior e estatisticamente diferente em relação ao Rely X ARC/Single 2 (Grupo II), no período de 24 horas. O valor numérico obtido nesse estudo foi maior que o valor relatado por De Munck, *et al.*, (2004). No entanto, se for comparado o diâmetro de 1,2mm, que é equivalente a $1,13\text{mm}^2$ de área e a forma cilíndrica do corpo-de-prova do trabalho de De Munck, *et al.*, (2004), com a área de $0,8\text{mm}^2$ e a forma quadrada dos espécimes trabalhados neste estudo, pode-se considerar como similares os valores obtidos em ambos os estudos. Al-Assaf, *et al.*, (2007) também avaliaram a resistência da união do Rely X Unicem com a dentina e relataram baixos valores. No entanto, estes autores utilizaram no método de tração uma área equivalente a $3,14\text{mm}^2$, praticamente seis vezes maior em relação aos valores do presente estudo. Assim, quando os valores das áreas são aplicados na equação matemática para o cálculo da resistência da união, os valores basicamente são equivalentes.

O cimento resinoso Rely X Unicem, no modo fotativado (Grupo I), também apresentou valor médio sem diferença estatística significativa quando comparado

com o Rely X ARC/ Single Bond 2 sem a ativação da luz visível (Grupo IV) e superior e com diferença estatística significativa ao ser comparado com o cimento autopolimerizável C&B Cement no tempo de armazenamento de 24 horas. Por outro lado, quando o Rely X Unicem foi ativado apenas pelo sistema de oxirredução, o valor médio da resistência da união foi inferior e estatisticamente diferente em relação aos demais cimentos, independente dos tempos de armazenamentos. Entretanto, na análise do tipo de fratura observou-se predominância do padrão coesivo no cimento. Isto indicou que o valor mensurado foi da resistência coesiva do material e não da região da união com a dentina. Dessa forma, o Rely X Unicem se manteve unido à dentina independente da irradiação com a luz visível, mas apresentou valores menores de resistência coesiva do material. Isto, provavelmente, está relacionado com grau de conversão dos monômeros. Tezvergil-mutluay, *et al.*, 2007, utilizando o método de análise por FTIR, demonstraram que os valores de grau de conversão obtidos pelo Rely X Unicem polimerizados, apenas pelo sistema químico de oxirredução, apresentaram redução entre 48 e 54% em relação à polimerização feita pela aplicação da luz visível. Basicamente, isso justifica a redução de 67% obtido nos valores resistência da união do Rely X Unicem com a dentina no tempo de 24 horas, quando ativada apenas pelo sistema de oxirredução e comparada com a forma de fotoativação, neste estudo. Nestas duas condições o tipo de fratura foi coesivo no material. Entretanto, quando o cimento foi fotoativado, a região de fratura mostrou uma morfologia com a matriz resinosa compactada e sem porosidades internas. O aspecto morfológico se apresentou irregular em função de relevos na superfície caracterizado pela presença das partículas inorgânicas envolvidas pelo polímero (Figuras 8C e 8D). Por outro lado, quando o cimento resinoso auto-adesivo não foi fotoativado, a aparência morfológica é de um cimento parcialmente polimerizado com áreas porosas localizadas no material (Figuras 15C e 15D).

Diferentemente dos cimentos resinosos Rely X ARC/Single Bond 2 e C&B Cement/All Bond 2, a avaliação morfológica por MEV da região da união dentina/cimento do Rely X Unicem não revelou a formação real de uma camada

híbrida. Entretanto, pode-se observar uma interação do cimento com a dentina na área de união (Figuras 16 A, B, C, D). Segundo Goracci, *et al.*, (2006) o cimento Rely X Unicem quando analisado por MEV apresentou uma melhor interação superficial revelando uma continuidade interfacial com a dentina, mas não houve formação de camada híbrida. De acordo com De Munck, *et al.*, (2004), em análise por TEM, o cimento auto-adesivo Rely X Unicem revelou uma região com interação superficial e irregular entre 0 e 2 μ m de espessura que corresponde à irregularidade da *smear layer*, produzida pelo desgaste da dentina durante a ação da ponta diamantada. No entanto, os autores descartaram a hipótese de que o mecanismo de união do Rely X Unicem seja similar àquele obtido com sistema autocondicionante.

