

RENATA CAMILA BRUSCHI ALONSO  
Cirurgiã-Dentista

**COLAGEM DE FRAGMENTOS EM DENTES  
ANTERIORES FRATURADOS: EFEITO DE  
MATERIAIS E TÉCNICAS NA RESISTÊNCIA  
AO IMPACTO**

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

**Orientador:** Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho

**Piracicaba**

-2007-

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

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

AL72c

Alonso, Renata Camila Bruschi.

Colagem de fragmentos em dentes anteriores fraturados: efeito de materiais e técnicas na resistência ao impacto. / Renata Camila Bruschi Alonso. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2007.

Orientador: Lourenço Correr Sobrinho.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Materiais dentários. 2. Dentes. 3. Fraturas dos dentes. 4. Colagem dentária. 5. Adesivos dentários. I. Correr Sobrinho, Lourenço. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em Inglês: Reattachment of fragments in fractured anterior teeth: effect of materials and techniques on impact strength

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Dental materials. 2. Tooth. 3. Tooth fractures. 4. Dental bonding. 5. Dental adhesives

Área de Concentração: Materiais Dentários

Titulação: Mestre em Materiais Dentários

Banca Examinadora: Lourenço Correr Sobrinho, Paulo Henrique dos Santos, Simonides Consani

Data da Defesa: 14-02-2007

Programa de Pós-Graduação: Materiais Dentários



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, em sessão pública realizada em 14 de Fevereiro de 2007, considerou a candidata RENATA CAMILA BRUSCHI ALONSO aprovada.

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

---

PROF. DR. LOURENÇO CORRER SOBRINHO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Paulo Henrique".

---

PROF. DR. PAULO HENRIQUE DOS SANTOS

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

---

PROF. DR. SIMONIDES CONSANI

## *Dedicatória*

*Dedico este trabalho a Deus por, nessa vida, me proporcionar  
inspiração e garra necessárias para transformar os momentos  
difíceis vividos em grandes aprendizados, iluminando meu  
caminho e sendo fundamental para a permanência da fé, que age  
em mim como combustível. para a vida.*

*Dedico este trabalho aos meus pais Jaime e Neide, que sempre  
estiveram ao meu lado, e que inúmeras vezes renunciaram seus  
próprios momentos para dar atenção ao meu caminho, me servindo  
como alicerce a cada etapa da minha vida.. Responsáveis pela minha  
cura, através dos conselhos dados e atitudes tomadas mesmo sem o  
meu consentimento. Agradeço pela exaustiva participação em minha  
vida nos momentos que mais precisei.  
A eles, meu eterno amor e gratidão.*

*Agradeço ao meu namorado Thiago, pelo amor e paciência, por entender a ausência que se fez necessária inúmeras vezes, por estar sempre presente em minha vida de um modo amável e carinhoso, participando de um modo incansável na construção de uma nova vida ao meu lado, mesmo quando os momentos difíceis se aproximaram de nós.*

*Agradeço por sempre ter dado força e incentivo para conclusão deste trabalho*

*Agradeço à toda minha família, em especial ao meu querido irmão Jaime por me servir como exemplo de mudança pessoal se mostrando uma pessoa amigável e carinhosa depois de tantas guerras..Agradeço ainda à, minha cunhada Márcia, aos meus tios Eliana e Mário, tia Nenê, Zé e Sônia, Neusa, aos meus primos Fabrício, Vanessa, Marco Túlio, Neto, Guilherme, Bia, Bruna, Vitor e Carol pelos momentos compartilhados e pelos conselhos fornecidos.*

*Agradeço ainda a algumas pessoas amigas : Sônia, D. Luísa, Maria que através de suas experiências de vida me auxiliaram com grandes conselhos.*

## *Agradecimentos Especiais*

Ao Prof. Doutor Lourenço Correr Sobrinho, Professor Titular da Área Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, que muito contribuiu para meu crescimento profissional e pessoal, com empenho e dedicação na orientação deste trabalho. Agradeço pelo exemplo de dignidade, pela colaboração e extensiva motivação que sempre a mim dedicou, mesmo nos momentos mais difíceis ...

A minha irmã Roberta Caroline Bruschi Alonso, pelo exemplo de profissionalismo, se mostrando sempre disponível para a confecção deste trabalho, dando-me conselhos e puxões de orelha que muito me engrandeceram. Agradeço muito por tudo que me fez até hoje, jamais esquecerei a ajuda prestada na conclusão deste trabalho. Levo comigo o exemplo de dedicação e competência da irmã mais velha.

## *Agradecimentos*

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, nas pessoas do seu diretor Prof. Dr Francisco Haiter Neto e do diretor associado Prof. Dr. Marcelo de Castro Meneghin pelo Curso de Pós-Graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo e suporte financeiro, possibilitando a realização do Curso de Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. Simonides Consani, pesquisador exemplar, sabedoria singular, pela seriedade, amabilidade e ensinamentos passados durante o curso de Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. Mário Fernando de Goes, minha grande admiração pela competência científica, pela experiência e conhecimentos transmitidos durante as aulas.

Ao Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti, pela colaboração e extensiva motivação que sempre a nós dedicou, assim como pelos conhecimentos transmitidos durante o Curso de Pós- Graduação.

À Profa. Dra. Regina Maria Puppim Rontani pela disponibilidade e constante colaboração para minha formação científica durante o Curso de Pós-Graduação e pela participação na banca de Qualificação

Ao Professores Dr. Rafael Consani e Dr. João Sarmento Pereira Neto pela presença na banca de Qualificação, cujas considerações foram de grande importância para o enriquecimento científico desse trabalho.

À amiga Gisele Maria Correr, pela exaustiva participação na elaboração deste trabalho.

Ao engenheiro Marcos Blanco Cangiani, técnico especializado da Área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, verdadeiro exemplo de trabalho e dedicação, pela prestatividade e ajuda fundamental durante a confecção deste trabalho.

À Sra. Selma A. Barbosa Segalla, secretária da Área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela simpatia e por todo o auxílio prestado no decorrer do curso.

Ao amigo Sergio Tellaroli, pela amizade e pelo prestativo auxílio na correção do Abstract.

Aos demais colegas de Pós-Graduação: Rafael, Alberto, Alberth, Luciano, Willian, Paula, Sandrine, Flávia, Michele, Suzana, Andréia, pela amizade, convívio e conhecimentos trocados durante o curso.

A todos que indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar *in vitro* o efeito de diferentes materiais e técnicas de colagem de fragmentos na resistência ao impacto de dentes anteriores, comparando-a com a resistência à fratura dos dentes hígidos. Para isso, foram selecionados 90 incisivos inferiores bovinos recém-extraídos, com dimensões da coroa de aproximadamente 15 mm de largura méso-distal e 25 mm de comprimento incisivo-cervical. Para a obtenção de fragmentos padronizados, foi realizada secção da coroa de 80 dentes a 12 mm da borda incisal com o uso de disco diamantado em cortadeira Isomet 1000. Remanescentes dentais e fragmentos foram submetidos ao ultrassom em banho de água por 2 horas para remoção da *smear layer*. Em seguida, os dentes foram embutidos em tubos de PVC com resina acrílica, e o ligamento periodontal foi simulado com poliéter (Impregum Soft). Os dentes seccionados foram distribuídos em 8 grupos (n=10), segundo os materiais e a técnica de colagem de fragmento: G1 - Colagem Direta (CD) + Single Bond (SB) + Filtek Z350 Flow (FF); G2 - CD + Clearfil SE Bond (CSE) + FF; G3 - CD + SB + Rely X CRA (RX); G4 - CD + CSE + RX; G5 - Chanfro Circunferencial (CC) + SB + FF; G6 - CC + CSE + FF; G7 - CC + SB + RX; G8 - CC + CSE + RX. O chanfro circunferencial foi confeccionado após o reposicionamento do fragmento utilizando ponta diamantada esférica (#1016) e, em seguida, restaurado com compósito Filtek Z250 (A3). Todos os materiais foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. Dez dentes foram mantidos hígidos para compor o grupo controle. Em seguida, as amostras foram armazenadas em água deionizada a 37°C, durante 24h e submetidas a acabamento e polimento utilizando pontas diamantadas (#3195 F/FF) e sistema Sof-Lex. Para análise da resistência ao impacto, as amostras foram posicionadas em uma máquina universal de testes mecânicos (Instron) de modo que uma carga compressiva foi aplicada na face vestibular a 2 mm do bordo incisal com velocidade de 500 mm/min até a fratura da amostra. Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância e as médias comparadas pelo teste de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch a 5% de significância. Os resultados obtidos, em Kgf, foram, em ordem decrescente: G controle - 64,8; G7 - 43,36; G5 - 37,82; G6 - 37,44; G8 - 26,68; G1 - 26,48; G3 - 23,59; G4 - 17,55; G2 - 12,42. A técnica de colagem utilizando Chanfro Circunferencial foi

significativamente superior à técnica de Colagem Direta. A utilização do sistema adesivo de condicionamento ácido total Single Bond promoveu aumento significativo na resistência ao impacto quando comparado ao sistema autocondicionante Clearfil SE Bond. Não houve diferença significativa entre os agentes cimentantes Rely X e Filtek Z350 Flow. Nenhuma técnica ou material considerado individualmente foi capaz de devolver ao dente restaurado a resistência mecânica do dente hígido. Somente a associação entre técnica de colagem com Chanfro Circunferencial e sistema de união Single Bond foi capaz de devolver ao dente restaurado a resistência mecânica do dente hígido.

**Palavras-chave:** Colagem de fragmentos, resistência ao impacto, dentes anteriores, sistemas de união.

## ABSTRACT

The objective of this *in vitro* study was to evaluate the effect of different materials and reattachment techniques on the resistance to impact of anterior teeth and also to compare the resistance to fracture shown by both, sound and restored anterior teeth, considering the different reattachment techniques used. Ninety fresh bovine incisors with crown dimensions of approximately 15 mm of mesiodistal width and 25 mm of incisocervical length were selected. In order to obtain standardized fragments, 80 crowns was sectioned 12 mm from the incisal edge by means of a diamond saw in an ISOMET 1000 machine. Dental remnants and incisal fragments were submitted to ultrasonic bath for 2 hours, so as to remove smear layer. After the teeth were mounted in PVC rings and embedded in acrylic resin, the periodontal tissue was simulated using polyether (Impregum Soft). The sectioned teeth were distributed in 8 groups (n=10) according to material and reattachment technique: G1 – Direct bonding (DB) + Single Bond (SB) + Filtek Z350 Flow (FF); G2 – DB + Clearfil SE Bond (CSE) + FF; G3 – DB + SB + Rely X CRA (RX); G4 – DB + CSE + RX; G5 – Circumferential Chamfer (CC) + SB + FF; G6 – CC + CSE + FF; G7 – CC + SB + RX; G8 – CC + CSE + RX. The circumferential chamfer was prepared after the bonding of the fragment by means of a spherical diamond point (# 1016). The chamfer was filled with the restorative composite Filtek Z250 (A3). All materials were applied according to the manufacturers' instructions. Ten sound teeth were used as control group. The embedded specimens were stored for 24 hours in deionized water at 37°C and then submitted to finishing and polishing procedures using diamond points (#3195F/FF) and the Sof-Lex system. To evaluate their resistance to impact, the specimens were positioned in a universal testing machine (Instron). A compressive load was applied on the buccal surface, 2 mm from the incisal edge and at a crosshead speed of 500 mm/min, until the failure. The resulting data were submitted to ANOVA One Way and Ryan-Einot-Gabriel-Welsch Multiple Range test at 5% significance. The results (Kgf), were, in decreasing order: G control – 64.8; G7 – 43.36; G5 – 37.82; G6 – 37.44; G8 – 26.68; G1 – 26.48; G3 – 23.59; G4 – 17.55; G2 – 12.42. The fragment reattachment using the circumferential chamfer technique showed results which were significantly better than those shown by direct bonding. In addition, the use of the conventional total-etching

bonding system Single Bond caused a significant increase in impact resistance when compared to the use of the self-etching bonding system Clearfil SE Bond. There was no significant difference among the luting agents (Rely X and Filtek Z350 Flow). No technique or material, when individually considered, was capable of achieving the mechanical strength of the sound teeth. Only the association of reattachment technique using circumferential chamfer with the bonding system Single Bond was capable of giving back to the restored teeth the resistance to impact shown by the sound teeth.

**Key words:** Reattachment of fragments, Impact resistance, anterior teeth, bonding systems.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
<b>3. PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>46</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>83</b>

# 1. INTRODUÇÃO

A fratura da coroa dental por trauma é um tipo muito freqüente de injúria na dentição permanente (Hamilton *et al.*, 1997; Tovo *et al.*, 2004; Zuhail *et al.*, 2005). Estudos sobre a incidência de traumas mostram que mais de 25% das crianças e adolescentes são afetados por esse tipo de injúria (Hamilton *et al.*, 1997). Em função disso, a fratura dental anterior é um evento que aparece corriqueiramente na clínica odontológica, afetando principalmente crianças de 9 a 11 anos de idade, sendo que 84,5% dos casos envolvem incisivos centrais superiores (Tovo *et al.*, 2004; Zuhail *et al.*, 2005) provavelmente devido à posição destes dentes na arcada e seu grau de protrusão causado pelo processo eruptivo (Reis *et al.*, 2004; Zuhail *et al.*, 2005).

Assim, numerosas alternativas de tratamento foram propostas para a restauração dos dentes traumatizados, como: coroas de resina, coroas de aço, bandas ortodônticas, coroas de cerâmica e restauração com compósito com ou sem pino (Andreasen *et al.*, 1991; Torbjorner *et al.*, 1995; Fredriksson *et al.*, 1998; Gorecka *et al.*, 2000). Essas alternativas são viáveis e podem recuperar total ou parcialmente a resistência mecânica dos dentes fraturados (Andreasen *et al.*, 1991; Torbjorner *et al.*, 1995; Fredriksson *et al.*, 1998). Entretanto, estas técnicas exigem desgaste de estrutura dentária sadia para a confecção dos preparos. Além disso, quando os dentes restaurados com coroas com pinos se fraturarem novamente, a fratura provavelmente ocorrerá na raiz, causando a perda definitiva do elemento dental. Deve-se considerar também que a confecção por tais métodos exige longo tempo clínico e apresenta custo elevado. Dificuldades técnicas na obtenção de cor, forma, textura superficial e translucidez adequadas também são desvantagens apresentadas pelas alternativas de tratamento supracitadas.

Em função das diversas desvantagens apresentadas pelas técnicas restauradoras convencionais, Chosack & Eidelman, em 1964 propuseram a restauração de dentes fraturados com o próprio fragmento dental. Antes disso, apesar das diversas desvantagens, restaurar os dentes com coroas era a única alternativa de tratamento viável em função da dificuldade de obter boa retenção do fragmento. Retenção adequada dos fragmentos só pôde ser obtida com a evolução dos sistemas adesivos.

Atualmente, a técnica de colagem de fragmentos deve ser a primeira escolha na

restauração de dentes fraturados se o fragmento estiver disponível (Reis *et al.*, 2001; De Santis *et al.*, 2001; Reis *et al.*, 2002; Farik *et al.*, 2002). Esta técnica ganhou popularidade em função de suas vantagens. Inicialmente, pode-se citar que a colagem do fragmento dental proporciona total recuperação da estética, uma vez que a forma, o contorno, o alinhamento, a translucidez, a textura superficial são as mesmas do dente natural (Vissichelli, 1996; Kanca III, 1996; Nogueira Filho *et al.*, 2002; Maia *et al.*, 2003). A estética obtida é mais duradoura, pois na maioria dos casos nos quais a colagem de fragmento é aplicada, apenas uma pequena quantidade de material restaurador ficará exposta na superfície vestibular. Além disso, a função do dente fraturado também é prontamente restabelecida, mantendo-se a guia anterior composta por estrutura dental, de modo que o desgaste fisiológico do dente colado é similar ao apresentado pelos dentes adjacentes (Vissichelli, 1996; Maia *et al.*, 2003). O procedimento clínico é seguro, simples, rápido e menos oneroso, proporcionando fatores emocional e social altamente positivos (Vissichelli, 1996; Kanca III, 1996; Nogueira Filho *et al.*, 2002; Maia *et al.*, 2003; El-Askary *et al.*, 2006; Grossmann *et al.*, 2006). Adicionalmente, devido à menor invasividade da técnica de colagem, o paciente pode contar com todas as outras opções de tratamento em caso de necessidade futura.

Assim, frente aos benefícios da colagem de fragmentos, torna-se importante investigar técnicas e materiais que melhorem esse procedimento. Na literatura são descritas diversas técnicas de colagem de fragmentos: colagem direta do fragmento, utilizando-se apenas o sistema de união (Farik *et al.*, 1999; Pagliarini *et al.*, 2000; De Santis *et al.*, 2001; Reis *et al.*, 2002; Farik *et al.*, 2002; Demarco *et al.*, 2004); colagem direta do fragmento, utilizando-se o sistema de união em associação com material intermediário (Farik *et al.*, 2000; Reis *et al.*, 2001, Reis *et al.*, 2002; Farik *et al.*, 2002; Loguercio *et al.*, 2004; Demarco *et al.*, 2004); confecção de um bisel circunferencial antes do reposicionamento (Simonsen, 1979; Burke, 1991; Walker, 1996; Worthington *et al.*, 1999; Demarco *et al.*, 2004); confecção de um chanfro (circunferencial ou parcial) na linha de fratura após o reposicionamento (Andreasen *et al.*, 1995; Reis *et al.*, 2001; de Santis *et al.*, 2001; Loguercio *et al.*, 2004); confecção de um sulco em forma de V no esmalte (Simonsen, 1982); confecção de sulco dentinário interno (Walker, 1996; Worthington *et al.*, 1999; Reis *et al.*, 2001; Loguercio *et al.*, 2004); e, inserção de um pequeno sobrecontorno em compósito (total ou parcial) na linha de fratura (Reis *et al.*, 2001; Loguercio

*et al.*, 2004; Reis *et al.*, 2004).

A colagem direta do fragmento, com aplicação única do sistema de união em associação ou não a um material intermediário é a técnica menos invasiva e oferece a vantagem de obtenção de melhor estética. Entretanto, a grande maioria dos trabalhos mostra que essa técnica não devolve integralmente a resistência mecânica ao dente restaurado (Reis *et al.*, 2001; De Santis *et al.*, 2001; Reis *et al.*, 2002; Demarco *et al.*, 2004), com isso é grande a possibilidade de desunião do fragmento frente ao mínimo impacto.

A confecção do bisel no esmalte antes do reposicionamento do fragmento pode aumentar a retenção e mascarar a linha de fratura pela inserção de pequena quantidade de compósito nessa região (Simonsen, 1979; Burke, 1991; Walker, 1996). Entretanto, esta técnica requer preparação adicional do esmalte que, em certos casos, pode promover perda da adaptação entre o fragmento e o remanescente dental, dificultando o correto reposicionamento de fragmento. Por essa razão, a técnica do chanfro foi desenvolvida, na qual o preparo do esmalte é feito após o reposicionamento, diminuindo os problemas de adaptação. Mas, para ambas as técnicas deve-se considerar que a inserção do compósito na linha de fratura, especialmente na face vestibular pode comprometer a estética da restauração em longo prazo, pois pode ocorrer degradação do compósito no ambiente bucal, por mecanismos de abrasão e descoloração do material ao longo do tempo.

Outra técnica é a confecção de um sulco no esmalte para aumentar a retenção (Simonsen, 1982). Entretanto, há grande dificuldade técnica na confecção do sulco em função da reduzida espessura do esmalte nos dentes anteriores. A confecção de sulco na dentina também foi proposta com o intuito de reforçar a união do fragmento. De acordo com Loguercio *et al.* (2004), essa técnica deveria ser a técnica de escolha para colagem de fragmentos por absorver parte da tensão quando o dente é submetido à força compressiva, aumentando a resistência mecânica.

Além das diversas técnicas para colagem de fragmentos, diversos materiais (sistemas de união e materiais intermediários) também foram propostos para a colagem do fragmento. De acordo com Wiegand *et al.* (2005), os materiais usados para a colagem de fragmentos têm papel secundário, sendo a técnica de colagem o fator determinante para o sucesso do tratamento. Apesar disso, esses autores enfatizaram que a seleção dos materiais,

especialmente os sistemas de união, também é importante e deve ser criteriosa, principalmente porque falhas durante o procedimento adesivo podem gerar redução da resistência de união do fragmento à estrutura dental (Farik *et al.*, 1998 A).

Badami *et al.* (1995) e Farik *et al.* (1998 A) mostraram que a resistência à fratura dos dentes submetidos à colagem de fragmento depende do sistema de união empregado. Pagliarini *et al.* (2000) observaram maior resistência à fratura em dentes submetidos à colagem de fragmentos com a utilização de sistemas convencionais (com condicionamento ácido), quando comparados aos sistemas autocondicionantes. Por outro lado, de acordo com Sengun *et al.* (2003), o uso de qualquer tipo de sistema de união é apropriado para a colagem de fragmentos, não havendo diferenças significativas entre eles. Na literatura, os trabalhos apontam para o uso de sistemas de união convencionais na colagem de fragmentos (Farik *et al.*, 2000; Pagliarini *et al.*, 2000; Reis *et al.*, 2001; Reis *et al.*, 2002). Poucos trabalhos utilizando os sistemas autocondicionantes para colagem de fragmentos foram propostos (Pagliarini *et al.*, 2000; Sengun *et al.*, 2003; Wiegand *et al.*, 2005) e houve contradição nos resultados encontrados, evidenciando a necessidade de pesquisas nesse sentido.

Como materiais intermediários, foram propostos cimentos resinosos fotoativados, quimicamente ativados e duais; compósitos de média e baixa viscosidade, resinas experimentais (Farik *et al.*, 1998 B; Reis *et al.*, 2002). De acordo com Reis *et al.* (2002) não há diferenças significativas entre estes materiais, mas a utilização do agente intermediário melhora as propriedades mecânicas da interface, podendo exercer influência na resistência ao impacto do dente restaurado (Reis *et al.*, 2004). Além disso, a seleção de materiais resilientes pode absorver tensões durante os esforços funcionais, preservando a restauração (Frankenberger *et al.*, 2002; Demarco *et al.*, 2004). Contrariamente, Farik *et al.* (1998 B) observaram que as características do agente intermediário não exercem influência na resistência à fratura dos dentes submetidos à colagem de fragmentos. Desse modo, pode-se observar que, também neste aspecto (agente intermediário), não há consenso na literatura também evidenciando a necessidade de mais pesquisas.

De acordo com Andreasen *et al.*, em 1995, cerca de 50% dos fragmentos colados foram perdidos em um período de 2,5 anos. Entretanto, essa alta taxa de perda na maioria dos

casos foi causada por novos traumas ou por uso não fisiológico dos dentes restaurados (mordida de objetos estranhos, batida de objetos duros no dente restaurado etc). Garcia-Basllestra *et al.* (2001) também reportaram baixa longevidade de restaurações confeccionadas com técnica de colagem de fragmento. De modo que esta baixa longevidade justifica a busca por novos materiais e técnicas que melhorem a durabilidade da união estabelecida na colagem do fragmento.

Desse modo, observa-se a necessidade de pesquisas com o intuito de avaliar a resistência mecânica de dentes fraturados restaurados com diferentes materiais e técnicas de colagem dos fragmentos, visando produzir restaurações clinicamente aceitáveis com alta resistência mecânica, de modo a aumentar sua longevidade.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Em 1937, Coolidge avaliou em 162 dentes humanos a espessura do ligamento periodontal e sua variação em um mesmo dente. O autor observou que a média da espessura do ligamento era em torno de 0,26 mm para os dentes unirradiculares. Essa espessura média diminuiu com o aumento da faixa etária dos pacientes, e também nos dentes que receberam carregamento oclusal acentuado.

