ALEXANDER OTTO EDUARDO KRAUL SCARPATI

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE TÉCNICAS DE COLAGEM
EMPREGADAS PARA RESTAURAÇÃO DE DENTES
FRATURADOS COM E SEM TRATAMENTO ENDODÔNTICO**

São Paulo

2007

Alexander Otto Eduardo Kraul Scarpati

**Resistência à fratura de técnicas de colagem empregadas para
restauração de dentes fraturados com e sem tratamento
endodôntico**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Doutor pelo Programa de Pós Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística

Orientador: Profa. Dra. Margareth Oda

São Paulo

2007

FOLHA DE APROVAÇÃO

Kraul A. Resistência à fratura de técnicas de colagem empregadas para restauração de dentes fraturados com e sem tratamento endodôntico [Tese de Doutorado] São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2007.

São Paulo, / /2007.

Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

4) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

5) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

*Se não houver frutos,
valeu a beleza das flores
Se não houver flores,
valeu a sombra das folhas,
E se não houver folhas,
valeu a intenção da semente!*

(Henfil)

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a minha esposa, amiga, colega e grande companheira Luciane Franco Kraul, que sem a qual não teria conseguido terminar várias fases da minha vida. Que a luz ilumine nosso caminho por um futuro próspero e cada vez melhor.

A minha mãe pelo carinho, compreensão e paciência para me ajudar a ser um melhor homem e ser humano.

A tia Bertha, com muito amor e carinho, agradeço toda ajuda sempre constante e zelosa a mim e minha esposa.

Ao meu pai (*in memoriam*), obrigado pelos estudos que me proporcionaram a oportunidade de aprender muitas coisas e conhecer o mundo. Muito obrigado pai.

Aos meus primos Julio Vignati Scarpati e Alfredo Paino Scarpati. Meus melhores amigos, comparsas, padrinhos por toda a vida, apoio e amizade incondicional sempre. Obrigado por todos os momentos tão felizes juntos em todos esses anos.

AGRADECIMENTO

Às vezes cremos que o que conseguimos é apenas uma gota no oceano. Mas sem ela, o oceano estaria incompleto.

Madre Teresa de Calcutá

Meus agradecimentos especiais :

Ao Professor Edmir Matson, que deixou uma grande marca, gostaria de agradecer a mão amiga, que tanto me ajudou a entrar nesta faculdade e que sem ele teria sido muito difícil.

Prof. Dra Margareth Oda, por toda paciência e compreensão, sempre me direcionando e apoiando no término desta tese e de esta fase final na USP.

A Vânia da Biblioteca da FOU SP pelo apoio e carinho para finalizar esta teses.

A USP por ter me dado a oportunidade de concluir a graduação, mestrado e doutorado nesta casa que sempre lembrarei com carinho e saudades.

Kraul A. Resistência à fratura de técnicas de colagem empregadas para restauração de dentes fraturados com e sem tratamento endodôntico [Tese de Doutorado] São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2007.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar à resistência à fratura de três técnicas de colagem usadas para restaurar dentes fraturados hígidos e com tratamento endodôntico associado ou não a colocação de pino de fibra de vidro. Noventa incisivos humanos foram aleatoriamente divididos em três grupos de 30 dentes cada. No grupo A, os dentes não foram tratados endodonticamente, enquanto os dentes dos grupos B e C foram submetidos ao tratamento endodôntico, seguido de restauração da câmara pulpar com resina composta. Todos os dentes foram fraturados por uma carga axial aplicada na superfície vestibular para obter fragmentos dentais. Os dentes de cada grupo foram novamente subdivididos em três subgrupos: colagem simples [CS], chanfro vestibular [CV] e chanfro circunferencial [CC]). Antes da colagem dos fragmentos, pinos de fibra de vidro foram colocados nos dentes do grupo C. Todos os fragmentos dos dentes (grupos A, B e C) foram colados utilizando um cimento de dupla ativação (Duo-Link, Bisco Inc). No grupo CS, nenhum preparo adicional foi realizado após colagem, porém no restante dos dentes realizou-se uma canaleta vestibular (grupo CV) ou uma canaleta circunferencial ao redor da linha de colagem (CC) com aproximadamente 1,0 mm de profundidade. As canaletas foram restauradas com resina composta microhíbrida. Por fim, os espécimes foram submetidos a

mesma carga axial no mesmo ponto pré-determinado. A resistência à fratura após o procedimento restaurador foi expressa em porcentagem de resistência do dente íntegro. Os dados foram submetidos a uma análise de variância de dois fatores (Grupo vs. Técnica de colagem) e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Somente o fator principal Técnica de colagem foi estatisticamente significativa ($p<0,05$). Nenhuma das técnicas de colagem empregadas conseguiu restabelecer a resistência à fratura do dente hígido. A confecção de uma canaleta vestibular e circunferencial proporcionaram uma recuperação de resistência similar ($p>0,05$) entre si e superior ao alcançado pela técnica de colagem simples ($p<0,05$). Concluiu-se que o uso de pino de fibra de vidro não é essencial para reforço da estrutura dental antes da colagem de fragmentos de dentes tratados endodonticamente. As técnicas de chanfro vestibular e chanfro circunferencial devem ser preferidas ao se realizar a colagem de fragmentos devido a maior recuperação da resistência do dente hígido em relação a técnica de colagem simples.

Palavras-chave: colagem dentária - fratura dos dentes - pinos dentários – endodontia

Kraul A. Fracture strength of different techniques for re-attachment of teeth submitted or not to endodontic treatment [Tese de Doutorado] São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2007.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the fracture strength of three techniques used to reattach tooth fragments in sound and endodontically-treated fractured teeth either associated or not with fiber post placement. Ninety human lower incisors were randomly divided into three groups of 30 teeth each. In group A teeth were not subjected to endodontic treatment; while teeth from groups B and C were endodontically treated and the pulp chamber restored with a composite resin. All teeth were fractured by an axial load applied to the buccal area in order to obtain tooth fragments. Teeth from each group were divided again into three subgroups: bonded only [BO], buccal chamfer [BC] and circumferential chamfer [CC]). Before the re-attachment procedures, fiber posts were placed in teeth from group C. All teeth (groups A, B and C) had the fragments re-attached using a dual cure resin luting cement (Duo-Link, Bisco Inc., Itasca, IL). In the BO group, no additional preparation was made. Teeth from groups BC and CC groups had a 1.0 mm-depth chamfer placed in the fracture line either on buccal surface [group BC] or along the buccal and lingual surfaces [group CC]. Increments of microhybrid composite resin were used in subgroups BC and CC to restore the chamfer. The specimens were loaded until fracture in the same pre-determined area. The force required to detach each fragment was recorded and a percentage

of fracture strength recovery calculated for each tooth. The data was subjected to a two-way analysis of variance (Group vs. Re-attachment technique) and Tukey's test ($\alpha=0.05$). Only the main factor Re-attachment technique was statistically significant ($p<0.05$). None of the techniques used for teeth re-attachment restored the fracture strength of the intact teeth. The placement of buccal and circumferential chamfer yielded statistically similar ($p>0.05$) fracture strength recovery, which was superior to the bonded only technique ($p<0.05$). The use of fiber post is not mandatory for the reinforcement of the tooth structure before re-attachment of fragments in endodontically-treated teeth. When bonding a fractured fragment, the buccal or circumferential re-attachment techniques should be preferable in comparison with the simple re-attachment without any additional preparation.

Key words: reattachment – tooth fracture – dental pins – endodontics

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 – Desenho esquemático mostrando as linhas divisórias para demarcação do ponto de aplicação da carga.....	42
Figura 4.2- Desenho esquemático mostrando a raiz do dente confinado na morsa Modificada em que a força incide perpendicularmente no ponto pré-Determinado.....	43
Figura 4.3 – Fratura tipo II de Ellis.....	44
Figura 4.4a – Colagem simples.....	46
Figura 4.4b – Chanfro vestibular.....	46
Figura 4.4.c – Chanfro circunferencial.....	46
Figura 6.1 - Configuração inicial do dispositivo para apreensão dos corpos-de-prova (mordente) utilizado em estudos já publicados na literatura.....	57
Figura 6.2 - Forma de medição da angulação entre o longo eixo da raiz e a borda incisal.....	58
Figura 6.3 - Configuração do dispositivo utilizado para a fratura de acordo com a angulação quando em 60°.....	58

LISTA DE TABELAS, QUADROS E GRÁFICOS

Tabela 4.1 – Material, lote, composição e modo de aplicação dos materiais

Utilizados.....46

Tabela 5.1 – Resultados da análise de variância de dois critérios.....48

Tabela 5.2 - Médias e desvios padrões da resistência à fratura inicial e após colagem (Kgf) e as médias percentuais dos valores de recuperação da resistência a fratura (%) para cada grupo experimental.....49

Grafico 5.1 – Gráfico das médias (%) da recuperação da resistência à fratura. Barras com cores iguais representam médias estatisticamente semelhantes.....49

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

A	adesivo
A+D	adesivo+ resina composta
A+B	adesivo+ cimento resinoso
A+C	adesivo + resina (flow)
Bis-GMA	bisfenol-glicidil metacrilato
°C	graus Celsius
CS	colagem simples
CV	chanfro vestibular
CC	chanfro circunferencial
cm	centímetro
cm ²	centímetro ao quadrado
cp	corpo-de-prova
Fx	componente de força
G.L.	grau de liberdade
GPa	giga pascal
h	hora
HEMA	2-hidroxi etil metacrilato
Kg	quilograma
Kgf	kilograma força

min	minuto
mm	milímetro
mm ²	milímetro ao quadrado
MPa	Mega Pascal
mm/min	milímetro por minuto
mW/cm ²	miliwatts por centímetro ao quadrado
nm	nanômetro
n	tamanho da amostra
n°	número
μm	micrometro
μl	microlitro
RC	resina composta
s	segundo
%	porcentagem
p	nível descritivo
%wt	percentual em peso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1 Técnicas e materiais para colagem de fragmentos dentais.....	19
2.2 Uso de pino intra-radicular para reforço da estrutura dentária.....	34
3 PROPOSIÇÃO.....	38
4 MATERIAL E MÉTODO	39
4.1 Tratamento endodôntico dos dentes dos grupos B e C0.....	40
4.2 Fratura inicial de todos os elementos dentais.....	42
4.3 Restauração dos dentes fraturados.....	45
4.4 Restauração dos dentes fraturados.....	48
5 RESULTADOS	50
6 DISCUSSÃO.....	53
6.1 Uso de pino intra-radicular para reforço da estrutura dentária.....	53
6.2 Método empregado para fratura	57
6.3 Técnicas de colagem de fragmentos dentários.....	61
7 CONCLUSÕES.....	66
REFERÊNCIAS	67
ANEXO	83

1 INTRODUÇÃO

Estudos recentes indicam que a incidência de trauma, principalmente entre crianças e adolescentes, afetam aproximadamente 25% de pessoas nestas faixas etárias (MURCHISON; BURKE; WORTHINGTON, 1999). Além disto, já foi relatado que 92% de todos os tipos de fraturas que ocorrem na dentição permanente afetam a coroa dental (COHEN; BURNS, 1994).