A forma de união do cimento auto-adesivo Rely X Unicem com a dentina é iniciada pela ionização do ácido fosfórico metacrilato durante a mistura dos monômeros. A ionização é produzida pela água formada durante a quebra da molécula de hidróxido de cálcio, presente na composição do material, para liberar a radical hidroxila (OH), durante a reação do cimento ou nas situações *in vivo* quando a água é natural da dentina. Nessa condição, ocorrem à neutralização da acidez inicial do cimento em função do monômero éster do ácido fosfórico metacrilato e a liberação do grupo fosfato para reagir com o cálcio do dente e com os íons metálicos das partículas de flúor-alumino-silicato, não silanizadas, para formar uma união química primária com a estrutura do dente (fosfato de cálcio metacrilato) e outra igual com os íons estrôncio, cálcio, alumínio ou zircônio que compõem a partícula inorgânica. Dessa forma, o mecanismo de união é estabelecido pelo grupo fosfato metacrilato que dissolve parcialmente, incorpora a *smear layer* e se une à dentina. Ao mesmo tempo, a propriedade mecânica é constituída pelo polímero metacrilato unido às partículas de flúor-alumino-silicato.

Tem sido considerado que a armazenagem em água pode resultar em degradação hidrolítica dos componentes químicos dos cimentos resinosos na região da união. Em geral, a penetração da água na área de união pode ocorrer devido à incompleta penetração do adesivo na zona desmineralizada ou, ainda, pela insuficiente polimerização do adesivo (De Munck, 2005). Esse tipo de

influência não pode ser respondido com base nos resultados deste estudo. Na análise do cimento e da área de fratura, o aspecto morfológico se manteve semelhante para os diferentes cimentos resinosos, independente do modo de ativação, tanto para o período de 24 horas como em 30 dias de armazenagem em água. Além disso, a predominância do tipo de fratura não se alterou em função do período de armazenagem em água (Figura 7). Entretanto, os valores de resistência da união com a dentina apresentaram-se superiores e diferentes estatisticamente para os cimentos resinosos Rely X Unicem e Rely X ARC, ativados apenas pelo sistema oxi-redução, além do cimento autopolimerizável C&B Cement na comparação entre os períodos de 24 horas e 30 dias (Figura 4). Nesse sentido, pode-se considerar que o sistema ativador-iniciador contido nos sistemas de dupla ativação (*dual*) e de autopolimerização tem a reação química iniciada durante a mistura das pastas base e catalizadora e continua após as 24 horas iniciais. Burrow, *et al.*, (1996) já haviam demonstrado a necessidade em não submeter restaurações indiretas fixadas com cimentos autopolimerizáveis ou *dual*, cuja ativação tenha sido efetuada apenas pelo modo amina-peróxido, a esforços mastigatórios antes das primeiras 24 horas.

Neste estudo, a reação química de autopolimerização com o tempo aumentou em 25% e 32% a resistência da união com a dentina, respectivamente, para o cimento C&B Cement/All Bond 2 e Rely X ARC/Single Bond 2. Essa diferença percentual talvez esteja relacionada com a polimerização prévia do adesivo sobre a dentina para o caso do Rely X ARC/Single Bond 2. Entretanto, para cimentos resinosos *dual* que utilizam a combinação com os sistemas adesivos de frasco único, a cinética de polimerização parece ser mais complexa (Pegoraro, *et al.*, 2007). Alguns estudos têm indicado que a fotoativação do cimento *dual* interfere com o mecanismo de autopolimerização e pode comprometer a propriedade mecânica final do cimento (Velarde, *et al.*, 2005; Sharp, *et al.*, 2005; Pegoraro, *et al.*, 2007). Pelos resultados da resistência da união à dentina deste estudo, a fotoativação não interferiu no desenvolvimento da reação de autopolimerização do cimento *dual* Rely X ARC/Single Bond 2 (tabela 1), confirmando o trabalho de Sharp, *et al.*, (2005). Asmussen & Peutzfeldt (2006)

também relataram que o cimento Rely X ARC/Scotchbond 1 XT apresentou valores de resistência da união com a dentina equivalentes tanto para o modo fotoativado como autoativado. Isso também estabelece uma equivalência com os trabalhos prévios que indicam a utilização do sistema adesivo de três passos como opção na união com a dentina e com o cimento resinoso (Swift, *et al.*, 1998).