Em 1964, Chosac & Eidelman descreveram um caso de reabilitação de um incisivo fraturado usando o próprio fragmento coronário. Um paciente, com 12 anos de idade, apresentou-se na escola de Odontologia The Hadassah com história de trauma ocorrido no dia anterior. O paciente relatou que sentiu o “dente solto”, e após exame clínico constatou-se no elemento 11, fratura tipo VIII segundo a classificação de Ellis e Davey, ou seja, fratura coronária total. A coroa fraturou-se na região cervical ao longo de uma linha oblíqua, em direção vestibulo-lingual. Na superfície vestibular, a linha de fratura estava no nível do sulco gengival, enquanto que no lado lingual situava-se 2 mm abaixo do tecido gengival. O paciente apresentava normo-oclusão (Classe I de Angle) e nenhuma anormalidade foi encontrada na área anterior. Para a reabilitação deste elemento dental, optou-se pelo aproveitamento da coroa natural, considerando que boa estética, função normal e uma perfeita adaptação poderiam ser obtidas. A coroa foi então removida, a câmara pulpar limpa e uma caixa de retenção foi preparada para aumentar a estabilidade e retenção da coroa. Após o preparo, a coroa foi mantida em solução salina para evitar desidratação. O paciente foi anestesiado e uma gengivectomia foi realizada para expor as margens da linha de fratura. Em seguida, devido à presença de exposição pulpar significativa, foi realizada pulpectomia com isolamento relativo, pois não havia possibilidade de adaptar o grampo com dique de borracha. Os tecidos gengivais foram cobertos com PERY-PAC, para prevenir o recobrimento do remanescente dental. Na consulta subsequente, o conduto radicular foi obturado com pasta óxido de zinco e eugenol

e cone de guta-percha e preparado com instrumentos rotatórios para confecção de núcleo. Após foi realizada moldagem do conduto com cera azul, utilizando-se de um pequeno cilindro de plástico como núcleo para a cera. A cera plastificada foi inserida na caixa de retenção preparada na coroa, esta foi posicionada sobre o remanescente dental (com o núcleo de cera em posição), de modo a se obter impressão simultânea dos preparos do canal radicular e da coroa. A coroa foi afastada e a impressão removida do canal radicular. Na terceira consulta, o núcleo foi cimentado no canal e na coroa simultaneamente. Segundo os autores, este tipo de restauração deve ser considerada temporária, pois espera-se que ocorra retração gengival, e existe a possibilidade de fratura devido à natureza frágil do dente não vitalizado. Apesar disso, boa adaptação foi obtida. Adicionalmente, a estética da restauração era boa, a eficiência mastigatória e funcional eram adequadas e custo reduzido quando comparado a outras técnicas restauradoras.

Em 1979, Simonsen *et al.* relataram um caso clínico de fratura coronária de incisivos centrais. Paciente do sexo feminino, 18 anos de idade, chegou até a clínica com ambos incisivos fraturados, no elemento 11 houve exposição pulpar. Primeiramente, uma pasta de hidróxido de cálcio foi aplicada na exposição pulpar e na dentina exposta. Um bisel de 45° foi confeccionado ao redor das margens do esmalte fraturado. Foi realizado condicionamento ácido do esmalte, aplicação do adesivo (Enamel Bond) e um compósito como agente intermediário. Decorridas duas semanas do trauma, os dentes foram submetidos a testes de vitalidade. Os resultados do tratamento foram considerados satisfatórios, tanto do ponto de vista estético quanto do funcional, de modo que a técnica foi considerada adequada para a restauração de dentes anteriores fraturados, mesmo na presença de exposição pulpar.

Em 1982, Simonsen *et al.* relataram um caso clínico de restauração de um incisivo central fraturado utilizando o fragmento dentário original, uma técnica considerada bastante conservadora. Paciente do sexo masculino, com 14 anos de idade, chegou até a clínica com metade do incisivo central esquerdo fraturado, no qual exposição pulpar não foi evidenciada. O trauma havia ocorrido uma semana antes. Uma pasta de hidróxido de cálcio

foi imediatamente colocada na dentina exposta. A fim de manter todo esmalte superficial vestibular intacto, um sulco interno em forma de V foi confeccionado na face vestibular do esmalte. Após foi efetuado o condicionamento com ácido fosfórico a 37%, uma camada do adesivo foi aplicada e um compósito microparticulado foi utilizado como agente cimentante. O fragmento incisal fraturado foi cuidadosamente posicionado e firmemente mantido em posição durante a polimerização do material. Inicialmente, alteração de cor e translucidez do fragmento foi observada, em função da desidratação (o paciente armazenou o fragmento em ambiente seco), entretanto, oito dias após o tratamento, a margem incisal já havia melhorado seu aspecto, recuperando parte de suas características naturais. Após um ano, o incisivo fraturado apresentava as mesmas características do incisivo adjacente. Testes pulpares indicaram resposta normal, similar ao incisivo adjacente.

Um caso clínico de colagem de fragmento dentário foi relatado por Burke, em 1991. Paciente do sexo feminino, com 10 anos de idade, compareceu na clínica uma hora após a fratura do incisivo central esquerdo. Durante o exame clínico, foi evidenciada fratura com envolvimento pulpar, sem mobilidade e os tecidos periodontais apresentavam-se saudáveis. Na inspeção da porção fraturada o fragmento estava intacto. O exame radiográfico mostrou que a formação da raiz estava completa e sem fratura da raiz. Dessa forma, foi realizado o tratamento endodôntico do dente em uma semana e a cavidade de acesso restaurada com cimento de ionômero de vidro. Para facilitar a manipulação do fragmento, um bastão de gutapercha foi utilizado para apreensão da margem incisal. A adaptação foi verificada mostrando-se satisfatória. As margens de esmalte do remanescente dental e do fragmento foram biseladas, a fim de aumentar a área de união. Em seguida, foi realizado o condicionamento ácido, aplicação do *primer* em toda dentina exposta e aplicação do agente de união Tripton. Um compósito híbrido Opalux foi aplicado na área da união e a porção fraturada foi colocada firmemente ao encontro do remanescente dentário. O autor conclui que o desenvolvimento de materiais adesivos facilitou a técnica de colagem do fragmento, sendo apropriada para a manipulação de fraturas coronárias. Entretanto, é importante informar aos pacientes para que conservem o fragmento após o trauma, para que a colagem do dente seja possível.

Em 1991, Andreasen *et al.* descreveram um método de reforço de dentes fraturados e submetidos à colagem de fragmento dental com o uso de facetas laminadas de porcelana. Foram utilizados 10 incisivos de ovelhas, os quais foram fraturados e restaurados através da colagem do fragmento (utilizando-se o agente de união Gluma). Os dentes foram preparados e receberam uma faceta laminada de porcelana. A força necessária para fraturar os dentes (medida em N) foi anotada e a resistência à fratura calculada em MPa usando a área média da superfície de fratura. A resistência à fratura dos dentes restaurados ( $16,6 \pm 4,2$  MPa) foi similar àquela alcançada com os dentes intactos ( $16,1 \pm 2,6$  MPa). A resistência dos dentes intactos foi obtida em estudo prévio dos próprios autores. Os autores observaram que a resistência à fratura de dentes submetidos à colagem de fragmento sem o uso da faceta laminada de porcelana, foi cerca de 50% da resistência dos dentes intactos. Assim, facetas laminadas de porcelana podem ser utilizadas para suplementar a colagem do fragmento, possibilitando o completo restabelecimento da resistência mecânica do dente fraturado.

Em 1995, Torbjörner *et al.* avaliaram a taxa de sobrevivência e características de fratura de dois tipos de pinos. Foram avaliados 638 pacientes, os quais foram tratados com 788 pinos. Frequência de falhas técnicas, perda de retenção, fratura de raiz e fratura de pino foram registradas em um período de 4 a 5 anos após a cimentação. Dois tipos de pinos foram avaliados: pinos cônicos fundidos e pinos serrilhados de lados paralelos. A taxa de falha foi de 15% para os 456 pinos cônicos e 8% para os 332 pinos paralelos. Perda de retenção foi a causa mais frequente de falha para os dois tipos de pinos, enquanto que a fratura de raiz foi a mais séria consequência (todas resultaram em extração). Assim, observou-se que a taxa de sucesso foi significativamente maior para os pinos serrilhados de lados paralelos, quando comparados com pinos cônicos fundidos.

A longevidade da técnica de colagem de fragmentos foi avaliada por Andreasen *et al.* em 1995. Foi realizado um estudo clínico de sobrevivência a longo prazo de coroas fraturadas restauradas através da colagem de fragmento dental. Foram selecionados 334

casos de incisivos permanentes que sofreram fratura coronária em associação ou não com fratura radicular, e restauradas através da colagem de fragmento utilizando um compósito. Dois centros (Oslo e Stockholm) empregaram apenas o condicionamento de esmalte para união do fragmento (n=146) enquanto um terceiro centro (Copenhague) utilizou a combinação de condicionamento ácido e agente de união dentinária (n=188). No grupo que utilizou o agente de união, 53% dos fragmentos foram perdidos em um período médio de 487 dias após o tratamento. A taxa retenção do fragmento foi de 25% após 7,5 anos do tratamento. No grupo em que foi realizado apenas o condicionamento ácido, 59% dos fragmentos foram perdidos em um período médio de 403 dias após o tratamento. A taxa de retenção do fragmento após 6,5 anos do tratamento foi de 25%. Dessa forma, a taxa de retenção final do fragmento mostrou-se similar nos dois grupos. A avaliação da longevidade das restaurações revelou perda de 50% dos fragmentos dentro do primeiro ano no grupo que utilizou-se apenas o condicionamento ácido. Já, no grupo que foi utilizado o agente de união, perda de 50% dos fragmentos foi observada após um período de quase 3 anos. Esta diferença pode ser atribuída à maior resistência de união obtida no grupo que usou o agente de união. O grupo que utilizou apenas condicionamento ácido era composto por pacientes jovens, dessa forma havia um maior risco de uma segunda injúria, bem como, a dificuldade da manutenção do campo operatório seco. Uma observação importante desse estudo foi que as causas mais frequentes de perda do fragmento foram novos traumas e o uso não fisiológico da dentição, apenas 25% dos fragmentos foram perdidos devido ao deslocamento espontâneo ou durante a mastigação. Os autores concluíram que a colagem de fragmento é uma alternativa viável para a restauração de dentes fraturados e deve ser preferida em relação à restauração convencional com compósito devido à melhor relação custo benefício da técnica de colagem dos fragmentos.

A resistência ao cisalhamento de fragmentos colados com dois sistemas de união foi avaliada, em 1995, por Badami *et al.* Foram selecionados 72 incisivos inferiores bovinos, os quais foram aleatoriamente divididos em 3 grupos (n=24): um grupo controle (dentes hígidos) e dois experimentais. Os dentes do grupo experimental foram seccionado a 3 mm da borda incisal. Os fragmentos do primeiro grupo experimental foram unidos ao

respectivo remanescente dentário utilizando Gluma 2000 (Bayer) enquanto que os dentes do outro grupo experimental foram unidos utilizando Scotchbond 2 (3M). Os incisivos dos três grupos foram incluídos em gesso num dispositivo de aço inoxidável, de modo que, a borda incisal de cada dente ficasse posicionada a 15 mm do nível do gesso. A resistência ao cisalhamento, foi realizada na máquina de ensaio universal (Instron), a qual realizava carregamento compressivo, aplicado perpendicularmente a face vestibular de cada dente, a 2 mm da borda incisal, numa velocidade de 1 mm/minuto, até a fratura. A área da superfície fraturada de cada dente foi mensurada e computadorizada. A média da força necessária para fraturar incisivos intactos, unidos com Gluma 200 e unidos com Scotchbond 2 foram 940 ( $\pm 144$ ) N, 609 ( $\pm 116$ ) N e 393 ( $\pm 97$ ) N, respectivamente. Os valores de resistência foram convertidos em valores de resistência ao cisalhamento (a área de união foi determinada durante a análise do padrão de fratura). Os valores obtidos foram: Gluma 2000 – 9,5 ( $\pm 1,5$ ) N/mm<sup>2</sup> e Scotchbond 2 – 6,1 ( $\pm 1,4$ ) N/mm<sup>2</sup>. Os autores concluíram que a resistência dos dentes intactos é significativamente maior do que aquela apresentada pelos dentes restaurados, independente do sistema de união utilizado. A força necessária para fraturar as amostras restauradas com Gluma 2000 foi equivalente a 66% da força necessária para fraturar os dentes intactos, enquanto que para os dentes restaurados com Scotchbond foi de 43% da força necessária para fraturar nos dentes intactos. Observaram também que os fragmentos incisais unidos com Gluma 2000 foram significativamente mais resistentes do que os unidos com Scotchbond 2.

Em 1996, Kanca III relatou um caso de colagem de fragmento de um incisivo central fraturado. Um paciente com 13 anos de idade, sofreu um impacto no dente resultando em fratura horizontal envolvendo aproximadamente dois terços da coroa clínica. Foi constatada exposição pulpar e o paciente relatou sensibilidade considerável ao quente e ao frio. Em função das características do caso e da disponibilidade do fragmento, optou-se pela colagem do fragmento. O fragmento foi colocado em uma solução de glutaraldeído para desinfecção. A dentina e o esmalte do fragmento foram condicionados com ácido fosfórico a 32%, por 20 s. Uma gota do *primer* A do sistema de união All Bond 2 foi misturado com uma gota do *primer* B então, a mistura foi aplicada na superfície úmida do

fragmento em cinco camadas e fotoativada por 10 segundos. O remanescente dentário foi tratado da mesma forma. Em seguida, uma gota do adesivo do sistema All Bond foi misturada a uma gota do Prebond (catalisador) e aplicada no fragmento e no remanescente dentário. Após o adequado posicionamento do fragmento, realizou-se a fotoativação por 30 s nas faces vestibular e lingual. O dente foi submetido ao acabamento e polimento. Durante um período de dois dias, o paciente relatou suave desconforto. Após 1 mês, testes de vitalidade pulpar foram realizados e constatou-se que a resposta do dente restaurado foi a mesma do incisivo central adjacente. Seis meses após o tratamento, as condições pulpares foram avaliadas novamente, constatando-se vitalidade pulpar. Um ano após, o exame radiográfico mostrou condição periapical normal. De acordo com o autor, este caso clínico apóia a afirmação de que são as bactérias, e não o material restaurador, a maior ameaça à vitalidade pulpar e que um apropriado selamento é de importância para o sucesso clínico de qualquer tratamento restaurador.

A fratura dental representa para o paciente grande carga de estresse emocional. Frente a isso, em 1996, Vissichelli descreveu a restauração de incisivo central inferior fraturado através da colagem do fragmento dental original. Como benefícios da técnica de colagem de fragmento, os autores reportaram a perfeita devolução do contorno e estética (translucidez do esmalte natural, textura superficial), o desgaste incisal na mesma taxa que o dente homólogo (compósitos tendem a se desgastar numa taxa maior que o esmalte dental). Além disso, ressaltou que esta técnica é um procedimento relativamente atraumático e um tratamento bastante conservador, deixando ao paciente abertas futuras opções de tratamento, uma vez que se pode considerar a colagem de fragmento uma restauração temporária satisfatória que promove selamento coronário para terapia pulpar.

Em 1996, Walker relatou dois casos clínicos de colagem de fragmento dentário. O primeiro caso envolvia um paciente do sexo feminino, com 9 anos de idade que compareceu à clínica com incisivo central esquerdo fraturado. O fragmento foi mantido em condições úmidas. O dente apresentava fratura horizontal com pequena exposição pulpar. Dessa forma, uma fina camada de hidróxido de cálcio foi aplicada na exposição. Como

havia perda de estrutura dental no fragmento incisal, optou-se em realizar um sulco interno no fragmento. Este sulco poderia melhorar a estabilidade da união dente-fragmento. Assim, foi realizado condicionamento ácido e aplicação do agente de união, no fragmento e no remanescente dentário. O sulco interno do fragmento foi preenchido com compósito híbrido. Após 10 dias, o dente apresentava-se assintomático. Dois meses após o trauma, testes pulpares evidenciaram vitalidade pulpar e o exame radiográfico mostrava periápice normal. O paciente foi monitorado em intervalos de 6 meses por 3 anos e o dente permaneceu assintomático. Já, o segundo caso envolveu um paciente do sexo feminino, com 17 anos de idade, que compareceu à clínica com o incisivo central esquerdo fraturado. A paciente foi examinada após 72 horas da ocorrência da fratura. O fragmento foi mantido em condições úmidas. O dente apresentava fratura horizontal sem evidência de exposição pulpar. O fragmento se adaptou bem ao dente, entretanto suas margens estavam ásperas e lascadas. Assim, optou-se em realizar um bisel externo, o que permitiu disfarçar a linha de união e melhorar a adaptação do fragmento ao dente. Tanto no remanescente dentário quanto no fragmento foi realizado condicionamento com ácido fosfórico a 37%, seguido pela aplicação do *primer* e do adesivo, então realizou-se a aplicação de um compósito híbrido no fragmento e reposicionamento do fragmento. A cor do segmento fraturado, que apresentava-se alterada no momento da colagem, foi restabelecida em poucos dias. O dente se manteve com vitalidade e assintomático. Exame clínico e radiográfico após 3 meses evidenciaram normalidade de periodonto e do periápice, indicando o sucesso do tratamento.

Em 1997, Hamilton *et al.* realizaram uma pesquisa sobre trauma dento-alveolar e tratamento numa população adolescente. O estudo tinha como objetivo mensurar a prevalência e incidência de traumas e avaliar a extensão e adequação do tratamento proposto. Assim, 2022 alunos de idade entre 11 e 14 anos foram examinados nas escolas para evidência clínica de trauma de dente anterior. 1891 foram examinados depois de 15 meses. Assim, a história de trauma e tratamento proposto foi obtida junto com algumas informações pessoais. Tomadas radiográficas foram feitas nos dentes afetados. Os resultados mostraram que 34,4% dos alunos apresentavam injúrias detectadas clinicamente, mas somente 12,4% precisavam de tratamento efetivo, pois nestes dentes a fratura não era

limitada ao esmalte. Dos dentes com necessidade de tratamento, 47% apresentava evidência de ter recebido tratamento, dos quais 59% se mostrou inadequado. Considerando a distribuição dos traumas por sexo, 41,9% dos meninos e 27,8% das meninas apresentavam injúrias. Das 142 crianças com experiência de dor, 66,9% foram atendidas para o tratamento comparado com 39,9% dos 188 dentes que apresentavam desconforto. Cento e sessenta e dois pacientes não estavam contentes com a aparência do dente injuriado, 69,1% foram atendidos para o tratamento comparado com 34,5% dos 168 que estavam satisfeitos. Após 15 meses, 4,2% apresentavam experiência de novos traumas. Dos 88 novos dentes injuriados, 22% apresentavam envolvimento maior de fratura de esmalte. Este estudo revelou sérias inadequações nos serviços oferecidos aos pacientes que sofreram traumas dentais, dos quais menos da metade tinham recebido tratamento e menos da metade dos tratamentos recebidos eram adequados.

Hansen *et al.* em 1997 avaliaram a eficiência de vários sistemas de união dentinários na formação de fendas em restaurações confeccionadas com compósito. Foram selecionados dentes humanos permanentes, nos quais uma cavidade com 4 mm de diâmetro e 1,5 mm de profundidade foi confeccionada em superfície dentinária. As cavidades foram tratadas com os agentes de união: Elitebond, Allbond 2, ANA Bonding Agent, Clearfil Liner Bond 2, Fuji Bond LC, Optibond, Prime&Bond, Prisma Universal Bond 3, Syntac e Scotchbond Multi Uso em duas versões – condicionamento com ácido maleico e com ácido fosfórico. Os dentes foram divididos em dois grupos, segundo a técnica de utilização do sistema de união: no grupo 1, sistemas de união utilizados de acordo com as instruções do fabricante; e, grupo 2, foram utilizados em combinação com Gluma, que é uma solução aquosa composta por 35% de HEMA (monômero hidrofílico) e 5% de glutaraldeído. O agente Gluma foi aplicado na dentina condicionada por 10 segundos, e em seguida o adesivo foi aplicado. Todas as cavidades foram restauradas com o compósito híbrido (Z100). A largura máxima de fenda e sua extensão ao longo da margem foram mensuradas através de um microscópio de luz. A extensão da fenda foi calculada em porcentagem do comprimento total da margem da restauração. A análise estatística conferiu uma divisão e colocação dos sistemas de união em 5 categorias (A – E), segundo a diminuição da eficácia

do sistema de união, observada através do aumento na formação de fendas. Quando aplicados de acordo com as instruções do fabricante (grupo 1), somente os espécimes tratados com ANA Bonding Agent não apresentaram formação de fenda detectável. Em relação ao Scotchbond Multipurpose, nenhuma diferença foi encontrada entre o condicionamento da dentina com ácido maleico ou com ácido fosfórico. Em relação ao grupo 2, exceto para as amostras tratadas com ANA Bonding Agent sem condicionamento, Fuji Bond LC e Syntac, houve redução significativa na formação de fendas quando o agente Gluma foi utilizado depois do condicionamento dentinário. A melhora mais pronunciada foi encontrada para Optibond, no qual o índice de fenda marginal reduziu de 7,7% (grupo 1) para 0,3% (grupo 2). A melhor categoria no teste (A), inclui nove sistemas de união quando Gluma foi usado (grupo 2) e seis no grupo 1. Essa melhora foi atribuída ao efeito do glutaraldeído presente no Gluma, que tem a capacidade de formar redes cruzadas com as fibras colágenas presentes na dentina, de modo a reforçar a camada híbrida. Além disso, com o aumento no tempo de difusão há possibilidade de maior concentração de HEMA na camada híbrida. Por outro lado, foi observado que a formação de fendas ocorria dentro da camada híbrida e, em quase todos os casos, a fenda ocorreu entre a camada híbrida e o adesivo, e muito raramente entre o adesivo e o compósito restaurador.

Em 1998 (A), Farik *et al.* avaliaram o efeito da técnica úmida e do agente de reumidecimento na colagem de fragmento dental. Foram selecionados 70 incisivos centrais de ovelha, os quais foram aleatoriamente divididos em 7 grupos (n=10): Grupo 1 - grupo controle, composto por dentes intactos. Para a confecção dos espécimes dos grupos 2 a 7 foi realizado seccionamento a distância de 2,5 mm do bordo incisal. No grupo 2, após o condicionamento ácido, as superfícies foram secas por 2 segundos. No grupo 3, também foi realizada secagem por 2s, mas, em seguida, as superfícies foram reumidecidas com Aqua-Prep por 2 segundos e um jato de ar foi aplicado para remoção dos excessos. Nos grupos 4, 5 e 6, o procedimento foi semelhante ao realizado para o grupo 3, mas o agente de reumidecimento foi aplicado por 10 segundos no Grupo 4, 20 segundos no grupo 5 e 30 segundos no grupo 6. No grupo 7, após o condicionamento ácido, as superfícies foram lavadas e a remoção do excesso de umidade foi realizada agitando as amostras. As

superfícies dos grupos 2 a 7 foram unidas com o agente de união All Bond 2 e o compósito Eliteflo. Após 48 horas, os dentes restaurados foram montados numa máquina de ensaio universal Instron e fraturados. A resistência à fratura das amostras foram calculadas. Comparações foram estabelecidas entre a resistência à fratura dos dentes intactos e submetidos à colagem dos fragmentos. Os resultados mostraram que houve diferença significativa entre a média do grupo controle e as médias dos grupos 2 e 3. Os outros grupos não apresentaram diferenças em relação ao grupo controle. Os autores concluíram que a secagem da superfície dentinária pode promover diminuição da resistência de união do fragmento à superfície dentária. Assim, os autores recomendaram a técnica úmida para a aplicação de sistemas de condicionamento ácido total na colagem de fragmentos. Também observaram que em caso de secagem excessiva da dentina, a aplicação de um agente de reumedecimento por períodos superiores a 10s pode reexpandir as fibras colágenas colapsadas e, assim, evitar a diminuição da resistência da união.