Os dados epidemiológicos ainda apontam que os dentes mais afetados são os incisivos centrais superiores devido a sua posição mais frontal e a protusão natural decorrente do processo de erupção. Apesar da grande maioria dos traumas dentais não comprometerem os tecidos pulpares e periodontais, estes tecidos podem ser envolvidos em algumas situações clínicas (ANDREASEN et al., 1993; BARATIERI; MONTEIRO JR; ANDRADA, 1990; BARATIERI et al., 1993; MAIA et al., 2003). Neste caso, o tratamento do elemento fraturado deve ser multidisciplinar, ou seja, envolver outras especialidades além da dentística restauradora, como a periodontia, endodontia e oclusão (WADHWANI, 2000). Por exemplo, o tratamento endodôntico pode ser necessário antes da atuação da dentística restauradora, quando a vitalidade do dente é afetada pelo trauma.

Neste caso em específico dúvidas sobre a necessidade ou não de cimentação de pino intra-radicular como reforço da estrutura dentária, antes da

colagem do fragmento dental é comum entre clínicos. Diversos relatos de casos publicados na literatura realizaram este procedimento após tratamento endodôntico (ALTAY, 2004; DIMRI; KAPOOR; JAISOAL, 2000; EL-ASKARY et al., 2006; LUI, 2001; NOGUEIRA FILHO et al., 2002; PALMA-DIBB et al., 2004; TURGUT; GONUL; ALTAY, 2004; WADHWANI, 2000), embora não tenha sido realizado por outros autores (NOGUEIRA FILHO et al., 2002). Além disto o aumento da resistência do dente proporcionado por pinos intra-radculares é cada vez mais questionada (CARLINI, 1999; GUZY; NICHOLLS, 1979; TROPE; MALTZ; TRONSTAD, 1985;).

Apesar destas contestações, ainda não há relatos na literatura sobre a necessidade de cimentação de pinos endodônticos quando dentes tratados endodonticamente e afetados por trama dental resultam em fratura coronária. Desta forma, torna-se relevante a avaliação da recuperação da resistência à fratura em dentes tratados endodonticamente que requerem técnicas de colagem de fragmentos para recuperação da função e estética perdida pelo trauma dental.

Porém, outros questionamentos surgem quando dentes fraturados são alvo de tratamento. Apesar de muitas técnicas dentais já terem sido propostas para colagem de fragmentos à estrutura dental remanescente (MURCHISON; BURKE; WORTHINGTON, 1999; REIS et al., 2001) ainda não há um consenso na literatura sobre a técnica ideal a ser empregada para colagem de fragmentos dentais. Por exemplo, De Santis et al. (2001) e Demarco et al. (2004) compararam a técnica de colagem simples e a técnica de chanfro circunferencial e concluíram que o chanfro permitiu o alcance de maior resistência à fratura

quando os dentes restaurados foram submetidos à testes estáticos e de dobramento. Por outro lado, Reis et al. (2001) investigando a resistência à fratura de diferentes técnicas de colagem, entre elas a colagem simples e o chanfro vestibular, relataram similaridade entre ambas as técnicas, achado semelhante ao de outros estudos laboratoriais (DEAN; AVERY; SWARTZ, 1986; MUNKSGAARD et al., 1991).

Uma possível explicação para estes resultados conflitantes reside no fato de que a quantidade de tecido dental removido para realização do chanfro ter sido diferente nos estudos supracitados. Enquanto De Santis et al. (2001) e Demarco et al. (2004) confeccionaram um chanfro circunferencial, ao redor de toda a linha de união nas faces vestibular, proximais e lingual; outros estudos apenas confeccionaram o chanfro na superfície vestibular (DEAN; AVERY; SWARTZ, 1986; MUNKSGAARD et al., 1991; REIS et al., 2001).

Infelizmente a literatura carece de pesquisas que comparem as técnicas de chanfro vestibular e circunferencial para colagem de fragmentos dentais. Dentro deste contexto, a realização de estudos que esclareçam estas dúvidas parece de suma relevância, principalmente porque já foi relatado que a principal falha do procedimento de colagem de fragmentos advém de um novo trauma dental, com conseqüente descolagem do fragmento (ANDREASSEN et al., 1995).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Técnicas e materiais para colagem de fragmentos dentais

A evolução constante e permanente pela qual passa a Odontologia cria, a cada dia, novas alternativas restauradoras, não em substituição as técnicas consagradas, mas como novas opções para que o cirurgião-dentista possa desfrutar de várias possibilidades, e em cada caso, utilizar a técnica mais adequada. Das cavidades protéticas, passando por vários materiais estéticos, as restaurações em dentes anteriores passaram por inúmeras fases e um longo caminho foi percorrido. Em meados dos anos 50 do século passado, não se tinha material restaurador em condições de substituir grandes perdas de tecido dentário, seja pela falta de combinação de cor ou pela incapacidade dos materiais existentes em resistir aos esforços mastigatórios.

Também não existia nenhum material adesivo e esta foi a razão pela qual durante muito tempo foi impossível imaginar que a terapia para dentes fraturados poderia ser a colagem do próprio fragmento para restaurar forma, função e estética. Antes da utilização das técnicas atuais para colagem de fragmentos, muitos relatos de caso clínicos foram realizados utilizando artefatos existentes na época.

Diversos estudos epidemiológicos demonstram que o traumatismo dental é de ocorrência freqüente. A prevalência de traumatismo dental em incisivos foram analisadas por Zerman e Cavallieri (1995). Após examinarem 2.798 indivíduos, com idades entre 6 e 21 anos, por um período de 5 anos, os autores observaram que a prevalência do trauma dental foi de 7,3%. A grande maioria das injúrias dentais ocorreu em crianças entre 6 e 13 anos de idade e envolvia dois dentes. A proporção entre meninos e meninas foi de 2,7:1. As causas mais freqüentes foram quedas e acidentes de trânsito. Os dentes mais afetados foram os incisivos centrais superiores (80% dos casos).

Corroborando com estes achados está o estudo de Çalışkan e Türkün (1995), que observaram que os meninos (64,8%) sofreram mais lesões que as meninas (35,2%); pacientes com idades entre 11 a 15 anos exibiram maior número de traumatismo (37,4%), seguido do grupo entre idades de 6 e 10 anos (24,5%). A maioria dos dentes atingidos foram incisivos superiores (66,2%). O tipo mais comum de fratura encontrado foi a fratura simples da coroa dentária (40,4%). De acordo com Cavallieri e Zerman (1993), após acompanhamento de 55 pacientes com idades entre 6 a 12 anos, vítimas de traumatismo dental, o tipo de fratura mais comum foi a de esmalte sem exposição pulpar (80%).

Apesar destes estudos apresentarem taxas percentuais diferentes, todos concordam nos seguintes aspectos: 1) pacientes jovens são os mais afetados, sendo os meninos o grupo de maior risco; 2) os dentes mais afetados são os incisivos superiores e, 3) o tipo de fratura mais observada é aquela que não envolve o tecido pulpar.

A colagem de fragmentos só passou a ser utilizada mais corriqueiramente nos últimos 30 anos. Isto se deve a dificuldade que existia em se conseguir adequada retenção dos fragmentos dentais às coroas fraturadas. Slack e Jones (1955) publicaram um artigo na qual relataram um caso clínico de uma criança com 9 anos de idade que tinha fraturado os dois incisivos centrais inferiores e o incisivo central superior direito. A mãe do garoto relatou durante a consulta que seu filho, inicialmente uma pessoa extrovertida, tinha tornado-se triste e quieto, além de apresentar dificuldades na pronúncia de certas palavras. O tratamento realizado para o caso foi a realização de uma prótese parcial em dentes adjacentes para levar uma extensão de resina acrílica nos dentes fraturados. Meses após, o garoto havia recuperado auto-estima perdida pelo traumatismo dental.

O primeiro relato de caso clínico na qual tentou-se empregar o framento dental para reestabelecimento da função e estética de um elemento dental fraturado foi realizado por Chosack e Eildeman (1964). Os autores descreveram ocorrência de uma fratura completa da coroa de um incisivo central superior, onde a criança mostrou-se inconformada com a “perda” do dente. Os autores executaram o tratamento endodôntico do elemento, realizaram um núcleo metálico fundido que se adaptasse ao remanescente coronário e ambos (núcleo e coroa dental remanescente) foram cimentados com cimento convencional.

Este relato de caso clínico evidencia a dificuldade na realização da técnica de colagem para propiciar retenção do fragmento ao remanescente dental antes do advento da técnica do condicionamento ácido total. Outros relatos também

corroboram com esta observação. Spasser (1977) relatou um caso clínico de fratura total da coroa de um incisivo central superior com exposição pulpar. A terapêutica inicial foi a realização do tratamento endodôntico. Para promover a retenção do fragmento ao remanescente, o autor utilizou 3 pinos intra-dentinários, resina composta ativada quimicamente e resina composta ativada por luz ultravioleta.

Apesar da técnica do condicionamento ácido ter sido advogada por Buonocore (1955), até 1978 nenhum relato de colagem de fragmento que utilizasse esta técnica havia sido relatado. Uma das razões que pode explicar o fato foi a dificuldade inicial que os clínicos tiveram em aceitar a nova técnica de união de resinas acrílicas ao esmalte. Outra provável razão é que a maioria das fraturas coronárias envolvia tecido dentinário e, acreditava-se que os ácidos aplicados sobre a dentina poderia causar desde sensibilidade pós-operatória até mortificação pulpar (CARVALHO, 1998). Somente após esclarecimentos sobre o possível potencial agressivo dos ácidos aplicados sobre a dentina é que esta técnica passou a ser mais utilizada. Hoje, sabe-se que a capacidade dos ácidos em desmineralizar a dentina é contraposta pelo poder tampão do substrato, em especial o da hidroxiapatita (CAMPS; PASHLEY, 2000; WANG ; HUME, 1998). Além disso, a característica hipertônica dos ácidos estimula o fluxo do fluido dentinário em direção a junção amelo-dentinária, outro fator que dificulta a penetração do ácido em direção à polpa, via túbulos dentinários, em especial para espessuras dentinárias superior a 0,5 mm (CARVALHO, 1998).

Tennery (1978), foi o primeiro autor que descreveu a realização do procedimento de colagem de dentes fraturados através da técnica do condicionamento ácido e do uso de resinas compostas. O autor relatou que o procedimento havia sido realizado em cinco pacientes com uma taxa de sucesso de 80%, embora sem especificar por quanto tempo esta avaliação foi realizada. No mesmo ano, Esberard, Silva Filho e Gabrielli (1978) apresentaram um caso clínico de coroa fraturada de um incisivo central superior esquerdo de um paciente de 13 anos de idade. Após curetagem da polpa o fragmento foi fixado ao remanescente coronário através de um selante ativado por luz ultra-violeta (Sistema Nuva). Após dois anos e seis meses os autores observaram sucesso clínico radiográfico com preservação da vitalidade pulpar e formação de ponte dentinária. A aplicação do selante associado ao condicionamento ácido do esmalte manteve o fragmento firmemente retido com condição estética satisfatória, apesar de uma ligeira descoloração na linha de fratura.

Ainda no mesmo ano, Mader (1978) relatou outro caso clínico no qual um paciente de 27 anos possuía um fragmento dental de um incisivo central superior sepultado no lábio inferior por três anos, devido a um acidente. O autor fez a remoção cirúrgica do fragmento e colou-o ao remanescente coronário através da técnica do condicionamento ácido. Starkey (1979) realizou a técnica de colagem de um incisivo inferior através do condicionamento ácido e uso de um selante fotoativado com luz ultravioleta.