De certa forma, os resultados deste estudo contrariam alguns dados definidos a respeito dos sistemas adesivos de dois passos que são considerados menos efetivos na união com a dentina por causa da natureza ácida e hidrófila dos monômeros (De Munck, 2005). Resíduos dos monômeros ácidos permanecem na superfície do adesivo aplicado sobre a dentina devido à inibição pelo oxigênio e compete com o peróxido de benzoila pela amina terciária contida no cimento resinoso polimerizado pelo modo autoativado. O resultado da reação ácido-base formada é um sal mais água e que causa a incompatibilidade no processo químico de co-polimerização com o monômero do cimento resinoso (Sanares, *et al.*, 2001; Suh, *et al.*, 2003). Além disso, a condição hidrófila do adesivo proporciona uma membrana permeável que permite o fluxo de fluido através do adesivo após a polimerização e compromete a resistência da união com a dentina (Carvalho, *et al.*, 2004a). Essas duas situações não foram observadas nos resultados de resistência da união com a dentina do cimento resinoso Rely X ARC *dual*, que utilizou a técnica de dois passos e o adesivo Single Bond 2 e também nas fraturas da região da união, talvez pelo fato deste estudo ter sido conduzido *in vitro*, o problema da permeabilidade não foi evidenciado na zona de união com a dentina.

Além disso, mesmo quando o cimento resinoso foi ativado apenas pelo sistema redox, sem a exposição da luz, a interação adversa do adesivo com o cimento resinoso não foi observada. Alguns estudos prévios já haviam relatado desempenho semelhante do cimento Rely X ARC/Scotchbond 1 XT, tanto no modo foto como autoativado (Asmussen & Peutzfeldt, 2006). Assim, pode-se especular com fato do adesivo Single Bond 2 conter 10%, em peso, de sílica com tamanho de 5nm e formar uma camada uniforme e contínua, após ser polimerizado. O conteúdo de partículas de sílica aumenta a viscosidade do adesivo e o nível de inibição pelo oxigênio atmosférico é reduzido na superfície do

adesivo. Assim, quando o cimento resinoso é aplicado na superfície do adesivo recém-polimerizado, uma rede de radicais livres do cimento resinoso difunde-se no monômero remanescente na superfície do adesivo e potencializa o grau de conversão dos monômeros nessa região de contato durante a fotoativação.

Para o cimento auto-adesivo Rely X Unicem, ativado somente pela oxirredução, o valor da resistência da união aumentou em 37% no período compreendido entre 24 horas e 30 dias. Essa diferença estatisticamente significativa demonstrou que a reação química por oxirredução foi efetiva em parte, porque não se equivale aos valores da resistência da união obtidos quando a luz foi aplicada. Além disso, o desenvolvimento da reação também requer mais tempo para melhorar o grau de conversão. Assim, na comparação entre 24 horas e 30 dias, o Rely X Unicem apresentou um aumento de 37% nos valores de resistência da união que foi maior do que o aumento ocorrido para o cimento resinoso *dual* Rely X ARC/Single Bond 2 (Grupo IV-32%) e autopolimerizável C&B Cement/All Bond 2 (Grupo III – 25%). Mesmo assim, nessa condição, o valor de resistência da união ficou 50% menor em relação ao valor obtido com a aplicação da luz visível. Assim, embora a propriedade mecânica não possa ser comparada lineamente com o grau de conversão, de acordo com Kumbuloglu, *et al.*, (2004), pode-se especular que redução entre 48 e 54% do grau de conversão relatada por Tezvergil-mutluay, *et al.*, 2007, é comparável à redução de 50% na propriedade mecânica obtida neste estudo. Entretanto, os ensaios desenvolvidos foram efetuados à temperatura ambiente e, isso talvez seja uma limitação neste estudo. Sob condições clínicas ou sob temperatura de 37°C, podem-se esperar propriedades mecânicas superiores.

Dessa forma, a hipótese foi parcialmente rejeitada. A resistência da união com a dentina foi diferente para os cimentos resinosos *dual*, autopolimerizável e auto-adesivo nos períodos de 24 horas e 30 dias na condição autoativados. Os resultados mostraram que os cimentos resinosos com diferentes formulações e técnicas de aplicação produzem zonas de união morfológicamente diferentes e independentes da irradiação pela luz visível. Essas diferenças podem antecipar

variações no desempenho clínico dos materiais resinosos indicados para cimentação de próteses unitárias e múltiplas.