Ainda em 1998 (B), Farik *et al.* investigaram a resistência à fratura de incisivos fraturados após a colagem do fragmento ao remanescente dentário, utilizando o agente de união Gluma e 13 resinas experimentais (obtidas através de diferentes combinações de BisGMA / BisEMA / TEGDMA / monômero experimental CL 1162). Na segunda parte do estudo, vários sistemas de união utilizados na colagem de fragmentos foram comparados: Gluma, Gluma versão modificada experimentalmente, Panavia 21, Single Bond, All Bond 2, Dentastic, Superbond, Prime & Bond 2.1. Foram selecionados 210 incisivos centrais de ovelha, os quais foram fraturados transversalmente ao longo do eixo do dente, a 2,5mm da borda incisal, utilizando micrótomo. Nos dentes fraturados os fragmentos foram colados com as resinas experimentais. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa na resistência à fratura quando várias resinas experimentais foram utilizadas em associação com o sistema Gluma. A resistência à fratura dos dentes submetidos à colagem de fragmentos com Gluma (9,95 MPa), All Bond 2 (11,2 MPa), Dentastic (9,79 MPa), Superbond (9,50 MPa) e Prime & Bond 2.1 (8,70 MPa) foi significativamente inferior aos dentes intactos (16,3 MPa). Já, os dentes submetidos à colagem dos fragmentos com Gluma experimental (15,5 MPa), Panavia 21 (14,6 MPa) e Single Bond (14,2 MPa)

apresentaram médias de resistência à fratura similares às aquelas obtidas com os dentes intactos. Os autores concluíram que alguns sistemas de união permitem efetiva colagem dos fragmentos em dentes fraturados, restabelecendo sua resistência mecânica. Ainda, concluíram que as características do agente intermediário não exerceram influência na resistência à fratura dos dentes submetidos à colagem de fragmentos.

Fredriksson *et al.*, em 1998, realizaram um estudo com pacientes que apresentavam dentes restaurados com pinos de fibra de carbono reforçados com resina epóxica. O material para estudo compreendia 236 dentes restaurados com pinos de fibra de carbono reforçados, dos quais 130 eram superiores e 106 inferiores, com tempo médio da restauração de 32 meses. Condições periodontais, exames radiográficos e resultados protéticos foram registrados. As condições periodontais (acúmulo de placa, presença de sangramento, profundidade de sondagem) ao redor dos dentes restaurados com Composipost dowel se mostraram similares aos dentes do grupo controle. Através do exame radiográfico, foi realizada a medida da altura do osso do ápice até a margem tanto na superfície mesial quanto distal e, revelou diferença significativa na superfície mesial, mas não distal, entre os dentes tratados com Composipost e o grupo controle. Resultados após 2 a 3 anos indicaram que o sistema utilizado pode ser uma alternativa viável aos sistemas de pinos convencionais.

Avanços na tecnologia adesiva permitem aumento dos tratamentos minimamente invasivos, dentre eles a técnica de reposicionamento do fragmento incisal. Diante disso Worthington *et al.*, em 1999, verificaram o efeito da utilização de preparo, do tipo de desenho na margem incisal de reposicionamento e da utilização de um agente intermediário na interface de união em relação à resistência à fratura dos fragmentos reposicionados. Foram utilizados 60 incisivos bovinos, dos quais 50 foram seccionados a 3 mm da margem incisal e 10 foram mantidos hígidos para compor o grupo controle (G1). Os dentes seccionados foram divididos em 5 grupos (n=10), de acordo com o preparo confeccionado na técnica de colagem do fragmento: G2 – não recebeu nenhum preparo adicional e a união foi efetuada apenas com o agente de união; G3 – não recebeu nenhum

tipo de preparo adicional e o reposicionamento foi realizado com agente de união em combinação com compósito; G4 – bisel externo; G5 – bisel interno; G6 – combinação de bisel interno e externo. Em G4, G5 e G6, o reposicionamento do fragmento foi realizado com agente de união e compósito. Após a termociclagem e 4 semanas de armazenagem, as amostras foram submetidas ao ensaio e resistência à fratura numa máquina de ensaio universal (Instron). Todos os grupos apresentaram resistência à fratura significativamente inferior ao grupo controle. A resistência à fratura das amostras submetidas às técnicas de colagem foi aproximadamente 50% da resistência do grupo controle. Os autores concluíram que a colagem de fragmentos, independente da técnica, não restabelece a resistência mecânica do dente hígido e a adição de compósito na interface não melhora a resistência à fratura em comparação com o uso apenas do sistema de união.

O efeito da velocidade de aplicação de força em teste de resistência à fratura foi avaliado por Farik *et al.* em 1999. Nesse estudo, a resistência à fratura de dentes intactos foi comparada com a de dentes com fragmentos reposicionados através da aplicação de várias velocidades de força no dente durante o teste. Foram utilizados 200 incisivos centrais de ovelha, os quais foram aleatoriamente divididos em dois grupos (n=100): um grupo controle (dentes intactos) e um grupo experimental. Os dentes do grupo experimental foram seccionados perpendicularmente ao longo eixo do dente, a 2,5 mm da borda incisal, utilizando duas facas afiadas (do micrótomo) montadas numa bancada. Os dentes foram restaurados utilizando sistema de união experimental composto por HEMA, ácido poliacrílico modificado por metacrilato e pequenas quantidades de ácido maleico (como o Single Bond) e glutaraldeído, em associação com o compósito fotoativado a base de BisGMA/TEGDMA. Para fratura das amostras, blocos contendo os dentes embutidos foram montados numa máquina de ensaio universal Instron. A força foi aplicada perpendicularmente à superfície do dente até a fratura, a qual foi realizada em diferentes velocidades: 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 e 500 mm/min. Dez amostras de cada grupo foram ensaiadas em cada velocidade. A resistência à fratura em MPa foi calculada através da divisão da carga de fratura em (Kgf) pela área (cm<sup>2</sup>). Não houve diferença estatística significativa entre os grupos (intacto e colado) quando as mensurações foram feitas com

velocidades entre 0,5 e 100 mm/minuto, entretanto os dentes colados apresentaram média de resistência à fratura significativamente menor em relação aos dentes intactos quando as mensurações foram feitas com velocidades de 200 e 500 mm/min. Os autores sugerem que dentes colados têm menor capacidade em resistir à força aplicada em alta velocidade (impacto) quando comparados aos dentes intactos, provavelmente devido ao aumento da fragilidade do material a base de metacrilato, com o aumento da velocidade. Por outro lado, os autores afirmam que o glutaraldeído utilizado no sistema de união pode fortalecer a malha colágena e reduzir sensibilidade.

Em 2000, Pagliarini *et al.* analisaram a força necessária para fraturar o terço incisal de incisivos extraídos e mantidos em 100% de umidade relativa, bem como determinar a força necessária para deslocar o fragmento reposicionado com diferentes sistemas adesivos, avaliando a efetividade destes para tal propósito. Foram utilizados 40 incisivos, os quais tiveram suas raízes e parte da coroa (3 mm acima da JCE) colocadas em um molde cilíndrico de metal com diâmetro interno de 15 mm e preenchidos com resina acrílica ativada quimicamente. As amostras foram mantidas em meio saturado com solução fisiológica estéril e timol a 4°C por 1 mês. Após esse período, as amostras foram testadas num dinamômetro (Instron Machine 4204) para determinar a carga de fratura, que foi aplicada a 90° com a superfície vestibular a 2 mm da margem incisal. A velocidade de carga foi de 10 mm/minuto em 20 amostras e de 30 mm/minuto nos 20 restantes. Os valores obtidos para cada superfície fraturada foram registrados e devidamente analisados. Após a fratura, 10 amostras foram condicionadas com ácido maleico por 15 segundos nos lados da fratura, lavados por 10 segundos e aplicado o sistema adesivo Scotchbond MP (3M Dental). As 30 amostras restantes foram condicionadas com ácido ortofosfórico por 15 segundos nos lados da fratura e lavados por 10 segundos. Em 10 amostras foi aplicado o sistema adesivo All-bond 2 (Bisco Dental), em 10, o sistema adesivo Dentastic (Pulpdent) e nas outras 10, o sistema adesivo One-Step (Bisco Dental). As 40 amostras foram submetidas a 150 termociclos térmicos (30 segundos a 0°C e 30 segundos a 55°C). Após 7 dias, as amostras restauradas foram testadas no dinamômetro sob velocidade de carga de 30 mm/minuto. Os dados mostraram que a média necessária para fraturar o terço incisal do

dente sadio foi de 798,73 N na velocidade de 10 mm/minuto e 574,16 N na velocidade de 30 mm/minuto. Entre os sistemas adesivos analisados, não houve diferença significativa entre os dois adesivos condicionados com ácido ortofosfórico (Dentastic e All-bond) e o adesivo condicionado com ácido maleico (Scotchbond MP). Os valores obtidos para o sistema adesivo One-Step foram estatisticamente inferiores aos outros três. Os autores enfatizaram que as condições do dente fraturado e seu fragmento são importantes, principalmente no que se refere à umidade dentinária e vitalidade pulpar, pois a efetividade da técnica e dos adesivos está diretamente relacionada às características do dente em questão. Isso ocorre devido à importância do componente orgânico na estabilidade da união entre o tecido dentinário e os sistemas de união; este componente pode colapsar e degenerar em dentes extraídos que não se apresentem suficientemente frescos ou nos desvitalizados. Os autores concluíram que a colagem do fragmento em dente desvitalizado demonstra, na maioria dos casos, metade da efetividade do dente vital. Os sistemas adesivos que utilizaram ácido ortofosfórico como condicionante produziram força de união similar àqueles que utilizaram ácido maleico. Já, o adesivo autocondicionante utilizado mostrou-se menos efetivo, não sendo recomendado para a colagem do fragmento.

A resistência ao impacto de dentes fraturados e restaurados através da técnica de colagem de fragmento foi avaliada por Farik *et al.* em 2000. A energia de impacto está de acordo com massa e velocidade. Em impactos de alta velocidade a fratura da coroa resultante geralmente não está associada com danos nas estruturas de suporte. Nesses casos, a energia de impacto é aparentemente dissipada na criação de fratura e raramente transmitida para a raiz do dente. Dessa forma, o objetivo do estudo foi comparar a resistência ao impacto de dentes submetidos à colagem de fragmento com dentes intactos, através do teste de impacto (tipo pêndulo) como modo de carga. Foram utilizados 20 incisivos centrais de ovelhas, os quais foram aleatoriamente divididos em 2 grupos (n=10). No grupo 1 foram utilizados dentes intactos e no grupo 2 dentes restaurados. Os dentes do grupo 2 foram fraturados transversalmente ao longo do eixo do dente a 2,5 mm, paralelamente à borda incisal, com o uso de dois micrótomos montados numa bancada. Amostras com linha de fratura clara e sem perda de esmalte ou dentina adjacente à linha de

fratura foram incluídas no ensaio. Os dentes fraturados foram restaurados de acordo com a técnica da colagem do fragmento utilizando o sistema de união (One-Step) em associação com o compósito de baixa viscosidade (Eliteflo-Bisco). Todos os procedimentos restauradores foram realizados com auxílio de uma lupa com 4x de aumento, para assegurar um correto alinhamento dos fragmentos. Após 48 horas, todos os dentes, incluindo os do grupo controle foram embutidos em acrílicos e montados numa máquina de teste de impacto, tipo pêndulo. Uma carga de 5 kg/cm<sup>2</sup> foi aplicada perpendicularmente ao longo eixo do dente, numa velocidade de 40 mm/minuto. A resistência ao impacto foi registrada em kg/cm<sup>2</sup> e calculada através da divisão da resistência ao impacto pela área da superfície fraturada em KJ/m<sup>2</sup>. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os valores de resistência ao impacto dos dentes intactos (30,2 KJ/m<sup>2</sup>) e dentes restaurados (30,6 KJ/m<sup>2</sup>). Estes resultados foram atribuídos à velocidade utilizada (40mm/min). Os autores afirmam que diferenças nos resultados podem ser observadas quando utiliza-se um dispositivo de teste de impacto com maior velocidade do pêndulo que aquela usada no presente experimento. Com base nos resultados, concluiu-se que a técnica de reposicionamento de fragmentos utilizando-se apenas o sistema de união pode ser utilizada para restaurar dentes fraturados, presumivelmente com suficiente resistência.

Uma alternativa de tratamento para a restauração de dentes que sofreram injúria traumática foi descrita por Gorecka *et al.* em 2000. Neste estudo, os autores verificaram a alta frequência de traumas nos dentes permanentes de crianças e adolescentes e indicaram a restauração do tecido dental perdido com compósito, mesmo na presença de exposição pulpar. Foram selecionados 10 pacientes que sofreram trauma dental com fratura coronária e exposição pulpar. Nos dentes fraturados, sobre a polpa exposta foi aplicado o sistema de união Syntac e em seguida a restauração foi confeccionada com Tetric e Variolink. Os pacientes foram avaliados por períodos de 12 a 48 meses quanto ao sucesso do tratamento restaurador, sendo a condição pulpar o principal fator. Os autores observaram que o tratamento falhou em apenas um caso. Nos outros nove pacientes, nenhum sinal ou sintoma de inflamação pulpar ou necrose foi observado durante a avaliação clínica.

Em 2001, Van Meerbeek *et al.*, descreveram, através de uma revisão de literatura, a evolução dos sistemas de união desde sua introdução no início da década de 70 até a data do estudo. Nesse trabalho, os diversos tipos de sistemas e estratégias de união são discutidos, assim como os conceitos relacionados aos substratos dentários e o processo de hibridização. Os autores relataram que o principal mecanismo de união se dá pela remoção das estruturas minerais por condicionamento ácido e aplicação dos monômeros resinosos que polimerizam promovendo um entrelaçamento micromecânico nas porosidades criadas. No caso da dentina, esse processo determina a formação da camada híbrida. O mecanismo de união e as particularidades tanto dos sistemas de condicionamento ácido total, assim como dos sistemas autocondicionantes foram descritos detalhadamente. Considerando os sistemas de união que empregam três passos, foram descritas a forma de aplicação e as funções de cada componente, sendo explicitadas as funções de cada etapa. O primeiro passo é o condicionamento ácido, que promove aumento das porosidades e da energia de superfície do esmalte. No caso da dentina, o condicionamento causa desmineralização da dentina intertubular com exposição de fibras colágenas e aumento do diâmetro dos túbulos dentinários pela dissolução da dentina peritubular. O segundo passo é a aplicação do *primer*, cuja função é permitir um melhor molhamento das fibras colágenas expostas, remover a umidade residual, transformar a superfície dentinária hidrófila em hidrófoba e carregar os monômeros para o interior dos canais interfibrilares. O terceiro passo consiste na aplicação do adesivo propriamente dito, que irá preencher os poros e irregularidades entre as fibras colágenas, formar os *tags*, que preencherão os túbulos dentinários, estabilizar a camada híbrida e prover duplas ligações metacrilato para subsequente copolimerização com o material restaurador resinoso. Os autores discutem também, os diversos fatores relacionados aos tipos de sistema de união e técnicas de adesão na situação clínica e concluem salientando para a dificuldade inerente à técnica adesiva e problemas relacionados à falha na união, apesar da grande contribuição dos sistemas de união para a dentística restauradora estética.

Garcia-Ballesta *et al.* realizaram em 2001, um estudo clínico sobre as técnicas de união utilizadas em fratura coronárias, mostrando o grau de retenção de fragmentos

reposicionados pela colagem de fragmento descrita por Simonsen. Vinte fragmentos foram apresentados, mas dois deles foram considerados impróprios para o estudo. Dos 18 casos, 14 eram do sexo feminino e 4 do sexo masculino. A técnica de Simonsen foi empregada de forma levemente modificada: (1) imersão do fragmento em solução salina para evitar desidratação durante o exame clínico-radiográfico; (2) anestesia e isolamento absoluto; (3) confecção de entalhe; (4) condicionamento ácido do fragmento e do remanescente dentário; (5) aplicação do agente de união de acordo com as instruções do fabricante; (6) união do fragmento ao remanescente dental com a utilização de um compósito como agente intermediário; (7) monitoramento clínico-radiográfico. Os resultados mostraram que o tempo de retenção do fragmento nos 18 casos, foi de 19,5 meses, em média. Diferença significativa na resistência de união foi encontrada dependendo da modalidade de fratura. Dessa forma, em casos de fratura com pouca exposição dentinária, o período médio de retenção foi de 22,1 meses, enquanto que para fraturas com amplo grau de exposição dentinária o período médio foi de 15,1 meses. Considerando os efeitos pulpares, em apenas um caso, no qual houve ampla exposição dentinária, houve necrose pulpar. Os autores acreditam que a colagem do fragmento é o tratamento de escolha em casos em que há pouca ou moderada exposição dentinária. Em se tratando de ampla exposição dentinária, o período de retenção do fragmento é menor em relação às restaurações de compósito.

Diferentes técnicas da colagem de fragmentos foram testadas por De Santis *et al.* em 2001. Nesse estudo, a resistência à fratura de dentes fraturados restaurados foi determinada através de dois testes: testes estático e dinâmico. Incisivos centrais bovinos foram selecionados de acordo com suas dimensões geométricas e fragmentos padrão foram obtidos. Para a obtenção desses fragmentos, estabeleceu-se que a linha de fratura estaria localizada a 7 mm da face incisal. Todos os fragmentos dentais foram reposicionados utilizando o sistema de união Optibond FL. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em dois grupos (A e B). No grupo A nenhum tratamento adicional foi realizado após o reposicionamento do fragmento e no grupo B foi confeccionado chanfro circunferencial ao longo da linha de fratura e restauração deste com compósito. Para a realização do teste estático, foi aplicada uma carga a 1, 3 ou 30 mm da linha de fratura com velocidade de

deslocamento de 0,5 mm/min e célula de carga de 2,5 KN. Para o teste dinâmico, a carga foi aplicada a distância de 3 mm da linha de fratura e o comportamento de fadiga foi investigado numa frequência de 2 Hz. Para analisar e comparar a resistência dos dentes foram utilizadas equações elásticas lineares. Os resultados mostraram que o efeito do reforço, promovido pela confecção do chanfro circunferencial, foi desprezível quando a carga era aplicada a distância de 1 mm da interface e de grande importância quando a distância era maior que 1 mm. A confecção do chanfro promoveu reforço e aumento da resistência pelo aumento da área de união após a preparação e, também, pela existência de um material com melhores propriedades mecânicas na região da interface. Além disso, através da microscopia eletrônica de varredura, observou-se alta qualidade de camada híbrida formada, caracterizada por *tags* profundos, entrelaçamento lateral e infiltração intertubular, bem como pelo íntimo contato entre o adesivo e os tecidos duros do dente. Com base nos resultados obtidos, os autores observaram que houve consistência entre os resultados do teste de fadiga e os do teste estático e concluíram que o reforço realizado com compósito melhora a retenção do fragmento reposicionado. Entretanto, foi observado que ambos os grupos foram caracterizados por um limite de fadiga inferior a 50% da última carga estática, ou seja, houve descolamento de fragmentos quando cargas inferiores a 50% da resistência à fratura estática foram aplicadas ciclicamente. Além disso, com o resultado destes testes, os autores afirmaram que o reforço promovido pela preparação do chanfro circunferencial e a restauração deste com compósito se torna ainda mais relevante quando a distância da carga aplicada aumenta a partir da interface.

Ainda considerando as técnicas de colagem de fragmento, Reis *et al.*, em 2001, realizaram um estudo com o intuito de determinar a recuperação da resistência à fratura de dentes submetidos a diferentes técnicas de colagem do fragmento. Foram utilizados 35 incisivos centrais permanentes sadios, os quais tiveram suas raízes confinadas em um dispositivo especial adaptado a uma máquina de teste universal (RIEHLE Testing Machine, FS-5, IL, USA). Para a realização da fratura uma carga foi aplicada na direção buco-lingual através de uma esfera de aço de 2 mm<sup>2</sup> com velocidade de 0,6 mm/minuto. A força necessária para a fratura dental foi registrada. Estes dentes foram aleatoriamente divididos

em 5 grupos (n=7) de acordo com a técnica restauradora empregada: (1) colagem direta apenas adesivo dentinário; (2) após a colagem do fragmento ao dente, foi realizado chanfro ao longo da linha de fratura na face palatina e restauração deste com compósito; (3) após a colagem do fragmento ao dente, foi realizado desgaste envolvendo uma área maior de esmalte apenas na porção palatina e restauração deste com compósito; (4) antes da união do fragmento ao dente, foi realizada uma retenção interna em dentina a qual foi posteriormente preenchida com compósito; (5) biselamento da margem de esmalte, aplicação do sistema de união e restauração da parte fraturada do dente com compósito. Os resultados demonstraram que a força média necessária para a fratura do dente sadio foi de 25,26 Kgf e, após a restauração houve queda deste valor médio para 18,58 Kgf. A análise estatística demonstrou que, para os grupos 1 e 2, os valores médios de resistência à fratura não diferiram entre si e foram significativamente menores do que para os grupos 3, 4 e 5, os quais não diferiram entre si. Apenas 37% da resistência do dente sadio foi obtida no grupo 1, o que demonstra baixa longevidade da restauração; este valor menor se deve à pequena área de união conseguida, bem como à pequena espessura de adesivo presente nesta área. Neste caso, materiais com altas propriedades mecânicas, tais como os compósitos, deveriam ser utilizados em conjunto com os sistemas adesivos a fim de se obter um efetivo suporte das cargas funcionais. Da mesma forma, a confecção de um bisel ao redor do sítio da fratura é capaz de aumentar a retenção e longevidade do fragmento ao dente, pois através da alteração da orientação dos prismas de esmalte obtém-se um condicionamento ácido do esmalte mais efetivo, levando a união dente-fragmento mais duradoura. O grupo 2, no qual foi realizado chanfro, recuperou 60% da resistência do dente hígido, porém este valor não foi considerado significativamente diferente do grupo 1. Os grupos 3, 4 e 5 mostraram excelentes resultados, com total recuperação da resistência do dente sadio. Com a confecção de um sobrecontorno no grupo 3, houve aumento da área de união envolvida, bem como melhor distribuição de força; ao contrário do ocorrido no grupo 2, no qual o estresse ficou concentrado na linha de união. A confecção de um sulco interno promoveu melhor durabilidade da estética bem como uma excelente resistência à fratura da restauração (grupo 4). Com esta técnica, há maior área de união e a colocação do compósito internamente atua como oponente a cargas compressivas aplicadas na superfície vestibular,

fatores responsáveis pelos bons resultados obtidos neste grupo. Além disso, esta técnica confere uma adaptação precisa entre o fragmento e o remanescente dental. A restauração do dente fraturado com compósito produz resultados de resistência à fratura igualmente satisfatórios. A alta tenacidade do compósito é responsável pela absorção de carga usada para fratura antes que esta ocorra. Entretanto, este material apresenta problemas quanto à estética em curto prazo, bem como baixa resistência ao desgaste. Adicionalmente, há dificuldade de obtenção de corretos contorno e contato interproximal, o que requer maior tempo clínico. Assim, de acordo com a metodologia utilizada, os autores concluíram que a técnica do sobrecontorno, bem como a confecção de um sulco dentinário interno e também a restauração da porção fraturada da coroa com compósito conferem resistência similar àquela do dente hígido. Entretanto, a união do fragmento ao dente sem qualquer tipo de preparação adicional, bem como a realização de um chanfro, não são técnicas apropriadas devido aos baixos valores de resistência obtidos.