Embora não houvesse nenhum estudo laboratorial ou avaliações clínicas consistentes, uma série de relatos de casos clínicos foram realizados e

publicados por vários autores a partir do início da década de 80 do século passado, apresentando um bom índice de sucesso (MURCHISON; WORTHINGTON, 1998). Uma grande variedade de técnicas, como realização de bisel, uso de canaletas dentinárias, chanfro, sobrecontorno com resina composta, associação com tratamentos endodônticos assim como o uso de diferentes materiais (cimentos de ionômero de vidro, selantes, resinas compostas, cimentos resinosos) têm sido empregados pelos clínicos.

Porém, não há consenso, na literatura consultada, sobre qual técnica de colagem conduz a uma maior longevidade da restauração. Muitos relatos advogam a realização de um biselamento tanto do fragmento como do remanescente dental (AMIR; BAR-GIL; SARNAT, 1986; BURKE, 1991; SIMONSEN, 1979; VAN DER VYNER; MARAIS, 1996; WALKER, 1996). Esta técnica é advogada como forma de aumentar a retenção do fragmento e prolongar a durabilidade, uma vez que sua confecção altera a angulação dos prismas de esmalte em relação à superfície, que passam a orientar-se obliquamente para permitir um condicionamento ácido mais efetivo (BAGHERI; DENERY, 1983). Contudo, esta indicação é baseada em estudos envolvendo restaurações de classe IV e não estudos com dentes fraturados. Outra desvantagem é que como há necessidade de desgaste prévio à colagem, parte do embricamento mecânico existente com a estrutura dental é perdido, o que dificulta o correto posicionamento do fragmento no remanescente.

Considerando isto, ao apresentarem um caso de um incisivo central fraturado, Franco et al. (1985) indicaram primeiramente a fixação do fragmento

ao remanescente através da colagem com adesivos. Em seguida, confeccionaram um desgaste com uma ponta de diamante esférica, na linha de união da colagem, obtendo uma redução em forma de chanfro duplo preenchido posteriormente com resina composta. Outros autores também utilizaram técnica semelhante, após a colagem do fragmento (ANDREASSEN et al., 1993; DAVIS; ROTH; LEVI, 1983; MAIA et al. 2003).

Andreasen e Andreasen (1991) publicaram livro com abordagem minuciosa de todos os possíveis casos de traumatismo dental. Os autores recomendam o procedimento de colagem de fragmento dental preconizando a técnica de união topo a topo. Após a colagem, os autores recomendam a execução de um sulco de reforço (chanfrado) executado em toda a extensão da linha de colagem. Esta técnica, no entanto, apresenta alguns inconvenientes na visão de outros autores: a exposição da resina composta na face vestibular do dente, estaria sujeita ao processo de abrasão e descoloração ao longo do tempo. Assim outras técnicas que minimizam estes efeitos deletérios foram publicadas.

Silva Filho e Esberard (1982) propuseram a realização de um bisel somente por palatino ao invés de ser colocado na superfície vestibular, diminuindo as possíveis alterações de cor que ocorreria com a resina composta ao longo do tempo. Apesar disto, esta técnica pode interferir no processo de desgaste fisiológico, na qual as faces palatinas de dentes anteriores estão sujeitas ao longo do tempo. Outra técnica, bastante relatada na literatura consultada é a confecção de uma canaleta interna em esmalte (DIANGELIS; JUNGBLUTH, 1992; SIMONSEN, 1982). Devido a pequena espessura de

esmalte nos dentes anteriores, esta técnica parece ser de difícil realização clínica e não têm sido mais utilizada.

Uma constante comum nos relatos de casos clínicos é a realização de uma canaleta interna no fragmento dental, através do desgaste da dentina, como forma de obter espaço para o material de proteção pulpar (FRANCO et al., 1985; SIMONSEN, 1982) ou para um cimento de ionômero de vidro, almejando também uma melhor adesividade do fragmento dental (BURKE, 1991; DIANGELIS; JUNGBLUTH, 1992).

Um exemplo é o estudo de Franco et al. (1985). Antes da colagem, os autores aplicaram uma camada de cimento de hidróxido de cálcio sobre a dentina do remanescente e removeram a dentina correspondente no fragmento para que fosse criado o espaço para a coaptação. Outro exemplo é relato de caso publicado por Liew (1988). O autor descreveu um caso clínico de colagem de fragmento dental em um incisivo central fraturado com exposição pulpar de um adolescente de 14 anos. Foi realizado pulpotomia parcial, capeamento direto com pasta de hidróxido de cálcio e cobertura de toda a porção dentinária com cimento de hidróxido de cálcio. A dentina do fragmento foi removida o suficiente para compensar o espaço ocupado pelo material de proteção do complexo dentino-pulpar.

Baratieri, Monteiro Jr. e Andrada (1990) apresentaram dois casos clínicos de fraturas corono-radiculares com invasão do espaço biológico. Os autores removeram uma pequena camada de dentina do fragmento para compensar a espessura do material protetor. Baratieri et al.(1993) recomendaram a remoção

da dentina do fragmento com vistas a compensar a espessura do material de proteção pulpar sempre que fosse necessário.

No entanto, com a modificação dos conceitos de proteção do complexo dentino-pulpar, o espaço propiciado por esta canaleta interna passou a ser destinado para a inserção da resina composta como reforço interno da colagem (LUDLOW; LATURNO, 1985; WALKER, 1996). De certa forma, isto já era realizado, nos dentes despolpados e com tratamento endodôntico, na qual parte do espaço da câmara pulpar era destinada ao preenchimento com resina composta (AMIR; BAR-GIL; SARNAT, 1986; DIANGELIS; JUNGBLUTH, 1992). Por exemplo, Burke (1991), descreveu um caso onde a extensão da fratura resultou na necessidade de tratamento endodôntico. Após realização de biselamento das margens tanto do fragmento quanto do remanescente, a câmara pulpar foi preenchida com cimento de ionômero de vidro, antes dos procedimentos de colagem.

Um recente relato de caso publicado na literatura realizou a colagem de fragmento dentário com sistema adesivo associado com resina composta. Após a colagem, os autores realizaram o facetamento da superfície ligal do dente com o objetivo de reforçar a colagem do fragmento (ARAPOSTATHIS; ARHAKIS; KALPAS, 2005).

Por outro lado, a melhoria dos adesivos hidrofílicos universais aliados a técnica do condicionamento ácido total, propiciaram o surgimento de uma técnica mais ousada: a realização da simples coaptação do fragmento sem nenhum tipo de preparo adicional (DICKERSON, 1994; MARTENS et al., 1988; OSBORNE;

LAMBERT, 1985). Osborne e Lambert (1985) descreveram um caso de fratura do ângulo mesial de um incisivo central superior num paciente adulto. Uniram o fragmento ao remanescente com um agente de união fotoativado sem carga.

Murchison e Worthington (1998) afirmaram, em uma revisão da literatura, que para a técnica restauradora de colagem de fragmentos, um sistema adesivo hidrofílico convencional (que preconiza a técnica do condicionamento ácido total) deve ser empregado. Além disto os autores afirmaram que não existe necessidade de nenhuma retenção adicional externa ou interna, tanto no fragmento quanto no remanescente. No entanto, Silva Filho e Esberard (1982) observaram um menor índice de sucesso quando a colagem de fragmentos fora realizada apenas com selante, sem a realização de nenhum tipo de preparo adicional. Isto pode ter ocorrido devido ao fato dos autores não terem utilizado adesivos dentinários, conforme relatado por Andreassen et al. (1993). Apesar da taxa de retenção da colagem de fragmentos ser semelhante quando se utiliza adesivo apenas em esmalte ou adesivos dentinários, o último grupo obteve uma duração de 3 anos a mais.

Há autores que recomendam a associação das técnicas de colagem. Por exemplo, Baratieri, Monteiro Jr. E Andrada (1990) realizaram um bisel circunferencial interno no esmalte do fragmento com auxílio de uma broca esférica e removeram uma pequena camada de dentina do fragmento para compensar a espessura do material protetor. Simonsen (1982) realizou tanto uma canaleta interna no esmalte da superfície vestibular como o biselamento do esmalte na face palatina. Outro exemplo seria o relato de Burke (1991) na qual o

autor promoveu o biselamento das margens tanto do fragmento quanto do remanescente. Porém, antes dos procedimentos de colagem com adesivo dentinário e uma resina fluida, a câmara pulpar foi preenchida com cimento de ionômero de vidro.

Diante de toda esta literatura, farta de relatos de casos clínicos, pode surgir o seguinte questionamento: Qual destas técnicas é a mais eficaz em restaurar a função do dente, devolvendo-lhe sua resistência original e ao mesmo tempo propiciar bons resultados estéticos ao longo do tempo? Alguns estudos laboratoriais tentaram elucidar este questionamento. Dean, Avery e Swartz (1986) não encontraram diferenças significantes entre incisivos centrais superiores colados sem preparo adicional ou quando realizou-se um bisel circunferencial prévio em ambos, remanescente e fragmento.

Munksgard et al. (1991) realizando colagens *in vitro*, com a técnica do bisel, encontraram valores de resistência da colagem que variavam entre 50 a 60% daquela do dente hígido. Numa investigação experimental utilizando incisivos centrais e laterais ovinos, Andreasen, Daugaard-Jensen e Munksgaard (1991) demonstraram que a resistência à fratura ($16,6 \pm 4,2$ MPa) similar à dos incisivos intactos ($16,1 \pm 2,6$ MPa) poderia ser obtida através da confecção de facetas laminadas de porcelana sobre dentes onde fora executada colagem prévia do fragmento dental com agente de união dentinário.

Worthington, Murchison e Vandewalle (1999) avaliaram o efeito do preparo e a adição de resina composta na interface sobre a resistência à fratura de fragmentos colados. Os autores testaram as seguintes técnicas: 1) colagem

sem nenhum tipo de preparo adicional restaurado só com adesivo ou com adesivo + resina composta; 2) bisel interno; 3) bisel externo e 4) combinação de 2 e do 3. Nestes últimos grupos, utilizaram o agente adesivo mais resina composta na interface de colagem. Os autores não observaram diferenças na resistência à fratura de nenhum dos grupos experimentais. Em todos os grupos a resistência à fratura foi aproximadamente a metade da resistência à fratura dos dentes hígidos.

De Santis et al. (2001) compararam a colagem simples com a realização de um bisel circunferencial em esmalte restaurado com resina composta. Os autores concluíram que o último grupo possuía uma maior resistência quando submetida a testes estáticos e a testes de fadiga. Reis et al. (2001) compararam a resistência à fratura de quatro técnicas de colagem (colagem simples; realização de um chanfro vestibular na linha da fratura; a realização de um sobrecontorno na superfície vestibular com resina composta; e a realização de uma caneleta interna na dentina do remanescente e do fragmento) com a restauração de resina composta. As porcentagens das médias de resistência à fratura, comparativamente aos dentes intactos foram baixas para os grupos de colagem simples e de chanfro vestibular (37,09 e 60,62% respectivamente). Os outros grupos permitiram alcançar valores de resistência à fratura, similares à resistência dos dentes intactos (97,2; 90,54 e 95,8%, respectivamente para os três últimos grupos).

A técnica de colagem deve ser escolhida baseado no padrão de coaptação do fragmento ao remanescente dental (BUSATO, 1986; REIS et al.,

2004). Quando a coaptação é perfeita, técnicas que evitem a exposição da resina ao meio bucal devem ser preferidas. Baseado no estudo de Reis et al. (2001), a realização de canaleta interna seria uma excelente opção. Por outro lado, quando há perda de substância entre o fragmento e o remanescente dental, é mais conveniente que se utilizem técnicas que conciliem o restabelecimento estético e o ganho de retenção, talvez com a realização de um sobrecontorno por vestibular.