7 – CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia aplicada neste estudo pode-se concluir que:

1. Todos os cimentos resinosos apresentaram no período de armazenamento de 30 dias maiores valores da resistência da união com diferenças estatisticamente significantes em relação ao período de armazenamento de 24 horas, no modo de autoativação.
2. Os cimentos resinosos no modo fotoativado no período de armazenamento de 24 horas apresentaram maiores valores da resistência da união com diferenças estatisticamente significantes quando comparado com o modo de autoativação.
3. A comparação entre os modos de polimerização, no período de armazenamento de 30 dias, revelou maiores valores da resistência da união para o cimento Rely X ARC com diferenças estatisticamente significantes em relação aos demais cimentos resinosos, independente do modo de ativação.
4. A análise dos padrões de fratura para o cimento auto-adesivo Rely X Unicem revelou a predominância de fraturas coesivas no cimento nos tempos de 24 horas e 30 dias, em ambos os modos de polimerização. O cimento *dual* Rely X ARC, com fotoativação, apresentou fratura mista, sendo esta coesiva no cimento, na camada híbrida e no adesivo para o tempo de armazenamento de 24 horas e fratura coesiva no cimento para o tempo de armazenamento de 30 dias. Para o modo sem fotoativação o cimento *dual* Rely X ARC apresentou maiores índices de fraturas mistas, sendo coesiva no cimento, na camada híbrida e no adesivo para os tempos de armazenamento de 24 horas e de 30 dias. O cimento autopolimerizável C&B Cement apresentou a maior incidência de fratura coesiva na camada híbrida para os tempos de armazenamento de 24 horas e de 30 dias.

5. As análises morfológicas das áreas da união revelaram para o cimento auto-adesivo Rely X Unicem uma interação entre a dentina e o material resinoso com a presença de uma interface contínua, mas sem a formação de uma zona de hibridização. Para os cimentos resinosos *dual* Rely X ARC e autopolimerizável C&B Cement ocorreu a formação da camada híbrida com pequenas diferenças morfológicas.

REFERÊNCIAS *

- 3M ESPE. Technical data sheet: Espertise Rely X Unicem 2002.
- Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. *Dent Mater.* 2007; 23(7): 829-39.
- Alster D, Feilzer AJ, De Gee AJ, Mol A, Davidson CL. The dependence of shrinkage stress reduction on porosity concentration in thin resin layers. *J Dent Res.* 1992; 71(9): 1619-22
- Anusavice KJ. *Materiais dentários*. 11ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
- Arrais CA, Giannini M, Rueggeberg FA, Pashley DH. Effect of curing mode on microtensile bond strength to dentin of two dual-cured adhesive systems in combination with resin luting cements for indirect restorations. *Oper Dent.* 2007; 32(1): 37-44.
- Asmussen E, Peutzfeldt A. Bonding of dual-curing resin cements to dentin. *J Adhes Dent.* 2006; 8(5): 299-304
- Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent.* 2003; 89(2): 127-34.
- Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil.* 2002; 29(3): 257-62.
- Brudevold F, Buonocore M, Wileman W. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *J Dent Res.* 1956; 35(6): 846-51.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955; 34(6): 849-53.
- Burrow MF, Nikaido T, Satoh M, Tagami J. Early bonding of resin cements to dentin--effect of bonding environment. *Oper Dent.* 1996; 21(5): 196-202.
- 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.* 2004a; 32(1): 55-65.
- * De acordo com a norma da UNICAMP/FOP baseado na norma do International Committee of Medical Journal Editors-Grupo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Carvalho RM, Carrilho MRO, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquesini Jr L, Silva SMA. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. *Biodonto* 2004b; 2(1): 9-85.

Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Oper Dent*. 2003; 28(6): 747-55.

De Goes MF, Pachane GC, Garcia-Godoy F. Resin bond strength with different methods to remove excess water from the dentin. *Am J Dent*. 1997; 10(6): 298-301.

De Goes MF. Cimentos resinosos. *In*: Baratieri LN & Chain M. Restaurações estéticas com resina composta em dentes posteriores. São Paulo: Artes Médicas, 1998. v.12. p.169-76.

De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater*. 2004; 20(10): 963-71.

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M *et al*. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005; 84(2): 118-32.

El-Badrawy WA, El-Mowafy OM. Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent*. 1995; 73(6): 515-24.

Frankenberger R, Sindel J, Kramer N, Petschelt A. Dentin bond strength and marginal adaptation: direct composite resins vs ceramic inlays. *Oper Dent*. 1999; 24(3): 147-55.

Furukawa K, Inai N, Tagami J. The effects of luting resin bond to dentin on the strength of dentin supported by indirect resin composite. *Dent Mater*. 2002; 18(2): 136-42.