Em 2002, Frankenberger *et al.* avaliaram o efeito do uso de compósito de baixa viscosidade em substituição ao adesivo, na resistência de união ao esmalte e à dentina. Foram utilizados sistemas de união Optibond FL, Syntac Classic e EBS Multi e os compósitos de baixa viscosidade Ultraseal XT Plus e Revolution. Em todos os grupos, o condicionamento ácido e a aplicação do *primer* foram conduzidos de acordo com as instruções dos fabricantes. Os ensaios foram realizados com dispositivo de microtração numa velocidade de 1mm/minuto, após 24 horas de armazenagem das amostras em água destilada a 37°C. As médias de resistência de união foram avaliadas e a micromorfologia da interface resina – dentina foi analisada em MEV e MET. O grupo controle, que utilizou os sistemas adesivos de acordo com o protocolo do fabricante, mostrou resistência à fratura de 38,9 a 41,1 MPa para esmalte e 28,8 a 33,4 MPa para dentina. Quando os compósitos de baixa viscosidade foram utilizados em substituição ao adesivo (*bond*), somente o Ultraseal XT Plus alcançou o nível obtido com o grupo controle considerando a resistência de união ao esmalte. Em dentina, os compósitos de baixa viscosidade promoveram menor resistência de união. Análise micromorfológica usando MEV e MET confirmou a formação de camada híbrida nos grupos controle e experimental. Entretanto, muitas áreas da interface

resina/dentina mostraram insuficiente penetração do compósito de baixa viscosidade na camada híbrida, bem como numerosos túbulos obstruídos por partículas de carga. Os autores concluíram que os compósitos de baixa viscosidade testados neste estudo não deveriam ser utilizados para substituir o agente adesivo. Entretanto, a baixa viscosidade do Ultraseal XT Plus permitiu união adequada ao esmalte sem a necessidade do adesivo intermediário.

Em 2002, Farik *et al.*, analisaram a resistência à fratura de incisivos fraturados e restaurados, através da técnica de colagem de fragmento dental com o uso de diferentes materiais adesivos, com o intuito de verificar se há um aumento desta resistência com a utilização de um material intermediário resinoso sem carga (Heliobond). Foram selecionados 210 incisivos mandibulares de carneiro, os quais foram fraturados com o uso de dois micrótomos montados a 2,5mm da borda incisal. Em seguida os dentes foram aleatoriamente divididos em 21 grupos (n=10), segundo o sistema de união Prime & Bond NT, Excite, One-Step, PQ1, Single Bond, Optibond Solo Plus e um adesivo experimental e a técnica de colagem, bem como a velocidade de fratura grupos A, B, C. No grupo A, a colagem do fragmento ao remanescente dental foi realizada com a utilização do sistema de união associado a resina sem carga (Heliobond) e a fratura foi realizada com velocidade de deslocamento de carga de 1 mm/minuto. No grupo B, a colagem do fragmento foi realizada apenas com o sistema de união, com velocidade de deslocamento de carga de 1 mm/minuto. No grupo C, a colagem do fragmento foi realizada da mesma maneira que no grupo A, porém a velocidade de deslocamento de carga foi de 500 mm/minuto. Para a realização do teste de resistência à fratura, os espécimes foram embutidos e posicionados em máquina de ensaios universal Instron de modo que a carga fosse aplicada na face vestibular paralelamente a linha de fratura. Os resultados mostraram que todos os adesivos, exceto Excite, apresentaram aumento significativo da resistência à fratura quando foi utilizado o material resinoso intermediário; assim, sugere-se que o adesivo Excite contém suficiente quantidade de matriz resinosa para assegurar a união entre as superfícies. Também foi observado que a resistência à fratura foi significativamente reduzida com o aumento da velocidade de fratura para todos os adesivos, exceto o Prime & Bond NT, grupo no qual

não houve interferência nos valores de resistência pela velocidade. Os autores sugerem que esse adesivo apresenta um comportamento mais dúctil, pois com o aumento da velocidade da carga de fratura há um aumento da fragilidade do polímero metacrilato. Com base nos resultados obtidos, os autores concluíram que para todos os sistemas adesivos testados, exceto para o Excite, deveria ser utilizado um material intermediário resinoso a fim de conferir suficiente resistência de união entre o fragmento e o remanescente dental.

Em 2002, Reis *et al.*, avaliaram a resistência à fratura de dentes anteriores submetidos à colagem de fragmento dental através de duas técnicas restauradoras variando os materiais utilizados para a união do fragmento ao remanescente dentário. Foram obtidos 180 incisivos humanos sadios, os quais foram selecionados por meio de uma lupa e, descartados aqueles nos quais fossem detectados rachaduras ou outros tipos de defeitos estruturais. Dos 180 dentes, apenas 110 foram aproveitados devido à correta obtenção do padrão de fratura selecionado para o estudo. Todos os dentes tiveram suas raízes confinadas em um dispositivo especial e adaptadas em uma máquina de teste universal (RIEHLE Testing Machine, FS-5, IL, USA). Para realização da fratura uma carga foi aplicada na direção buco-lingual através de uma bola de aço de 2mm<sup>2</sup> com velocidade de 1 mm/min e, a força necessária para fratura dental foi registrada. Destes, 50 dentes foram designados para o grupo no qual utilizou somente adesivo sem qualquer preparação adicional e 50 dentes foram designados para o grupo no qual foi realizado chanfro vestibular, como preparação adicional realizada após a união do fragmento à coroa fraturada. Estes grupos foram subdivididos em 5 subgrupos (n=10) de acordo com as combinações de materiais restauradores utilizados: (1) sistema adesivo; (2) sistema adesivo em conjunto com cimento resinoso fotoativado; (3) sistema adesivo em conjunto com cimento resinoso de cura dual; (4) sistema adesivo em conjunto com compósito de baixa viscosidade e (5) sistema adesivo em conjunto com compósito híbrido. Os 10 dentes restantes foram utilizados como grupo controle, no qual foi realizada a restauração da porção fraturada da coroa utilizando sistema adesivo e compósito. Após 24 horas da restauração dos dentes fraturados, as amostras foram submetidas à fratura da mesma forma já descrita anteriormente e, a força necessária para a fratura dental registrada. A resistência à fratura depois dos procedimentos

restauradores foi expressa em porcentagem em relação ao valor da resistência à fratura original obtida com o dente hígido. De acordo com os resultados, o grupo que recebeu o chanfro após a união do fragmento ao elemento dental fraturado e restauração deste com compósito apresentaram maior recuperação da resistência à fratura (67,9%) em relação ao grupo que realizou apenas a união do fragmento (41,1%) e ambos foram estatisticamente inferiores ao grupo que recebeu restauração da porção do dente fraturada com compósito (103,2%). Em relação aos diferentes materiais utilizados neste estudo, não houve diferença estatisticamente significativa, porém quando se utilizou um compósito híbrido, os valores foram maiores devido às suas melhores propriedades mecânicas em relação aos compósitos de baixa viscosidade ou aos cimentos resinosos. A alta tenacidade do compósito promove absorção da carga antes que a fratura ocorra, conferindo resultados melhores de resistência à fratura. Em relação aos cimentos resinosos (fotoativado ou dual), ambos apresentaram performance similar na resistência à fratura, pois através do acréscimo no tempo de exposição ou na intensidade luminosa, obtém-se uma polimerização efetiva destes materiais, compensando desta forma a travessia da luz através do tecido dental. Os autores salientam a incompatibilidade entre sistemas adesivos de frasco único e compósito de polimerização química que ocorre em função da alta acidez destes sistemas. De acordo com os resultados obtidos, os autores concluíram que a combinação de materiais utilizada para a colagem do fragmento ao remanescente dental não representa um papel importante no valor final de resistência à fratura. Entretanto a técnica utilizada é de suma importância, uma vez que a técnica do chanfro vestibular conferiu melhor recuperação da resistência do que aquela em que se realizou apenas a união do fragmento dental, sem qualquer preparação adicional após o procedimento da colagem. As duas técnicas mostraram-se inferiores à técnica de restauração da porção fraturada com compósito, a qual foi capaz de devolver a resistência original do dente fraturado.

Em 2002, Nogueira Filho *et al.* relataram um caso clínico de colagem de fragmento dental na presença de violação do espaço biológico. Paciente do sexo feminino, com 11 anos de idade, chegou para tratamento após 2 meses da fratura do incisivo central esquerdo. Uma leve diferença de cor foi observada entre o fragmento e o remanescente

dental. O exame clínico revelou a presença de fratura coronária com extensão subgingival na superfície palatina do dente. A exposição pulpar evidenciada nos exames clínico e radiográfico confirmou a necessidade de tratamento endodôntico. Um retalho mucoperiosteal foi rebatido a fim de expor os limites da fratura e avaliar a possibilidade de realizar aumento de coroa clínica, com a finalidade de restabelecer o espaço biológico. Uma pequena osteotomia foi realizada na superfície palatina. A quantidade de osso removido foi mínima para a exposição dental necessária para o emprego do grampo e do dique de borracha para a instalação do isolamento absoluto. O tratamento endodôntico foi realizado satisfatoriamente e os procedimentos restauradores foram realizados. O fragmento e o remanescente dental foram condicionados com ácido fosfórico, e, em seguida o agente de união Single Bond foi aplicado, o compósito Z100 foi utilizado como agente intermediário. Uma semana depois, a face vestibular do dente foi restaurada com compósito Charisma para simular a opacidade dentinária em combinação com um compósito microparticulado utilizado para mascarar a linha de fratura e a diferença de cor entre o fragmento e o remanescente dental. Após 6 meses, exame clínico e radiográfico revelaram estável retenção do fragmento, boa estética e saúde periodontal.

Em 2003, Maia *et al.* realizaram um estudo, no qual se buscou estabelecer um protocolo clínico para manipular fraturas coronárias. O estudo incluiu relato de dois casos clínicos de fratura coronária envolvendo esmalte e dentina com exposição pulpar. Os autores relataram que a resposta emocional do paciente é positiva, quando os casos de fratura coronária são tratados com a colagem do fragmento, pois este tratamento permite que a estética e a função sejam prontamente restabelecidas. Os pacientes sentem-se seguros e confortáveis com a restauração. Adicionalmente, existe a manutenção da guia anterior em estrutura dental, o que confere ao dente restaurado, desgaste similar do dente adjacente. Em relação às características do fragmento, deve-se observar seu grau de hidratação, pois fragmentos desidratados adquirem cor mais clara que o remanescente dental podendo não retornar a cor original. Além disso, a adaptação do fragmento ao remanescente é um fator de grande relevância, pois a presença de múltiplos fragmentos ou a falta de adaptação do fragmento acarreta dificuldades na técnica de colagem, o que, muitas vezes, contra-indica a

técnica. Nestes casos, a confecção de uma restauração adesiva é uma boa opção. Quanto à vitalidade pulpar, estima-se que em 4 a 16% das lesões traumáticas da dentição permanente ocorre envolvimento pulpar. Este envolvimento deve ser corretamente tratado, a fim de se evitar sua progressão para necrose pulpar e/ou alterações periapicais. A pulpotomia é indicada em caso de pacientes jovens ou quando se tratar de exposições extensas, em caso de pequenos pontos expostos é indicado o capeamento pulpar direto com hidróxido de cálcio PA, seguido por cimento a base de hidróxido de cálcio. O tempo decorrido após o trauma é de fundamental importância para o tratamento e manutenção da vitalidade pulpar. Quanto ao prognóstico, os autores observaram que na literatura existem estudos em que a colagem de fragmento é considerada um procedimento temporário, devido à baixa longevidade da colagem. De qualquer forma, observa-se que a técnica de colagem é pouco invasiva, os desgastes de estrutura dental sadia são mínimos, e, por isso, o paciente pode receber várias opções de tratamento em caso de falha na colagem. Nesse estudo, foram relatados 2 casos clínico. No primeiro, paciente do sexo feminino, com 9 anos de idade, apareceu na clínica com o incisivo central esquerdo fraturado. O trauma tinha ocorrido uma semana antes e o fragmento foi mantido em água. A fratura era horizontal e envolvia esmalte dentina e polpa, com manutenção do espaço biológico. O dente recebeu tratamento endodôntico antes do procedimento da colagem. Uma perfeita adaptação do fragmento ao dente foi observada. Realizou-se o condicionamento ácido, seguido pela aplicação do agente de união Scotchbond Multi Uso, no fragmento e no remanescente dentário. Os adesivos não foram polimerizados neste estágio para evitar que a camada de adesivo interferisse na adaptação do fragmento. Em seguida, um pequeno incremento do compósito Charisma (agente intermediário) foi aplicado e o fragmento foi reposicionado, só então foi realizada a fotoativação do sistema. Após um ano, a avaliação clínica mostrou-se adequada e a análise radiográfica revelou o sucesso do tratamento. No segundo caso, paciente do sexo masculino, com 17 anos de idade, apareceu na clínica com ambos incisivos centrais fraturados. A fratura do elemento 11 envolvia apenas esmalte e a do elemento 21, esmalte, dentina e polpa. No momento do reposicionamento, foi observada perda de estrutura dental na região vestibular dos fragmentos. A restauração foi conduzida da seguinte forma para o elemento 11: restauração da fratura de esmalte com compósito, pois o fragmento não estava

disponível. Elemento 21: Curetagem pulpar e aplicação de hidróxido de cálcio; condicionamento ácido, aplicação do agente de união Scotchbond Multi Uso e compósito Charisma da mesma forma como citada no caso 1 e reposicionamento do fragmento. Como, após a colagem, a linha de fratura permaneceu visível, optou-se pela confecção de um chanfro circunferencial e restauração deste com compósito. Instruções foram dadas ao paciente a fim de evitar cargas excessivas no elemento. Após um ano, observou-se estética adequada e o paciente mostrou-se muito satisfeito com o tratamento. A radiografia mostrou normalidade no periodonto e periápice, revelando o sucesso do tratamento.

A resistência ao cisalhamento de fragmentos reposicionados foi avaliada por Sengun *et al.*, em 2003. Nesse estudo, foram utilizados diferentes agentes cimentantes e sistemas de união na colagem dos fragmentos. Adicionalmente, a técnica de colagem foi comparada com a restauração com compósito. Para tanto, foram selecionados 70 incisivos inferiores, os quais foram aleatoriamente divididos em 6 grupos experimentais (n=10) e um grupo controle (n=10). Os dentes foram embutidos em resina acrílica deixando metade da coroa exposta. Nos grupos 1 a 4, foi realizada técnica de colagem direta dos fragmentos, utilizando os materiais: Clearfil Liner Bond (G1), Scotchbond Multi Purpose Plus (G2), Panavia F (G3) e 3M Opal Luting cement (G4). Os grupos 5 e 6 foram restaurados com compósito ( G5 - Single Bond e Silux - 3M; G6 - Clearfil SE Bond e Clearfil AD-X - Kuraray). Os resultados indicaram que a colagem do fragmento incisal fraturado utilizando os agentes de união Clearfil Liner Bond e Scotchbond Multi Purpose Plus foi efetiva, não havendo diferença entre esses grupos e o grupo controle (dentes hígidos). No caso dos grupos que receberam restauração em compósito, os valores de resistência ao cisalhamento foram significativamente inferiores aos obtidos pelo grupo de dentes hígidos e de dentes submetidos à colagem do fragmento com sistemas de união (G1 e G2). Assim, os autores concluíram que a colagem do fragmento fraturado pode ser mais indicada em casos de trauma dental, em detrimento da realização de restaurações com compósito.

A prevalência de fraturas coronárias em dentes anteriores permanentes de crianças foi avaliada por Tovo *et al.*, em 2004. Foram avaliadas 206 crianças, das quais 104

meninas e 102 meninos, com idade entre 8 e 10 anos, estudantes da rede pública da cidade de Canoas, RS, Brasil. A prevalência de crianças com fratura coronária foi de 17%. Não foi encontrada diferença significativa em relação ao sexo (meninos: 18,6% e meninas: 15,4%) e à idade (8 anos: 12,5%, 9 anos: 17% e 10 anos: 19,6%). O dente mais afetado foi o incisivo central superior direito (48,8%) seguido pelo incisivo central superior esquerdo (35,7%), incisivo central inferior esquerdo (10,3%) e incisivos laterais inferiores (5,2%). A maioria dos traumas envolvia apenas um dente (88,6%), em apenas 11,4% dos traumas havia dois dentes afetados. Nenhuma criança apresentava três ou mais dentes afetados. Os tipos de fraturas mais comumente encontrados foram oblíqua e horizontal (46,1%) seguido por fratura vertical (7,8%) e as porções de estrutura dentária mais afetadas envolviam apenas esmalte (73,7%), casos envolvendo esmalte e dentina representavam 15,8%. Nenhuma das fraturas acarretou envolvimento pulpar. Apenas 20% dos casos procuraram tratamento.

O efeito da técnica de obtenção do fragmento dental foi avaliado em 2004 por Loguercio *et al.* Esses autores avaliaram o efeito da realização de fratura ou de seccionamento de fragmentos dentais em relação à resistência à fratura sob diferentes técnicas de colagem dos fragmentos. Para tanto, foram utilizados noventa incisivos centrais inferiores sadios, dos quais metade foi fraturada numa máquina universal de teste EMIC, através de uma bola de aço de 2mm de diâmetro numa velocidade de 1 mm/min e a outra metade foi submetida ao seccionamento dental com disco diamantado (200 rpm). Os dois os grupos foram submetidos a diferentes técnicas de colagem do fragmento dental: (1) utilização apenas do sistema adesivo; (2) realização de um chanfro; (3) realização de um sobrecontorno; (4) realização de um sulco dentinário; e, (5) restauração de toda a parte coronária perdida com compósito. De acordo com os resultados, a média de resistência à fratura foi de 22,12 Kgf. Quando foi realizado seccionamento dental com disco diamantado, não houve diferença entre as técnicas de colagem empregadas, exceto para o grupo no qual foi realizada restauração de compósito da porção coronária perdida, que apresentou melhores resultados. Entretanto, quando os fragmentos foram fraturados houve diferença significativa entre as técnicas empregadas: as técnicas (1) e (2) mostraram

comportamento de resistência à fratura semelhantes, porém com menores valores em relação às técnicas (3), (4) e (5). Além disso, maiores valores de resistência à fratura foram observados quando realizou-se a fratura dos fragmentos ao invés do seccionamento. Tal fato foi atribuído à íntima adaptação do fragmento ao remanescente dentário quando a fratura foi realizada, considerando que quando o seccionamento foi realizado houve perda da estrutura dental acarretando desajuste entre o fragmento e o remanescente. Com base nos resultados, os autores concluíram que o modo de obtenção dos fragmentos tem um papel importante nos testes de resistência à fratura.

Uma revisão de literatura a respeito de técnicas e materiais utilizados para a colagem de fragmento dental foi realizada em 2004 por Reis *et al.* Diversas técnicas foram citadas, entre elas: bisel em esmalte, sulco dentinário interno, chanfro circunferencial, sobrecontorno, colagem direta etc. A utilização de um bisel em esmalte poderia melhorar a retenção do fragmento, pela alteração da orientação dos prismas de esmalte, permitindo condicionamento ácido mais efetivo. Já, a confecção de um sulco dentinário interno deveria ser realizada em casos de dentes despulpados, nos quais parte da câmara pulpar seria preenchida com compósito. Entretanto, os autores ressaltam que esta técnica poderia comprometer a estética pela presença do compósito, que causaria modificação do matiz do elemento dentário. A utilização de um chanfro circunferencial ou de um sobrecontorno em compósito também estariam indicadas, principalmente em se tratando de linha de fratura evidente após a colagem do fragmento. Vários fatores estão envolvidos na escolha da técnica entre eles: extensão da fratura, padrão de fratura, qualidade de adaptação entre os segmentos, envolvimento pulpar, invasão do espaço biológico etc. Em relação aos materiais utilizados na colagem de fragmento, pode-se optar pelo uso apenas do agente de união, ou pela associação de agentes de união e materiais intermediários, tal como compósitos de baixa viscosidade e cimentos resinosos. Ainda devemos estar atentos aos tipos de sistemas de união utilizados em combinação com compósitos de ativação química: monômeros ácidos presentes no sistema de união podem reagir com a amina terciária do compósito dificultando sua polimerização. A afinidade entre os monômeros e a amina interfere na reação de oxi-redução que ocorre entre o peróxido binário e a amina catalítica presente em

compósitos de polimerização química. A redução de radicais livres poderá resultar em baixa ou nenhuma polimerização, dependendo do grau de acidez e concentração de monômeros, dessa forma as propriedades mecânicas do compósito podem ser prejudicadas, gerando enfraquecimento na interface e diminuição da resistência mecânica do dente restaurado.

Em 2004, Demarco *et al.* analisaram a resistência à fratura de fragmentos dentais bovinos reposicionados com diferentes técnicas utilizando 5 sistemas de união. Foram selecionados 72 incisivos bovinos com dimensões similares e idade de 30 meses. Oito incisivos foram mantidos intactos como grupo controle. Os fragmentos foram obtidos com ponta diamantada a 4mm da borda incisal. Em metade dos espécimes foi confeccionado um bisel circunferencial de 2mm utilizando uma ponta diamantada em alta velocidade a 45°. Na outra metade, nenhum tipo de preparação adicional foi realizada. Os dois grupos (com bisel e sem bisel) foram divididos em 4 subgrupos (n=8) segundo a técnica de reposicionamento dos fragmentos: (RX) aplicação do sistema de união Single Bond em associação com Rely X CRA; (B2) aplicação do sistema de união One-Step em associação com Bisfil 2B; (Z2) aplicação do sistema de união Single Bond em associação com Filtek Z250; (SB) aplicação do sistema de união de frasco único (Single Bond), sendo que nos grupos biselados, o bisel foi restaurado com Single Bond em associação com Filtek Z250. Os espécimes foram embutidos em blocos acrílicos e adaptados em uma máquina de teste universal Instron. A carga foi aplicada perpendicularmente no terço incisal numa velocidade de 0,6 mm/minuto até a fratura. De acordo com os resultados obtidos, a resistência à fratura dos dentes intactos (grupo controle) foi em média 70 Kgf. A resistência à fratura dos dentes preparados foi sempre inferior aos dentes intactos (na ordem de 50%). Dentre os grupo experimentais, a maior resistência foi obtida pelo grupo B2 biselado (46% da resistência do grupo controle) provavelmente, devido às melhores propriedades mecânicas do compósito que conferem reforço à interface de reposicionamento dentário. A menor resistência foi observada no grupo SB (5% da resistência do grupo controle). Assim, os autores concluíram que nenhuma técnica de reposicionamento de fragmento foi capaz de recuperar totalmente a resistência mecânica do dente. Entretanto, verificaram que a técnica

de colagem do fragmento é determinante na resistência à fratura do dente submetido a essa técnica.