Outra fonte de variação nos diversos casos clínicos presentes na literatura é o tipo de material empregado para a colagem. Alguns autores utilizam somente o uso de sistemas adesivos (ANDREASEN et al., 1993; BADAMI; DUNNE; SCHEER, 1995; KANCA, 1996; LIEBENBERG, 1997; MUNKSGAARD et al., 1991; PAGLIARINI et al., 2000) para realização da colagem de fragmento. Outros autores associam os sistemas adesivos a resinas de baixa viscosidade (*flow*) (ANDREASEN, 2000; FARIK; MUNKSGAARD, 1999; FARIK et al., 1999; FARIK; MUNKSGAARD; LIEBENBERG, 1997; SMALL, 1996) ou com cimentos resinosos de ativação dupla ou ativados quimicamente (DICKERSON, 1994; REIS et al., 2001).

O uso de cimentos resinosos fotoativados após a aplicação do adesivo também já foi relatado (DEAN; AVERY; SWARTZ, 1986). Ao invés de utilizar materiais com menor viscosidade, outros preferem utilizar a associação de sistemas adesivos com resinas compostas híbridas ou de micropartículas (BARATIERI et al., 1994; BURKE, 1991; MARTENS et al., 1988; SIMONSEN, 1982) ou ainda resinas quimicamente ativadas (DEAN; AVERY; SWARTZ, 1986).

Dean, Avery e Swartz, (1986) não encontraram diferenças significantes na resistência à fratura quando compararam o uso de resina composta foto ou quimicamente ativadas associada a sistemas adesivos ($p < 0,01$).

Oliveira (1994) restaurou os elementos fraturados, através de colagem, com resina composta ativada quimicamente, resina composta fotoativada, resina composta quimicamente ativada conjugada à resina composta sobre bisel e cimento ionomérico fotopolimerizável conjugado à resina composta sobre bisel. A autora concluiu que o grupo com os melhores resultados foi o que foi utilizado a resina composta com bisel que permitiu o alcance de uma porcentagem de resistência de 60,53% daquela do dente hígido. Munksgaard et al. (1991) não detectaram diferenças quando utilizaram três sistemas adesivos para realização da colagem de fragmentos (*Tenure*, *Scotchbond2* e *Gluma*) em combinação com o condicionamento ácido do esmalte. A porcentagem de resistência foi de aproximadamente 50% daquela do dente hígido.

No entanto estes achados não concordam com o estudo de Badami, Dunne e Scheer (1995). Os autores investigaram a resistência ao cisalhamento de incisivos bovinos seccionados e colados com *Gluma2000* e *Scotchbond2*. Os autores concluíram que a força média requerida para fratura foi significativamente maior para fragmentos colados com *Gluma2000* em comparação ao grupo onde se utilizou *Scotchbond2*.

Corroborando com os achados de Badami, Dunne e Scheer (1995), Farik et al. (1998) testaram diferentes sistemas adesivos para colagem de dentes fraturados. Os autores concluíram que a resistência à fratura poderia ser

influenciada pela escolha do material adesivo. Pagliarini et al. (2000) também chegaram a conclusões semelhantes, ou seja, a escolha do sistema de união poder interferir nos resultados obtidos. Entretanto, no primeiro estudo, os autores observaram pior desempenho do adesivo *Dentastic* e *AllBond2*, enquanto no último estudo estes materiais apresentaram desempenho superior.

Estes resultados, aparentemente conflitantes podem ser atribuídos a dois fatores: 1) a técnica utilizada para colagem do fragmento e 2) a metodologia do estudo para obtenção dos fragmentos, o ensaio mecânico e a velocidade do ensaio mecânico (ANDREASSEN et al., 1993; FARIK; MUNSKSGAARD, 1999).

Dean, Minutillo e Moore (1998) não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre incisivos bovinos fraturados e colados com agente adesivo, resina composta fotoativada, uso de *liner* fotoativado e uma base de cimento de ionômero de vidro. Por outro lado, Reis et al. (2002) comparando a resistência à fratura de duas técnicas de colagem restauradas com diferentes associações de materiais (adesivo associado com 1) cimento resinoso, resina de baixa viscosidade e resina composta) concluíram que o tipo de material utilizado para a colagem de fragmentos não foi significativo enquanto a técnica de colagem foi altamente significativa. Por outro lado, os autores anteriormente mencionados observaram uma tendência de melhor resultados quando o sistema adesivo fora associado com resina composta.

2.2 Uso de pino intra-radicular para reforço da estrutura dentária

A restauração de dentes tratados endodonticamente constitui, até os dias atuais, um grande desafio aos cirurgiões-dentistas (KAHN et al., 1996; ALBUQUERQUE; DUTRA; VASCONCELLOS, 1998), devido ao enfraquecimento que estes dentes sofrem pela perda de estrutura dental sadia por cáries, preparo cavitário, instrumentação do canal radicular e outros fatores idiopáticos (ASMUSSEN; PEUTZFELDT; HEITMAN, 1999; SIVERS; JOHNSON, 1992). Desta forma, há uma conseqüente redução na capacidade do dente em resistir às diferentes forças intra-orais (ASSIF; GORFIL; 1994; BURGESS; SUMMITTI; ROBBINS, 1992; SORNKUL; STANNARD, 1992;).

Dentro deste contexto, a aplicação de sistemas de retenção intra-radicular para elementos dentais submetidos ao tratamento endodôntico tem sido um procedimento corriqueiramente empregado no meio clínico (COHEN et al., 2000; GATEAU; SABEK; DAILEY, 1999). Trabert e Cooney (1984), afirmaram que em situações clínicas onde há perda de duas ou mais paredes coronárias, o uso de retentores intra-radulares deve ser empregado. Um retentor intra-radicular ideal deve promover retenção à coroa protética e transferir forças ao longo da raiz de maneira que não ocasionem fraturas (ASMUSSEN; PEUTZFELDT; HEITMAN, 1999).

Há autores que demonstram que a cimentação de um pino intra-radicular proporciona, além de retenção à restauração, um reforço da estrutura radicular remanescente de dentes desvitalizados (KANTOR; PINES, 1977; TRABERT;

CAPUTO; ABOU-RASS, 1978). Outros estudos demonstram que a resistência à fratura dos mesmos está relacionada diretamente à quantidade de estrutura dental remanescente sadia (ASSIF; GORFIL, 1994; MARTINEZ-INSUA et al., 1998), e contraindicam, desta forma, o emprego de dispositivos no interior do canal, quando há tecido dental sadio suficiente para reter uma restauração (ASSIF et al., 1993; ASSIF; GORFIL, 1994; DEAN; JEANSONNE; SARKAR, 1998).; ISHIKIRIAMA et al., 1995). Por outro lado, há autores que afirmam que o preparo e a instalação de sistemas intra-radulares podem enfraquecer o elemento dental (TROPE; MALTZ; TRONSTAD, 1985; ASSIF; GORFIL, 1994; DEAN; JEANSONNE; SARKAR, 1998).

Diversos estudos já demonstraram que o padrão de fratura observado quando se utiliza pinos metálicos fundidos é bem menos favorável, conduzindo em uma grande porcentagem a fratura da raiz dentária (BEX et al., 1992; HEYDECKE et al., 2002; MARTINEZ-INSUA et al., 1998). Por outro lado, a fratura quando se utiliza pinos não-metálicos pré-fabricados ocorre na interface pino/núcleo de preenchimento.

Além do exposto acima, os núcleos metálicos fundidos são susceptíveis à processos de corrosão sofridos por algumas ligas metálicas (MORGANO; MILOT, 1993; PURTON; LOVE, 1996; TRABERT; COONEY, 1984) e requerem, muitas vezes, grande remoção de estrutura dental sadia para confecção do preparo intra-radicular e um maior número de sessões de atendimento (CHRISTENSEN, 1998; FRAGA et al., 1998), o que aumenta o custo do tratamento e o risco de contaminação do canal radicular (MORGANO; MILOT,

1993). O grande número de passos laboratoriais envolvidos na execução dos núcleos metálicos fundidos - moldagem, confecção do padrão e fundição - eleva também a possibilidade do acontecimento de erros, aumentando dessa forma, o risco de fracassos (MORGANO; BRACKETT, 1999). Finalmente, o escurecimento na raiz e na região gengival, proporcionado pelos pinos metálicos, e a crescente demanda por restaurações estéticas livres de metal têm se tornado muito grande nos últimos anos (FERRARI; VICHÍ; GARCIA-GODOY, 2000), limitando a indicação de sistemas de retenção intra-radicular.

Os pinos pré-fabricados surgiram a partir do emprego de novas tecnologias e materiais odontológicos, proporcionando maior facilidade na aplicação da técnica (preparação e instalação). Utilizando-se pinos pré-fabricados com formato paralelo e rosqueáveis em dentina, pode-se obter melhores resultados de retenção e de distribuição de forças ao longo do canal radicular, quando comparados aos núcleos metálicos fundidos (CAPUTO; HOKAMA, 1987; CHRISTENSEN, 1998; SORENSEN; ENGELMAN, 1990;). Os pinos metálicos não possuem nenhum tipo de problema em relação aos pré-requisitos de rigidez, resistência e retenção (PURTON; PAYNE, 1996). No entanto, deve-se salientar que alguns metais são passíveis de corrosão, além do fator estético negativo, uma vez que muitos pacientes exigem restaurações estéticas.

Os pinos de fibra de carbono foram desenvolvidos na França no início dos anos 90 com o intuito de se superar algumas desvantagens dos pinos metálicos (FERRARI; VICHÍ; GARCIA-GODOY, 2000). Esses pinos consistem em fibras de

carbono pirolíticas contínuas e unidirecionais de 8 µm de diâmetro, arrançadas longitudinalmente em uma matriz resinosa epóxica, sendo os componentes de carbono constituintes de 64% da estrutura (FERRARI; VICHI; GARCIA-GODOY, 2000; TORBJÖRNER et al., 1996). Os pinos de fibra de carbono apresentam alta resistência à corrosão, fadiga e tração, além de possuírem um módulo de elasticidade (21 Gpa) semelhante à dentina (18 Gpa) (FERRARI; VICHI; GARCIA-GODOY, 2000), o que pode levar a uma melhor distribuição de forças longitudinais ao comprimento do pino (DEAN; JEANSONNE; SARKAR, 1998; ISIDOR; ÖDMAN; BRONDUN, 1996).

Apesar da literatura consultada apresentar relatos de casos clínicos de fratura de fragmentos dentais, em que após tratamento endodôntico, os clínicos optaram por cimentar um pino intra-radicular (LEHL; LUTHRA, 2004; LUI, 2001) há também autores que optaram por não empregar nenhum pino intraradicular antes da colagem do fragmento em dentes tratados endodonticamente (NOGUEIRA FILHO et al., 2002). Infelizmente estas decisões clínicas não foram pautadas em estudos laboratoriais ou clínicos que tenham avaliado a necessidade da cimentação de pino intra-radicular para sucesso da técnica de colagem de fragmentos.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo é comparar a recuperação da resistência à fratura de três técnicas de colagem (colagem simples, chanfro vestibular e chanfro circunferencial) quando utilizadas para restaurar dentes fraturados hígidos e tratados endodonticamente com ou sem pino de fibra de vidro cimentado.