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

Gerth HU, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites--a comparative study. *Dent Mater*. 2006; 22(10): 934-41.

Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent*. 2006; 8(5): 327-35.

Hasanreisoglu U, Sonmez H, Uctasli S, Wilson HJ. Microleakage of direct and indirect inlay/onlay systems. *J Oral Rehabil.* 1996; 23(1): 66-71.

Hasegawa EA, Boyer DB, Chan DC. Hardening of dual-cured cements using composite resin inlays. *J Prosthet Dent.* 1991; 66(2): 187-92

Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T *et al.* Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2007; 23(1): 71-80.

James DF, Yarovesky U. An esthetic inlay technique for posterior teeth. *Quintessence Int Dent.* 1983; 14(7): 725-31.

Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. *Int J Prosthodont.* 2004; 17(3): 357-63.

Leinfelder KF. New developments in resin restorative systems. *J Am Dent Assoc.* 1997; 128(5): 573-81.

Mak YF, Lai SC, Cheung GS, Chan AW, 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.

Milleding P. Microleakage of indirect composite inlays. An in vitro comparison with the direct technique. *Acta Odontol Scand.* 1992; 50(5): 295-301.

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

Nakabayashi N, Pashley D. Hybridization of dental hard tissues. Tokyo: Quintessence Publishing; 1998.

Pacheco JFM, Goes MF. Influência do tratamento superficial na resistência à tração da colagem do Artglass. *Rev. ABO Nacional* 2000/2001; 8(6): 337-42.

Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater.* 1995; 11(2): 117-25.

Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y *et al.* The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent.* 1999; 1(4): 299-309.

Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am.* 2007; 51(2): 453-71.

Pereira GD, Paulillo LA, De Goes MF, Dias CT. How wet should dentin be? Comparison of methods to remove excess water during moist bonding. *J Adhes Dent.* 2001; 3(3): 257-64.

Peutzfeldt A. Indirect resin and ceramic systems. *Oper. Dent.* 2001; Suplement. (6): 153-76.

Reis A, Loguercio AD, Carvalho RM, Grande RH. Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. *Dent Mater.* 2004; 20(7): 669-76.

Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 1998; 80(3): 280-301.

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

Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater.* 2001; 17(6): 542-56.

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.

Salz U, Duarte Jr S, Zimmermann J, Lopes MM, Perdigão J. Bond strengths of self-cured, self-etching resin cements. *In: IADR/AADR/CADR, 82nd. March, 2004. Hawaii, [Abstract 3179].*

Sharp LJ, Yin R, Kang, WH, Suh BI. Comparison of curing of resin cements. *In: IADR/AADR/CADR, 83nd. March, 2005. Baltimore, [Abstract 60685].*

Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Mechanical properties of light-cured composites polymerized with several additional post-curing methods. *Oper Dent.* 2005; 30(3): 389-94.

Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *J Adhes Dent.* 2003; 5(4): 267-82.

Swift EJ Jr, May KN Jr, Wilder AD Jr. Effect of polymerization mode on bond strengths of resin adhesive/cement systems. *J Prosthodont.* 1998; 7(4): 256-60.

Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent.* 2003a; 5(1): 27-40.

Tay FR, Suh BI, Pashley DH, Prati C, Chuang SF, Li F. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive. *J Adhes Dent*. 2003b; 5(2): 91-105.

Tezvergil-mutluay A, Lippo VJ, Lassila LV, Vallittu PK. Degree of conversion of dual-cure luting resins light-polymerized through various materials. *Acta Odontol Scand*. 2007; 65(4):201-5.

Touati B, Aidan N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. *J Esthet Dent*. 1997; 9(3): 108-18.

Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res*. 1992a; 71(8): 1530-40.

Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent*. 1992b; Supplement. (5): 111-24.

Van Meerbeek *et al*. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent*. 2001; Supplement. (6): 119-44.

Valandro LF, Pelogia F, Galhano G, Bottino MA, Mallmann A. Surface conditioning of a composite used for inlay/onlay restorations: Effect on μ TBS to resin cement. *J Adhes Dent*. 2007; 9(6): 495-98.

Velarde ME, Miller MB, Marino KL, Diaz CP, Iglesias IR, Olivares G. Hardeness of dual-cure resin cements using three polymerization methods. *In: IADR/AADR/CADR, 83nd. March, 2005. Baltimore, [Abstract 61904]*.