Correr *et al.*, em 2004, propuseram avaliar diferentes sistemas de união (Single Bond – SB, Prime & Bond 2.1 – PB e Clearfil SE Bond – CSEB), aplicados à dentina de dentes decíduos, submetida ou não ao tratamento prévio com hipoclorito de sódio (NaOCl), através da análise da resistência da união ao cisalhamento (RC) e do aspecto morfológico da união compósito/dentina. Foram selecionados 45 molares decíduos hígidos extraídos, os quais tiveram suas raízes seccionadas na junção cimento-esmalte e as coroas ao meio, no sentido méso-distal. As amostras foram então embutidas com resina de poliestireno em tubos de PVC, com a superfície vestibular, lingual ou palatina externamente e lixadas até a obtenção de uma superfície plana em dentina (3 mm de diâmetro). A seguir, foram aleatoriamente distribuídas em 6 grupos (n=15), sendo: G1 – aplicação do sistema SB; G2 – condicionamento ácido (CA), aplicação de NaOCl seguida pelo sistema SB; G3 – aplicação do sistema PB; G4 – CA, aplicação do NaOCl seguida pelo sistema PB; G5 – aplicação do sistema CSEB e G6 - aplicação de NaOCl, seguida pelo CSEB. Todos os sistemas de união foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. O NaOCl a 10% foi aplicado nos grupos 2, 4 (após o condicionamento ácido) e 6 (antes da aplicação do sistema de união) por 60s, e o dente foi lavado por 30s e seco com papel absorvente. Em seguida, o compósito Filtek Z-250 foi inserido em três incrementos (aproximadamente 2 mm), em uma matriz bipartida de silicone por adição adaptada a um posicionador metálico, e fotoativado por 20s cada incremento. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24h e então submetidas ao ensaio de cisalhamento em uma Máquina de Ensaio Universal (Instron – modelo 4411) à velocidade de 0,5mm/min. Os padrões de fratura foram observados em microscópio estereoscópico (aumento 25X), e os representativos de cada grupo foram observados em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Para a análise da união compósito/dentina foram utilizados três dentes para cada grupo e repetidos todos os procedimentos descritos anteriormente. Em seguida, foram seccionados no centro da restauração e preparados para observação em MEV. Os dados obtidos no ensaio de cisalhamento foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os valores

obtidos em MPa foram: G1-  $3,17 \pm 1,97$ ; G2 –  $2,93 \pm 1,36$ ; G3 –  $2,04 \pm 0,27$ ; G4 –  $1,91 \pm 0,74$ ; G5 –  $2,67 \pm 1,22$ ; G6 –  $2,14 \pm 1,10$ . De acordo com os resultados, pôde-se observar que houve diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre os materiais ( $SB \geq CSEB \geq PB$ ). Não houve diferença estatística significativa entre os grupos com ou sem tratamento do substrato, independente do material utilizado ( $p > 0,05$ ). O tipo de falha freqüentemente observada em todos os grupos foi a falha mista (coesiva no compósito + adesiva). Com relação ao aspecto morfológico da união, nas amostras sem tratamento do substrato foi observada a presença da camada híbrida e dos prolongamentos resinosos. Nas amostras com tratamento da superfície (com NaOCl) não foi observada a presença da camada híbrida, porém foram observados prolongamentos resinosos. Pôde-se concluir que o tratamento da superfície com hipoclorito de sódio não afetou a resistência da união compósito/dentina ao cisalhamento, porém, interferiu na formação da camada híbrida, em dentes decíduos.

Em 2005, Di Hipólito *et al.* avaliaram o efeito do condicionamento de agentes autocondicionantes aplicados em esmalte intacto e desgastado. Foram selecionados 32 molares humanos, os quais foram divididos em duas metades. A primeira metade sofreu desgaste com lixa de carvão de silício de granulação 600. A outra metade dos dentes foi mantida intacta para compor o grupo controle. Os dentes foram tratados com Clearfil SE Bond, Prompt L-Pop ou Adper. Os dentes do grupo controle foram condicionados com ácido fosfórico a 35%. O efeito do condicionamento de cada sistema na superfície do esmalte foi avaliado através de três diferentes abordagens utilizando MEV: (1) exame morfológico direto do esmalte condicionado; (2) exame morfológico indireto, isto é, avaliação do padrão de condicionamento deixado nas reproduções em resina; (3) exame da interface adesiva. Os resultados demonstraram que Clearfil SE Bond exibiu a mínima agressividade na dissolução do esmalte intacto e desgastado, com muitos sítios de esmalte intacto permanecendo completamente inalterados. Também mostrou que a infiltração monomérica para dentro do esmalte condicionado foi restrita à camada superficial, o que pode ser atribuído à menor concentração de monômeros ácidos (25%), pH da concentração ( $pH=2$ ). Prompt L-Pop e Adper produziram padrões de condicionamento similares no

esmalte intacto e no desgastado, o qual se assemelhou àquele produzido com ácido fosfórico pelo grupo controle. Prompt L-Pop e Adper mostraram infiltração monomérica estendida para a camada de esmalte subsuperficial. Ambos sistemas autocondicionantes possuem concentração de monômeros ácidos relativamente alta (80%) e pH da concentração de 0,4 para Adper e 0,8 para Prompt L-Pop. Os autores concluíram que Clearfil SE Bond produziu leves alterações morfológicas à superfície do esmalte intacto e desgastado, resultando em infiltração monomérica bem superficial particularmente no esmalte intacto. Não houve diferença evidente entre o condicionamento e padrão de infiltração monomérica produzido pelo Prompt L-Pop < Adper e o sistema com ácido fosfórico.

Wiegand, Rodig & Attin, em 2005, realizaram uma revisão de literatura acerca da colagem de fragmentos em dentes fraturados. Nessa revisão, foi demonstrado que a colagem de fragmento ao remanescente dental é uma restauração conservadora, com bons resultados estéticos e de baixo custo, sendo uma alternativa viável em relação às técnicas restauradoras convencionais (restauração com compósito, faceta ou coroa) do dente fraturado. Constatou-se que a retenção do fragmento é significativamente influenciada pelas técnicas e materiais utilizados durante a colagem do fragmento. Considerando as técnicas de colagem, a confecção de um sulco interno parece ser mais conveniente quando o remanescente e o fragmento se adaptam bem, enquanto que um sobrecontorno pode ser utilizado quando há perda parcial do tecido dental. Os autores constataram que o sucesso do tratamento é determinado pela técnica de colagem, sendo que os materiais utilizados teriam importância secundária. Apesar disso, foi observado que o uso de sistemas de união autocondicionantes proporcionava menor resistência à fratura quando comparado aos sistemas convencionais de vários frascos. O sucesso clínico foi reportado em diversos estudos com apresentação de casos clínicos, entretanto os autores apontam para a necessidade de estudos adicionais, a fim de analisar o efeito dos materiais e técnicas de colagem em relação ao grau de sobrevivência a longo prazo da união do fragmento.

Em 2005, Zuhail *et al.* investigaram a incidência, fatores etiológicos e resultados envolvendo trauma dental e o efeito da idade e do sexo no trauma de incisivos permanentes. O número de pacientes foi de 317 (114 meninas e 203 meninos), com idade entre 6 e 17 anos, com relato de dor ou problemas estéticos devido ao trauma, num período de três anos. Dentre os pacientes foram encontrados 514 incisivos permanentes traumatizados. Exame radiográfico foi realizado para cada paciente. Informações sobre idade, sexo, tempo e causa da injúria, número de dentes afetados, nível de maturação da raiz, vitalidade do dente afetado, condição dos tecidos de suporte foram registrados. Falhas não especificadas (47,6%) foram as mais encontradas em todos os grupos. Dentes superiores (88,5%) e incisivos centrais (87,5%) foram os dentes mais afetados. Fratura de coroa de classe II, segundo a classificação de Ellis, foi o tipo de injúria mais freqüente (43,8%). A porcentagem de pacientes que compareceram na clínica até três dias após a ocorrência do trauma foi de 22,8%, sendo menor do que aqueles que compareceram após três meses ou mais (45,1%). Os autores colocam que é importante informar os pacientes a respeito de traumatismo dentário, principalmente no que se refere à conduta pós-trauma e hábitos preventivos, como a utilização de protetores bucais durante a prática de esportes.

Em 2006, El-Askary *et al.* conduziram uma investigação clínica a respeito do emprego da técnica da colagem de fragmento em um incisivo central severamente traumatizado. A fratura traumática em dente anterior é um evento corriqueiro na prática odontológica. O tratamento clássico de um dente traumatizado com envolvimento pulpar envolve o uso de pinos e núcleos com ou sem confecção de coroa, ou mesmo a extração do remanescente dental e a confecção de uma prótese fixa. Com o desenvolvimento de sistemas adesivos, a colagem de fragmentos tornou-se possível como alternativa de tratamento conferindo ao dente traumatizado excelente qualidade estética imediata. Assim, o presente artigo envolve a restauração de um incisivo central fraturado através da colagem do fragmento e a utilização de pino metálico e compósito. A avaliação clínica de um ano revelou sucesso nos resultados.

Em 2006, Grossmann *et al.* conduziram um estudo clínico a respeito do manejo de fratura coroa-raiz e técnica empregada. Fraturas envolvendo o espaço subgingival são muito complexas e exigem intervenção multidisciplinar através do envolvimento de diferentes especialidades para assegurar sobrevivência a longo prazo. A colagem de fragmento dental é uma opção terapêutica conservadora, entretanto a violação do espaço biológico deve ser cuidadosamente avaliada e corrigida. O presente artigo descreve um caso de restauração de uma fratura coroa-raiz com envolvimento do espaço biológico. Então, foi realizada cirurgia periodontal para exposição da fratura e posteriormente, realizou-se os passos operatórios restauradores.

### 3. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi verificar *in vitro*, a resistência ao impacto de dentes anteriores restaurados pela colagem de fragmentos, considerando-se os seguintes fatores de estudo:

- 1 - técnicas: colagem direta e chanfro circunferencial;
- 2 - sistemas de união: convencional com condicionamento ácido total (Single Bond) e sistema autocondicionante de 2 passos (Clearfil SE Bond); e,
- 3 - agentes cimentantes: compósito de baixa viscosidade (Filtek Z350 Flow) e cimento resinoso dual (Rely X).

Além disso, foi realizada a comparação da resistência à fratura dos dentes colados com a dos dentes hígidos.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais restauradores selecionados para esse estudo estão apresentados na Tabela 1 e na Figura 1.

**Tabela 1** - Descrição dos materiais.

Material	Tipo	Composição	Fabricante
<b>Single bond</b>	Sistema de união convencional	HEMA <sup>1</sup> ; Bis-GMA <sup>2</sup> ; dimetacrilatos; metacrilatos; copolímeros do ácido poliacrílico e poli-iacrônico; etanol; água e fotoiniciadores	3M/ESPE
<b>Clearfil SE bond</b>	Sistema de união autocondicionante	Primer A: MDP <sup>3</sup> ; dimetacrilatos hidrófilos; canforoquinona  Primer B: HEMA <sup>1</sup> ; N,N-dietanol p-toluidina, água  Adesivo: MDP <sup>3</sup> ; Bis-GMA <sup>2</sup> ; HEMA <sup>1</sup> ; dimetacrilatos hidrófilos; N,N-dietanol p-toluidina; canforoquinona; sílica coloidal	Kuraray Co.
<b>Filtek Z350 flow</b>	Compósito de baixa viscosidade	Bis-EMA; Bis-GMA; TEGDMA, nanopartículas de zircônia e de sílica, nanoaglomerados de Zircônia/sílica, canforoquinona.	3M/ESPE
<b>Rely X CRA</b>	Cimento resinoso dual	Pasta A: Bis-GMA; TEGDMA; carga inorgânica zircônia/sílica (68% em peso); polímero dimetacrilato; fotoiniciador; amina; pigmento  Pasta B: Bis-GMA; TEGDMA; carga inorgânica zircônia/sílica (67% em peso); polímero dimetacrilato; peróxido de benzófla	3M/ESPE
<b>Filtek Z-250</b>	Compósito híbrido de viscosidade média	Bis-GMA <sup>2</sup> ; Bis-EMA <sup>4</sup> ; UDMA <sup>5</sup> ; carga inorgânica- zircônia/ sílica (60% em volume)	3M/ESPE

Informação obtida do fabricante:

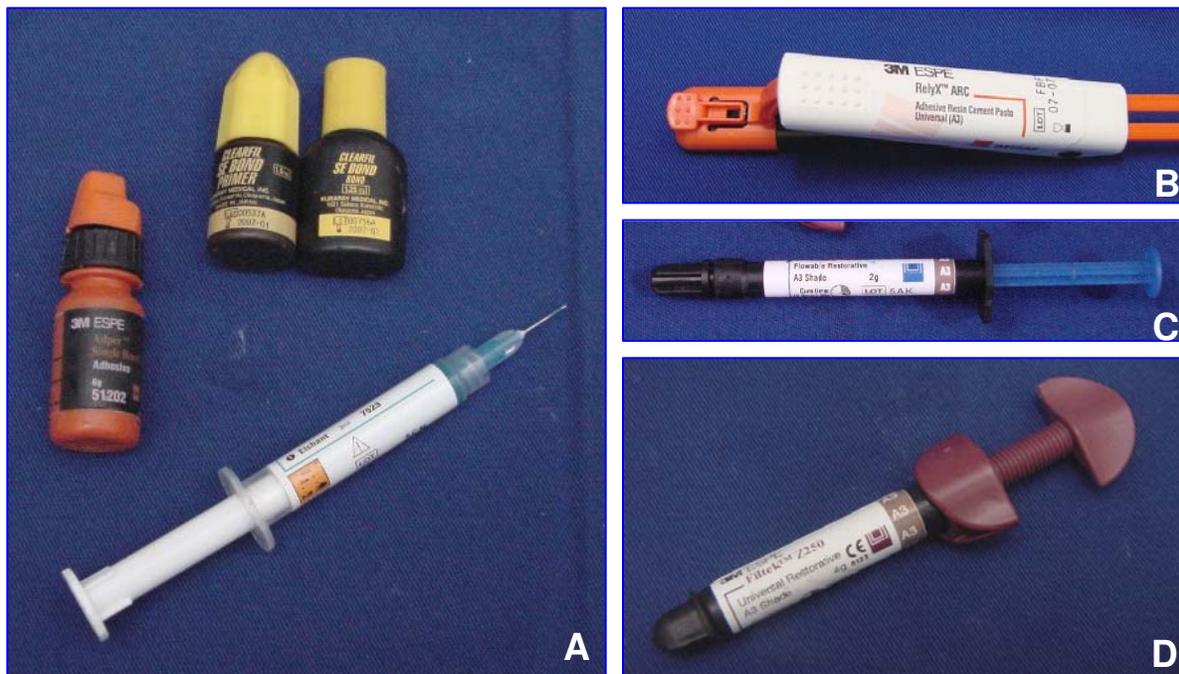
<sup>1</sup> 2-hidroxi-etil-metacrilato

<sup>2</sup> Bisfenol-Glicidil-dimetacrilato

<sup>3</sup> 10-metacriloxidecil di-hidrogênio fosfato

<sup>4</sup> Bisfenol-polietileno-diéter-dimetacrilato

<sup>5</sup> Uretano di metacrilato

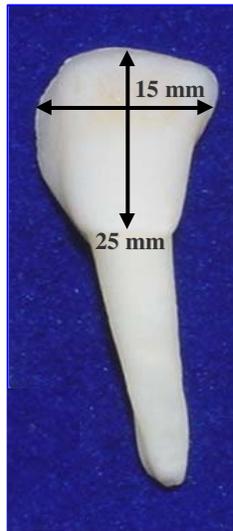


**Figura 1** - Apresentação dos materiais: (A) agentes de união convencional Single Bond e autocondicionante Clearfil SE Bond; (B) cimento resinoso dual Rely X CRA; (C) compósito de baixa viscosidade Filtek Z350 Flow; (D) compósito híbrido de média viscosidade Filtek Z250

#### 4.1 - Seleção e Preparo das amostras.

Para o preparo das amostras foram selecionados 90 incisivos inferiores bovinos hígidos coletados de animais com idade de aproximadamente 30 meses, de acordo com as dimensões da coroa dos dentes, sendo  $25 \pm 1$  mm de comprimento inciso-cervical e  $15 \pm 1$  mm de largura méso-distal (Figura 2). Os dentes foram submetidos à raspagem com curetas para remoção de restos teciduais, submetidos à profilaxia com água e pedra-pomes em baixa rotação e congelados em solução de Cloramina T a 0,5%, até a sua utilização.

Com o objetivo de obter fragmentos padronizados, foi realizada secção da coroa de 80 dentes com o uso de disco diamantado sob refrigeração em cortadeira Isomet 1000. A secção foi realizada perpendicularmente ao longo eixo do dente e paralelamente a face incisal, de modo que o fragmento obtido apresentasse 12 mm de comprimento (Figura 3).



**Figura 2 –**  
Dimensões da coroa do  
dente bovino.



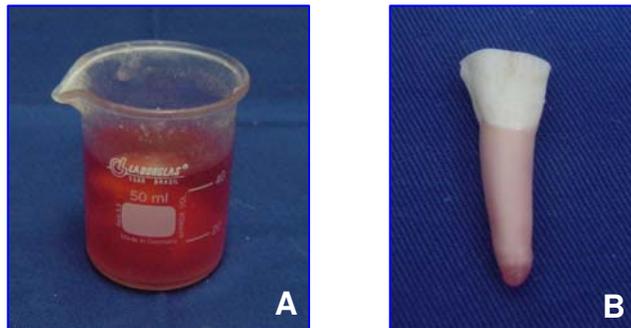
**Figura 3 –**  
Linha da secção do terço  
incisal da coroa.

Em seguida, tanto os fragmentos quanto os remanescentes dentais foram submetidos ao ultrassom em banho de água por 2 horas, com o objetivo de remover a *smear layer* e tornar as superfícies a serem coladas mais próximas daquelas obtidas quando o fragmento é fraturado. Dez dentes foram mantidos íntegros para compor o grupo controle.

#### **4.2 - Embutimento dos dentes**

Para a realização do teste de resistência ao impacto, fez-se necessário o embutimento dos dentes com o objetivo de simular sua implantação no osso alveolar.

Assim, para se obter um espaço de 0,2 a 0,3 mm correspondente ao espaço ocupado pelo ligamento periodontal, as raízes dos dentes foram cobertas com cera rosa (Figura 4B) (Coolidge, 1937)



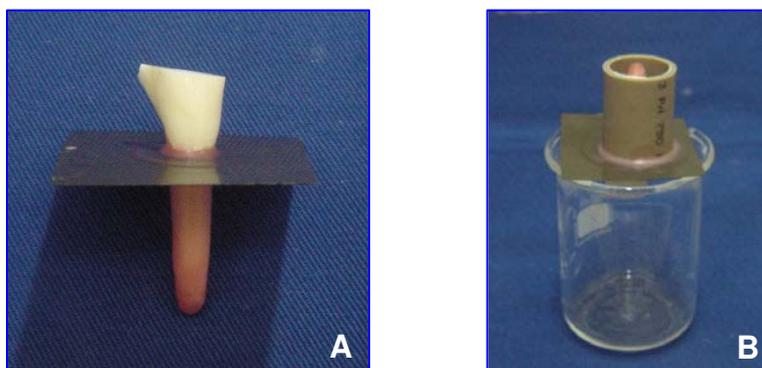
**Figura 4** - (A) Cera liquefeita a 90°C; (B) Raiz do remanescente dentário coberta com cera.

A cera rosa número sete (Probem Lab. de Prod. Farmacêuticos e Odontológicos Ltda. - Brasil) foi colocada em um recipiente e aquecida em plastificadora de godiva (Rigueto & Cia Ind. e Com. - Brasil) até a temperatura de 90°C, aferida com termômetro (Fanem Ltda. - Brasil) (Figura 4A). Em seguida, as coroas dos dentes foram apreendidas com pinça hemostática (Duflex), as raízes imersas na cera em movimento único na direção do forame apical para o limite amelo-cementário e posteriormente imersas em água fria para o esfriamento da cera. Medidas das raízes foram feitas com paquímetro digital (Mitutoyo) antes e depois da aplicação da cera para conferir se a espessura estava correta, 0,2 a 0,3mm. (Figuras 5A e B).



**Figura 5** – (A) Mensuração do diâmetro da raiz sem cera; (B) Mensuração do diâmetro da raiz após a aplicação da cera.

Posteriormente, os dentes foram fixados com cera pegajosa (Probem) numa película radiográfica, com perfuração de 5 mm de diâmetro na região central (Figura 6A). O conjunto raiz/película foi posicionado sobre um becker com a raiz voltada para cima e um tubo de PVC (Tigre S. A. Tubos e Conexões - Brasil) com 15 mm de diâmetro interno e 20 mm de altura foi posicionado de modo que a mesma ficasse posicionada no centro do anel e fixada à película com cera 7 (Figura 6B).



**Figura 6** – (A) Conjunto remanescente dental/película; (B) Tubo de PVC fixado para embutimento do remanescente dental.

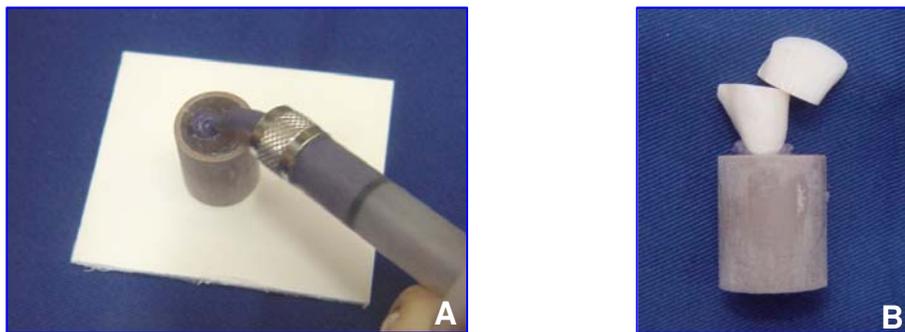
A resina acrílica ativada quimicamente (Vipi Flash - Brasil) (Figura 7A), manipulada de acordo com as recomendações do fabricante foi vertida no interior do tubo de P.V.C. até o seu preenchimento. Após a polimerização da resina, a película radiográfica foi retirada, os dentes foram removidos dos cilindros de resina e, tanto os dentes quanto os alvéolos tiveram a cera removida com espátula lecron (Duflex), água quente e jatos de bicarbonato de sódio (Profi II – Dabi Atlante Ltda. - Brasil) (Figura 7B).

Em seguida, o espaço a ser ocupado pelo ligamento periodontal simulado foi preenchido com poliéter Impregum F (3M ESPE) de modo a fixar a raiz em seu alvéolo artificial (Coolidge, 1937). Inicialmente, após secar os dentes e o alvéolo artificial com jato de ar, uma camada do adesivo do Impregum F (3M ESPE) foi aplicada em ambas superfícies com pincel fornecido pelo fabricante. Em seguida, as pastas base e catalisadora do poliéter foram dispensadas em comprimentos iguais em bloco de espatulação e manipuladas com auxílio de espátula 36 (Duflex), de acordo com as recomendações do fabricante. A mistura foi colocada numa seringa de moldagem, inserida nos alvéolos

artificiais (Figura 8A) e o remanescente dental foi re-inserido em sua posição original (Figura 8B). Após a polimerização, os excessos de poliéter foram removidos com lâmina de bisturi n° 15.



**Figura 7** – (A) Resina Acrílica Vipi Flash Incolor, utilizada para a inclusão dos remanescentes dentários; (B) Remanescente dentário e tubo de PVC com resina acrílica representando o alvéolo artificial.



**Figura 8** – (A) Preenchimento do alvéolo artificial com Impregum Soft para simulação do ligamento periodontal; (B) Fragmento e seu respectivo remanescente dentário posicionado no alvéolo artificial.

Para compor o grupo controle, dez dentes foram mantidos hígidos e inseridos em seus respectivos alvéolos através da mesma técnica utilizada para os dentes fraturados. Nenhum tratamento adicional foi realizado neste grupo antes do teste de resistência ao impacto.