4 MATERIAL E MÉTODO

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, conforme Anexo A.

Noventa incisivos humanos inferiores (doados pelo Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo), livres de defeitos ou falhas estruturais foram selecionados após análise em lupa com aumento de duas vezes. Estes dentes foram radiografados no sentido vestibulo-lingual para verificar se os mesmos não apresentavam canais com tratamento endodôntico prévio, pinos, calcificações difusas ou localizadas, ou ainda reabsorções internas.

Após cumprirem os critérios de inclusão, os dentes foram desinfetados em cloramina a 0,5% por 15 dias (DE WALD, 1997). Após este período, eles foram armazenados em solução salina e utilizados por um período de tempo inferior a 6 meses. A seguir, os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos de 30 dentes cada (Quadro 4.1). No grupo A, os dentes não foram submetidos ao tratamento endodôntico, enquanto os dentes dos grupos B e C foram tratados endodonticamente.

Quadro 4.1 – Desenho experimental do estudo

4.1 Tratamento endodôntico dos dentes dos grupos B e C

O tratamento endodôntico foi realizado de acordo com Soares e Goldberg (2001). A cirurgia de acesso dos dentes foi iniciada com o uso de pontas esféricas diamantadas acionadas em caneta de alta rotação. Quando a dentina foi alcançada, brocas esféricas carbide foram utilizadas para definir as formas de contorno e conveniência. O esvaziamento do canal foi realizado com solução de hipoclorito de sódio a 1% (Iodontosul, Rio Grande do Sul, Brasil) e lima tipo K calibre 10 (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) terço a terço, até que se ultrapassasse o forame apical. Em seqüência, determinou-se o comprimento real do canal radicular, o qual foi obtido no momento em que a ponta de um instrumento (lima tipo K, de calibre 15) foi visualizada, com o auxílio de uma lupa,

justaposta à saída foraminal. Desta medida subtraiu-se 1 mm, estabelecendo-se assim, o comprimento real de trabalho.

Os canais radiculares foram instrumentados com os instrumentos endodônticos tipo K de calibre 15 a 35 (Dentsply). A partir deste ponto, foi realizado o preparo utilizando a técnica escalonada dividida em duas fases: a) modelagem da porção apical do canal com formação da matriz apical; b) modelagem dos terços médio e cervical, onde a partir do instrumento memória, cada instrumento foi calibrado com 1 mm a menos que o seu antecessor até alcançarem 18 mm, medida essa correspondente a profundidade de inserção da gates-glidden nº 1 (Dentsply). Para completar o preparo do terço médio e cervical, foi utilizada ainda a gates-glidden nº 2 (Dentsply), sendo o recuo programado entre as gates de 2 mm. Nesta fase, a cada instrumento usado, o instrumento memória foi utilizado entre as trocas de instrumentos a fim de impedir que fragmentos de dentina gerados na instrumentação viessem bloquear a porção apical preparada na primeira fase.

Durante o preparo foi utilizada irrigação abundante com hipoclorito de sódio a 1% (Iodontosul). A obturação do canal radicular foi realizado com cones de guta percha (Tanari, Manaus, AM, Brasil), provado e travado no canal com cimento endodôntico de óxido de zinco e eugenol (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). A técnica de cimentação foi a técnica híbrida de Taegger-termoplastificada, com compactador de Mc Spadden nº45 (Dentysply) a 5 mm do comprimento de trabalho, no sentido horário e acionada no interior do canal por 2 a 3 segundos. O corte dos cones foi 2 mm abaixo da margem cervical. A seguir

uma camada de 2 mm de cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitrebond (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi aplicado na entrada do canal e o restante da câmara pulpar foi restaurada com o sistema adesivo Excite (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Alemanha) e resina composta Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent).

4.2 Fratura inicial de todos os elementos dentais

Cada dente teve sua superfície vestibular dividida em terços transversais e longitudinais, manualmente, com uma régua milimetrada (Maileifer), para demarcação do ponto no qual aplicou-se uma forma de compressão para provocar a fratura, conforme pode ser visto na figura 4.2.

Figura 4.1 – Desenho esquemático mostrando as linhas divisórias para demarcação do ponto de aplicação de carga

A seguir, os dentes foram confinados em uma morsa ligeiramente modificada de Reis et al. (2001, 2002), que mantinha o dente com uma inclinação vestibulo-lingual de aproximadamente 60° (Figura 4.3). Esta inclinação permitia que a carga fosse aplicada perpendicularmente no ponto pré-determinado para aplicação da carga (Figura 4.2).

Figura 4.2 – Desenho esquemático mostrando a raiz do dente confinado na morsa modificada em que a aplicação da força incide perpendicularmente no ponto pré-determinado

Esta morsa foi adaptada à uma máquina de ensaios universal (RIEHLE Testing Machine, FS-5, EUA). Cada dente foi então submetido a uma carga axial com o auxílio de uma ponta de aço, com diâmetro de 2 mm^2 a uma velocidade

de 0,8 mm/min até a fratura da coroa dental. Os valores necessários para a ruptura foram anotados, assim como o tipo de fratura. Somente dentes cuja fratura fosse classificada como tipo II de Ellis (ELLIS; DAVEY, 1970; SILVA FILHO; ESBERARD, 1982), que é semelhante a uma cavidade de Classe IV (Figura 4.4), foram utilizados. Os dentes com outros tipos de padrão de fratura foram descartados e substituídos para manter o tamanho da amostra constante. Todos os dentes permaneceram hidratados em soro fisiológico até o momento do procedimento restaurador (FARIK et al., 1998b).

Figura 4.3 – Fratura tipo II de Ellis

4.3 Restauração dos dentes fraturados

Os dentes de cada grupo foram novamente divididos para serem restaurados de acordo com três diferentes técnicas de colagem de fragmentos: colagem simples [CS], chanfro vestibular [CV] e chanfro circunferencial [CC].

Porém, antes de realizar a colagem dos fragmentos, pinos de fibra de vidro foram cimentados nos condutos radiculares dos dentes do grupo C. A câmara pulpar destes dentes foram acessadas utilizando uma ponta diamantada esférica

1014 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em alta-rotação. Ao atingir a gutapercha, a desobturação do canal procedeu com o emprego de brocas gates-gliden n. 2 e 3 (Dentsply), deixando 3 mm de obturação no conduto radicular. Subsequentemente, os canais radiculares foram ampliados com o auxílio da broca do kit Reforpost (Angelus Prod. Odont. Ltda, Londrina, PR, Brazil). Um pino de fibra de vidro com largura compatível com a broca empregada foi selecionado e provado. O pino foi provado e se estabeleceu o comprimento total do mesmo, que deveria ter 2 mm de remanescente coronária. Após este passo, o pino foi cimentado no interior do canal radicular com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitrebond, 3M ESPE).

A seguir, para todos os grupos, realizou-se a colagem de todos os fragmentos dentais ao remanescente coronário. Os remanescentes dentais

assim como os fragmentos de todos os grupos foram condicionados com ácido fosfórico por 15 segundos, seguido de lavagem pelo mesmo tempo da aplicação. Foi realizada a secagem completa dos elementos dentais com jato de ar e a dentina foi reumedecida. Após a aplicação do sistema adesivo Excite (Ivoclar Vivadent, Shaan, Liechtenstein) (Quadro 4.2) o fragmento foi colocado em posição e realizada a fotoativação por 40 segundos na face vestibular e na face lingual com o auxílio do fotopolimerizador de luz halógena VIP (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) calibrado com 600 mW/cm².

Nenhum outro procedimento adicional foi realizado para os dentes da técnica de colagem simples. No entanto, nos dentes correspondentes ao subgrupo de chanfro vestibular, confeccionou-se um chanfro com profundidade aproximada de 1,0 mm na linha de união da face vestibular, através de uma ponta diamantada esférica # 1016 (KG Sorensen). Procedimento semelhante foi realizado nos dentes dos grupos de chanfro circunferencial, porém o chanfro se estendeu por toda a linha de união nas faces vestibular, proximais e lingual de cada elemento dental.

Figura 4.4a

Figura 4.4b

Figura 4.4c

Figura 4.4a – Colagem simples. Figura 4.4b – Chanfro vestibular. Figura 4.4.c – Chanfro circumferencial

Material/lote	Composição	Modo de aplicação
Excite (66811)	Ácido fosfórico a 37 %	1. Condicionamento ácido por 15 s
	Adesivo: HEMA, dimetacrilatos, acrilatos ácidos fosfonados, BisGMA, sílica, etanol e iniciadore e estabilizadores	2. Lavagem por 15 s
Resina composta Tetric Ceran cor A 3,5 (55088)	Matriz inorgânica: vidro de bário, sílica, tricloreto de itérbio (+ 80% wt) com tamanho médio de 1µm.	3. Secagem com jato de ar (15 s)
	Matriz orgânica: Bis-GMA, uretano dimetacrilato e aminoalquil metacrilato.	4. Aplicação de duas camadas de adesivo por 10 s
		5. Aplicação de jato de ar à distância por 10 s após cada camada
		6. Fotoativação por 40 s por face
		1. Inserção de incrementos < 2 mm
		2. Fototivação por 40 s cada incremento
(*) Vivadent, Liechtenstein		

Quadro 4.2- Material, lote, composição e modo de aplicação dos materiais utilizados

As canaletas formadas pela confecção dos chanfros vestibular e circunferencial foram restauradas com a resina composta Tetric Ceram cor A 3,5 esmalte (Ivoclar Vivadent), depois da aplicação do sistema adesivo Excite. Cada face foi fotoativada com fotopolimerizador VIP (Bisco Inc.), com 600 mW/cm^2 , por 40 segundos. Após 1 semana, realizou-se o acabamento e polimento das restaurações de resina composta (grupos CV e CC) com discos abrasivos flexíveis (Sof-Lex Pop On Polishing disks; 3M ESPE).

4.4 Restauração dos dentes fraturados

Os espécimes foram novamente submetidos à mesma carga empregada para fratura dos fragmentos. A carga foi aplicada no mesmo ponto predeterminado até que houvesse nova fratura. A carga (Kgf) necessária para descolar cada fragmento foi mensurada e anotada. Para cada dente, fez-se uma relação da carga necessária para fraturar o dente restaurado vs. a carga necessária para fratura inicial do dente. Este valor, em porcentagem, representa a recuperação da resistência à fratura proporcionada pelo procedimento restaurador.

O tipo de fratura foi classificada em: 1) possível de sofrer reparo e 2) falha catastrófica (HEYDECKE; BUTZ; STRJUB, 2001). Os valores percentuais foram

submetidos a uma análise de variância de dois critérios (Grupo vs. Técnica de colagem) e teste de Tukey para contraste das médias ($\alpha=0.05$).

5 RESULTADOS

A análise de variância, apresentada na Tabela 5.1, demonstrou que a interação Grupo x Técnica de colagem e o fator principal Grupo não foram estatisticamente significantes ($p>0.05$). Desta forma, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada entre os grupos A, B ou C ($p>0.05$). Apenas o fator principal Técnica de colagem foi estatisticamente significativa ($p<0.05$).

As médias das forças (kgf) e os respectivos desvios padrões necessários para provocar a fratura inicial e a fratura do dente restaurado estão apresentados na Tabela 5.2, assim como os percentuais de recuperação da resistência à fratura.

Como pode ser visto na Figura 5.1, os grupos do chanfro vestibular e do chanfro circunferencial foram semelhantes entre si ($p>0.05$) e superior ao grupo da técnica de colagem simples.