Vieira DF. *Cimentação incrustações, coroas e prótese fixas*. São Paulo: Sarvier; 1976.

Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater*. 2006; 22(1): 45-56.

Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, Vanherle G, Wakasa K. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res*. 2000; 79(2): 709-14.

ANEXOS

Tabela 2: Resultados da resistência da união em MPa após o teste de microtração para o grupo I (Rely X Unicem – com fotoativação) no tempo de 24 horas.

24 horas				
Rely X – Unicem - Com Fotoativação				
Grupo I	X(mm)	Y (mm)	Valor (Kgf)	Valor MPa
1	0,90	0,92	3,287	38,984
2	0,97	0,95	3,029	32,279
3	0,96	0,94	2,365	25,736
4	0,94	0,94	2,997	33,308
5	0,95	0,97	4,247	45,258
6	0,94	0,93	2,616	29,386
7	0,99	1,01	2,813	27,626
8	0,95	0,94	3,510	38,598
9	0,96	0,94	1,936	21,068
10	0,94	0,98	3,231	34,442
11	0,95	0,94	1,428	15,703
12	0,96	0,99	2,804	28,972
13	0,97	0,96	3,087	32,554
14	0,97	0,94	2,695	29,025
15	0,94	0,95	3,329	36,608
Média	0,953	0,953	2,892	31,303
DP	0,021	0,024	0,666	7,360

Tabela 3: Resultados da resistência da união em MPa após o teste de microtração para o grupo II (Rely X ARC/Single Bond 2 – com fotoativação) no tempo de 24 horas.

24 horas				
Rely X ARC/Single Bond 2 – Com Fotoativação				
Grupo II	X(mm)	Y (mm)	Valor (Kgf)	Valor MPa
1	0,95	0,94	2,585	28,426
2	0,97	0,97	2,694	28,117
3	0,98	0,96	3,660	38,203
4	1,00	0,97	4,854	49,140
5	0,99	0,99	3,680	36,871
6	0,95	0,96	3,527	37,977
7	0,96	0,94	3,715	40,427
8	0,97	0,99	4,670	47,755
9	0,96	0,99	4,554	47,054
10	1,00	0,98	5,109	51,194
11	0,98	1,00	1,961	19,650
12	0,99	0,97	4,723	48,297
13	0,96	0,98	4,762	49,705
14	0,97	0,99	4,633	47,377
15	0,99	0,97	4,160	42,540
Média	0,975	0,973	3,952	40,849
DP	0,017	0,018	0,949	9,405

Tabela 4: Resultados da resistência da união em MPa após o teste de microtração para o grupo III (C&B Cement/All Bond 2) no tempo de 24 horas.

24 horas		C&B Cement/All Bond 2		
Grupo III	X(mm)	Y (mm)	Valor (Kgf)	Valor MPa
1	0,98	0,97	1,789	18,481
2	0,99	1,00	1,709	16,952
3	0,97	0,99	1,400	14,316
4	0,94	1,02	1,768	18,108
5	0,96	0,99	1,922	19,859
6	0,97	0,98	2,627	27,138
7	0,94	0,97	2,498	26,903
8	1,02	1,02	1,934	18,254
9	1,01	0,99	1,566	15,380
10	0,96	0,97	1,876	19,783
11	0,95	0,97	1,733	18,468
12	0,95	0,98	1,745	18,406
13	0,95	1,00	2,396	24,767
14	0,99	1,00	1,789	17,745
15	0,95	1,00	1,721	17,790
Média	0,969	0,990	1,898	19,490
DP	0,025	0,017	0,344	3,819

Tabela 5: Resultados da resistência da união em MPa após o teste de microtração para o grupo IV (Rely X ARC/Single Bond 2 – sem fotoativação) no tempo de 24 horas.

24horas		Rely X ARC/Single Bond 2 - Sem Fotoativação		
Grupo IV	X(mm)	Y (mm)	Valor (Kgf)	Valor MPa
1	0,99	1,00	2,491	24,709
2	0,91	0,89	3,497	42,401
3	0,91	0,93	2,726	31,631
4	0,99	0,98	4,162	42,126
5	0,93	0,97	3,965	43,162
6	0,93	0,94	2,969	33,351
7	0,95	0,93	2,952	32,811
8	0,90	1,03	1,681	17,807
9	0,94	0,97	2,211	23,812
10	0,95	1,03	3,658	36,711
11	1,00	1,00	3,103	30,471
12	0,92	0,92	1,417	16,440
13	0,95	0,93	2,572	28,587
14	0,90	1,18	3,142	29,053
15	0,92	0,93	2,868	32,917
Média	0,939	0,975	2,894	31,066
DP	0,033	0,070	0,767	8,169

Tabela 6: Resultados da resistência da união em MPa após o teste de microtração para o grupo V (Rely X Unicem – sem fotoativação) no tempo de 24 horas.