### 4.3 - Colagem do fragmento

Após os dentes serem inseridos em alvéolos artificiais, eles foram aleatoriamente distribuídos em 8 grupos de 10 dentes cada, segundo a técnica e os materiais utilizados na colagem do fragmento (Tabela 2). Os procedimentos restauradores foram visualizados com o auxílio de uma lupa (Zeiss, Manaus, Brasil) com aumento de 4X, com a finalidade de assegurar o correto alinhamento do fragmento.

**Tabela 2** - Descrição dos grupos experimentais.

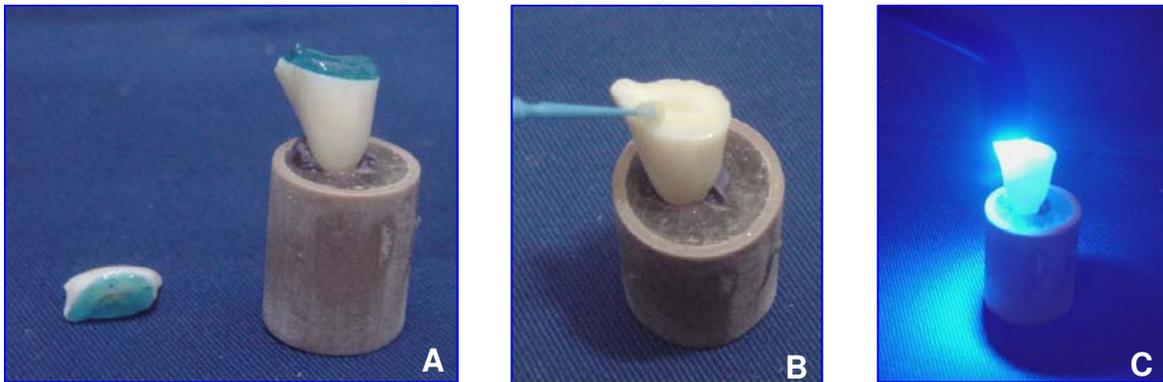
Materiais	Colagem direta		Chanfro circunferencial	
	Filtek Flow	Rely X	Filtek Flow	Rely X
Single Bond	G1	G3	G5	G7
Clearfil SE Bond	G2	G4	G6	G8

OBS: O grupo controle foi constituído por dentes hígidos (n=10).

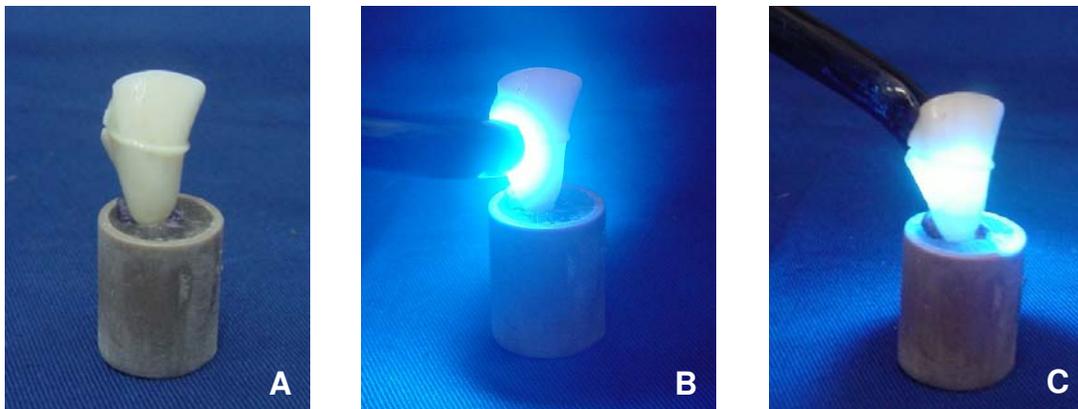
#### 4.3.1 – Técnicas de colagem

**Grupo 1** - O sistema de união Single Bond foi aplicado tanto na superfície de fratura do fragmento, quanto na superfície da estrutura dental remanescente. A aplicação do sistema Single Bond foi realizada de acordo com as instruções do fabricante (técnica úmida): os substratos foram condicionados com gel de ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) por 15 s (FIGURA 9A), lavados por 10 s. O excesso de água foi removido com papel absorvente, de modo que as superfícies permaneceram ligeiramente úmidas e brilhantes após esse procedimento. O adesivo foi aplicado em duas camadas consecutivas com pincel saturado durante 15 s (Figura 9B). Em seguida, as superfícies foram levemente secas com jato de ar para evaporação do solvente tanto no remanescente quanto no fragmento. Após, o adesivo

foi fotoativado durante 20s (10s na parte mesial e 10s na parte distal - Figura 9C), com o aparelho de luz halógena XL 2500 (3M/ESPE), com  $700 \text{ mW/cm}^2$ . O compósito de baixa viscosidade Filtek Flow foi aplicado na superfície fraturada do remanescente dental e o fragmento posicionado (Figura 10A) e, em seguida, foi realizada fotoativação (Figuras 10B e C).

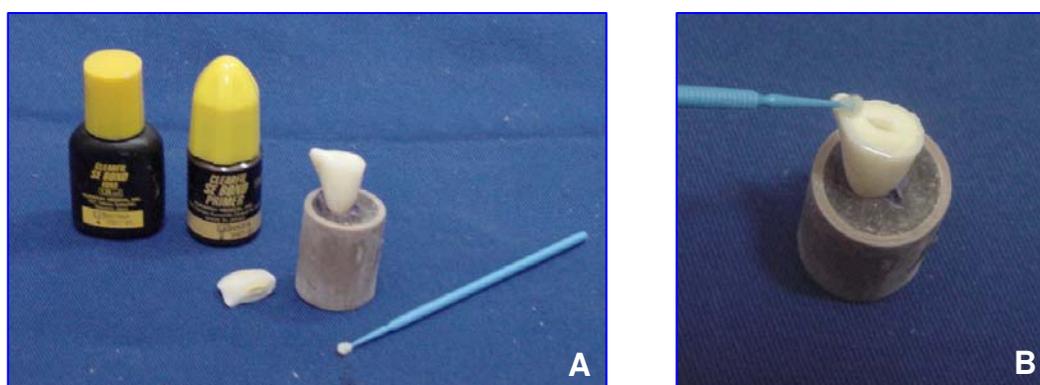


**Figura 9** – Aplicação do sistema de união Single Bond. (A) Condicionamento ácido; (B) Aplicação do adesivo em 2 camadas consecutivas; (C) Fotoativação do adesivo – 10s no lado mesial e 10 s na lado distal.



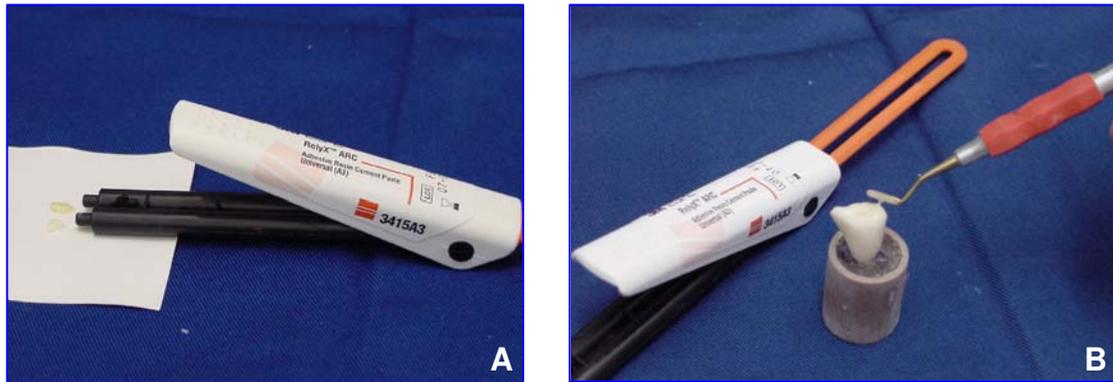
**Figura 10** – Aplicação do agente intermediário Filtek Z350 Flow. (A) Posicionamento do fragmento após aplicação do compósito; (B) Fotoativação do compósito pela face vestibular; (C) Fotoativação do compósito pela face lingual.

**Grupo 2** - O sistema de união Clearfil SE Bond foi aplicado tanto na superfície de fratura do fragmento, quanto na superfície da estrutura dental remanescente (Figura 11A). A aplicação do sistema Clearfil SE Bond foi realizada de acordo com as instruções do fabricante: os substratos foram secos levemente com jato de ar por 5s, e em seguida o primer autocondicionante foi aplicado ativamente por 20s (Figura 11 B). Aplicou-se um leve jato de ar para remoção de excesso de líquido, de modo a deixar a superfície brilhante. Em seguida, o adesivo (*bonding*) foi aplicado com microbrush na cavidade, seguido de um leve jato de ar. Após, o adesivo foi fotoativado durante 20s (10s na parte mesial e 10s na parte distal). Em seguida, o compósito de baixa viscosidade Filtek Flow foi aplicado da mesma maneira descrita para G1.



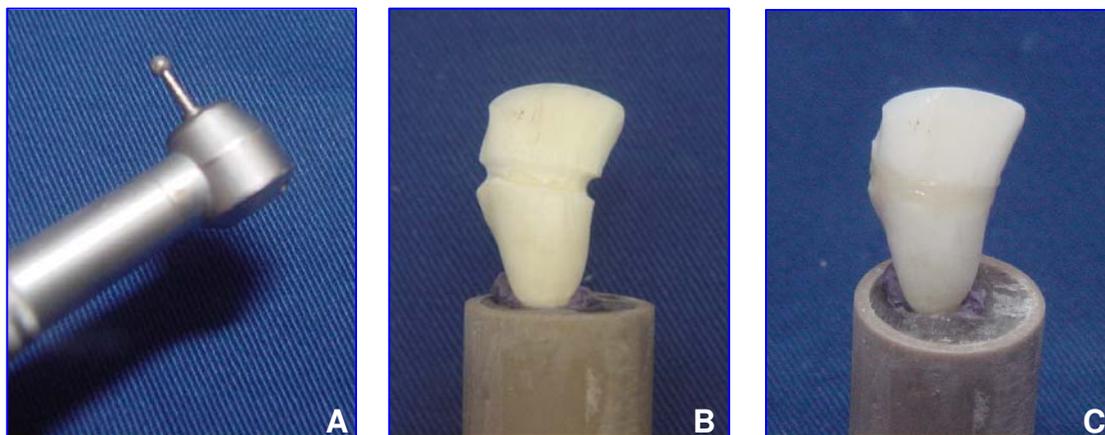
**Figura 11** – Aplicação do sistema de união Clearfil SE Bond. (A) Sistema de união; (B) Aplicação ativa do primer autocondicionante.

**Grupo 3** - O sistema de união Single Bond foi aplicado da mesma maneira descrita para G1. Em seguida, o cimento resinoso dual Rely X foi manipulado e aplicado de acordo com as instruções do fabricante na superfície fraturada do remanescente dental (Figuras 12 A e B) e no fragmento posicionado. Em seguida foi realizada a fotoativação.



**Figura 12** – (A) Proporcionamento do cimento resinoso Rely X CRA; (B) Aplicação do cimento resinoso Rely X CRA no remanescente dentário para posterior fixação do fragmento.

**Grupo 4** - O sistema de união Clearfil SE Bond foi aplicado da mesma maneira descrita para G2. Em seguida, o cimento resinoso dual Rely X foi aplicado da mesma maneira descrita para G3.



**Figura 13** – (A) Ponta diamantada esférica # 1016, utilizada para a confecção do chanfro circunferencial; (B) Vista vestibular do chanfro circunferencial; (C) Restauração do Chanfro circunferencial com o compósito Filtek Z250.

**Grupo 5** - O sistema de união Single Bond foi aplicado da mesma maneira descrita para G1. Em seguida, o compósito de baixa viscosidade Filtek Flow foi aplicado da

mesma maneira descrita para G1. Após, um chanfro circunferencial com profundidade de 2 mm (Figura 13B) foi confeccionado ao longo de linha de cimentação com auxílio de uma ponta diamantada esférica # 1016 (KG Sorensen) (Figura 13A) acoplada a caneta de alta rotação (Kavo). Em seguida, o chanfro foi restaurado com sistema de união Single Bond e compósito Filtek Z250 (Figura 13C).

**Grupo 6** - O sistema de união Clearfil SE Bond foi aplicado da mesma maneira descrita para G2. Em seguida, o compósito de baixa viscosidade Filtek Flow foi aplicado da mesma maneira descrita para G1. Após, um chanfro circunferencial foi confeccionado na linha de cimentação da mesma maneira descrita para G5 e restaurado com sistema de união Clearfil e compósito Filtek Z250.

**Grupo 7** - O sistema de união Single Bond foi aplicado da mesma maneira descrita para G1. Em seguida, o cimento resinoso dual Rely X foi aplicado da mesma maneira descrita para G3. Após, um chanfro circunferencial foi confeccionado e restaurado da mesma maneira descrita para G5.

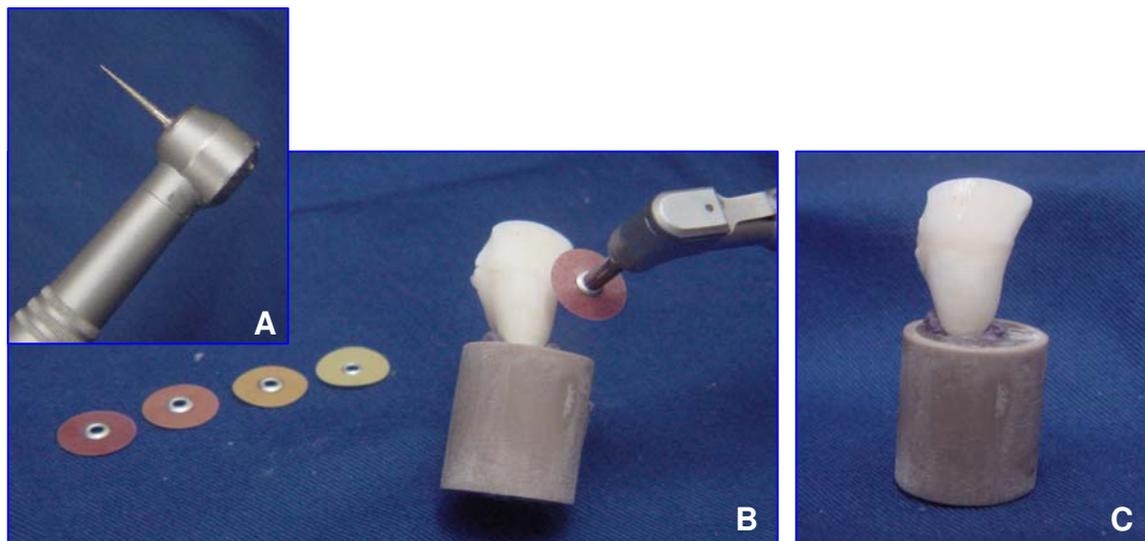
**Grupo 8** - O sistema de união Clearfil SE Bond foi aplicado da mesma maneira descrita para G2. Em seguida, o cimento resinoso dual Rely X foi aplicado da mesma maneira descrita para G3. Após, um chanfro circunferencial foi confeccionado e restaurado da mesma maneira descrita para G6.

A fotoativação do adesivo, tanto para Clearfil SE Bond quanto para Single bond, foi realizada para todos os grupos com aparelho XL 2500 (3M/ESPE) com intensidade de  $700\text{mW}/\text{cm}^2$  em duas etapas tanto no fragmento como no remanescente dental, sendo 10 s de exposição do lado mesial e 10 s de exposição no lado distal (Figura 9C).

A fotoativação do material intermediário, tanto para Filtek Z350 Flow quanto para Rely X CRA, foi realizada com aparelho XL 2500 (3M/ESPE) com intensidade de

700mW/cm<sup>2</sup> durante 40s nas superfícies vestibular e palatina, sendo 20 s do lado distal e 20 s de lado mesial (Figuras 10 B e C).

Após a colagem, os espécimes foram armazenados em água destilada por 24h a 37°C e submetidos a acabamento e polimento com pontas diamantadas F e FF (# 3195 - KG Sorensen) e sistema Sof-Lex (3M/ESPE) em ordem crescente de granulação (Figuras 14 A, B e C).

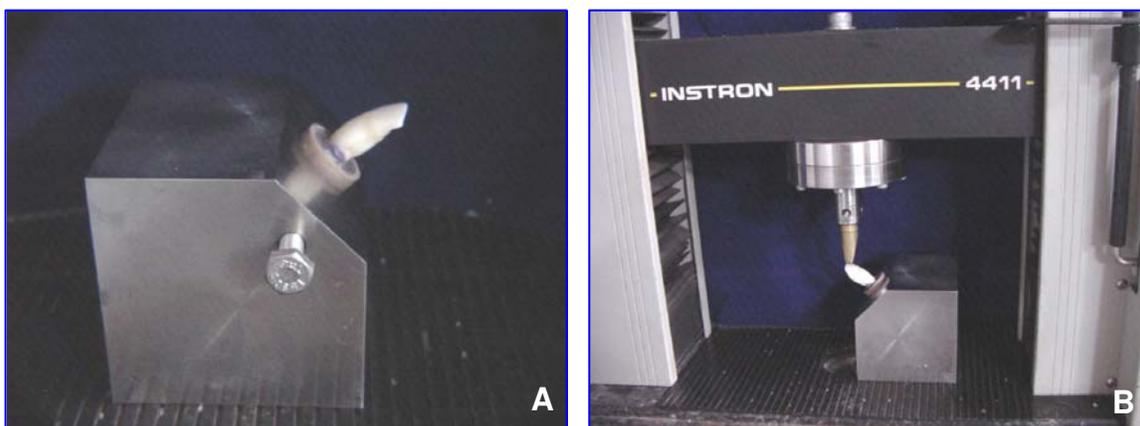


**Figura 14** – (A) Ponta diamantada # 3195 FF, utilizada para o acabamento das restaurações; (B) Polimento das restaurações com o Sistema Sof-Lex; (C) Amostra concluída.

#### 4.4 - Ensaio de resistência à fratura por impacto

Após a realização dos procedimentos de acabamento e polimento, os dentes restaurados dos grupos experimentais, juntamente com um grupo controle de dentes hígidos (n=10) foram submetidos ao teste de resistência ao impacto.

A fixação das amostras na máquina de ensaios universal foi feita através de um suporte em aço inoxidável – 70 mm de altura por 70 mm de base – possuindo um plano inclinado de 45° em relação à base, com uma cavidade cilíndrica na porção central, medindo 21 mm de diâmetro por 20 mm de profundidade (Figura 15A). As amostras foram posicionadas na cavidade do suporte metálico com a face vestibular da coroa voltada para a ponta ativa da máquina de ensaio universal (INSTRON modelo 4411 – Instron Co. - Inglaterra) com célula de carga de 500 Kg (5000 N), sendo aplicado o carregamento de compressão tangencial a linha de união, à velocidade de 500 mm/min (Figura 15B) (Farik *et al.*, 1999).



**Figura 15** – (A) Espécime posicionado no suporte de aço inoxidável utilizado para a fixação dos mesmos na máquina de ensaios universal (Instron); (B) Carregamento compressivo realizado em máquina de ensaios universal Instron para avaliação da resistência a fratura das amostras por impacto.

#### **4.5 - Análise do padrão de fratura**

As fraturas das amostras produzidas pelo ensaio de resistência ao impacto foram examinadas em Lupa Estereoscópica (Leica MZ6), com aumento de 16X, e classificadas segundo o padrão de fratura em: cervical, coesiva, adesiva ou mista. Utilizou-se a estatística descritiva (percentuais) para exposição dos resultados da análise dos padrões de fratura.

#### **4.6 - Análise estatística**

Os dados originais, da resistência ao impacto, obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA – one way) e as médias comparadas pelo teste de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch em nível de significância de 5%.

## 5. RESULTADOS

A análise de variância (ANOVA one-way) e os respectivos testes de hipóteses estão apresentados na Tabela 3.

De acordo com a Tabela 3, diferenças estatísticas significativas foram observadas para a comparação entre os sistemas de união (Single Bond x Clearfil SE Bond) e as técnicas de colagem dos fragmentos (Colagem Direta x Chanfro Circunferencial). A comparação entre o grupo controle (dentes hígidos) e as duas técnicas de colagem e os dois sistemas de união, quando considerados individualmente também revelou diferenças significativas. Não houve diferença significativa para o fator agente cimentante.

**Tabela 3** - Análise de Variância para o ensaio de resistência ao impacto de dentes hígidos ou submetidos à colagem de fragmentos utilizando diferentes técnicas e materiais.

Causa da variação	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Grupo	8	22,4815	2,8101	10,29	<0,0001 *
Single Bond x Clearfil SE Bond	1	2,5382	2,5382	9,30	0,0030 *
Controle x Clearfil SE Bond	1	13,0982	13,0982	47,97	<0,0001*
Controle x Single Bond	1	6,5924	6,5924	24,14	<0,0001 *
Filtek Flow x Rely X	1	0,0034	0,0034	0,01	0,9107 ns
Colagem direta x Chanfro	1	8,3852	8,3852	30,71	<0,0001 *
Controle x Colagem direta	1	16,2591	16,2591	59,54	<0,0001 *
Controle x Chanfro	1	4,5979	4,5979	16,84	<0,0001 *
Erro	88	24,0290	0,2730		
Total Corrigido	96	46,5106			

Média Geral: 3,26  
 Coeficiente de Variação = 15,99%\*\*

\* significativo estatisticamente (p<0,05)  
 ns não significativo estatisticamente (p>0,05)

**Tabela 4** – Médias e desvio padrão dos valores de resistência ao impacto de dentes hígidos ou submetidos à colagem de fragmentos, através de 2 técnicas, utilizando dois sistemas adesivos e dois agentes de cimentação.

<b>Grupo*</b>	<b>Descrição**</b>	<b>Média de Resistência ao impacto (Kgf)</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Teste de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch***</b>
<b>G Controle</b>	Hígidos	64,80	18,35	A
<b>G7</b>	CC + SB + RX	43,36	20,90	AB
<b>G5</b>	CC+ SB + FF	37,82	25,68	ABC
<b>G6</b>	CC + CSE + FF	37,44	29,56	BCD
<b>G8</b>	CC + CSE + RX	26,68	11,30	BCD
<b>G1</b>	CD + SB + FF	26,48	16,32	BCDE
<b>G3</b>	CD + SB + RX	23,59	21,64	CDE
<b>G4</b>	CD + CSE + RX	17,55	8,31	DE
<b>G2</b>	CD + CSE + FF	12,42	4,66	E

\* Para facilitar a visualização dos grupos, as cores de fundo das células representam as técnicas: Azul para Chanfro Circunferencial e verde para Colagem Direta, as cores das letras representam os sistemas de união empregados: laranja para Single Bond e amarelo para Clearfil SE Bond.

\*\* Para a descrição dos grupos considere as siglas: CD – Colagem Direta, CC – Chanfro Circunferencial, SB – Single Bond, CSE – Clearfil SE Bond, RX – Rely X CRA, FF – Filtek Z350 Flow.

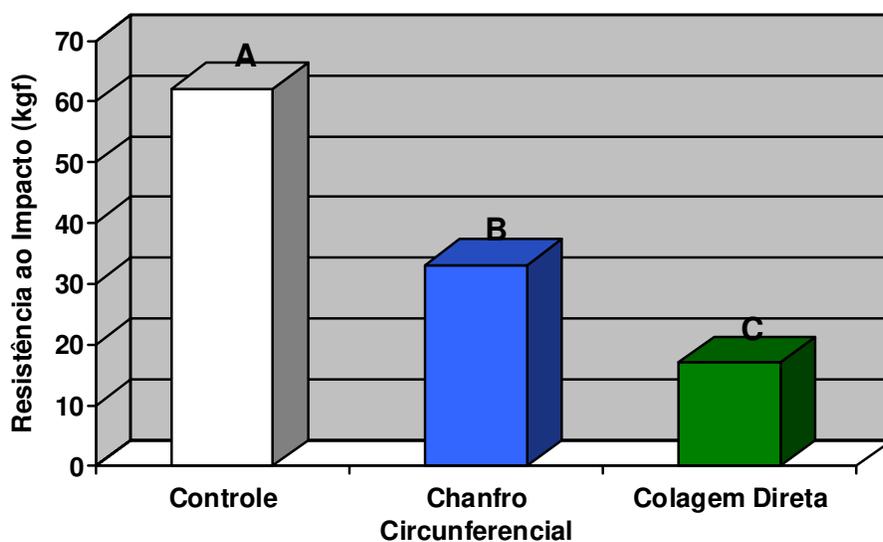
\*\*\* Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch, em nível de significância de 5%.

De acordo com a Tabela 4, observa-se que o grupo controle (dentes hígidos) apresentou a maior média de resistência ao impacto ( $p < 0,05$ ), não diferindo estatisticamente apenas dos grupos G5 e G7 ( $p > 0,05$ ). O grupo G2 apresentou a menor média de resistência ao impacto, não diferindo estatisticamente dos grupos G1, G3 e G4

( $p > 0,05$ ). Os grupos G6 e G8 apresentaram valores intermediários diferindo estatisticamente do grupo G2 ( $p < 0,05$ ).

As Figuras 16, 17 e 18 demonstram as diferenças significativas entre os fatores, considerados individualmente, e o grupo controle.

A Figura 16 mostra a comparação entre o grupo controle e as técnicas de colagem do fragmento. Observa-se que as duas técnicas apresentaram médias de resistência ao impacto significativamente inferiores ao grupo controle ( $p < 0,05$ ). Adicionalmente, pode-se observar que a média de resistência ao impacto dos grupos que foram restaurados através da técnica de chanfro circunferencial foi estatisticamente superior aos grupos restaurados pela técnica de colagem direta ( $p < 0,05$ ), independente do sistema adesivo e agente de cimentação.

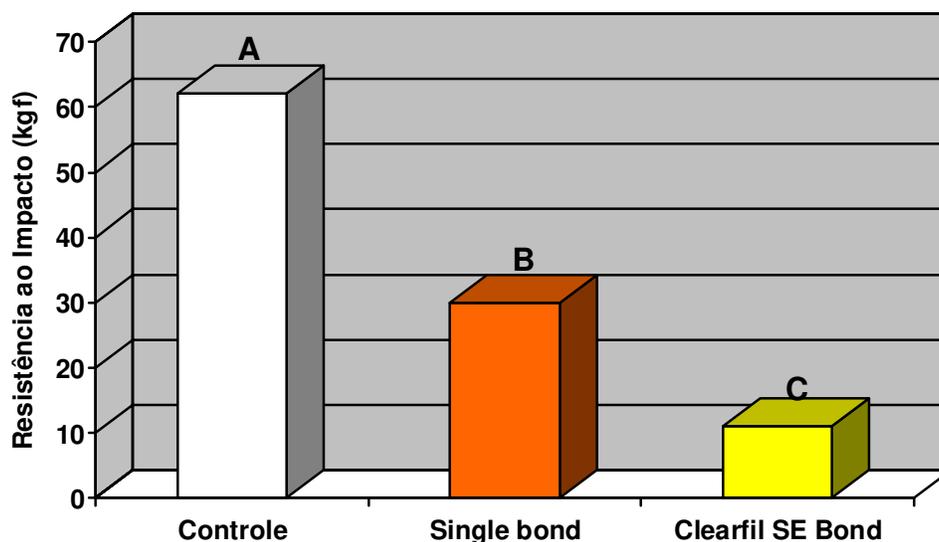


**Figura 16** - Representação gráfica das médias de resistência ao impacto considerando individualmente as técnicas de colagem de fragmento e o grupo controle, independente do sistema adesivo e agente de cimentação.

]

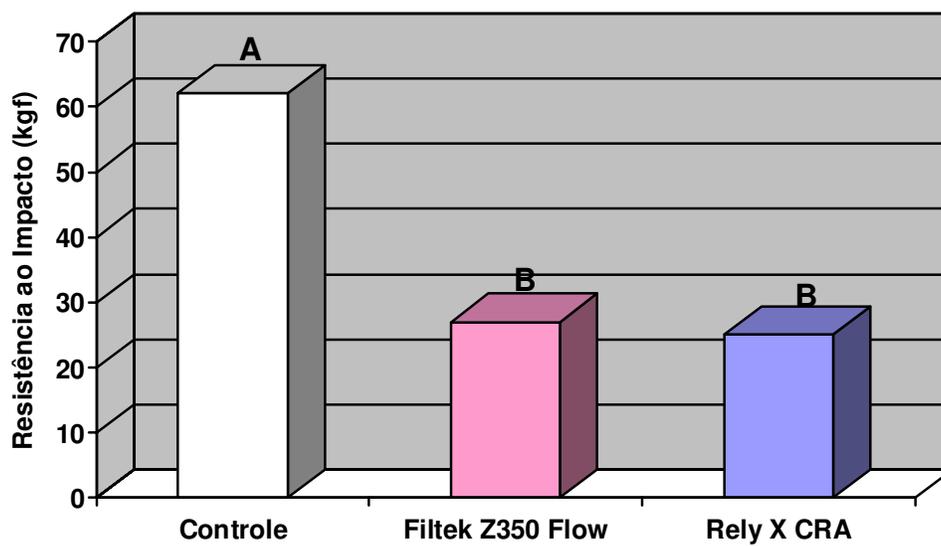
A comparação entre o fator sistema de união (Single Bond e Clearfil SE Bond) e o grupo controle pode ser visualizado na Figura 17. Observa-se que os dois sistemas de união apresentaram médias de resistência ao impacto significativamente inferiores ao grupo

controle ( $p < 0,05$ ). Além disso, os grupos restaurados utilizando o sistema Single Bond apresentaram média de resistência ao impacto estatisticamente superior aos grupos restaurados com o sistema Clearfil SE Bond ( $p < 0,05$ ), independente da técnica de colagem e agente de cimentação.



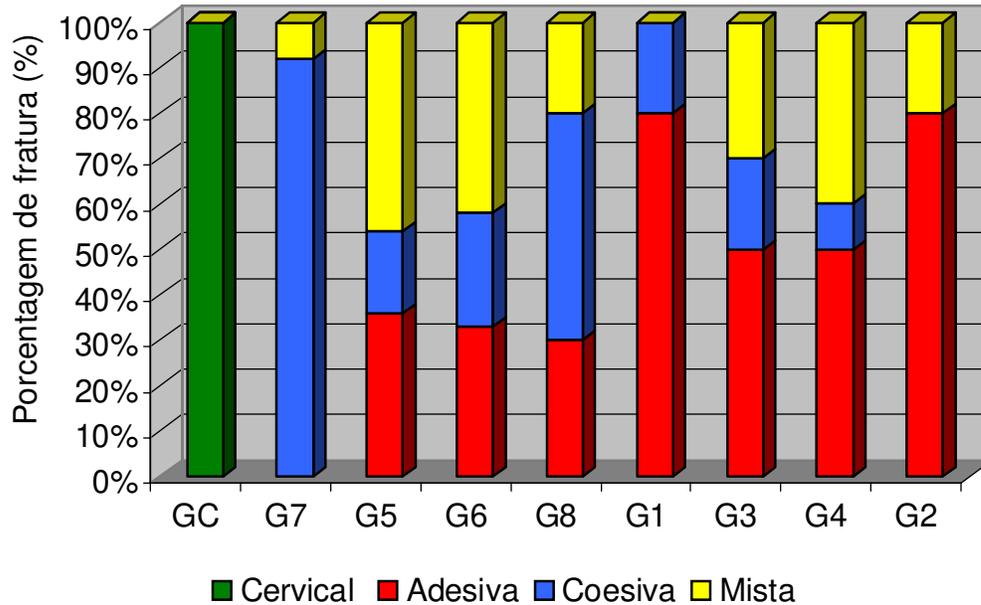
**Figura 17** – Representação gráfica das médias de resistência ao impacto considerando individualmente os sistemas de união empregados e o grupo controle, independente da técnica de colagem e agente de cimentação.

Já, a Figura 18 mostra os valores de resistência ao impacto para os diferentes agentes de cimentação. Nenhuma diferença foi observada entre o Filtek Z350 Flow e o Rely X CRA ( $p > 0,05$ ) e ambos foram estatisticamente inferiores ao grupo controle ( $p < 0,05$ ), independente da técnica de colagem e do sistema de união.



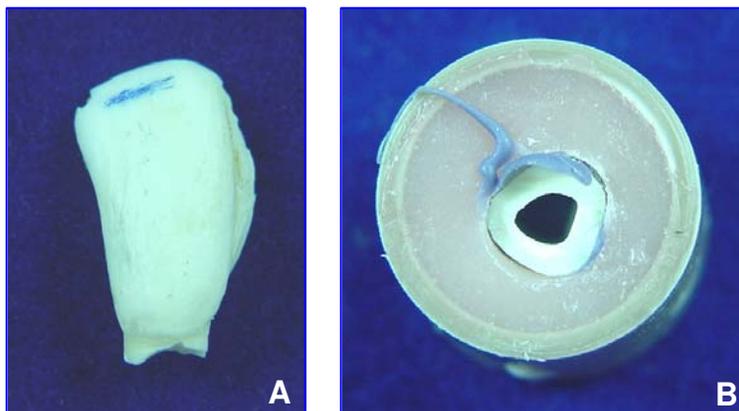
**Figura 18** – Representação gráfica das médias de resistência ao impacto considerando individualmente os agentes intermediários empregados e o grupo controle, independente da técnica de colagem e do sistema de união.

A Figura 19 mostra a análise da fratura. Observa-se que o padrão de fratura apresentado pelos dentes hígidos (G controle) é totalmente diferente dos apresentados pelos dentes submetidos à colagem de fragmento grupos (G1 a G8). Todas as amostras do grupo controle (dentes hígidos) apresentaram fratura na região cervical, enquanto que as amostras submetidas à colagem de fragmento, apresentaram fraturas dos tipos adesiva, coesiva ou mista, mas sempre na região da união entre o fragmento e o remanescente dental. Pode-se verificar também que o padrão de fratura é altamente influenciado pela técnica de colagem do fragmento. Observa-se que as amostras restauradas pela colagem direta do fragmento apresentaram mais falhas do tipo adesiva, enquanto que para o chanfro circunferencial as fraturas adesivas diminuíram consideravelmente. Na técnica de chanfro, os tipos de fratura mais freqüentes foram coesiva e mista.

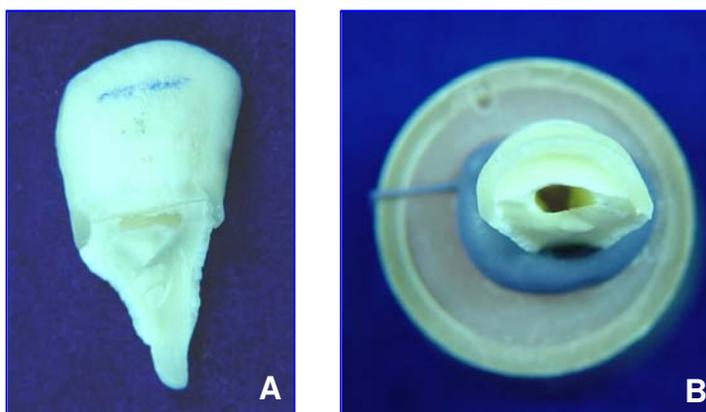


**Figura 19** – Distribuição do padrão de fratura para o ensaio de resistência ao impacto de dentes hígidos ou submetidos à colagem de fragmentos utilizando diferentes técnicas e materiais.

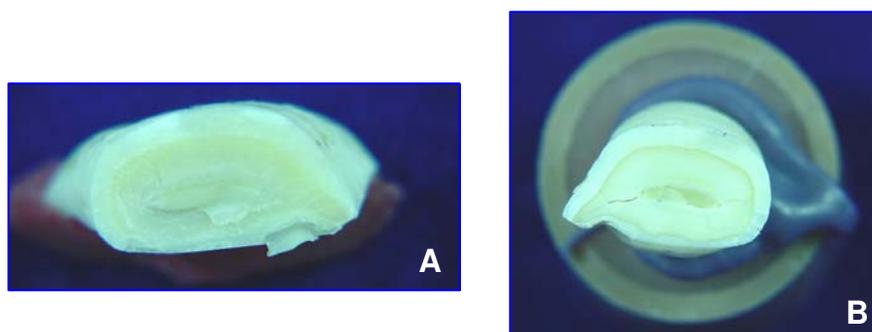
As figuras 20, 21, 22 e 23 são imagens representativas de cada um dos tipos de falha observados neste estudo.



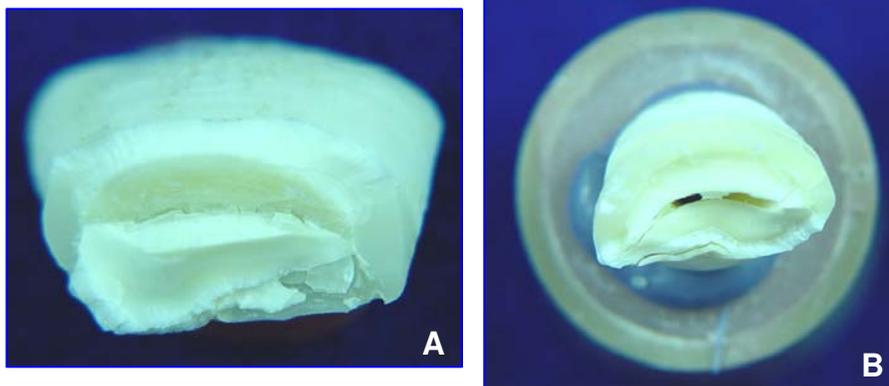
**Figura 20** – Fratura Cervical: (A) Coroa (B) Raiz. Esta situação foi observada apenas no grupo controle (dentes hígidos) no qual a fratura ocorreu sempre na região cervical, o local de maior constrição do dente.



**Figura 21** – Fratura Coesiva: (A) Fragmento (B) Remanescente dentário. Nesta situação a fratura ocorreu próxima à região da colagem do fragmento, mas na estrutura dental do remanescente. A fratura coesiva foi encontrada principalmente nos grupos submetidos à colagem de fragmento com a técnica de chanfro, sendo a tipo de fratura mais freqüente de G7, grupo que apresentou os maiores valores de resistência ao impacto.



**Figura 22** – Fratura Adesiva: (A) Fragmento (B) Remanescente dentário. Este foi o tipo de fratura associado aos menores valores de resistência ao impacto, ocorrendo principalmente nos grupos submetidos à colagem direta do fragmento. Nesta situação houve completo descolamento do fragmento. Grande parte do adesivo aplicado no remanescente e todo o agente intermediário permaneceram aderidos ao fragmento após a fratura.



**Figura 23** – Fratura Mista: (A) Fragmento (B) Remanescente dentário. Neste tipo de fratura observam-se partes de falha coesiva na estrutura dental e partes de falha adesiva. Esse tipo de falha apresentou-se distribuído uniformemente a maior parte dos grupos experimentais.

## 6. DISCUSSÃO

A avaliação da resistência ao impacto de dentes anteriores é importante devido à alta frequência de traumas na região anterior (Hamilton *et al.*, 1997; Tovo *et al.*, 2004; Zuhail *et al.*, 2005). Em consequência, a determinação de técnicas restauradoras adequadas para dentes fraturados torna-se importante. Embora haja outras alternativas para o tratamento dos dentes fraturados por trauma, parece haver consenso na literatura que a colagem do fragmento é a melhor, pois além de oferecer as diversas vantagens anteriormente citadas, trata-se de um procedimento ultraconservador, que posteriormente permite a aplicação de várias outras técnicas restauradoras em caso de falha (Vissichelli, 1996; Kanca III, 1996; Reis *et al.*, 2001; De Santis *et al.*, 2001; Nogueira Filho *et al.*, 2002; Reis *et al.*, 2002; Maia *et al.*, 2003; Farik *et al.*, 2002; Reis *et al.*, 2004). Este estudo avaliou a resistência ao impacto dos dentes hígidos e de dentes fraturados e restaurados utilizando diferentes materiais e técnicas de colagem de fragmentos.

A avaliação da resistência ao impacto de dentes submetidos à colagem de fragmento também se faz necessária, uma vez que se observa que a maioria das falhas relacionadas à colagem dos fragmentos se dá por nova injúria traumática ou pelo uso de modo não-fisiológico da dentição (mordida de objetos estranhos, batida de objetos duros no dente restaurado etc) (Andreasen *et al.*, 1995; Reis *et al.*, 2004). Desse modo, os métodos que aumentam efetivamente a resistência ao impacto do dente restaurado tendem a melhorar a longevidade clínica da restauração.

Nos estudos laboratoriais, diversos fatores têm influência na resistência ao impacto do dente restaurado, tais como: velocidade da força aplicada, distância entre o local de aplicação da carga e a linha de fratura, tipo de dente, método de obtenção do fragmento e as dimensões do fragmento (Loguercio *et al.*, 2004). Neste estudo, todas essas variáveis foram padronizadas de modo a ser possível verificar os efeitos dos tratamentos restauradores propostos. Foram selecionados dentes bovinos de dimensões semelhantes de animais com

média de 30 meses, uma vez que o grau de maturação dos dentes também poderia interferir na resistência mecânica.

De acordo com Loguercio *et al.* (2004), a obtenção dos fragmentos deveria ser feita através de fratura. Entretanto, neste estudo foi feita a opção pelo seccionamento do dente ao invés da fratura, devido à necessidade de padronizar o fragmento, uma vez que o tamanho do fragmento e as dimensões da área de união têm importância fundamental na comparação da resistência do dente após o procedimento de colagem.

Entretanto, deve-se considerar que diferente do que ocorre quando um dente é fraturado, o seccionamento do dente provoca a ocorrência de *smear layer* nas superfícies dentais. Como essa camada de esfregaço poderia interferir nos resultados, um estudo piloto (ANEXO 1) em Microscopia Eletrônica de Varredura foi conduzido para determinar o método de remoção dessa camada. Observou-se que a *smear layer* era totalmente removida quando os dentes seccionados (fragmento e remanescente dental) foram submetidos ao ultrassom em banho de água por 2 horas. Livre de *smear layer*, este procedimento promoveu maior similaridade entre as superfícies de união dos dentes fraturados e seccionados.

Neste estudo, os efeitos da técnica de colagem do fragmento, do tipo de sistema de união e do agente cimentante foram determinados. Observou-se que a técnica de colagem é o fator determinante da resistência ao impacto. O tipo de sistema de união exerce influência secundária, porém significativa, enquanto o agente cimentante não tem efeito sobre a resistência ao impacto.

A Tabela 4 e a Figura 16 mostram que a técnica de colagem com a confecção do chanfro circunferencial é mais efetiva do que a técnica de colagem direta no que se refere à resistência à fratura do dente restaurado. Esses resultados corroboram com os encontrados por De Santis *et al.* (2001), Reis *et al.* (2002) e Demarco *et al.* (2004). A confecção do chanfro altera a orientação dos prismas no esmalte, permitindo condicionamento mais efetivo, aumentando a área de união permitindo maior resistência de união do fragmento ao remanescente. Além disso, esta técnica permite que um material com propriedades mecânicas superiores (compósito restaurador) seja inserido na linha de fratura (De Santis *et*

*al.*, 2001; Demarco *et al.*, 2004). A combinação desses fatores permite que a união do fragmento ao remanescente dentário seja mais efetiva, proporcionando maior resistência mecânica do dente restaurado, quando comparada à técnica de colagem direta. Estes resultados também foram confirmados pela análise do padrão de fratura dos espécimes. O padrão de fratura refletiu os resultados de resistência ao impacto, sendo altamente influenciado pela técnica de colagem do fragmento. As amostras restauradas pela colagem direta do fragmento apresentaram mais falhas do tipo adesiva, enquanto que para o chanfro circunferencial as fraturas adesivas diminuíram consideravelmente. Na técnica de chanfro, os tipos de fratura mais frequentes foram coesiva na estrutura dental e mista. Adicionalmente, foi observado que os maiores valores de resistência ao impacto acarretaram em fraturas do tipo coesiva, como pode ser observado para grupo G7, o qual apresentou maior média de resistência ao impacto e 90% de fraturas do tipo coesiva. Inversamente, a menor média de resistência ao impacto, observada no grupo G2, mostra a ocorrência de fraturas adesivas (80%).

Por outro lado, Reis *et al.* (2001) e Loguercio *et al.* (2004) verificaram que a técnica do chanfro não se mostrou superior à técnica de colagem direta. Entretanto, naqueles estudos, o chanfro foi confeccionado apenas na superfície lingual, e desta forma, talvez a inserção do compósito e o aumento na área de união não tenham sido suficientes para promover aumento da resistência do dente restaurado. Segundo Reis *et al.* (2001, 2002, 2004) algumas desvantagens ocorrem quando é empregada a técnica do chanfro, e sugerem que a inserção do compósito em toda a linha de fratura aumenta o tempo clínico necessário para a realização do procedimento restaurador e pode dificultar a obtenção da restauração esteticamente adequada. Além disso, a grande quantidade de compósito exposto na cavidade pode diminuir a longevidade da restauração em termos estéticos devido ao processo de abrasão e descoloração que pode ocorrer com o material ao longo do tempo (Reis *et al.*, 2001; 2002; 2004). Convenientemente, a seleção de um compósito com boas propriedades mecânicas associada a um programa de manutenção periódica para polimento dessa restauração poderiam amenizar esse problema.

Em outro parâmetro analisado neste estudo observou-se diferença estatística significativa entre os sistemas de união utilizados. O sistema de união convencional Single

Bond apresentou valores de resistência ao impacto superiores aos obtidos para o sistema autocondicionante Clearfil SE Bond (Tabela 4 e Figura 21).

O condicionamento do esmalte com ácido fosfórico promove dissolução seletiva dos prismas, aumentando a rugosidade e a energia de superfície, facilitando o molhamento dessa superfície pelo adesivo e, com isso, permite melhor interação entre adesivo e substrato (Hipólito *et al.*, 2005). De acordo com Van Meerbeek *et al.* (2001), a união ao esmalte com os sistemas de condicionamento ácido total é micromecânica e baseada na formação de dois tipos de extensões de resina (*tags*) dentro do esmalte condicionado: os *macro-tags*, que se formam circularmente na periferia dos prismas, e os *microtags*, que se formam na intimidade dos prismas, onde a dissolução da hidroxiapatita gera a formação de múltiplas criptas.

No caso dos sistemas autocondicionantes, o padrão de condicionamento do esmalte é menos favorável à união (Hipólito *et al.*, 2005). As diferenças no padrão de condicionamento do esmalte são determinadas basicamente pela diferença de pH entre os agentes condicionantes dos dois sistemas. O pH do ácido fosfórico é 0,5, conforme visto na bula do fabricante, enquanto que o pH apresentado pelo *primer* do sistema Clearfil SE Bond é 2,3, que não é suficientemente baixo para dissolver efetivamente os prismas de esmalte. O condicionamento adicional do esmalte com ácido fosfórico quando do uso de sistemas autocondicionantes poderia ser uma alternativa para a resolução do problema de união ao esmalte.

O *primer* autocondicionante do sistema Clearfil SE Bond contém monômeros ácidos como o metacrilato fosfato monoéster insaturado, e 10-metacriloxidecil di-hidrogênio fosfato (MDP), numa concentração de 25 a 30%. Hipólito *et al.* (2005), através de uma análise morfológica e de resistência de união observaram que o condicionamento do esmalte produzido por este *primer* é menos agressivo. Deve-se considerar ainda que adequada união ao esmalte é fundamental para estabilidade da união e longevidade de qualquer restauração.

Por outro lado, em dentina a união obtida com os dois tipos de sistema de união tem sido efetiva e comparável (Correr *et al.*, 2004), pois, nos dois casos, o mecanismo de união à dentina é baseado na hibridização. A diferença é que com a aplicação do *primer*

autocondicionante, a camada híbrida formada é menos espessa e mais uniforme e os *tags* são menos pronunciados (Van Meerbeek *et al.*, 2001; Correr *et al.*, 2004). Além disso, as fibras colágenas não são completamente desprovidas dos cristais de hidroxiapatita, o que não apenas evita o colapso do colágeno, mas também pode servir como um receptor para interações intermoleculares adicionais com os grupamentos carboxil ou fosfato dos monômeros funcionais (Van Meerbeek *et al.*, 2001). O sistema autocondicionante é menos suscetível a falhas na técnica de aplicação, uma vez que não necessita dos procedimentos de lavagem e secagem, críticos na técnica de condicionamento ácido total.

O risco de sobre-condicionamento em dentina com o condicionamento com ácido fosfórico é evidente. Diversos trabalhos apontam para a incompleta penetração por parte do adesivo na dentina desmineralizada como principal mecanismo de degradação da união. O colágeno exposto pelo condicionamento e não permeado pelos monômeros do sistema de união seria o elo fraco da união. Assim, apesar do desempenho relativamente inferior do sistema autocondicionante observado neste estudo, alguns pontos positivos da utilização do sistema autocondicionante na colagem de fragmentos devem ser apontados. Em muitas situações, a dentina exposta na superfície fraturada é profunda, muito próxima à polpa, e nesse caso a utilização de um sistema autocondicionante poderia ser mais apropriada, uma vez que o condicionamento da dentina é menos agressivo, gerando menor profundidade de dentina desmineralizada. Adicionalmente, toda dentina desmineralizada é permeada pela resina do sistema de união, não havendo falhas na base da camada híbrida por falta de penetração do adesivo. Estes fatores podem reduzir problemas de biocompatibilidade e sensibilidade pós-operatória.

Ainda considerando os materiais utilizados na colagem de fragmentos, observou-se que o agente cimentante (material intermediário) não exerceu influência direta na resistência ao impacto. Não houve diferença significativa entre o cimento resinoso de polimerização dual Rely X CRA e o compósito fotoativado de baixa viscosidade Filtek Z350 Flow (Figura 22), o que pode ser atribuído provavelmente devido à semelhança nas propriedades mecânicas dos dois materiais, o que provavelmente conferia aos materiais resistência coesiva semelhante.

Com base na literatura, inicialmente, uma hipótese foi analisada a respeito dos agentes intermediários: a fotoativação do agente intermediário ativado unicamente pela luz (compósito de baixa viscosidade Filtek Z350 flow) poderia ser insuficiente para garantir adequada polimerização em função da redução da intensidade luminosa que ocorre quando a luz atravessa a estrutura dental. Assim, uma inadequada polimerização do agente intermediário poderia reduzir suas propriedades mecânicas (resistência coesiva) e isso poderia reduzir a resistência ao impacto dos dentes submetidos à colagem do fragmento, nos quais fosse utilizado o compósito fotoativado. Nesse sentido, a utilização de um sistema dual (cimento resinoso Rely X CRA) poderia garantir a polimerização adequada. Entretanto, esta hipótese não foi confirmada pelos resultados do presente estudo. Isto foi atribuído à alta intensidade luminosa da unidade fotoativadora ( $700 \text{ mW/cm}^2$ ) associada a um regime de polimerização com longo tempo de exposição (os agentes intermediários foram fotoativados por 80 s, divididos em 4 exposições de 20 s, aplicadas em locais diferentes – mesio-vestibular, disto-vestibular, mesio-lingual, disto-lingual). Esse protocolo de fotoativação possibilitou a polimerização adequada do agente cimentante ativado unicamente pela luz, atenuando os efeitos da redução da intensidade luminosa causado pela passagem da luz através da estrutura dental. Estes resultados corroboram com os obtidos por Reis *et al.* (2002).

Assim, considerando qualquer um dos fatores individualmente, nenhum foi capaz de devolver a resistência mecânica dos dentes. Assim, não se pode afirmar que, independentemente do sistema de união utilizado, a técnica de colagem seja capaz de devolver a resistência mecânica ao dente restaurado. Entretanto, a associação apropriada entre técnica de colagem e sistema de união, pode reabilitar satisfatoriamente o dente restaurado, conferindo-lhe resistência ao impacto similar ou próxima à observada nos dentes hígidos. Nesse estudo, a associação apropriada foi encontrada entre a técnica de chanfro e o sistema de união Single Bond. Os grupos G5 e G7 não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação ao grupo controle -dentes hígidos ( $p > 0,05$ ) (Tabela 4). A análise do padrão de fratura mostrou maior frequência de falhas coesivas para estes grupos, indicando alta resistência de união do fragmento. Já, o padrão de fratura das amostras dos grupos G5 e G7, foi de falhas coesivas próximas à área de união do

fragmento, diferindo dos observados para o grupo G controle, que apresentou fraturas na região cervical do dente (área de maior constrição e menor volume do dente).

Os menores valores de resistência ao impacto foram encontrados com a associação entre a técnica de colagem direta e o sistema de união autocondicionante grupos (G2 e G4) com diferença estatisticamente inferior aos grupos (G5, G7 e G controle). Dessa forma, deve-se considerar que esta associação não seria apropriada em função da fragilidade do fragmento reposicionado, acarretando em maior risco de descolamento. A análise do padrão de fratura de G2 e G4 mostrou alta frequência de falhas adesivas, corroborando com os baixos valores de resistência ao impacto.

A recuperação da resistência mecânica do dente restaurado é objetivo fundamental da colagem de fragmentos. Baseado nos resultados deste estudo, observa-se que a técnica de colagem é o fator determinante da resistência ao impacto. Porém, somente a associação entre a técnica de colagem com chanfro circunferencial e o sistema de união de Single Bond, foi capaz de atingir este objetivo, o que conseqüentemente pode aumentar a longevidade da restauração.

## 7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo, pôde-se concluir que:

1. A resistência ao impacto dos dentes submetidos à colagem de fragmentos é determinada pela técnica de colagem, sendo que a colagem com chanfro circunferencial apresentou melhores resultados que a colagem direta;
2. A seleção do sistema de união apresentou relevância secundária, porém significativa na resistência ao impacto dos dentes submetidos à colagem de fragmento, sendo que o sistema adesivo Single Bond, apresentou os melhores resultados quando comparado ao autocondicionante Clearfil SE Bond;
3. O agente intermediário não exerceu influência na resistência ao impacto dos dentes submetidos à colagem de fragmento, com os materiais Filtek Z350 Flow e Rely X CRA apresentando resultados similares;
4. Somente a associação entre técnica de colagem com chanfro circunferencial e sistema de união Single Bond foi capaz de devolver ao dente restaurado a resistência mecânica do dente hígido, independente do agente cimentante intermediário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andreasen FM, Daugaard-Jensen J and Munksgaard EC. Reinforcement of bonded crown fractured incisors with porcelain veneers. *Endod Dent Traumatol.* 1991; 7(2): 78-83.

Andreasen FM, Noren JG, Andreasen JO, Engelhardttsen S and Lindh-Stromberg U. Long-term survival of fragment bonding in the treatment of fractured crowns: a multicenter clinical study. *Quintessence Int.* 1995; 26(10): 669-81.

Badami AA, Dunne SM and Scheer B. An in vitro investigation into the shear bond strengths of two dentine-bonding agents used in the reattachment of incisal edge fragments. *Endod Dent Traumatol.* 1995; 11(3): 129-35.

Burke FJ. Reattachment of a fractured central incisor tooth fragment. *Br Dent J.* 1991; 170(6): 223-5.

Chosack A & Eidelman E. Rehabilitation of a fractured incisor using the patient's natural crown. Case report. *J Dent Child.* 1964; 31(1): 19-21.

Coolidge, ED. The thickness of human periodontal membrane. *J Am Dent Ass.* 1937; 24(8): 1260-70.

Correr GM, Puppini-Rontani RM, Correr-Sobrinho L, Sinhoret MA and Consani S. Effect of sodium hypochlorite on dentin bonding in primary teeth. *J Adhes Dent.* 2004; 6(4): 307-12.

De Santis R, Prisco D, Nazhat SN, Riccitiello F, Ambrosio L, Rengo S, *et al.* Mechanical strength of tooth fragment reattachment. *J Biomed Mater Res.* 2001; 55(4): 629-36.

Demarco FF, Fay RM, Pinzon LM and Powers JM. Fracture resistance of re-attached coronal fragments--influence of different adhesive materials and bevel preparation. *Dent Traumatol.* 2004; 20(3): 157-63.

Di Hipolito V, de Goes MF, Carrilho MR, Chan DC, Daronch M and Sinhoreti MA. SEM evaluation of contemporary self-etching primers applied to ground and unground enamel. *J Adhes Dent.* 2005; 7(3): 203-11.

El-Askary FS, Ghalab OH, Eldemerdash FH, Ahmed OI, Fouad SA, Nagy MM. Reattachment of a severely traumatized maxillary central incisor, one-year clinical evaluation: a case report. *J Adhes Dent.* 2006; 8(5): 343-9.

Farik B and Munksgaard EC. Fracture strength of intact and fragment-bonded teeth at various velocities of the applied force. *Eur J Oral Sci.* 1999; 107(1): 70-3.

Farik B, Munksgaard EC and Andreasen JO. Impact strength of teeth restored by fragment-bonding. *Endod Dent Traumatol.* 2000; 16(4): 151-3.

Farik B, Munksgaard EC, Andreasen JO and Kreiborg S. Fractured teeth bonded with dentin adhesives with and without unfilled resin. *Dent Traumatol.* 2002; 18(2): 66-9.

Farik B, Munksgaard EC, Kreiborg S and Andreasen JO. Adhesive bonding of fragmented anterior teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1998a; 14(3): 119-23.

Farik B, Munksgaard EC, Suh BI, Andreasen JO and Kreiborg S. Adhesive bonding of fractured anterior teeth: effect of wet technique and rewetting agent. *Am J Dent.* 1998b; 11(6): 251-3.

Frankenberger R, Lopes M, Perdigao J, Ambrose WW and Rosa BT. The use of flowable composites as filled adhesives. *Dent Mater.* 2002; 18(3): 227-38.

Fredriksson M, Astback J, Pamenius M and Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *J Prosthet Dent.* 1998; 80(2): 151-7.

Garcia-Ballesta C, Perez-Lajarin L, Cortes-Lillo O and Chiva-Garcia F. Clinical evaluation of bonding techniques in crown fractures. *J Clin Pediatr Dent.* 2001; 25(3): 195-7.

Gorecka V, Suliborski S and Biskupski T. Direct pulp capping with a dentin adhesive resin system in children's permanent teeth after traumatic injuries: case reports. *Quintessence Int.* 2000; 31(4): 241-8.

Grossmann Y, Arauz-Dutari J, Chogle SM, Blatz MB, Sadan A. A conservative approach for the management of a crown-root fracture. *Quintessence Int.* 2006; 37(10): 753-9.

Hamilton FA, Hill FJ and Holloway PJ. An investigation of dento-alveolar trauma and its treatment in an adolescent population. Part 1: The prevalence and incidence of injuries and the extent and adequacy of treatment received. *Br Dent J.* 1997; 182(3): 91-5.

Hansen EK and Asmussen E. Improved efficacy of dentin-bonding agents. *Eur J Oral Sci.* 1997; 105(5 Pt 1): 434-9.

Kanca J, 3rd. Replacement of a fractured incisor fragment over pulpal exposure: a long-term case report. *Quintessence Int.* 1996; 27(12): 829-32.

Loguercio AD, Mengarda J, Amaral R, Kraul A and Reis A. Effect of fractured or sectioned fragments on the fracture strength of different reattachment techniques. *Oper Dent.* 2004; 29(3): 295-300.

Maia EA, Baratieri LN, de Andrada MA, Monteiro S, Jr. and de Araujo EM, Jr. Tooth fragment reattachment: fundamentals of the technique and two case reports. *Quintessence Int.* 2003; 34(2): 99-107.

Nogueira Filho Gda R, Machion L, Teixeira FB, Pimenta LA and Sallum EA. Reattachment of an autogenous tooth fragment in a fracture with biologic width violation: a case report. *Quintessence Int.* 2002; 33(3): 181-4.

Pagliarini A, Rubini R, Rea M and Campese M. Crown fractures: effectiveness of current enamel-dentin adhesives in reattachment of fractured fragments. *Quintessence Int.* 2000; 31(2): 133-6.

Reis A, Francci C, Loguercio AD, Carrilho MR and Rodriques Filho LE. Re-attachment of anterior fractured teeth: fracture strength using different techniques. *Oper Dent.* 2001; 26(3): 287-94.

Reis A, Kraul A, Francci C, de Assis TG, Crivelli DD, Oda M, *et al.* Re-attachment of anterior fractured teeth: fracture strength using different materials. *Oper Dent.* 2002; 27(6): 621-7.

Reis A, Loguercio AD, Kraul A and Matson E. Reattachment of fractured teeth: a review of literature regarding techniques and materials. *Oper Dent.* 2004; 29(2): 226-33.

Sengun A, Ozer F, Unlu N and Ozturk B. Shear bond strengths of tooth fragments reattached or restored. *J Oral Rehabil.* 2003; 30(1): 82-6.

Simonsen RJ. Traumatic fracture restoration: an alternative use of the acid etch technique. *Quintessence Int Dent Dig.* 1979; 10(2): 15-22.

Simonsen RJ. Restoration of a fractured central incisor using original tooth fragment. *J Am Dent Assoc.* 1982; 105(4): 646-8.

Torbjorner A, Karlsson S and Odman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent.* 1995; 73(5): 439-44.

Tovo MF, dos Santos PR, Kramer PF, Feldens CA and Sari GT. Prevalence of crown fractures in 8-10 years old schoolchildren in Canoas, Brazil. *Dent Traumatol.* 2004; 20(5): 251-4.

Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent.* 2001, Supplement 6: 119-144.

Vissichelli VP. Restoration of a fractured maxillary central incisor by using the original tooth fragment. *Gen Dent.* 1996; 44(3): 238-40.

Walker M. Fractured-tooth fragment reattachment. *Gen Dent.* 1996; 44(5): 434-6.

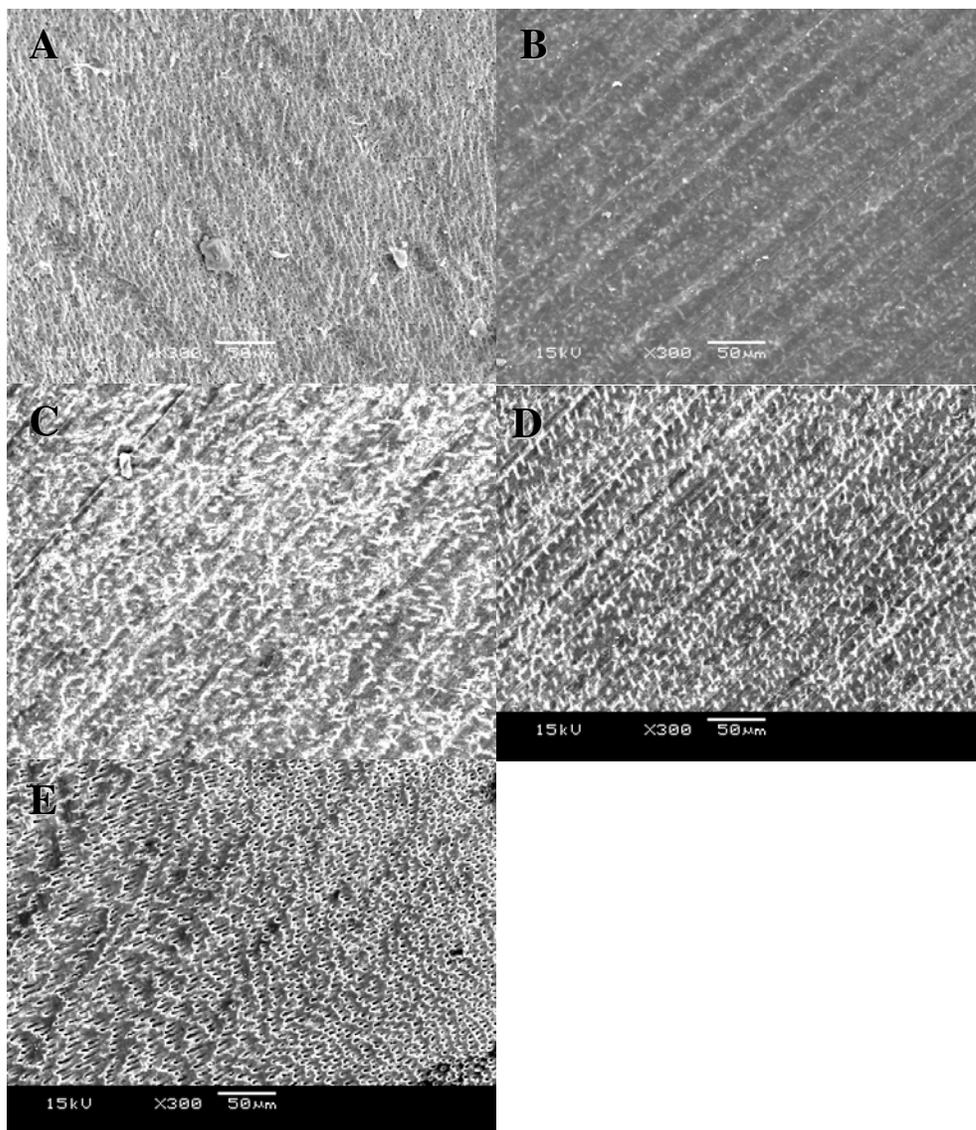
Wiegand A, Rodig T and Attin T. [Treatment of crown fractured incisors: reattachment instead of restoration?]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2005; 115(12): 1172-81.

Worthington RB, Murchison DF and Vandewalle KS. Incisal edge reattachment: the effect of preparation utilization and design. *Quintessence Int.* 1999; 30(9): 637-43.

Zuhal K, Semra OE and Huseyin K. Traumatic injuries of the permanent incisors in children in southern Turkey: a retrospective study. *Dent Traumatol.* 2005; 21(1): 20-5.

## ANEXO 1

No estudo apresentado anteriormente a padronização das dimensões dos fragmentos era fundamental para a homogeneidade dos resultados. Por isso, os fragmentos foram obtidos através de seccionamento da coroa. Entretanto, a secção dos fragmentos produz *smear layer* nas superfícies e isto também poderia interferir nos resultados. Em função disto o objetivo deste estudo piloto foi obter um método que assegure a completa remoção da *smear layer* das superfícies a serem coladas, tornando-as mais próximas daquelas obtidas quando o fragmento é fraturado. A remoção da *smear layer* pode ser realizada através de ultrassom. Em função disto, diferentes tempos de banho ultrassônico foram testados. Para tanto, foram selecionados 15 incisivos bovinos, sendo que 3 foram tiveram o terço insisal fraturado com cinzel e 12 foram seccionados com o uso de disco diamantado sob refrigeração em cortadeira Isomet 1000. Os remanescentes e fragmentos obtidos através de seccionamento foram distribuídos segundo a técnica aplicada para remoção da *smear layer*: nenhum tratamento, ultrassom por 30 minutos, ultrassom por 1 hora e ultrassom por 2 horas. As amostras foram desidratadas e metalizadas para análise em Microscopia Eletrônica de Varredura. Três imagens de cada situação foram captadas em cada amostra. Imagens representativas de cada grupo podem ser visualizadas na figura 24. Observou-se que a *smear layer* era totalmente removida quando as superfícies seccionadas foram submetidas ao ultrassom em banho de água por 2 horas e este tempo foi selecionado para o trabalho.



**Figura 24** – Imagens obtidas no estudo piloto para determinação do método de remoção da *smear layer*. (A) Dentina Fraturada: observa-se ausência de *smear layer* e os túbulos dentinários abertos; (B) Dentina seccionada, sem tratamento: observa-se que a superfície está completamente coberta pela *smear layer*, os túbulos dentinários encontram-se obliterados; (C) Dentina seccionada, ultrassom por 30 minutos: observa-se que a superfície está parcialmente coberta por *smear layer*, os túbulos dentinários ainda encontram-se obliterados, embora sua localização esteja mais evidente (D) Dentina seccionada, ultrassom por 1 hora: observa-se que superfície ainda está parcialmente coberta por *smear layer*, os túbulos dentinários encontram-se parcialmente abertos, havendo obliteração em alguns pontos; (E) Dentina seccionada, ultrassom por 2 horas: observa-se a ausência de *smear layer* e túbulos dentinários completamente abertos, assemelhando-se à superfície obtida com a fratura da dentina.



## ANEXO 2

Resultados originais em kilograma/força (Kgf) e o tipo de falha\* observado do ensaio de resistência ao impacto de dentes hígidos ou submetidos à colagem de fragmentos utilizando diferentes técnicas e materiais.

Amostra	G1	Falha	G2	Falha	G3	Falha	G4	Falha
1	17,18	AD	7,12	AD	19,85	M	12,12	AD
2	21,96	AD	11,76	AD	11,44	AD	12,62	M
3	24,6	AD	8,96	AD	8,57	AD	23,99	M
4	60,46	CD	11,28	AD	79,54	CD	21,8	M
5	33,14	AD	23,26	M	21,21	M	28,38	M
6	12,91	AD	11,72	M	14,13	AD	8,79	AD
7	14,94	AD	10,43	AD	8,84	AD	7,62	AD
8	9,22	AD	8,83	AD	8,48	AD	9,87	AD
9	22,52	AD	16,26	AD	28,9	CD	20,59	AD
10	47,88	CD	14,59	AD	34,99	M	29,74	CD
11	16,32							
M/M**	26,48	AD	12.42	AD	23.5	AD	17.55	AD
DP	16,32		4.667		21.64		8.318	

Amostra	G5	Falha	G6	Falha	G7	Falha	G8	Falha	GC	Falha
1	23.45	AD	33.45	M	23.56	CD	14.64	AD	71.27	FC
2	30.81	M	14.34	AD	27.26	CD	13.45	AD	73.69	FC
3	27.72	AD	17.33	AD	46.42	CD	32.63	M	44.19	FC
4	28.05	M	23.65	M	29.76	CD	45.42	CD	53.72	FC
5	18.7	AD	45.69	M	50.15	CD	23.23	AD	61.48	FC
6	25.49	M	33.4	M	29.09	CD	25.34	CD	42.98	FC
7	53.91	M	46.44	CD	22.01	M	17.68	M	42.08	FC
8	37.15	M	12.44	AD	61.21	CD	17.85	M	90.07	FC
9	29.74	CD	13.25	M	43.22	CD	38.97	CD	95.57	FC
10	30.75	AD	18.79	AD	27.65	CD	37.66	CD	57.05	FC
11	110.3	CD	100.8	CD	79.6	CD			61.34	FC
12			89.7	CD	80.5	CD			84.16	FC
M/M**	37.82	M	37.44	M	43.37	CD	26.68	CD/M	64.8	FC
DP	25.68		29.56		20.91		11.30		18.35	

\*AD: Falha adesiva

FC: Falha cervical

M: Falha mista

CD: Falha coesiva na estrutura dental

\*\*Média do grupo nas colunas referentes à resistência ao impacto e Moda do tipo de falha.