Tabela 5.1 – Resultados da análise de variância de dois critérios

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Soma dos quadrados médios	Valor de F	Valor de p
Grupos	2	1058.036	584.8757	1.808993	.170374
Técnica de colagem	2	3861.027	584.8757	6.601448	.002208
Interação	4	494.556	584.8757	.845574	.500406

Tabela 5.2 - Médias e desvios padrões da resistência à fratura inicial e após colagem (Kgf) e as médias percentuais dos valores de recuperação da resistência à fratura (%) para cada grupo experimental

Grupos	Técnicas de colagem	Resistência à fratura inicial	Resistência à fratura após colagem	Recuperação da resistência à fratura
A	CS	23,5 ± 7,6	6,8 ± 3,3	29,9 B
	CV	28,4 ± 8,6	10,5 ± 3,8	38,8 A
	CC	27,1 ± 7,8	10,6 ± 3,0	41,4 A
B	CS	23,2 ± 5,6	7,2 ± 4,1	31,7 B
	CV	25,6 ± 7,3	12,4 ± 3,2	45,7 A
	CC	24,7 ± 6,3	10,4 ± 4,3	48,8 A
C	CS	19,3 ± 5,5	5,3 ± 2,3	28,4 B
	CV	18,2 ± 7,6	7,9 ± 3,3	47,5 A
	CC	19,1 ± 6,3	11,2 ± 4,2	66,4 A

Letras iguais representam médias estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$).

Figura 5.1 – Gráfico das médias (%) da recuperação da resistência à fratura. Barras com cores iguais representam médias estatisticamente semelhantes

Noventa por cento das fraturas dos dentes restaurados dos grupos A e B ocorreram na linha de união entre o fragmento e o remanescente dental, sendo classificadas como reparáveis. Doze dentes do grupo C, o que corresponde a 40% da amostra, tiveram fraturas catastróficas, ou seja, de grande destruição, principalmente na região cervical dos elementos dentais.

6 DISCUSSÃO

6.1 Uso de pino intra-radicular para reforço da estrutura dentária

A necessidade de tratamento endodôntico pode surgir devido a presença de cáries profundas, procedimentos restauradores repetitivos e ainda em função do trauma dental. Uma grande parcela dos cirurgiões-dentistas encontra-se diante de um entrave quando precisa planejar o tratamento restaurador de dentes tratados endodonticamente, com substancial perda de estrutura coronária (KAHN et al., 1996). Essa debilidade, atribuída aos dentes despolpados, está intimamente associada à desidratação dos túbulos dentinários (ASSIF; GORFIL, 1994; GUTMANN, 1992; HUANG; SCHILDER; NATAHNSON, 1992;), com conseqüente diminuição da elasticidade dentinária (GUTMANN, 1992; HUANG; SCHILDER; NATAHNSON, 1992) e, especialmente, à perda de estrutura dental sadia devido à cárie, fratura, preparação e instrumentação do canal radicular (DEAN; JEANSONNE; SARKAR, 1998; SORNKUL; STANNARD, 1992;). Dessa maneira, as raízes tornam-se mais frágeis, tendo diminuída sua capacidade de suportar as cargas intra-orais e de resistir à fratura (ASSIF; GORFI, 1994; GUTMANN et al., 1992; HUANG; SCHILDER; NATAHNSON, 1992; SORNKUL; STANNARD, 1992).

Sendo a quantidade de tecido dental remanescente um fator determinante na resistência de dentes tratados endodonticamente (ASSIF ; GORFIL, 1994;

SORENSEN; MARTINOFF, 1984; STOCKTON, 1999; TROPE; MALTZ; TRONSTAD, 1985;), é válida a avaliação da utilização de pinos ou núcleos intra-radiculares, uma vez que tais procedimentos normalmente envolvem remoção de tecido dental sadio para que se obtenha adequada adaptação desses dispositivos, resultando no enfraquecimento do dente (DEAN; JEANSONNE; SARKAR, 1998; GUZY; NICHOLLS, 1979; SORENSEN; MARTINOFF, 1984; SORNKUL; STANNARD, 1992)

Sob esses aspectos, embora alguns autores afirmem, através de seus estudos, que pinos atuam reforçando a estrutura radicular de dentes desvitalizados (KANTOR; PINES, 1977; TRABERT; CAPUTO; ABOU-RASS, 1978) outros autores indicam tais meios auxiliares de retenção apenas quando não há tecido coronário suficiente para sustentar uma restauração (ASSIF et al., 1993;; BURGESS; SUMMIT; ROBBINS, 1992; SIVERS; JOHNSON, 1992; TROPE; MALTZ; TRONSTAD, 1985). De acordo com Assif e Gorfil (1994), a instalação de um pino em uma área considerada de força zero (canal radicular) contribui de maneira ínfima à absorção de forças, ou seja, não aumenta a resistência desses dentes à fratura. Esta observação de Assif e Gorfil (1994) pode, de fato, justificar a similaridade observada entre os grupos B (tratamento endodôntico sem pino) e C (tratamento endodôntico com pino) do presente estudo.

A extensão da destruição coronária constitui um fator categórico na decisão do tratamento a ser empregado (SIVERS; JOHNSON, 1992). Em situações em que apenas a estrutura radicular está presente, o emprego de

sistemas de retenção intra-radicular, com o objetivo de se promover retenção e estabilidade para a coroa protética, é um procedimento clínico altamente indicado (HEYDECKE et al., 2002; PURTON; LOVE, 1996;). A dúvida existe quando há uma porção coronária remanescente do processo de cárie, remoção de restaurações defeituosas ou trauma. Estudos recentes têm demonstrado que o uso de pinos intra-radulares como reforço da estrutura dentária não é benéfica em dentes completamente intactos (MCDONALD; KING; SETCHELL, 1990; TROPE; MALTZ; TRONSTAD, 1985). Embora os dentes do presente estudo que foram cimentados com pinos não estivessem completamente intactos, devido a extensão da fratura, pode-se considerar que havia mais de 50% da estrutura coronária intacta, o que pode ter também contribuído pelo comportamento semelhante entre os dentes dos grupos B e C.

Estudo clínicos (SORENSEN; MARTINOFF, 1984, 1985) e laboratoriais (ASSIF et al., 1993; ROBBINS; EARNEST; SCHUMANN, 1993; SIDOLI; KING; SETCHELL, 1997) corroboram com os achados deste estudo, uma vez que demonstraram que dentes tratados endodonticamente com ou sem pino cimentado apresentam desempenho comparável ou superior àqueles nas quais núcleos e pinos foram confeccionados.

Outro questionamento comum na prática clínica é o tipo de pino a ser empregado. O presente estudo optou pelo uso de pino de fibra de vidro ao invés de pinos metálicos fundidos ou metálicos pré-fabricados. Estudos anteriores (BEX et al., 1992; HEYDECKE et al., 2002; MARTINEZ-INSUA et al., 1998) indicam que o padrão de fratura encontrado em dentes cimentados com pinos

metálicos fundidos é menos favorável, geralmente havendo fratura da raiz dentária, enquanto que para pinos não-metálicos pré-fabricados, a fratura ocorre na interface pino / núcleo de preenchimento.

Embora este estudo não tenha objetivado avaliar o padrão de fratura e tampouco o tipo de pino empregado para cimentação, as vantagens e desvantagens dos pinos disponíveis no mercado foram avaliadas antes da seleção do mesmo para realização deste estudo. Como exposto na revisão da literatura, os núcleos metálicos fundidos são susceptíveis à processos de corrosão sofridos por algumas ligas metálicas (MORGANO; MILOT, 1993; PURTON; LOVE, 1996; TRABERT; COONEY, 1984), envolvem maior desgaste de estrutura dental sadia e maior número de sessões de atendimento (CHRISTENSEN, 1998; FRAGA et al., 1998), aumentos custos e riscos de contaminação do canal radicular (MORGANO; MILOT, 1993). Além disto, há o escurecimento na região gengival o que limita grandemente seu emprego (FERRARI; VICHÍ; GARCIA-GODOY, 2000).

Estudos *in vitro* confirmam que os pinos de fibra de carbono produzem menor índice de fraturas radiculares quando comparados aos pinos metálicos e núcleos metálicos fundidos (DEAN; JEANSONNE; SARKAR, 1998; ISIDOR; ÖDMAN; BRONDUM, 1996; MARTINEZ-INSUA et al., 1998). Entretanto, o presente estudo, observou fraturas catastróficas apenas nos dentes em que havia pino de fibra de vidro cimentado. De fato, é provável que mesmo havendo melhor distribuição de tensões com estes pinos comparativamente aos pinos metálicos, o efeito cunha, quando da aplicação de cargas axiais, não está

completamente eliminado em dentes com pinos cimentados, independentemente do tipo de pino selecionado. Entretanto, esta observação carece de maiores investigações, uma vez que apenas um tipo de pino foi empregado neste estudo.

6.2 Método empregado para fratura

A vantagem do método utilizado neste estudo e em estudos prévios é a obtenção de fragmentos dentais sem perda de estrutura (KRAUL, 2002; LOGUERCIO et al., 2004; REIS et al., 2001, 2002). Isto permite uma avaliação mais fiel das técnicas de colagem, principalmente, daquelas em que não é realizado nenhum tipo de preparo adicional. Diferentes métodos para obtenção de fragmentos são empregados em estudos laboratoriais. Alguns autores seccionam o bordo incisal dos dentes (FARIK et al., 1998a; FARIK et al., 1999; LOGUERCIO et al., 2004; WORTHINGTON; MURCHSON; VANDERWALLE, 1999), enquanto outros realizam um entalhe nas duas superfícies proximais do esmalte e provocam a fratura do dente através de um fórceps (ANDREASEN et al., 1993; MUNKSGAARD et al., 1991). Há autores que apenas utilizam um instrumento de ponta romba sob pressão na superfície vestibular, sem realizar previamente nenhum tipo de entalhe para facilitar a fratura (DEAN; AVERY; SWARTZ, 1986).

Embora estes métodos proporcionem a obtenção de fragmentos, nenhum deles permitem a mensuração da resistência à fratura do dente hígido antes do

procedimento de colagem. Esta informação é bastante relevante, pois, isto permite o uso da resistência à fratura do dente hígido como controle. Além disto, este método minimiza o inconveniente de haver pequenas variações da área da fratura que poderiam interferir nos resultados do estudo, caso não fosse realizado uma relação percentual de resistência à fratura do dente restaurado vs. hígido.

Outra vantagem deste método é que a coaptação entre o fragmento e o remanescente dental é mantida, simulando melhor que acontece na grande maioria dos traumas dentais. No estudo de Loguercio et al. (2004), os autores demonstraram que a recuperação da resistência à fratura diminui quando os dentes são seccionados ao invés de fraturados, independente da técnica de colagem.

Entretanto o método de fratura através da atuação de uma carga compressiva na superfície vestibular do dente também apresenta algumas desvantagens. Como relatado previamente (KRAUL, 2002; LOGUERCIO et al., 2004; REIS et al., 2001; REIS et al., 2002), muitos dentes eram descartados, após fratura, devido ao fato da mesma não corresponder à fratura tipo II de Ellis (ELLIS; DAVEY, 1970). Um dos motivos pelo qual se perdia muitos dentes era devido à angulação inadequada entre o atuador e a região incisal do CP. Em estudos prévios (KRAUL, 2002; LOGUERCIO et al., 2004; REIS et al., 2002; REIS et al., 2001;), esta angulação permitia que houvesse um processo de deslizamento do atuador em direção ao bordo incisal, conduzindo a uma flexão do elemento dental. Isto ocorria devido à uma componente de força (F_x) surgir

durante o processo de compressão do bordo incisal, como pode ser visualizado na Figura 6.1.