24 Horas		Rely X-Unicem - Sem Fotoativação		
Grupo V	X(mm)	Y (mm)	Valor (Kgf)	Valor MPa
1	0,95	0,90	0,7168	8,233
2	0,90	0,89	0,5839	7,158
3	0,83	0,86	0,7141	9,824
4	0,88	0,89	0,5423	6,800
5	0,87	0,93	0,7033	8,536
6	0,85	0,88	0,7799	10,239
7	0,86	0,84	0,8886	12,079
8	0,86	0,85	0,8295	11,143
9	0,87	0,85	0,6040	8,021
10	0,86	0,83	0,7007	9,640
11	0,84	0,86	0,6295	8,557
12	0,85	0,88	0,9503	12,476
13	0,85	0,85	0,8295	11,274
14	0,86	0,84	1,1320	15,388
15	0,85	0,92	1,1730	14,730
Média	0,865	0,871	0,785	10,273
DP	0,029	0,030	0,188	2,584

Tabela 7: Resultados da resistência da união em MPa após o teste de microtração para o grupo I (Rely X Unicem – com fotoativação) no tempo de 30 dias.

30 dias		Rely X – Unicem Com Fotoativação		
Grupo I	X(mm)	Y (mm)	Valor (Kgf)	Valor MPa
1	0,90	0,92	2,091	24,799
2	0,90	0,88	2,016	24,996
3	0,93	0,89	2,670	31,677
4	0,91	0,89	2,003	24,286
5	0,92	0,93	3,170	36,383
6	0,91	0,90	2,609	31,283
7	0,89	0,90	1,945	23,845
8	0,93	0,94	2,984	33,520
9	0,89	0,93	1,605	19,042
10	0,88	0,88	2,593	32,881
11	0,89	0,91	2,741	33,234
12	0,90	0,93	2,781	32,628
13	0,90	0,92	3,424	40,608
14	0,91	0,90	1,341	16,079
15	0,90	0,90	1,534	18,597
Média	0,904	0,908	2,367	28,257
DP	0,015	0,019	0,626	7,155

Tabela 8: Resultados da resistência da união em MPa após o teste de microtração para o grupo II (Rely X ARC/Single Bond 2 – com fotoativação) no tempo de 30 dias.

30 dias		Rely X ARC/Single Bond 2 – Com Fotoativação		
Grupo II	X(mm)	Y (mm)	Valor (Kgf)	ValorMPa
1	0,98	1,00	4,353	43,619
2	0,98	1,00	2,733	27,386
3	1,00	0,97	4,212	42,641
4	0,96	0,97	4,127	43,521
5	0,94	0,97	4,262	45,901
6	0,99	0,97	3,168	32,396
7	0,93	0,92	4,239	48,652
8	0,92	0,93	4,126	47,355
9	0,97	0,95	3,285	35,007
10	0,94	0,94	5,517	61,314
11	0,93	0,93	3,804	43,190
12	0,93	0,95	4,778	53,107
13	0,92	0,92	4,279	49,645
14	0,93	0,91	4,327	50,208
15	0,96	0,91	3,511	39,467
Média	0,952	0,949	4,048	44,227
DP	0,027	0,030	0,680	8,468

Tabela 9: Resultados da resistência da união em MPa após o teste de microtração para o grupo III (C&B Cement/All Bond 2) no tempo de 30 dias.

30 dias		C&B Cement/All Bond 2		
Grupo III	X(mm)	Y (mm)	Valor (Kgf)	ValorMPa
1	0,94	1,02	2,,299	23,546
2	0,98	1,00	2,914	29,199
3	0,93	0,96	2,272	24,990
4	0,97	0,95	2,412	25,704
5	0,98	1,00	2,133	21,374
6	0,94	0,95	2,007	22,070
7	0,94	1,03	1,687	17,110
8	0,94	0,95	1,302	14,318
9	0,96	0,94	2,608	28,380
10	0,92	0,93	2,157	24,757
11	0,93	0,93	2,805	31,848
12	0,96	0,94	2,282	24,833
13	0,95	0,95	2,062	22,436
14	0,97	0,97	2,165	22,596
15	0,94	0,94	3,094	34,386
Média	0,950	0,964	2,280	24,503
DP	0,019	0,033	0,459	5,165

Tabela 10: Resultados da resistência da união em MPa após o teste de microtração para o grupo IV (Rely X ARC/Single Bond 2 – sem fotoativação) no tempo de 30 dias.