Outro fator que merece ser mencionado é que esta componente de força (F_x) reduz o coeficiente de atrito entre o CP e o atuador, tornando o deslizamento do atuador inevitável, e desta forma, impedindo a fratura do corpo-de-prova no ponto pré-determinado.

Figura 6.1 - Configuração inicial do dispositivo para apreensão dos corpos-de-prova (mordente) utilizado em estudos já publicados na literatura

Como forma de eliminar este inconveniente, foram efetuadas medições de angulação entre o longo eixo da raiz e a superfície incisal, conforme pode ser visualizado na Figura 6.2. Ao todo, foram medidos, com o auxílio de um goniômetro, cerca de 15 incisivos inferiores. Os resultados obtidos variaram entre 58° e 62°. Efetuando-se uma média aritmética simples, chegou-se ao valor de 60°, sendo esta angulação utilizada no desenho do novo mordente de apreensão dos corpos-de-prova.

Figura 6.2 - Forma de medição da angulação entre o longo eixo da raiz e a borda incisal

A nova configuração do dispositivo de apreensão dos corpos-de-prova (mordente) permitiu que a força exercida pelo atuador fosse gerada quase que exclusivamente perpendicular à superfície vestibular, eliminando o componente de força que ocasionava o deslizamento, como mostra a figura 6.3.

Figura 6.3 - Configuração do dispositivo utilizado para a fratura de acordo com a angulação quando em 60°

6.3 Técnicas de colagem de fragmentos dentários

Não dúvidas entre clínicos que a colagem de fragmentos dentais, quando do manejo de dentes fraturados, é a técnica mais indicada para recuperação da estética e função do elemento dental fraturado. Isto se deve ao fato desta técnica ser muito mais vantajosa que a restauração com resina composta da parte fraturada (BRAMBILLA; CAVALLI, 2007). Uma estética superior é obtida uma vez que o formato, cor e brilho originais assim como a textura de superfície é mantida. Além disto, o bordo incisal do dente fraturado terá desgaste semelhante ao longo do tempo ao do dente adjacente, enquanto uma restauração de resina composta certamente desgastará mais rapidamente. Finalmente, a técnica de colagem de fragmentos é mais rápida e fornece resultados mais predizíveis ao

longo do tempo (BARATIERI; MONTEIRO JR.; ANDRADA, 1990). Dependendo da técnica empregada, a resistência à fratura do dente intacto pode ser desenvolvida ao elemento fraturado (REIS et al., 2004).

Estudos anteriores já demonstraram que a confecção de uma canaleta em dentina tanto do remanescente dentinário como no fragmento dental restabelece a resistência à fratura original do dente (REIS et al., 2001; REIS et al., 2004). Em se tratando de dentes tratados endodonticamente, o espaço da câmara pulpar pode ser utilizado como um reforço interno (AMIR; BAR-GIL; SARNAT, 1986; DIANGELIS; JUNGBLUTH, 1992), evitando desta forma, qualquer outro desgaste do dente fraturado como forma de obter maior resistência à fratura. Isto de fato, foi realizado nos dentes do grupo B, onde nenhum pino foi cimentado dentro do canal radicular e a câmara pulpar foi restaurada com resina composta.

É provável que a grande área de adesão existente para a realização de uma restauração interna com resina composta, oponente à carga de compressão aplicada na superfície vestibular, tenha sido responsável pelos bons resultados obtido com os grupos dos dentes tratados endodonticamente (grupos B e C) comparado ao dente intacto (grupo A). Como a resina composta possuiu um módulo de elasticidade semelhante à dentina (CRAIG; POWERS, 2002), este material pode ter funcionado como uma reforço interno para o dente tratado endodonticamente, propiciando a união entre as paredes circundantes, papel este desempenhado pelo teto da câmara pulpar em dentes hígidos.

Em se tratando das técnicas de colagem empregadas, o grupo de colagem simples apresentou uma resistência à fratura inferior à obtida com os

grupos do chanfro vestibular e chanfro circunferencial, fato este já observado por outros autores (KRAUL, 2002; REIS et al., 2002). A menor resistência à fratura do grupo da colagem simples é parcialmente atribuída a reduzida área de adesão. Esta técnica permitiu a recuperação de apenas 30% da resistência à fratura do dente hígido. Estes achados são similares ao previamente relatado por outros autores (ANDREASSEN et al., 1995; DEAN; AVERY; SWARTZ, 1986; KRAUL, 2002; MUNKSGAARD et al., 1991; REIS et al., 2002), e contrários aos obtidos por outros autores (FARIK; MUNKSGAARD, 1999; FARIK et al., 1999; MUNKSGAARD et al., 1991; WORTHINGTON; MURCHISON; VANDERWALLE, 1999).

Worthington, Murchison e Vandewalle (1999), demonstraram que a realização de vários tipos de preparos adicionais não aumentou a resistência a fratura em comparação com a colagem simples. Segundo os autores, a técnica de colagem só é capaz de restaurar 50% da resistência à fratura de um dente hígido. O estudo de Munksgaard et al. (1991) também difere dos nossos resultados. Em um dos grupos de estudo, os autores realizaram um bisel duplo de 0,5 mm antes da colagem de fragmento. A resistência à fratura deste grupo não foi diferente dos outros treze grupos na qual nenhum preparo adicional foi realizado.

Nos referidos estudos os incisivos foram seccionados ao invés de fraturados. Como mencionado por Badami, Dunne e Scheer (1995), a anatomia da superfície produzida por corte é provavelmente diferente daquela resultante de uma fratura. No primeiro caso há a presença da *smear layer* e o encaixe do

remanescente com o fragmento dental é perdido. No estudo de Loguercio et al. (2004), os autores também obtiveram resultados inferiores quando se comparou o seccionamento dos dentes ao invés da fratura. Assim, fica claro que o método empregado para comparação das técnicas de colagem parece ter uma influência significativa nos resultados obtidos, e isto deve ser fonte de futuras investigações. A maioria dos artigos citados utilizam cargas estáticas para mensurar a resistência a fratura dos dentes fraturados e colados. Mais trabalhos laboratoriais deveriam ser conduzidos utilizando carga de impacto (FARIK ; MUNKSGAARD; ANDREASEN, 2000), pois isto simularia melhor o que ocorre no traumatismo dental.

Andreassen et al. (1993) concluiu que materiais com propriedades mecânicas relativamente altas, como as resinas compostas, devem ser utilizadas em conjunto com o sistema adesivo ao invés de seu uso isolado, para contrapor as tensões funcionais. Isto é de tal forma verdadeiro que um recente estudo observou uma tendência para obtenção de maior resistência à fratura quando um sistema adesivo e uma porção de resina composta foram empregados para colagem de fragmentos dentais (KRAUL, 2002; REIS et al., 2002).

O presente estudo assim como outros já publicados (REIS et al., 2001; REIS et al., 2002) demonstraram que a confecção de um preparo adicional na linha da fratura proporciona um aumento da recuperação da resistência à fratura após a colagem. A colagem empregando o chanfro vestibular e o chanfro circunferencial proporcionou aproximadamente uma recuperação da resistência à fratura de 48%, comparativamente à do dente hígido. Este valor percentual foi

bem menor para o grupo da colagem simples (30%). Infelizmente, apesar do chanfro vestibular e circunferencial terem proporcionado maior resistência à fratura, estas duas técnicas não foram capazes de devolver a resistência do dente hígido ao elemento fraturado, como é possível ao empregar outras técnicas como a da canaleta interna ou do sobrecontorno com resina composta (REIS et al., 2001).

Além disto estas duas técnicas possuem apresenta o inconveniente de expor resina ao meio bucal. Esta exposição reduz a estabilidade da estética ao longo prazo devido ao processo de abrasão, descoloração, perda de lisura e brilho que influenciará o tempo de vida da restauração (REIS et al., 2002).

Entretanto, sabe-se que a escolha da técnica para colagem de fragmentos não deve ser pautada apenas no percentual de recuperação da resistência à fratura, já que deve considerar outros fatores, como o grau de coaptação do fragmento e o remanescente assim como a quantidade de estrutura dental sadia (REIS et al., 2004).

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste estudo, concluiu-se que:

1. Nenhuma das técnicas de colagem avaliadas proporcionaram uma recuperação de 100% da resistência do dente não fraturado;
2. As técnicas de chanfro vestibular e chanfro circunferencial obtiveram melhor desempenho quando comparadas com a técnica de colagem simples;
3. O estado do canal radicular (hígido, com tratamento endodôntico ou com pino de fibra de vidro cimentado) não afetou a resistência das técnicas de colagem de fragmentos.

REFERÊNCIAS¹

Albuquerque RC, Dutra RA, Vasconcellos WA. Pinos intraradiculares de fibras de carbono em restaurações de dentes tratados endodonticamente. Rev Assoc Paul Cir Dent 1998;52(6):441-4.

Amir E, Bar-Gil B, Sarnat H. Restoration of fractured immature maxillary central incisors using crown fragments. Pediatr Dent 1986;8(4):285-88.

Andreasen JO, Andreasen FM. Traumatismo dentário: soluções clínicas. São Paulo: Panamericana;1991.

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

Andreasen FM, Steinhardt U, Bille M, Munksgaard EC. Bonding of enamel crown fragments after crown fracture. An experimental study using bonding agents. Endod Dent Traumatol 1993;9(3):111-4.

Andreasen FM, Rindum J, Andreasen JO, Engelhardt S, Lindh-Strömberg U. Long-term survival of fragment bonding in the treatment of fractured crowns: a multicenter clinical study. Quintessence Int 1995;26(10):669-81.

¹ De acordo com estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Arapostathis K, Arhakis A, Kalfas S. A modified technique on the reattachment of permanent tooth fragments following dental trauma. Case report. J Clin Pediatr Dent 2005;30(1):29-34.

Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. J Dent 1999;27(4):275-8.

Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 1994;71(6):565-7.

Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. J Prosthet Dent 1993;69(1):36-40.

Badami AA, Dunne SM, 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.

Bagheri J, Denehy GE. Effect of enamel bevel and restoration lengths on Class IV acid-etch retained composite resin restoration. J Am Dent Assoc 1983;107(6):951-2.

Baratieri LN, Monteiro Jr S, Andrada MAC. Tooth fracture reattachment: case reports. Quintessence Int 1990;21(4):261-70.

Baratieri LN, Monteiro Jr S, Cardoso AC, Mello Filho JC. Coronal fracture with invasion of the biologic width: a case report. Quintessence Int 1993;24(2):85-91.

Baratieri LN, Monteiro Jr S, De Albuquerque FM, Vieira LC, De Andrada MA, De Melo Filho JC. Reattachment of a tooth fragment with a "new" adhesive system: a case report. Quintessence Int 1994;25(2):91-6.

Bex RT, Parker MW, Judkins JT, Pelleu GB Jr. Effect of dentinal bonded resin post-core preparations on resistance to vertical root fracture. J Prosthet Dent 1992;67(6):768-72.

Brambilla GP, Cavalle E. Fractured incisors: a judicious restorative approach - part 1. Int Dent J 2007;57(1):13-8.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955;43(2): 83-9.