30 dias		Rely X ARC + Single Bond 2 - Sem Fotoativação			
Grupo IV		X(mm)	Y (mm)	Valor (Kgf)	Valor MPa
	1	0,91	0,85	4,174	52,991
	2	0,86	0,87	4,411	57,894
	3	0,86	0,87	4,451	58,419
	4	0,88	0,92	4,366	52,957
	5	0,87	0,90	3,471	43,532
	6	0,87	0,90	2,682	33,636
	7	0,91	0,91	3,263	38,694
	8	0,89	0,85	3,878	50,340
	9	0,92	0,88	1,426	17,297
	10	0,86	0,92	3,368	41,802
	11	0,88	0,88	2,479	31,436
	12	0,91	0,89	2,862	34,702
	13	0,90	0,94	3,736	43,366
	14	0,89	0,95	3,000	34,843
	15	0,86	0,92	2,154	26,734
Média		0,885	0,897	3,315	41,243
DP		0,021	0,030	0,894	11,858

Tabela 11: Resultados da resistência da união em MPa após o teste de microtração para o grupo V (Rely X-Unicem – sem fotoativação) no tempo de 30 dias.

30 dias		Rely X-Unicem - Dentina úmida – Sem Fotoativação			
Grupo V		X(mm)	Y (mm)	Valor (Kgf)	Valor MPa
	1	0,80	0,81	0,674	10,211
	2	0,82	0,80	0,709	10,609
	3	0,82	0,82	1,298	18,957
	4	0,85	0,84	0,651	8,954
	5	0,82	0,85	1,380	19,443
	6	0,82	0,81	1,149	16,988
	7	0,86	0,89	0,859	11,021
	8	0,84	0,83	1,094	15,409
	9	0,83	0,86	1,153	15,862
	10	0,82	0,84	1,200	17,108
	11	0,83	0,84	1,319	18,578
	12	0,84	0,83	0,715	10,076
	13	0,80	0,82	0,902	13,503
	14	0,82	0,83	0,801	11,562
	15	0,81	0,84	0,882	12,728
Média		0,825	0,834	0,986	14,067
DP		0,017	0,022	0,254	3,611

Tabela 12: Resultados do teste-t pareado – Comparação entre os tempos de armazenamento para cada grupo experimental.

GRUPO	Comparação	Média	n	Desvio-padrão	Valor-p
I	24 horas	31,303	15	7,360	0,230
	30 dias	28,257	15	7,155	
II	24 horas	40,849	15	9,405	0,168
	30 dias	44,227	15	8,467	
III	24 horas	19,490	15	3,819	0,024
	30 dias	24,503	15	5,165	
IV	24 horas	31,066	15	8,169	0,006
	30 dias	41,243	15	11,858	
V	24 horas	10,273	15	2,584	0,008
	30 dias	14,067	15	3,611	

Tabela 13: Análise de Variância para o fator Grupo – 24 horas

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	Valor-p
Grupo	3,315	4	0,829	68,720	0,000
Erro	0,844	70	0,012		

Tabela 14: Análise de Variância para o fator Grupo – 30 dias

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	Valor-p
Grupo	2,404	4	0,601	46,839	0,000
Erro	0,898	70	0,013		

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



CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "Avaliação da resistência de união em restaurações indiretas de resina composta laboratorial fixada em dentina utilizando cimentos resinosos dual e quimicamente ativados", protocolo nº 050/2006, dos pesquisadores **RICARDO RODRIGUES VAZ** e **MARIO FERNANDO DE GOES**, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 05/06/2006.

The Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that project "**Bond strength evaluation of laboratory indirect resin composite restoration fixed in dentine using dual and chemically activated cements**", register number 050/2006, of **RICARDO RODRIGUES VAZ** and **MARIO FERNANDO DE GOES**, comply with the recommendations of the National Health Council – Ministry of Health of Brazil for researching in human subjects and was approved by this committee at 05/06/2006.


Profa. Cecília Gatti Guirado
Secretária
CEP/FOP/UNICAMP


Prof. Jacks Jorge Júnior
Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.