Burgess JO, Summitt JB, Robbins JW. The resistance to tensile, compression, and torsional forces provided by four post systems. J Prosthet Dent 1992; 68(6):899-903.

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

Busato ALS. Colagem autógena e heterógena de dentes anteriores fraturados: técnicas e possibilidades. Odontol Moderno 1986;13(10):16-23.

Çalışkan MK, Türkün M. Clinical investigation of traumatic injuries of permanent incisors in Izmir, Türkiye. Endod Dent Traumatol 1995;11(5):210-3.

Camps J, Pashley DH. Buffering action of human dentin in vitro. J Adhes Dent 2000;2(1):30-9.

Caputo AA, Hokawa SN. Stress and retention properties of a new threaded endodontic post. Quintessence Int 1987;18(6):431-5.

Carlini B. Resistência à fratura de dentes desvitalizados restaurados através de resina composta com ou sem pino intra-adicular [Dissertação de Mestrado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP;1999.

Carvalho RM. Adesivos dentinários: fundamentos para aplicação clínica. Rev Dent Restauradora 1998;1(2):62-96.

Cavallieri G, Zerman N. Traumatic crown fractures in permanent incisors with immature roots: a follow-up study. Endod Dent Traumatol 1995;11(6):294-6.

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.

Christensen GJ. Posts and cores: state of the art. J Am Dent Assoc 1998; 129(1):96-7.

Cohen BI, Condos S, Musikant BL, Deutsch AS. Pilot study of the cyclic fatigue characteristics of five endodontic posts with four core materials. J Oral Rehabil 2000;27(1):83-92.

Cohen S, Burns R. Pathways of the pulp. St Louis: Mosby; 1994.

Craig RG, Powers JM. Restorative dental materials. St. Louis: Mosby; 2002.

Davis MJ, Roth J, Levi M. Marginal integrity of adhesive fracture restorations: chamfer versus bevel. Quintessence Int 1983;14(11):1135-46.

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

De Wald JP. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: a review of infection control considerations. Dent Mater 1997;13(2):74-81.

Dean JA, Avery DR, Swartz ML. Attachment of anterior tooth fragments. Pediatr Dent 1986;8(2):139-43.

Dean JA, Jeanson BG, Sarkar N. In vitro evaluation of a carbon fiber post. J Endod 1998;24(12):807-10.

Dean JA, Minutillo AL, Moore BK. A comparison of a hybrid light-cured glass-ionomer base and liner vs. a light-cured resin tooth fragment attachment. Pediatr Dent 1998;20(1):49-52.

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

Diangelis AJ, Jungbluth M. Reattaching fractured tooth segments: an esthetic alternative. J Am Dent Assoc 1992;123(8):58-63.

Dickerson WG. Conservative reattachment of a pulpally exposed, fractured incisor. Dent Econ 1994;84(4):90-1.

Dimri M, Kapoor S, Jaiswal JN. Reattachment of a fractured non-vital central incisor fragment: a case report. J Ind Soc Ped Prev Dent 2000;18(3):108-10.

El-Askary F, Ghalab OH, Eldemerdash FH, Ahmed OIR, 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.

Ellis RG, Davey KW. Classification and treatment of injuries to the teeth of children. 4. ed. Chicago: Year Book Medical;1970.

Esberard RM, Silva Filho FPM, Gabrielli F. Caso clínico: fratura coronária em dente anterior. Rev Ass Paul Cirurg Dent 1978;32(2):130-4.

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

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

Farik B, Munksgaard EC, Andreasen JO, Kreiborg S. Drying and rewetting anterior crown fragments prior to bonding. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15(3):113-6.

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

Farik B, Munksgaard EC, Byoung IS, Andreasen JO, Kreiborg S. Adhesive bonding of fractured anterior teeth. Effect of wet technique and rewetting agent. *Am J Dent* 1998b;11(6):201-3.

Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent* 2000;13(Spec Iss):15B-18B.

Fraga RC, Chaves BT, Mello GS, Siqueira Jr JF; Fracture resistance of endodontically treated roots after restoration. *J Oral Rehabil* 1998;25(11):809-13.

Franco EB, Coradazzi JL, Ishikiriama A, Souza Jr. MHS, Navarro MFL. Restauração de dentes anteriores fraturados com aproveitamento do fragmento. Caso clínico. *Estomatol Cult* 1985;15(4):47-50.

Gateau P, Sabek M, Dailey B. Fatigue testing and microscopic evaluation of post and core restorations under artificial crowns. *J Prosthet Dent* 1999;82(3):341-47.

Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1992;67(4):458-67.

Guzy GE, Nicholls JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent* 1979;42(1):39-44.

Heydecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *J Dent* 2001;29(6):427-33.

Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub Jr. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. *J Prosthet Dent* 2002;87(4):438-45.

Huang TJG, Schilder H, Natahnson D. Effect of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod* 1992;18(5):209-15.

Ishikiriama A, Sabatini LSG, Navarro MFL, Pereira JC. Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com resina composta. *Rev Fac Odontol Bauru* 1995;3(1/4):47-52.

Isidor F, Ödman P, Brondum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. *Int J Prosthodont* 1996;9(2):131-6.

Kahn FH, Rosenberg PA, Schulman A, Pines M. Comparison of fatigue for three prefabricated threaded post systems. *J Prosthet Dent* 1996;75(2):148-53.

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

Kantor ME, Pines MS. A comparative study of restorative techniques for pulpless teeth. *J Prosthet Dent* 1977;38(4):405-12.

Kraul A. Resistência à fratura de diferentes técnicas e associações de materiais para restauração de dentes fraturados [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2002.

Lehl G, Luthra R. Reattachment of fractured fragments of maxillary central incisors – report of a case. *J Indian Soc Pedo Prev Dent* 2004;22(2):54-5.

Liebenberg WH. Reattachment of coronal fragments: operative considerations for the repair of anterior teeth. *Pract Periodontus Aesthet Dent* 1997;9(7):761-72.

Liew VP. Re-attachment of a original tooth fragment to a fractured crown. Case report. *Aust Dent J* 1988;33(1):47-50.

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

Ludlow J, LaTurno AL. Traumatic fracture – one-visit endodontic treatment and dentinal bonding reattachment of coronal fragment: report of case. *J Am Dent Assoc* 1985;110(3):341-3.

Lui JL. A case report of reattachment of fractured root fragment and resin-composite reinforcement in a compromised endodontically treated root. *Dent Traumat* 2001;17(5):227-30.

Mader C. Restoration of a fractured anterior tooth. *J Am Dent Assoc* 1978; 96(1):113-5.

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

Martens LC, Beyls HMF, Craene LG, D'hauwers RFM. Reattachment of the original fragment after vertical crown fracture of a permanent central incisor. *J Pedod* 1988;13(1):53-62.

Martinez-Insua A, da Silva L, Rilo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. *J Prosthet Dent* 1998;80(5):527-32.

McDonald AV, King PA, Setchell DJ. In vitro study to compare impact fracture resistance of intact root-treated teeth. *Int Endod J* 1990;23(6):304-12.

Morgano SM, Brackett SE. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. *J Prosthet Dent* 1999;82(6):643-57.

Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent* 1993;70(1):11-6.

Munksgaard EC, Højtvad L, Jørgensen EHW, Andreasen JO, Andreasen FM. Enamel-dentin crown fractures bonded with various bonding agents. *Endod Dent Traumatol* 1991;7(2):73-7.

Murchison DF, Burke FJT, Worthington RB. Incisal edge reattachment: indications for use and clinical technique. *Br Dent J* 1999;186(12):614-9.

Murchison DF, Worthington RB. Incisal edge reattachment: literature review and treatment perspectives. *Compend Contin Educ Dent* 1998;19(7):731-43.

Nogueira Filho GR, Machion L, Teixeira FB, Pimenta LA, 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.

Oliveira MDM. Estudo comparativo *in vitro* de colagens de fragmento em incisivos superiores permanentes, através de quatro técnicas distintas. [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Faculdade de Odontologia da UFSC;1994.

Osborne JW, Lambert RL. Reattachment of fractured incisal tooth segment. *Gen Dent* 1985;33(6):516-7.

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

Palma-Dibb RG, Taba M Jr, Santos CM, Navarro VP. Autogenous tooth fragment reattachment--association of periodontal surgery and endodontic and restorative procedures: a case report. *Quintessence Int* 2004; 35(3):179-84.

Purton DG, Love RM. Rigidity and retention of carbon fibre versus stainless steel root canal posts. *Int Endod J* 1996; 29(4):262-5.

Purton DG, Payne JA. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. *Quintessence Int* 1996;27(2):93-7.

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

Robbins JW, Earnest LA, Schumann SD. Fracture resistance of endodontically-treated cuspids. *Am J Dent* 1993;6(3):159-61.

Sidoli GE, King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent* 1997;78(1):5-9.

Silva Filho FPM, Esberard RM. Restaurações de dentes anteriores fraturados com aproveitamento dos fragmentos. RGO 1982;30(2):100-3.

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

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

Sivers JE, Johnson WT. Restoration of endodontically treated teeth. Dent Clin North Am 1992;36(3):631-50.

Slack GL, Jones JM. Psychological effect of fractured incisors. Br Dent J 1955;6(5):386-8.

Small BW. Emergency reattachment of fractured tooth. Using dentin bonding agent and flowable composite. Oral Health 1996;86(10):33-4.

Soares IJ, Goldberg F. Endodontia: técnica e fundamentos. São Paulo: Artmed; 2001.

Sorensen JA, Engelman MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 1990;64(4):419-24.

Sorensen JA, Martinoff JT. Endodontically treated teeth as abutments. J Prosthet Dent 1985;53(5):631-6.

Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronar reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 1984;51(6):780-4.

Sornkul E, Stannard JG. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. J Endod 1992;18(9):440-3.

Spasser HF. Repair and restoration of a fractured, pulpally involved anterior tooth: report of case. J Am Dent Assoc 1977;94(3):519-20.

Starkey PE. Reattachment of a fractured fragment to a tooth. J Indiana Dent Assoc 1979;58(5):37-8.

Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. J Prosthet Dent 1999;81(4):380-5.

Tennery TN. The fractured tooth reunited using the acid-etch bonding technique. Texas Dent J 1978;96(8):16-7.

Torbjörner A, Karlsson S, Syverud M, Hensten-Pettersen A. Carbon fiber reinforced root canal posts: mechanical and cytotoxic properties. Eur J Oral Sci 1996;104(5-6):605-11.

Trabert KC, Caputo AA, Abou-Rass M. Tooth fracture - a comparison of endodontic and restorative treatments. J Endod 1978;4(11):341-5.

Trabert KC, Cooney JP. The endodontically treated tooth: restorative concepts and techniques. *Dent Clin North Am* 1984;28(4):923-51.

Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985;1(3):108-11.

Turgut MD, Gonul N, Altay N. Multiple complicated crown-root fracture of a permanent incisor. *Dent Traumat* 2004;20(5):288-92.

Van Der Vyner PJ, Marais JT. Reattachment of a fractured tooth fragment: a case report. *J Dent Assoc S Afr* 1996;51(10):623-4.

Wadhwani CP. A single visit, multidisciplinary approach to the management of traumatic tooth crown fracture. *Br Dent J* 2000;188(11):593-8.

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

Wang JD, Hume WR. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. *Int Endod J* 1988;21(1):17-26.

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

Zerman N, Cavallieri G. Traumatic injuries to permanent. *Endod Dent Traumatol* 1993;9(2):61-4.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa