

**LILIANI FERNANDA MARQUES GARCIA**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FRATURA VERTICAL DE DENTES  
TRATADOS ENDODONTICAMENTE COM DIFERENTES  
MATERIAIS OBTURADORES**

São Paulo  
2009

Liliani Fernanda Marques Garcia

Avaliação da resistência à fratura vertical de dentes  
tratados endodonticamente com diferentes  
materiais obturadores

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Odontologia da Universidade de São Paulo,  
para obter o Título de Mestre pelo Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Celso Luiz Caldeira

São Paulo

2009

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Garcia LFM. Avaliação da resistência à fratura vertical de dentes tratados endodonticamente com diferentes materiais obturadores [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

São Paulo, \_\_\_\_/\_\_\_\_/2009

### 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: \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIAS

Aos meus pais, Silvia e Osvaldir

Vocês são os maiores responsáveis por todas as minhas conquistas. Sem a dedicação, amor, esforço, paciência, apoio, renúncias (sei que não foram poucas) de vocês eu não teria conseguido. Só eu sei o quanto vocês lutam para a felicidade de suas filhas. Obrigada por serem o exemplo de integridade, caráter e dignidade em minha vida. A minha gratidão será eterna. Amo muito vocês.

"Basta um instante para forjar um herói, mas é preciso viver uma vida inteira para fazer um homem de bem."

P. Brulat

Ao meu amor, Erick

Nem nos meus melhores sonhos poderia imaginar que um dia encontraria alguém como você. Seu apoio incondicional em tudo o que faço me fez entender o verdadeiro significado da palavra felicidade. Obrigada por existir em minha vida. Obrigada pela paciência nas horas mais difíceis. Meu amor por você não tem fim.

"Se queres chegar a ser feliz, só irás consegui-lo deixando de pensar em ti. Enquanto não abrires espaço em tua vida para alguém que seja, para ti, tão importante como tu mesmo, viverás solitário, perdido, buscando."

Richard Bach

À minha querida irmã, Celisse

Mesmo sendo a irmã caçula, sua preocupação comigo sempre foi de irmã mais velha. Obrigada por sempre aplaudir o meu sucesso e torcer por minhas vitórias. Obrigada pela confiança e pelo amor sempre. Amo você.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Deus, por iluminar meu caminho, pela saúde e por estar comigo em todos os momentos difíceis, me dando força e não me deixando desistir.

Ao meu orientador Prof. Dr. Celso Luiz Caldeira, pelos conhecimentos transmitidos e pelas orientações prestadas durante todo o curso. Minha sincera admiração, respeito e agradecimento.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Bombana, pelo exemplo de simplicidade, honestidade e competência a todos aqueles que possuem o privilégio de conviver com este querido Professor. Obrigada por tudo.

Ao Prof. Dr. Pedro Felício Estrada Bernabé por ter despertado em mim durante a graduação na Faculdade de Odontologia de Araçatuba-UNESP a vontade de aprender ainda mais sobre esta ciência. Teu amor pelo ensino e pela pesquisa é admirável. Você é um exemplo para todos. Obrigada por tudo.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo e à Comissão de Pós- Graduação, por possibilitarem a realização do curso.

Aos professores da Disciplina de Endodontia da FOUSP, pelos ensinamentos e pela grande oportunidade de crescimento profissional.

À amiga Danieli, pela dedicada e sincera amizade. Pela paciência e ajuda em todos os momentos que precisei. Pela deliciosa convivência durante esta jornada.

Ao amigo César, sempre torcendo por mim. Obrigada por estar sempre pronto a me ouvir e ajudar quando precisei. Você é um grande amigo.

Às amigas Mônica e Silvia, por transmitirem de alguma maneira a experiência de vocês, sempre prontas a ajudar de alguma forma. Muito obrigada queridas!

Ao amigo Guilherme, foi muito importante na conclusão deste trabalho. Muito obrigada Gui!

À Soninha do laboratório do Departamento de Dentística. Muito obrigada pelo auxílio durante a fase laboratorial, sempre com um sorriso no rosto. Sua ajuda foi essencial!

Ao Walter do Instituto de Física. Obrigada pela sua disposição para confecção dos dispositivos para a realização dos testes.

Ao Adalberto Azevedo do IPT por disponibilizar o uso do laboratório e dos equipamentos. Obrigada!

Aos funcionários do IPT: Jorge, Ronam e Rodrigo. Vocês foram essenciais para a conclusão da fase experimental. Muito obrigada!

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação Érico, Luiz, Márcia e Andréa pelos momentos de convivência, experiências trocadas e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Dentística Ana Maria, Aldo, Leandro, David, Luiz, pela atenção e gentileza nestes anos de convívio.

À empresa Dentsply, representada pela Janainy pela doação de parte dos materiais usados nesta dissertação.

Aos funcionários da Biblioteca, especialmente a Cláudia, Glauci e Vânia, por todos os serviços prestados sempre com muita competência e pela revisão desta dissertação.

Ao Rogério Prado pelo auxílio com a interpretação estatística deste trabalho.

A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de São Paulo, que me apoiaram e ajudaram durante estes anos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Mestrado.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente,  
para a conclusão deste trabalho.

**MUITO OBRIGADA!!!**

Garcia LFM. Avaliação da resistência à fratura vertical de dentes tratados endodonticamente com diferentes materiais obturadores [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar comparativamente in vitro a resistência à fratura radicular de dentes tratados endodonticamente usando diferentes materiais obturadores: AH Plus (Dentsply/De Trey, Alemanha), Real Seal (Sybron Endo, EUA), GuttaFlow (Coltène/Whaledent, Suíça), ActiV GP (Brasseler, EUA) e Thermafil (Dentsply-Tulsa Dental, EUA). Sessenta e quatro pré-molares inferiores foram divididos em Grupo Controle (n=4), onde as raízes não foram nem instrumentadas nem obturadas e outros 5 grupos de acordo com os materiais obturadores empregados: Grupo AH Plus (n=12); Grupo Real Seal (n=12); Grupo GuttaFlow (n=12); Grupo ActiV GP (n=12); Grupo Thermafil (n=12). As raízes foram instrumentadas com o sistema Protaper Universal (Dentsply-Maillefer, Suíça), e em seguida foram obturadas com os respectivos materiais. Após a obturação, todos os espécimes foram armazenados à 37° C com 100% de umidade por 72 horas e incluídos em resina acrílica. O ligamento periodontal foi simulado com Impregum, que formou uma fina camada entre a raiz e a resina acrílica. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência à fratura em uma máquina de ensaios triaxiais (1,0mm/min). Os valores médios obtidos e o desvio padrão (em Newtons) em ordem decrescente foram: Grupo controle – 394,25 ± 56,17 N; Grupo ActiV GP – 263 ± 89,32 N; Grupo Thermafil – 198,17 ± 61,65 N; Grupo AH Plus – 158,08 ± 31,56 N;

Grupo Real Seal –  $154,92 \pm 42,64$  N e Grupo GuttaFlow –  $107,92 \pm 20,72$  N. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA e Dunett (5%). Dentre os grupos experimentais, as raízes obturadas com ActiV GP mostraram-se mais resistentes à força vertical aplicada, porém similares aos grupos controle e Thermafil. Os grupos AH Plus, Real Seal e Thermafil mostraram-se similares estatisticamente quanto à resistência à fratura. O grupo GuttaFlow apresentou menores valores médios de resistência à fratura.

Palavras-Chave: Endodontia; fraturas dos dentes; cimentos dentários; materiais obturadores do canal radicular

Garcia LFM. Vertical fracture resistance of endodontically treated teeth with different root filling materials [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2009.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the in vitro vertical fracture resistance of endodontically treated teeth using different root filling materials: AH Plus (Dentsply/De Trey, Alemanha), Real Seal (Sybron Endo, EUA), GuttaFlow (Coltène/Whaledent, Suíça), ActiV GP (Brasseler, EUA) and Thermafil (Dentsply-Tulsa Dental, EUA). Sixty four single-rooted human lower premolar were assigned into a Control Group (n=4), where the roots were not prepared or filled, and five experimental groups (n=12) according to the root filling materials: Group AH Plus; Group Real Seal; Group GuttaFlow; Group ActiV GP; Group Thermafil. The roots were prepared using Protaper Universal system (Dentsply-Maillefer, Suíça) and filled using one of the root filling materials. Then, the specimens were stored at 37° C at 100% humidity for 72 hours and included in acrylic resin. The periodontal ligament was simulated by the use of Impregum, which made a thin layer between the root and acrylic resin. The specimens were submitted to a vertical fracture resistance using a testing machine triaxiais (1,0mm/min). The values (Newton) and standard deviations obtained were: Control Group – 394,25 ± 56,17N; Group ActiV GP – 263 ± 89,32N; Group Thermafil – 198,17 ± 61,65N; Group AH Plus – 158,08 ± 31,56N; Group Real Seal – 154,92 ± 42,64N and Group GuttaFlow – 107,92 ± 20,72N. The data were submitted to ANOVA e Dunett tests (5%). Among the experimental groups,

roots filled with ActiV GP showed the highest values of resistance of load vertical was applied, and were similar to Control Group and Thermafil. AH Plus, Real Seal and Thermafil groups showed statistical similar fracture resistance. GuttaFlow Group showed the lowest values of fracture resistance.

Keywords: Endodontics; tooth fractures; dental cements; root canal filling materials

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - AH Plus .....	45
Figura 4.2 - Real Seal .....	45
Figura 4.3 - GuttaFlow .....	46
Figura 4.4 - ActiV GP .....	46
Figura 4.5 - Thermafil .....	46
Figura 4.6 - Impregum .....	48
Figura 4.7 - Dente na base de resina .....	49
Figura 4.8 - Indicador de pesagem .....	51
Figura 4.9 - Aspecto do corpo de prova na base metálica e do espaçador .....	51
Figura 4.10 - Espaçador posicionado para iniciar o teste .....	52
Figura 4.11 – Aspecto do dente fraturado após o teste .....	52
Gráfico 5.1 - Valores médios e respectivos erros padrões da carga suportada em cada grupo .....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 -Distribuição dos grupos experimentais .....	41
Tabela 4.2 -Materiais avaliados, fabricantes e composição.....	47
Tabela 5.1 -Descrição das cargas em cada grupo e o resultado do teste de comparação das médias entre eles.....	54
Tabela 5.2 -Resultado das comparações múltiplas de Dunnett para as cargas entre os grupos .....	56

## SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	21
3 PROPOSIÇÃO.....	36
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
5 RESULTADOS .....	53
6 DISCUSSÃO.....	58
7 CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS .....	69
ANEXOS .....	78

## **INTRODUÇÃO**

## 1 INTRODUÇÃO

Bactérias e outros irritantes vindos da cavidade oral invadem o sistema de canais radiculares devido à progressão da cárie dental e trauma dental, levando à instalação de um processo patológico na polpa. Com a terapia endodôntica objetiva-se a remoção da polpa patológica, limpeza, modelagem, desinfecção dos canais radiculares e obturação tridimensional do sistema endodôntico.

Nos dias de hoje, uma elevada importância tem sido dada à obturação dos canais radiculares e que o sucesso do tratamento está intimamente ligado a esta fase do tratamento endodôntico.

Há muitos estudos na literatura em que consideram os fracassos estão relacionados às obturações incorretas. Dentre eles, Ingle (1962) em um estudo clássico após controle radiográfico de 2 anos, encontrou que 58% dos 104 casos de insucessos eram devido à obturação incompleta.

A obturação tridimensional do espaço radicular é essencial para o sucesso do tratamento para eliminar qualquer comunicação entre o meio externo e o interior do sistema de canais e, conseqüentemente, impedir a passagem de fluidos e microrganismos e seu metabólitos do periápice e da cavidade bucal para o interior do canal e deste, para os tecidos periapicais.

A guta-percha é o material em estado sólido mais utilizado para a obturação. Desde sua introdução na Endodontia, seu uso tornou-se popular pela facilidade de utilização e pela boa tolerância aos tecidos vivos. A guta-percha é utilizada em associação aos cimentos endodônticos, sendo fundamental para que o completo selamento do sistema de canais radiculares seja alcançado, pois são os cimentos

que irão selar os espaços existentes entre as paredes radiculares e o material obturador principal e entre os cones acessórios de guta-percha utilizados, promovendo também o vedamento dos túbulos dentinários e das ramificações. A guta-percha não possui a capacidade de se aderir à dentina, sendo a utilização do cimento para esta função.

Apesar do excelente desempenho nas últimas décadas do uso da guta-percha associada com os cimentos endodônticos na maioria das situações de obturações, pesquisadores estão cada vez mais buscando alternativas visando uma melhora no selamento dos canais radiculares. Cimentos obturadores à base de resinas epóxicas, silicone, ionômero de vidro e metacrilatos estão sendo cada vez mais estudados e aceitos como alternativas aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol e hidróxido de cálcio, já consagrados e largamente utilizados na prática endodôntica.

Durante e após a fase da obturação pode ocorrer uma complicação indesejável para a terapia endodôntica: a fratura radicular vertical que é uma fratura longitudinal da raiz, estendendo-se por toda espessura de dentina até o periodonto, podendo ser incompleta em alguns casos. É um sério problema clínico, tanto para o paciente como para o dentista. O prognóstico é considerado desfavorável, levando à perda de osso e aumento do espaço periodontal, após o envolvimento do sulco gengival. O resultado será ou a extração do dente ou ressecção da raiz afetada, levando ao fracasso do tratamento endodôntico.

Acredita-se que os dentes tratados endodonticamente são mais susceptíveis à fratura que os dentes vitais devido a vários fatores, dentre eles: a perda de estrutura dental durante o tratamento endodôntico, excessiva pressão durante a obturação e seleção de pinos intracanaís incorretos.

Neste sentido, são necessárias pesquisas com materiais obturadores com propriedades adesivas com a intenção de melhorar a capacidade de selamento, podem conseqüentemente reforçar mecanicamente as raízes dos dentes tratados endodonticamente, ou seja, aumentar a resistência à fratura radicular. No entanto, para que o material reforce o dente, este necessita ter adesão à dentina do canal.

Dessa maneira, uma nova filosofia de materiais obturadores vem sendo divulgada, em que os conceitos de adesão, até então relacionados somente com a Dentística Restauradora, passaram a ser incorporados na Endodontia. Os novos sistemas de obturação possuem um objetivo específico que é a obtenção de um “monobloco” entre a dentina do canal radicular e o respectivo material obturador. Alguns sistemas desta nova geração de materiais obturadores que propõem esta tecnologia são: Resilon-Epiphany (Pentron, Wallingford, CT, EUA), Real Seal (SybronEndo, Orange, CA, USA) e Activ GP (Brasseler, Savannah, GA, USA).

Os sistemas Epiphany e Real Seal constituem-se de cones de polímero de poliéster (Resilon), um cimento resinoso dual e um primer auto-condicionante.

Já o sistema ActiV GP é um cimento à base de ionômero de vidro que contém em seu sistema cones de guta-percha ActiV GP, constituído de partículas de ionômero de vidro revestindo sua superfície.

Além destes sistemas, o cimento GuttaFlow (Coltène/Whaledent, Altstätten, Suiss) é um cimento à base de silicone e uma modificação do cimento RoekoSeal. Também foi introduzido recentemente no mercado.

A importância deste estudo, confirmada pelas informações obtidas na revisão de literatura, exige a necessidade de pesquisas de materiais obturadores do canal radicular que possam melhorar a resistência das raízes à fratura radicular vertical, levando-se em consideração que um material obturador que possua adesão

suficiente à dentina para diminuir consideravelmente as chances de fratura, ainda não foi encontrado. Tal fato justifica este estudo, que tem por objetivo avaliar novos materiais obturadores e cimentos e seu comportamento em relação à resistência frente às forças verticais de fratura de dentes tratados endodonticamente.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Pitts e Natkin (1983) definiram a fratura radicular vertical como a fratura da raiz orientada longitudinalmente, estendendo do canal radicular até o periodonto. Pode ter início na coroa ou no ápice radicular ou, em alguns casos, ao longo da raiz entre estes dois pontos. A fratura é considerada completa quando se estende de uma das superfícies externas da raiz ao outro lado e envolve as duas superfícies da raiz (WALTON; MICHELICH; SMITH, 1984).

Este tipo de fratura é considerado a terceira causa mais comum que leva à extração dental, após somente a cárie e a doença periodontal (ELLIS; MCCORD; BURKE, 1999). A prevalência é de 2 a 5% em várias populações segundo estudos baseados em relatos de casos clínicos (MEISTER; LOMELL; GERSTEIN, 1980; TESTORI; BADINO; CASTAGNOLA, 1993), controles de pacientes que tiveram reconstruções protéticas (BERGMAN et al., 1989; TORBJÖRNER; KARLSSON; ODMAN, 1995) ou avaliações de radiografias (MORFIS, 1990). Já em outros estudos recentes, uma alta prevalência da fratura radicular vertical entre os dentes tratados endodonticamente extraídos foi encontrada, sendo de 11% relatado por Fuss, Lustig e Tamse (1999) e de 21% por Coppens e DeMoor (2003).

O tratamento endodôntico é considerado como a principal causa da fratura radicular (BENDER; FREEDLAND, 1983; GHER et al., 1987; LERTCHIRAKARN; TIMYAM; MESSER, 2002; MEISTER; LOMELL; GERSTEIN, 1980; SORENSEN; MARTINOFF, 1984; TAMSE, 1988), pois resulta principalmente na redução da resistência dos dentes que foram submetidos ao tratamento (SEDGLEY; MESSER, 1992; WU; VAN DER SLUIS; WESSELINK, 2004).

Os fatores etiológicos das fraturas em dentes tratados endodonticamente possuem causas diversas, podendo ser divididos em fatores iatrogênicos ou fatores predisponentes.

Os principais fatores iatrogênicos são aqueles associados aos procedimentos realizados durante o tratamento endodôntico e aos pinos intra-radiculares.

Durante o tratamento endodôntico, a pressão excessiva exercida na etapa da condensação lateral da guta-percha é considerada uma das principais causas (GHER et al., 1987; HOLCOMB; PITTS; NICHOLLS, 1987; LERTCHIRAKARN; PALAMARA; MESSER, 1999; MEISTER et al., 1981; MEISTER; LOMELL; GERSTEIN, 1980; PITTS; MATHENY; NICHOLLS, 1983; MAXWELL; BRALY; EAKLE, 1986; SAW; MESSER, 1995; SILVER-THORN; JOYCE, 1999; TAMSE, 1988). Em estudo de Meister, Lomell e Gerstein (1980), consideraram que a força excessiva no momento da condensação lateral possivelmente foi responsável por 84% dos casos de fratura. Alguns estudos afirmam que a condensação lateral provoca tensão na raiz durante a obturação (HARVEY; WHITE; LEEB, 1981; RICKS-WILLIAMSON et al., 1995).

Gimlim, Parr e Aguire-Ramirez (1986), compararam a tensão produzida pela condensação vertical e lateral e concluíram que a condensação vertical produz maior tensão no ápice radicular. Já, Ricks-Williamson et al. (1995) utilizaram um método de análise tridimensional por elementos finitos e concluíram que a condensação vertical cria maior tensão dentro da raiz quando comparada à condensação lateral.

Lertchirakarn, Palamara e Messer (1999), estudaram as forças encontradas durante a condensação lateral e concluíram que a condensação lateral sozinha não

deve ser a causa direta da fratura porque as forças geradas durante a condensação lateral são significativamente menores que as forças necessárias para a raiz fraturar.

Outros estudos consideram que a perda de estrutura dentária decorrente do tratamento endodôntico, devido à cirurgia de acesso ou à excessiva instrumentação, seja razão para que as raízes sejam enfraquecidas, podendo levar à fratura pós-tratamento (ÇOBANKARA; UNGÖR; BELLI, 2002; HOWE; MCKENDRY, 1990; KISHEN; ASUNDI, 2002; SORNKUL; STANNARD, 1992; TROPE; RAY, 1992; ASUNDI; KISHEN, 2001).

A preservação da estrutura dental tem sido aceita como um fator crucial para uma melhora do comprometimento estrutural do dente tratado endodonticamente. Trabert, Caput e Abou-Rass (1978), afirmaram que a resistência de um dente submetido ao tratamento endodôntico está diretamente relacionada à quantidade de estrutura dental remanescente hígida.

O uso intenso de instrumentos rotatórios durante o preparo do canal radicular através do corte de dentina em linha reta até a curvatura, enfraquece a estrutura radicular (BENDER; FREEDLAND, 1983). Wilcox, Roskelley e Sutton (1997) concluíram que se uma quantidade maior de dentina for removida durante o preparo do canal, mais facilmente a raiz pode fraturar.

Lam, Palamara e Messer (2005), compararam a instrumentação convencional com o uso de instrumentos rotatórios e não encontraram aumento à susceptibilidade à fratura nos dentes que foram instrumentados com este.

Em contrapartida, Zandbiglari, Davids e Schäfer (2006) concluíram que as raízes preparadas com instrumentos rotatórios foram significativamente enfraquecidas quando comparadas com aquelas preparadas com limas manuais.

O uso dos pinos intra-radulares também é considerado um dos principais fatores que leva à fratura radicular vertical. A seleção incorreta do pino (BENDER; FREEDLAND, 1983; DEUTSCH et al., 1985; MEISTER; LOMELL; GERSTEIN, 1980; ROSS; NICHOLLS; HARRINGTON, 1991), excessiva largura e comprimento do espaço preparado para recebê-lo em relação à anatomia e morfologia dental (GUZY; NICHOLLS, 1979; ISIDOR; ODMAN; BRONDUM, 1996) ou pressão excessiva durante a sua cimentação (FELTON et al, 1991; MORANDO; LEUPOLD; MEIERS, 1995; YANG et al., 2001) podem ser as principais causas que levam ao enfraquecimento físico das raízes.

Dentre os fatores etiológicos, os fatores predisponentes que podem levar à fratura incluem: a perda de estrutura dentária, anatomia e morfologia específicas, alteração nas propriedades físicas da dentina e fraturas prévias.

A perda da estrutura dentária causada por cáries ou trauma, pode aumentar o risco de fratura, pois aumenta o risco de fendas na dentina podendo posteriormente propagar-se à fratura (BLASER et al., 1983; HOOD, 1991; SORNKUL; STANNARD, 1992).

Quanto à anatomia e morfologia específicas, o risco de fratura é maior especialmente nos pré-molares superiores e inferiores, onde a largura méso-distal é muito mais estreita que a vestibulo-lingual (BAISDEN; KULILD; WELLIR, 1992; TAMSE, 1988; PILO; CORCINO; TAMSE, 1998; PILO; TAMSE, 2000; TESTORI; BADINO; CASTAGNOLA, 1993) e nas raízes mesiais dos molares inferiores (ZUCKERMAN et al., 2003).

Em relação às mudanças nas propriedades físicas que podem ocorrer na dentina, a primeira hipótese foi publicada por Helfer, Melnick, Schilder (1972). Consideram que a dentina de um dente tratado endodonticamente apresenta cerca

de 9% menos umidade que um dente com polpa vital. Porém, outros estudos contradizem este aspecto (HUANG, SCHILDER; NATHANSON, 1992; LEWINSTEIN; GRAJOWER, 1981; PAPA; CAIN; MESSER, 1994; SEDGLEY; MESSER, 1992; STANFORD et al., 1960), onde não encontraram diferenças significantes nas propriedades físicas entre dentes tratados endodonticamente e dentes vitais. Já Carter et al. (1983) mostraram somente uma redução de 14% na dureza da dentina comparada com a dentina vital.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito às diferenças nas propriedades da dentina de pacientes idosos. Estudos recentes de fadiga por idade, mostraram que a dentina de pacientes idosos possui uma fadiga por idade mais curta que a dentina de dentes jovens (BAJAJ et al., 2006). Assim, o aumento da incidência de fratura em dentes tratados endodonticamente pode, na verdade ser resultado de uma lenta e espontânea redução na dureza de dentina (AROLA; ROULAND; ZHANG, 2002), independente do tratamento de canal. Qualquer força oclusal aplicada à dentina da coroa é ampliada na raiz devido ao seu menor volume e área de secção cruzada (COHEN, HARGREAVES, 2002).

O uso de substâncias químicas auxiliares utilizadas durante o tratamento endodôntico, como o hipoclorito de sódio (NaOCl) ou o ácido etileno diamino tetracético (EDTA) podem afetar as propriedades físicas da dentina. O uso prolongado do hipoclorito de sódio em altas concentrações poderia proporcionar efeitos indesejáveis na dentina além dos efeitos terapêuticos desejáveis. As propriedades afetadas seriam: microdureza (SALEH; ETTMAN, 1999; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004); resistência flexural (GRIGORATOS et al., 2001; SIM et al., 2001) e módulo de elasticidade (GOLDSMITH; GULABIVALA; KNOWLES, 2002; SIM et al., 2001). Já o uso prolongado do EDTA, pode levar à erosão da dentina

intertubular e peritubular (CALT; SERPER, 2002). A utilização das duas substâncias juntas pode levar dentre outras conseqüências principalmente à redução da microdureza (NIU et al., 2002).

Onnink, Davis e Wayman (1994) consideram que a presença de fissuras prévias na dentina é um fator predisponente que pode também levar à fratura.

Após todas as considerações sobre os possíveis fatores que podem levar um dente que foi submetido à tratamento endodôntico à fratura radicular, seria vantajoso se na escolha de um material obturador, além das propriedades desejáveis que proporcionassem um adequado selamento, este tivesse a capacidade de reforçar a raiz, diminuindo a incidência da fratura radicular vertical.

Neste sentido, materiais com propriedades adesivas têm sido propostos como uma alternativa para reforçar o dente, através do uso de cimentos endodônticos adesivos, para obturar o sistema de canais radiculares (JOHNSON et al., 2000).

Similarmente ao que acontece na Dentística Restauradora, em que o reforço coronário tem sido conseguido com o uso de restaurações adesivas, através dos amálgamas adesivos, compósitos e ionômero de vidro (BOYER; ROTH, 1994; FISSORE; NICHOLLS; YUODELIS, 1991; JAGADISH; YOGESH, 1990), os materiais obturadores endodônticos, desde que tenham capacidade de aderir à dentina radicular, podem aumentar a capacidade do dente de resistir à fratura (SCHÄFER; ZANDBIGLARI; SCHÄFER, 2007).

Adesividade do cimento obturador significa a sua capacidade de aderir às paredes dentinárias do canal radicular e propiciar um meio cimentante que promova a união dos cones de guta-percha entre si e deles com a dentina (SOUSA-NETO et al., 2005).

Os cimentos à base de ionômero de vidro foram os primeiros materiais obturadores que fundamentados na análise da adesão à dentina radicular tinha o objetivo de proporcionar um reforço radicular aos dentes tratados endodonticamente. A adesão do cimento à dentina é conseguida após o condicionamento da superfície dentinária com ácidos que possam remover a smear layer e alterar a tensão superficial, permitindo que o cimento escoe e adapte-se mais facilmente (WEIGER et al., 1995).

O Ketac Endo (3M-Espe, Seefeld, Alemanha) é um cimento endodôntico à base de ionômero de vidro e foi introduzido no início dos anos 90 com um potencial de aumentar a resistência à fratura radicular devido à sua propriedade de adesividade dentinária, sendo o primeiro cimento endodôntico representante deste novo conceito. Estudos passaram a ser realizados para avaliar sua capacidade de reforçar mecanicamente as raízes de dentes tratados endodonticamente.

Trope e Ray (1992) avaliaram, *in vitro*, a resistência à fratura de canais radiculares instrumentados e obturados com os cimentos endodônticos Ketac Endo ou o cimento à base de óxido de zinco e eugenol Roth 801. Utilizaram 48 caninos para o estudo, sendo que uma porção apical das raízes foi incluída em resina, ficando 12 mm expostos. As raízes foram submetidas a uma força na Máquina de Testes Universal, com um ângulo de 15° em relação ao longo eixo da raiz até ocorrer a fratura. Os resultados obtidos mostraram que as raízes obturadas com o Ketac Endo e cones de guta-percha mostraram alta resistência à fratura causada pelas cargas geradas internamente, quando comparados às raízes instrumentadas e que não foram obturadas ou aquelas obturadas com Roth 801 e guta-percha.

Apicella et al. (1999) compararam a resistência à fratura radicular dos cimentos Ketac Endo e Roth 801. Foram utilizados 40 dentes unirradiculares

divididos em 4 grupos (n=10) do seguinte modo: canais obturados com cimento Roth 801 através da técnica da condensação lateral; com o cimento Ketac Endo através da técnica da condensação lateral; Ketac Endo com a técnica do cone único e canais instrumentados e não obturados. O ápice radicular (10 mm) foi incluído em blocos de resina acrílica e 9 mm da raiz ficaram expostos. Os blocos foram verticalmente alinhados na Instron e uma força vertical foi aplicada em direção ao orifício de entrada do canal. Não houve diferença significativa entre os grupos em relação às forças verticais necessárias para fraturar as raízes. Os autores não encontraram aumento na resistência à fratura das raízes obturadas com o Ketac Endo.

Johnson et al. (2000) avaliaram a capacidade de o cimento Ketac Endo reforçar a raiz comparando-o com o cimento Roth 801 e também a capacidade de melhorar o reforço submetendo dentina radicular a diferentes pré-tratamentos. Os grupos foram assim divididos: canais instrumentados e não obturados; técnica da condensação lateral com Roth 801; técnica do cone único com Ketac Endo; condicionamento com ácido poliacrílico a 25% e técnica do cone único com Ketac Endo; uso de EDTA a 17% e técnica do cone único com Ketac Endo; condicionamento com ácido fosfórico a 37%, aplicação de um sistema adesivo dentinário e obturação com um sistema multiuso de cimentação adesiva. Não ocorreu diferença significativa entre os grupos, indicando que a resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente não foi significativamente aumentada devido ao uso de adesivos no canal.

Çobankara, Ungör e Belli (2002) testaram o efeito do Ketac Endo e do cimento à base de resina plástica AH 26 na resistência à fratura radicular e avaliaram o efeito da smear layer em microscópio eletrônico de varredura. Eles

concluíram que as raízes foram enfraquecidas significativamente nos canais que foram instrumentados; os canais obturados com Ketac Endo ou AH 26 reforçaram significativamente as raízes comparadas àquelas que não foram instrumentadas e obturadas e que a presença ou ausência da smear layer não causou qualquer efeito significativo na resistência à fratura radicular dos dentes.

Lertchirakarn, Palamara e Messer (2002) compararam as forças verticais de fratura de dentes tratados endodonticamente e obturados pela técnica da condensação lateral com guta-percha associada a três tipos de cimentos: AH Plus, Tubliseal e Ketac Endo. As forças necessárias para a fratura das raízes obturadas com Ketac Endo foram significativamente maiores que aquelas obturadas com AH Plus e Tubliseal, sugerindo que o Ketac Endo reforça as raízes e que pode ser utilizado naquelas consideradas enfraquecidas, que são mais susceptíveis à fratura radicular vertical.

Com a introdução do sistema de obturação Real Seal em 2004, estudos passaram a ser realizados para confirmar as propriedades a ele atribuídas pelos seus idealizadores: reforçar a estrutura radicular, reduzir a infiltração bacteriana coronária, evitar a formação de fendas entre o material obturador e as paredes dentinárias e permitir o retratamento se necessário. Além do cimento resinoso dual e do primer auto-condicionante, outra inovação do sistema é o Resilon. É um material sólido radiopaco constituído por polímeros de poliéster sintético termoplástificáveis, apresentado comercialmente no mesmo formato e diâmetros dos cones de guta-percha, sendo, inclusive, bastante similar no modo de uso e manipulação.

Teixeira et al. (2004) compararam in vitro a resistência à fratura radicular de canais obturados com guta-percha ou Resilon por duas diferentes técnicas. Os grupos foram assim divididos: 1) os canais foram instrumentados, mas não

obturados; 2) obturação dos canais com o cimento AH 26 e técnica da condensação lateral da guta-percha; 3) obturação dos canais com o cimento AH 26 e técnica da condensação vertical com guta-percha termoplastificada; 4) obturação dos canais com cimento Epiphany e técnica da condensação lateral com Resilon; 5) obturação dos canais com o cimento Epiphany e técnica da condensação vertical com Resilon termoplastificado. As raízes foram submetidas a uma força vertical aplicada no longo eixo até que ocorresse a fratura. Os resultados evidenciaram que a obturação do canal com o sistema de obturação Resilon/Epiphany aumentou a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente quando comparadas com técnicas em que se utiliza a guta-percha.

Stuart, Schwartz e Beeson (2006) compararam a capacidade de reforço e de resistência do Resilon, guta-percha e de uma resina híbrida autopolimerizável, Bisfill 2B no tratamento endodôntico de dente jovens. Após o tratamento endodôntico, os 10 mm apicais da raiz foram incluídos em resina. A força aplicada foi de 130° em relação ao longo eixo do dente ao nível da junção cimento-esmalte, com um cinzel adaptado na Máquina de Testes Universal. Os testes foram feitos a uma velocidade de 5,0 mm/min até que ocorresse a fratura. Os resultados desse estudo sugeriram que a resina Bisfill 2B promoveu a maior resistência à fratura radicular horizontal, porém não foi significativamente maior que a guta-percha, Resilon ou o grupo dos canais não obturados.

Zandbiglari, Davids e Schäfer (2006) compararam a força necessária para fraturar dentes instrumentados com 3 diferentes tipos de instrumentos (sistema rotatório GT, sistema rotatório FlexMaster e limas tipo K) e determinar se o cimento à base de resina epóxica AH Plus possui a capacidade de reforçar as raízes. As raízes foram posicionadas a um ângulo de 15° em relação ao longo eixo do dente. Uma

Máquina de Testes Universal aplicou uma força com velocidade de 1,0mm/min até a fratura da raiz. Os resultados indicaram que as raízes instrumentadas com o sistema GP foram significativamente enfraquecidas e que a obturação com o AH Plus não aumentou a resistência à fratura.

Hammad, Qualtrough e Silkas (2007) avaliaram o efeito de diferentes combinações de materiais obturadores e cimentos nas forças verticais para fraturar dentes tratados endodonticamente. Os grupos foram assim divididos: 1) as raízes não foram instrumentadas nem obturadas; 2) as raízes foram obturadas através da técnica da condensação lateral com guta-percha e o cimento à base de óxido de zinco e eugenol Tubliseal; 3) as raízes foram obturadas através da técnica da condensação lateral com cones EndoRez o cimento à base de resina EndoRez; 4) as raízes foram obturadas através da técnica da condensação lateral com cones Resilon e o cimento Real Seal; 6) as raízes foram obturadas usando um cone único de guta-percha e o cimento GuttaFlow. As raízes foram adaptadas na Máquina de Ensaio Universal e um espaçador digital nº. 40 foi acoplado na parte superior da máquina. A força aplicada foi dirigida verticalmente em direção ao longo eixo dos canais a uma velocidade de 10mm/min até que ocorresse a fratura. Os grupos em que a guta-percha e que o cimento GuttaFlow foram utilizados não apresentaram aumento na resistência à fratura por tensões geradas internamente no canal radicular. Já os grupos do Resilon e EndoRez aumentaram a resistência à fratura radicular vertical dos canais radiculares.

Sagsen et al. (2007) compararam a resistência à fratura de canais obturados com os seguintes materiais: sistema de obturação Epiphany/Resilon; cimento endodôntico AH 26 e guta-percha e o cimento à base de óxido de zinco eugenol-iodofórmio MCS Canal Sealer. As raízes foram submetidas a uma força constante de

1,0 mm/min em direção ao longo eixo do dente até a fratura ocorrer. Os resultados mostraram que todos os materiais usados no estudo foram significativamente mais resistentes que o grupo controle (raízes instrumentadas e não obturadas), concluindo que todos os materiais obturadores usados reforçaram as raízes.

Schäfer, Zandbiglari e Schäfer (2007) estudaram a capacidade de o cimento Real Seal reforçar as raízes tratadas endodonticamente. Os grupos foram assim divididos: 1) cimento AH Plus com técnica da condensação lateral da guta-percha; 2) cimento Real Seal com técnica da condensação lateral do Resilon; 3) as raízes foram instrumentadas, mas não foram obturadas. As raízes foram adaptadas na Máquina de Ensaio Universal, sendo a força aplicada com ângulo de 15° em relação ao longo eixo da raiz. A força que foi aumentando lentamente até a velocidade de 1,0 mm/min. para que ocorresse a fratura da raiz. Os resultados mostraram que a força necessária para fraturar as raízes obturadas com Real Seal foi significativamente maior. Os autores concluíram que a obturação com Real Seal aumentou consideravelmente a resistência à fratura das raízes instrumentadas.

Ulusoy et al. (2007) compararam a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e obturados com as combinações dos seguintes materiais: AH 26 e guta-percha; Resilon e Epiphany; Ketac Endo e guta-percha. No grupo controle os canais não foram obturados. As raízes foram posicionadas verticalmente na parte inferior da Máquina de Testes Universal e a força foi aplicada verticalmente ao longo eixo da raiz a uma velocidade de 1,0 mm/min. Concluíram que o uso do AH 26 /guta-percha aumentou a resistência à fratura dos canais radiculares instrumentados quando comparado com o grupo Resilon/Epiphany e Ketac Endo/guta-percha.

Wilkinson, Beeson e Kirkpatrick (2007) avaliaram a resistência à fratura de canais radiculares de dentes jovens simulados obturados com Resilon, guta-percha

com o cimento AH plus , Resilon usado com Real Seal, Bisfill 2B e Bisfill II. As forças foram aplicadas horizontalmente na máquina de ensaios. A resina híbrida, Bisfill II foi o único material significativamente mais resistente à fratura que o grupo controle positivo (raízes instrumentadas e não obturadas)

Jainaen, Palamara e Messer (2009) estudaram a capacidade dos cimentos AH Plus e Real Seal de reforçar a dentina radicular. Os testes foram realizados através da aplicação de uma força vertical com uma ponta cônica adaptada na máquina de testes. Os cimentos usados não tiveram o efeito de aumentar a resistência à fratura da dentina radicular dos dentes tratados quando comparados àqueles que possuíam a dentina intacta.

Karapinar Kazandag et al. (2009) avaliaram a resistência de dentes obturados com os seguintes materiais e técnicas de obturação: 1) AH Plus e guta-percha (condensação lateral); 2) Resilon e Epiphany (condensação lateral); 3) cimento ActiV GP e cone ActiV GP; 4) cimento ActiV GP e guta-percha (condensação lateral); 5) as raízes não foram nem instrumentadas nem obturadas; 6) as raízes foram instrumentadas mas não foram obturadas. Os espécimes foram incluídas em resina acrílica deixando 9 mm expostos. A carga foi aplicada verticalmente a uma velocidade de 1,0 mm/min. Os resultados mostraram que a resistência à fratura das raízes obturadas com ActiV GP e condensação lateral da guta-percha foi significativamente reduzida quando comparada com o grupo obturado com AH Plus e guta-percha.

Diante desta revisão de literatura, fica clara a variedade de métodos, materiais e resultados obtidos na tentativa de encontrar um material que possa ser uma alternativa para reforçar um dente tratado endodonticamente. Percebe-se,

portanto, a necessidade de avaliar novos materiais obturadores e compará-los com outros já consagrados em relação à capacidade de aumentar a resistência à fratura.

## **PROPOSIÇÃO**

### 3 PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar comparativamente, por meio da aplicação de força vertical, a resistência à fratura de dentes obturados com: AH Plus, Real Seal, GuttaFlow, ActiV GP e Thermafil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

A referida pesquisa foi realizada no Laboratório de Dentística da Faculdade de Odontologia da USP e no Laboratório de Mecânica de Solos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT.

### 4.1 Preparo do dentes

Após aprovação do protocolo de pesquisa sob o nº. 97/09 pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FOU SP (ANEXO A), foram selecionados do Banco de Dentes Humanos 64 dentes pré-molares inferiores unirradiculares, extraídos por razões diversas. Após serem cuidadosamente analisados por meio de exame radiográfico e visual, os dentes selecionados foram aqueles que não apresentaram calcificações, reabsorções radiculares, ápice incompleto, tratamento endodôntico anterior, cáries ou restaurações radiculares, fissuras ou fraturas radiculares.

Após remoção do material orgânico da superfície radicular, os dentes foram armazenados em formol a 10% e, posteriormente, mantidos em água destilada em refrigerador a 4°C.

As coroas dentais foram seccionadas transversalmente em nível da junção amelocementária em uma máquina de corte seriado (Labcut 1010 Extec, Corp., Enfield, CT, EUA) utilizando um disco diamantado dupla face (Buehler, Illinois, EUA),

sob constante refrigeração à água, padronizando o remanescente radicular em 14mm.

Realizou-se uma limpeza prévia dos canais radiculares com lima Kerr nº. 15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), sendo a irrigação realizada com solução salina fisiológica a 0,9%, possibilitando a remoção de restos teciduais pulpare e o desbridamento foraminal.

Antes de iniciar a fase do preparo químico-cirúrgico, as raízes foram divididas aleatoriamente em 6 grupos, sendo 1 grupo controle e os demais grupos divididos de acordo com o material endodôntico utilizado. No grupo controle as raízes não foram nem instrumentadas nem obturadas.

Nos outros cinco grupos após o preparo da entrada dos canais com brocas de Largo nº. 1 e 2, foram introduzidas limas Kerr nº. 10 e 15 com o objetivo de explorar inicialmente e confirmar acessibilidade do canal. O comprimento real de trabalho (CRT) foi estabelecido para cada dente por meio da introdução de uma lima Kerr nº. 15 dentro do canal radicular até que a ponta da lima fosse visualizada no forame apical, subtraindo-se 1 mm da medida obtida.

As raízes foram instrumentadas com o sistema de instrumentação rotatória de níquel-titânio Protaper Universal (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), seguindo a seqüência técnica do sistema até o instrumento F3. O preparo químico-cirúrgico foi realizado empregando-se como substâncias químicas o creme Endo-PTC (Fórmula & Ação, São Paulo, SP, Brasil) reagindo com o hipoclorito de sódio (NaOCl 0,5%) (Fórmula & Ação, São Paulo, SP, Brasil).

A cada troca de instrumento foi realizada irrigação-aspiração com 5 mL de NaOCl 0,5%, seguida de nova reação do creme Endo-PTC com o NaOCl 0,5%. O preparo do terço apical foi realizado até o instrumento F3.

Com o objetivo de remover a smear layer, ao final desta etapa foi realizada irrigação-aspiração com 5mL de NaOCl 0,5%, seguida da agitação com lima de fino calibre por 3 a 5 minutos, seguida de irrigação com 5 mL da mesma solução. A seguir, utilizou-se a solução de EDTA-T 17% (Fórmula & Ação, São Paulo, SP, Brasil) da mesma forma como foi utilizada a solução de NaOCl 0,5%. A irrigação-aspiração final foi realizada com 15 mL de solução fisiológica.

Imediatamente, os canais radiculares foram aspirados em nível cervical, médio e apical com cânulas de sucção para remoção do conteúdo líquido, os canais foram secos com cones de papel absorvente (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça).

#### 4.2 Obturação dos canais radiculares

Os grupos experimentais ficaram divididos de acordo com os dados da tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Distribuição dos grupos experimentais

Grupo	Material obturador	Número de raízes
Controle	–	n=4
1	AH Plus	n=12
2	Real Seal	n=12
3	GuttaFlow	n=12
4	ActiV GP	n=12
5	Thermafil	n=12
Total	6	n=64

Todos os dentes foram obturados por um único operador. Os materiais foram manipulados de acordo com as orientações dos fabricantes.

- Grupo controle (controle negativo): foram selecionados 4 dentes que não foram instrumentados ou obturados.

- Grupo AH Plus: foram selecionados 12 dentes da amostra que foram obturados pela técnica da condensação lateral complementada com a condensação vertical a frio utilizando o cimento AH Plus (Dentsply/De Trey, Konstanz, Alemanha) (Figura 4.1) e cones de guta-percha. O cone de guta-percha principal F3 foi adaptado após a realização dos testes visual, tátil e radiográfico. Misturaram-se partes iguais das pastas A e B sobre bloco de papel até obter-se consistência homogênea. Em seguida, a ponta do cone de guta-percha principal F3 foi envolvida com uma camada de cimento e levada ao canal radicular até o CRT, pincelando-o em todas as paredes do canal. Um espaçador digital B (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi inserido no canal entre o cone e a parede dentinária até cerca de 1 mm aquém do CRT com movimentos de penetração apical e rotação alternada e em seguida, removido. No espaço criado pelo espaçador foi introduzido um cone de guta-percha acessório envolvido com uma fina camada de cimento. O processo foi repetido até o canal estar completamente obturado. O excesso de guta-percha foi cortado com um condensador aquecido tipo Paiva junto ao orifício de entrada do canal radicular. Foi aplicada uma leve condensação vertical a frio com um condensador frio compatível com o diâmetro da entrada do canal.

- Grupo Real Seal: foram selecionados 12 dentes da amostra que foram obturados com o cimento Real Seal (Sybron Endo, Orange, CA, EUA)(Figura 4.2), cones sintéticos de polímero de poliéster (Resilon Research LLC, Madison, CT, EUA) e o Real Seal primer (Sybron Endo, Orange, CA, EUA). O condicionamento

ácido dentinário foi realizado com um cone de papel absorvente de diâmetro igual ao IAF (Instrumento Apical Final) umedecido com o RealSeal primer e levado ao interior do canal, esfregando-o às paredes dentinárias por 30 segundos. O excesso foi removido com pontas de papel absorvente de diâmetro igual ao IAF. Uma pequena quantidade da base e catalisador acondicionados em seringa auto-mix foi dispensada sobre uma placa de vidro e espatulada de acordo com as recomendações do fabricante. A ponta do cone principal Resilon nº. 30 foi envolvida com uma camada de cimento e levada ao canal radicular até o CRT, pincelando-o em todas as paredes do canal. Um espaçador digital B foi inserido no canal entre o cone e a parede dentinária até cerca de 1 mm aquém do CRT com movimentos de penetração apical e rotação alternada e em seguida, removido. No espaço criado pelo espaçador foi introduzido um cone Resilon acessório envolvido com uma fina camada de cimento. O processo foi repetido até o canal estar completamente obturado. Após o corte cervical da obturação endodôntica e subsequente condensação vertical a frio, a superfície da obturação foi fotoativada durante 40 segundos com aparelho Dabi Atlante modelo Ultralux (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Este procedimento, segundo o fabricante, cria um selamento coronário imediato de aproximadamente 2 a 3 mm de profundidade.

- Grupo GuttaFlow: foram selecionados 12 dentes da amostra que foram obturados utilizando-se o cimento GuttaFlow (Coltène/Whaledent, Altstätten, Suíça) (Figura 4.3) e um cone único de guta-percha (Coltène/Whaledent, Altstätten, Suíça). O cone de guta-percha principal foi adaptado após a realização dos testes visual, tátil e radiográfico. A cápsula de GuttaFlow foi misturada por 30 segundos em um amalgamador. Em seguida, a cápsula foi adaptada em uma seringa fornecida pelo fabricante e uma pequena quantidade de cimento foi dispensada com o auxílio de

uma ponta de fino calibre no terço apical do canal radicular até cerca de 1 mm aquém do CRT. Em seguida, a ponta do cone de guta-percha principal foi envolvida com uma camada de cimento e levada ao canal radicular até o CRT, pincelando-o em todas as paredes do canal. O espaço ainda existente no canal radicular foi preenchido em sua totalidade com GuttaFlow. O excesso de guta-percha foi cortado com um condensador aquecido tipo Paiva junto ao orifício de entrada do canal radicular.

- Grupo ActiV GP: foram selecionados 12 dentes da amostra que foram obturados utilizando-se o cimento ActiV GP (Brasseler, Savannah, GA, EUA) (Figura 4.4) e um cone único de guta-percha principal ActiV GP. O cone de guta-percha principal ActiV GP foi adaptado após a realização dos testes visual, tátil e radiográfico. Após a espatulação do cimento de acordo com as instruções do fabricante, a ponta do cone principal ActiV GP foi envolvida com uma camada de cimento e levada ao canal radicular até o CRT, pincelando-o em todas as paredes do canal, permitindo que o excesso de cimento escoasse na porção coronária. Após a presa do cimento, o cone foi cortado 2 mm abaixo do orifício de entrada do canal e uma camada de cimento foi levada até cobrir o cone principal, criando um selamento coronário, conforme recomendação do fabricante.

- Grupo Thermafil: foram selecionados 12 dentes da amostra que foram obturados utilizando-se o sistema Thermafil (Dentsply-Tulsa Dental, Tulsa, OK, EUA) (Figura 4.5). Um verificador nº. 30 foi colocado no CRT e este comprimento foi então transferido para um obturador Thermafil. O cimento AH Plus foi aplicado nas paredes do canal radicular. Após a termoplastificação a 115 °C por 30 segundos no forno Thermaprep Plus (Dentsply-Tulsa Dental, Tulsa, OK, EUA) o obturador foi levado ao canal no CRT em um único movimento e mantido sob pressão até esfriar,

seguido de condensação vertical. Com uma ponta diamantada número 1014 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) o carregador foi cortado junto ao orifício de entrada do canal radicular.

Todos os canais foram selados provisoriamente com Coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e armazenados à 37° C com 100% de umidade relativa onde ficaram por 72 horas.



Figura 4.1 – AH Plus



Figura 4.2 – Real Seal



Figura 4.3 – GuttaFlow



Figura 4.4 – ActiV GP



Figura 4.5 – Thermafill

A tabela 4.2 mostra os fabricantes e a composição dos materiais empregados no estudo.

Tabela 4.2 – Materiais avaliados, fabricantes e composição

Material obturador	Fabricante	Composição química
AH Plus	Dentsply/De Trey, Konstanz, Alemanha	<u>Pasta A</u> : resina epóxi; tungstênio de cálcio; óxido de zircônio; aerosil e óxido de ferro. <u>Pasta B</u> : amina adamantana; N, N-Dibercil-5-oxanonano-diamina-1,9; TCD-Diamina; tungsteanato de cálcio; óxido de zircônio; aerosil e óleo de silicone.
Real Seal	Sybron Endo, Orange, CA, EUA	<u>Real Seal Sealer</u> : BisGMA, UDMA. PEGDMA, EBPADMA, partículas de carga de sulfato de bário, vidro tratado com silano, sílica, hidróxido de cálcio, bismuto, óxido de alumínio, aminas, peróxido fotoiniciador, estabilizadores e pigmentos. <u>Real Seal primer</u> : HEMA, AMPS, água e canforquinona. <u>Resilon</u> : polimento de poliéster, vidro bioativo, óxido de bismuto, sulfato de bário, dimetacrilatos bifuncionais e pigmentos.
GuttaFlow	Coltène/Whaledent, Altstätten, Suíça	<u>Pó</u> : gutapercha, óxido de zinco, sulfato de bário <u>Cimento</u> : polidimetilsiloxano, azeite de silicóna, azeite de parafina, dióxido de zircônio, catalisador de platina, pigmentos corantes, prata nanoscópica
ActiV GP	Brasseler, Savannah, GA, EUA	<u>Pó</u> : silicato de cálcio (sílica; alumínio criolite; fluoretos; fluoretos de alumínio e fosfato dealumínio). <u>Líquido</u> : ácido poliacrílico
Thermafill	Dentsply-Tulsa Dental, Tulsa, OK, EUA	Guta-percha

### 4.3 Preparo para os testes mecânicos

As raízes foram envolvidas com uma folha de chumbo obtidas do envelope de um filme radiográfico. Em seguida foram incluídas em resina acrílica autopolimerizável Jet (Clássico Artigos Odontológicos S/A, São Paulo, SP, Brasil) e adaptadas verticalmente. Após a polimerização da resina acrílica, as raízes foram removidas criando desta maneira um espaço semelhante ao alvéolo. A folha de chumbo foi removida de cada raiz e dentro do alvéolo artificial foi inserido com auxílio de uma espátula nº. 24 um material de moldagem à base de poliéter de alta viscosidade Impregum (Impregum Soft, Heavy Bodied Consistency, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) (Figura 4.6) para simulação do ligamento periodontal. As raízes foram imediatamente devolvidas no alvéolo artificial e após a polimerização do Impregum, o excesso foi removido com uma lâmina de bisturi nº. 15 para que ficasse no mesmo nível do dente e da resina acrílica. (Figura 4.7).

O material selador provisório foi removido com o uso de ponta diamantada número 1014 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil).



Figura 4.6 – Impregum

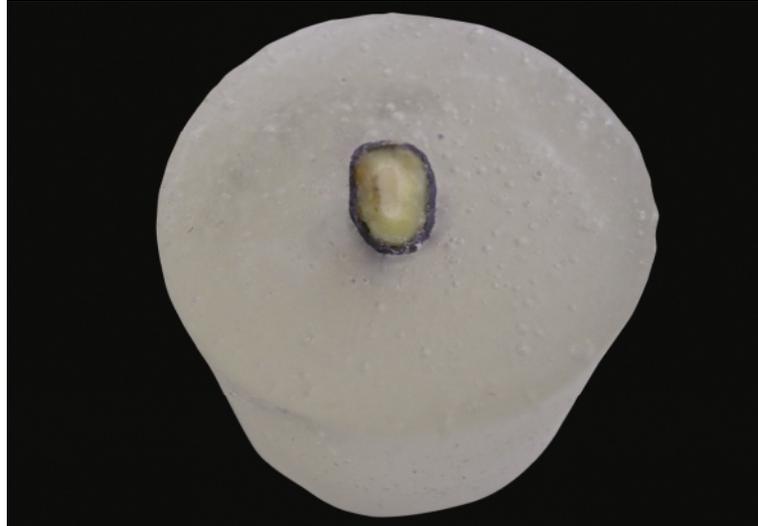


Figura 4.7 – Dente na base de resina

#### 4.4 Teste de resistência à fratura radicular vertical

Os corpos de prova foram adaptados em um dispositivo metálico especial, posicionado na parte inferior da Máquina de Ensaio Triaxiais Wykeham Farrance modelo 28-WS (Wykeham Farrance Engineering, Tring, Hertfordshire, Inglaterra) para a realização dos testes. Uma célula de carga de 100 kg foi acoplada à máquina e a força foi registrada em um indicador de pesagem (Alfa Instrumentos Eletrônicos Ltda., São Paulo, SP, Brasil) (Figura 4.8).

Um espaçador digital D (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi fixado na porção superior da máquina em um mandril especialmente adaptado para os testes. O ponto de aplicação da força foi direcionado diretamente sobre o orifício da entrada do canal radicular, sendo padronizado o mesmo local em todos os dentes (Figura 4.9 e 4.10). Antes do teste, a ponta era localizada o mais próximo possível do corpo de prova, porém sem tocá-lo.

Os dentes foram submetidos a um esforço de compressão progressivo, à velocidade de 1,0 mm/min. Após o acionamento, a porção inferior da máquina movimentou-se para cima, para que o espaçador fosse introduzido diretamente na obturação do canal radicular. A carga foi aumentando gradativamente até que a fratura ocorresse (Figura 4.11). Neste momento ocorria a queda brusca da força e a máquina era desligada para finalizar o teste. Em quase todos os corpos de prova, ouviu-se um estalido no momento da fratura.

Foi feita uma leitura visual direta no indicador de pesagem da carga máxima e o valor da carga de resistência à fratura por compressão vertical foi registrado para cada dente em quilograma-força (kgf). O espaçador foi trocado sempre que foi observado um encurvamento.

Os valores das forças de resistência à fratura foram convertidos em Newton (N). Esses dados foram submetidos ao teste de Análise de Variância (ANOVA) com 5% de significância e as comparações múltiplas entre os grupos experimentais foram feitas pelo teste de Dunnett.



Figura 4.8 – Indicador de pesagem

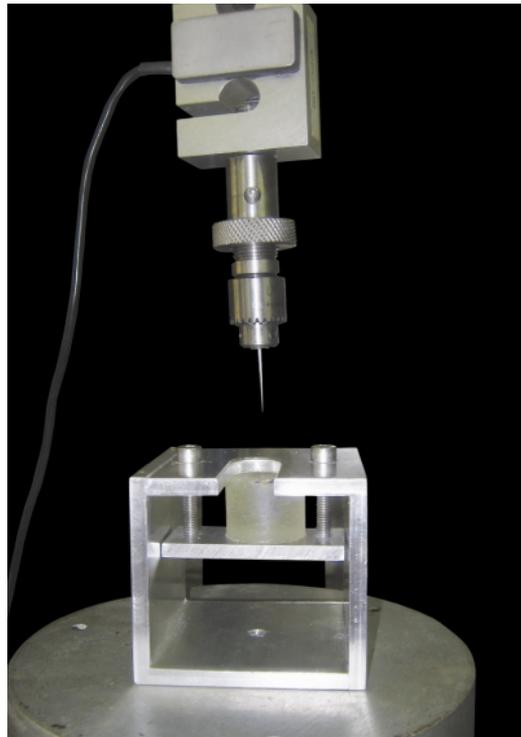


Figura 4.9 – Aspecto do corpo de prova na base metálica e do espaçador

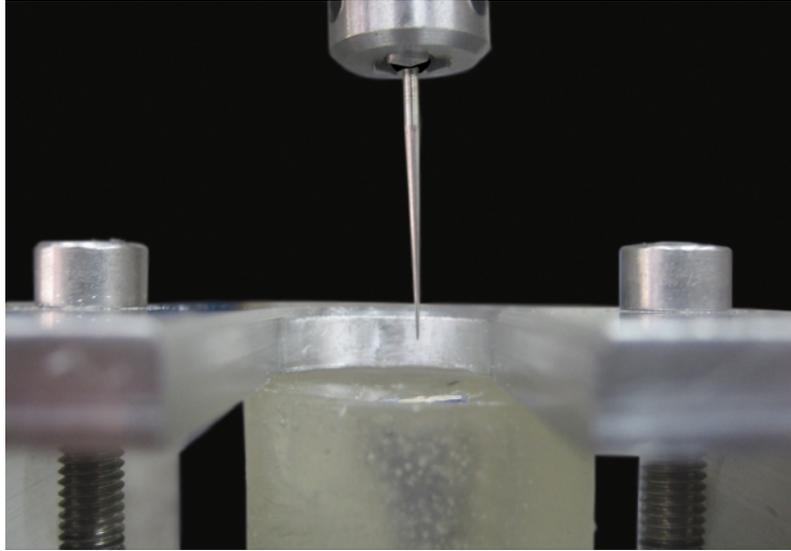


Figura 4.10 – Espaçador posicionado para iniciar o teste



Figura 4.11 – Aspecto do dente fraturado após o teste

## **RESULTADOS**

## 5 RESULTADOS

Frente aos dados obtidos, os resultados foram tabulados de acordo com seus grupos experimentais (ANEXO B), para a análise estatística descritiva.

Para responder ao objetivo do estudo foram descritas as cargas utilizadas em cada grupo com uso de valores médios e verificada a distribuição de probabilidades dos dados em cada grupo com uso de testes de normalidade Kolmogorov-Smirnov e igualdade de variâncias dos grupos com uso do teste de Levene, através do software estatístico Excel 2003; SPSS 15.0 (Microsoft Inc.).

Os testes de normalidade mostraram que as cargas recebidas pelos corpos de prova em cada grupo apresentaram distribuição de probabilidade normal ( $p > 0,05$ ) e, segundo o teste de Levene, as variâncias dos grupos não foram estatisticamente iguais ( $p = 0,025$ ), como é demonstrada na tabela 5.1:

Tabela 5.1 – Descrição das cargas em cada grupo e resultado do teste de comparação das médias entre eles (expressos em N)

Grupo	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo	N	p
Controle	394,25	56,17	382	343	470	4	<0,001
AH Plus	158,08	31,56	162	107	205	12	
Real Seal	154,92	42,64	157	98	225	12	
GuttaFlow	107,92	20,72	117	68	134	12	
Activ GP	263,00	89,32	259	127	460	12	
Thermafill	198,17	61,65	171	127	313	12	
Total	190,03	90,34	166	68	470	64	

A Tabela 5.1 mostra que a resistência média dos grupos não foi estatisticamente igual ( $p < 0,001$ ).

Os resultados foram ilustrados com uso do gráfico de colunas (Gráfico 5.1) representando as médias com os respectivos desvios padrão e os testes foram realizados com nível de significância de 5%.

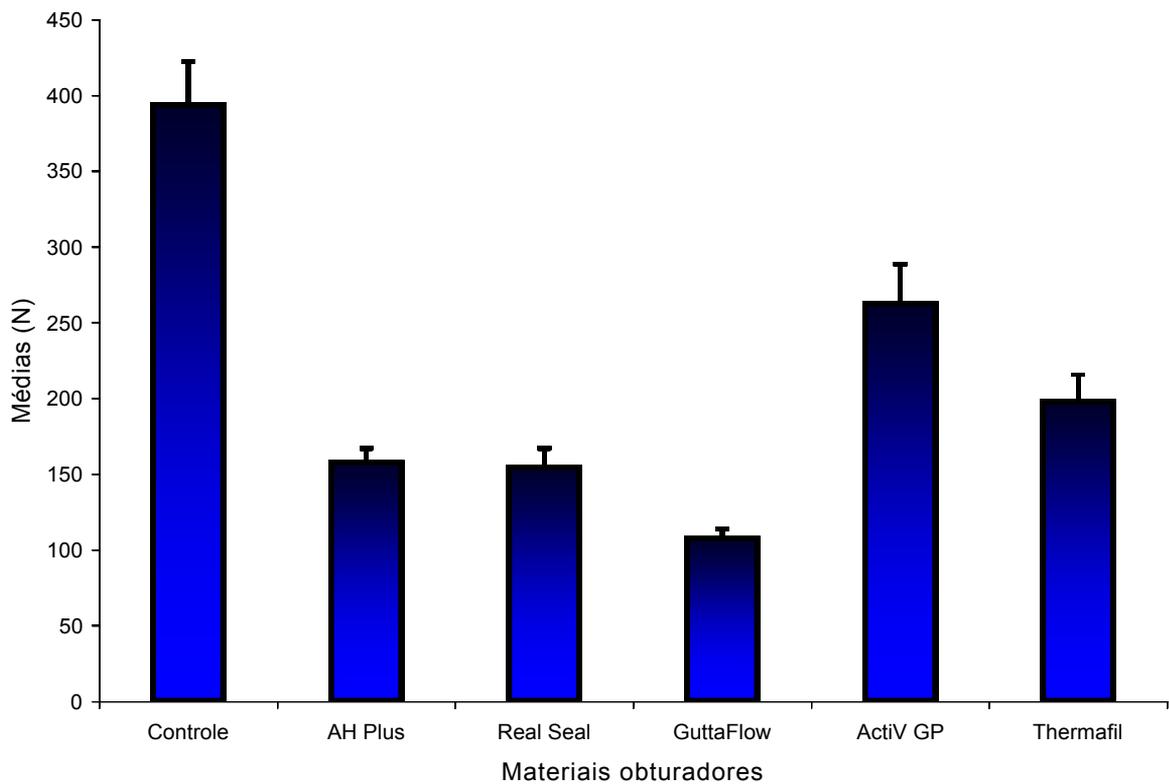


Gráfico 5.1 - Valores médios e respectivos erros padrões da carga suportada em cada grupo (expressos em N)

O Gráfico 5.1 sugere que a carga suportada no grupo controle é maior que com os cimentos utilizados, sendo que o cimento da marca ActiV GP parece suportar a maior carga dentre os cimentos, seguido pela ordem decrescente dos grupos Thermafil, AH Plus, Real Seal e GuttaFlow.

Para comparar os grupos relativamente à carga suportada foi utilizada ANOVA com correção de Brown-Forsythe, seguida de comparações múltiplas de Dunnett para variâncias diferentes, como está demonstrado na Tabela 5.2, abaixo:

Tabela 5.2 - Resultado das comparações múltiplas de Dunnett para as cargas entre os grupos

Comparação	Diferença Média	Desvio Padrão	p
Controle - AH Plus	236,17	29,52	0,014*
Controle - Real Seal	239,33	30,66	0,010*
Controle - GuttaFlow	286,33	28,71	0,010*
Controle - ActiV GP	131,25	38,13	0,085
Controle - Thermafill	196,08	33,25	0,013*
AH Plus - Real Seal	3,17	15,31	>0,999
AH Plus - GuttaFlow	50,17	10,90	0,003*
AH Plus - ActiV GP	-104,92	27,35	0,025*
AH Plus - Thermafill	-40,08	19,99	0,533
Real Seal - GuttaFlow	47,00	13,69	0,045*
Real Seal - ActiV GP	-108,08	28,57	0,022*
Real Seal - Thermafill	-43,25	21,64	0,533
GuttaFlow - ActiV GP	-155,08	26,47	0,001*
GuttaFlow - Thermafill	-90,25	18,77	0,004*
ActiV GP - Thermafill	64,83	31,33	0,485

\*Diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ )

A Tabela 5.2 mostra que a carga média resistida pelo grupo controle é, em média, estatisticamente maior que nos demais grupos ( $p < 0,05$ ), exceto quando comparado ao ActiV GP quando os valores não mostraram diferenças estatisticamente significantes ( $p = 0,085$ ). O grupo obturado com ActiV GP suporta maior carga média quando comparado aos outros grupos ( $p < 0,05$ ), exceto com o grupo do Thermafil ( $p=0,485$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa

entre os grupos AH Plus, Real Seal e Thermafil, ( $p > 0.05$ ). O grupo do GuttaFlow, foi o material que suportou em média a menor carga ( $p < 0,05$ ).

Desse modo e após a análise dos resultados, pode-se dizer que, entre os sistemas testados, o ActiV GP, foi o que mais resistiu à fratura vertical, seguido dos sistemas AH Plus, Real Seal e Thermafil que apresentaram o mesmo desempenho. O cimento GuttaFlow foi o que menos resistiu à fratura vertical.

## **DISCUSSÃO**

## 6 DISCUSSÃO

A perda de estrutura dentária decorrente do tratamento endodôntico, o uso intenso de instrumentos rotatórios durante o preparo do canal radicular e a pressão excessiva exercida durante a condensação lateral são os principais fatores que levam a acreditar que, durante o tratamento endodôntico, o dente pode ter a sua resistência diminuída. Sabe-se que quanto mais estrutura dentária é removida de um dente, a resistência pode estar comprometida, levando assim, o dente à fratura.

A diminuição da resistência já pode ter início durante a fase de cirurgia de acesso, seguida da fase do preparo químico-cirúrgico, dependendo da quantidade de dentina que foi removida durante estes procedimentos. Caso haja a remoção de uma quantidade excessiva, o enfraquecimento da raiz torna-se inevitável. Somado a isto, a força de cunha aplicada durante a condensação lateral, através do uso de espaçadores, poderia aumentar ainda mais este potencial de fratura. Em razão disso, qualquer material utilizado na obturação dos canais radiculares que pudesse compensar este enfraquecimento, contribuindo na redução da incidência da fratura radicular vertical, seria favorável (APICELLA et al., 1999; TEIXEIRA et al., 2004; TROPE, RAY, 1992; STUART; SCHWARTZ; BEESON, 2006). Assim, materiais com propriedades adesivas têm sido estudados e propostos como uma alternativa para aumentar a resistência de dentes tratados endodonticamente.

Para a seleção dos dentes deste estudo, todos os fatores que poderiam ser padronizados foram seguidos, tais como diâmetro vestibulo-lingual e comprimento radicular. Dentes com canais originalmente amplos foram excluídos. As coroas foram seccionadas e as raízes foram padronizadas em 14 mm. O grupo dos pré-

molares foi escolhido por ser considerado bastante susceptível à fratura (BAISDEN, KULILD; WELLER, 1992; PILO; CORCINO; TAMSE, 1998; PILO; TAMSE, 2000; TAMSE, 1988; TESTORI; BADINO; CASTAGNOLA, 1993).

Os canais foram instrumentados com o sistema Protaper Universal por ser um sistema de instrumentação rotatória de níquel-titânio comumente utilizado, de reconhecida padronização e que permitia, devido à variação de conicidade presente e variável de seus instrumentos, realizar um adequado preparo em dentes pré-molares, que possuem também grande variabilidade na anatomia dos canais radiculares com relação ao diâmetro e morfologia.

As substâncias químicas foram padronizadas para todas as técnicas de obturação. Após a utilização do EDTA-T 17%, utilizou-se solução fisiológica para neutralizar os efeitos das substâncias químicas utilizadas para que não houvesse interferência no processo de polimerização dos materiais resinosos.

A técnica de condensação lateral foi usada no grupo do cimento AH Plus por ser uma técnica amplamente utilizada e para facilitar a comparação com outros estudos (HAMMAD; QUALTROUGH; SILIKAS, 2007; LERTCHIRAKARN; TIMYAM; MESSER, 2002). Cones acessórios foram utilizados nos grupos dos cimentos AH Plus e Real Seal. Nos grupos do GuttaFlow e Activ GP não foram utilizados pois as orientações dos fabricantes são para utilização da técnica do cone único.

Quanto aos diferentes materiais obturadores escolhidos para este estudo, o AH Plus foi selecionado por ser o cimento endodôntico à base de resina epóxica mais comumente utilizado em combinação com a guta-pecha. O Real Seal e o Activ GP que podem ser comparados entre si, pois ambos são materiais que possuem o conceito “monobloco”. O GuttaFlow é um material obturador recentemente introduzido no mercado à base de silicone. O Thermafil foi selecionado dentre os

materiais que utilizam a técnica da guta-percha termoplastificada envolvendo um núcleo sólido, o que poderia, em tese, aumentar a resistência à fratura.

A direção da força aplicada nas raízes deste estudo foi vertical, semelhante ao método utilizado em outros estudos (HAMMAD; QUALTROUGH; SILIKAS, 2007; HOLCOMB; PITTS; NICHOLLS, 1987; JAINAEN; PALAMARA; MESSER, 2009; JOHNSON et al., 2000; LAM; PALAMARA; MESSER, 2005; LERTCHIRAKARN; PALAMARA; MESSER, 1999; LERTCHIRAKARN; TIMYAM; MESSER, 2002; MONAGHAN et al., 1993; PITTS; MATHENY; NICHOLLS, 1983; TEIXEIRA et al., 2004; SAGSEN et al., 2007; ULUSOY et al., 2007; WILCOX; ROSKELLEY; SUTTON, 1997).

As técnicas experimentais para avaliar as fraturas radiculares, utilizam geralmente espaçadores que aplicam uma força dentro da obturação do canal radicular (HAMMAD; QUALTROUGH; SILKAS, 2007; HOLCOMB; PITTS; NICHOLLS, 1987; LAM; PALAMARA; MESSER, 2005; LERTCHIRAKARN; PALAMARA; MESSER, 1999; MONAGHAN et al., 1993; PITTS; NATKIN, 1983; WILCOX; ROSKELLEY; SUTTON, 1997). A utilização de um espaçador digital foi escolhida para este estudo por produzir uma distribuição de forças dentro das paredes do canal radicular e a fratura vertical ocorrer como resultado das forças transmitidas na raiz através do material obturador (HAMMAD; QUALTROUGH; SILKAS, 2007; LERTCHIRAKARN; PALAMARA; MESSER, 1999). Este tipo de fratura assemelha-se aquela originada do tratamento endodôntico ou de um pino (LERTCHIRAKARN; TIMYAM; MESSER, 2002).

Neste presente estudo, o cimento à base de ionômero de vidro ActiV GP foi o que apresentou estatisticamente a maior média quando comparado aos outros materiais testados, e quando comparado ao grupo controle não houve diferença

estatisticamente significativa entre eles. Aliás, a grande resistência observada no grupo controle neste estudo, confirma a condição de que dentes instrumentados possuem uma diminuição na capacidade de suportar cargas sejam estas verticais ou horizontais.

Trope e Ray (1992) foram os primeiros a comparar o potencial de reforçar as raízes de um cimento de ionômero de vidro (Ketac Endo) com um cimento à base de óxido e zinco e eugenol. Concluíram que o Ketac Endo tem o potencial de reforçar as raízes. Estudos posteriores realizados por Çobankara et al. (2002) e Lertchirakarn, Timyam e Messer (2002), em que o Ketac Endo também foi comparado a outros cimentos, os resultados obtidos foram semelhantes aqueles do estudo de Trope e Ray (1992). A razão para os melhores resultados com o Ketac Endo seria devido ao aumento da adesão do cimento de ionômero de vidro à dentina após a remoção da smear layer (WEIGER et al., 1995). Resultados contrários foram encontrados por Apicella et al. (1999), Johnson et al. (2000) e Ulusoy et al. (2007), em que o Ketac Endo não aumentou a resistência das raízes utilizadas nos estudos.

O sistema de obturação ActiV GP, foi o primeiro cimento à base de ionômero de vidro a ser lançado no mercado desde o Ketac Endo, mas ainda possui poucos estudos sobre suas propriedades. É considerado um sistema monobloco terciário por Tay e Pashley (2007), em trabalho de revisão dos sistemas monoblocos, devido à existência de uma terceira camada existente entre o cimento e a guta-percha, as partículas de ionômero de vidro recobrimo o cone de guta-percha. Fisher, Berzies e Bahcall (2007), observaram razoável resistência adesiva para esse material quando comparado aos cimentos Kerr EWT, AH Plus, Epiphany e Endo-REZ.

Em recente publicação de Karapinar Kazandag et al. (2009), em que comparam o sistema ActiV GP com AH Plus/guta-percha e Resilon/Epiphany,

encontraram resultados diferentes deste presente estudo. O grupo do AH Plus/guta-percha foi o que mais resistiu à fratura, quando comparado aos outros grupos, por apresentar maiores valores de resistência quando comparado com o grupo controle negativo (as raízes não foram nem instrumentadas nem obturadas), apesar de não ser estatisticamente significativa. O modelo experimental do estudo de Karapinar Kazandag et al. (2009) foi semelhante ao utilizado por Apicella et al. (1999) e por Teixeira et al. (2004), onde apenas uma porção apical da raiz foi incluída e o teste foi realizado com uma haste cônica acoplada à Instron, de dimensões maiores comparadas ao espaçador utilizado neste estudo. Todos estes trabalhos encontraram em seus resultados, forças médias elevadas para fraturar os dentes em todos os grupos testados, variando de 284,80 a 546,7 N. Os valores das forças médias encontradas neste estudo variaram de 107,92 a 394,25 N.

Provavelmente, os trabalhos que mostraram médias elevadas, apresentam esse comportamento, pois não há a simulação do ligamento periodontal (HAMMAD; QUALTROUGH; SILKAS, 2007), aumentando o contato direto entre o dente e a resina que o envolve. Neste estudo foi utilizado modelo de simulação semelhante aquele utilizado por Pitts, Matheny e Nicholls (1983). O Impregum de alta viscosidade foi escolhido por possuir comportamento similar no padrão de fratura e na distribuição de tensão, com comportamento similar ao ligamento periodontal humano, influenciando de forma significativa na resistência, padrão de fratura e distribuição de tensão na estrutura dental e tecido ósseo, sendo indicada à simulação nos ensaios mecânicos e computacionais (SOARES et al. 2004, 2005)

O cimento AH Plus obteve a força média de resistência à fratura radicular vertical maior que o cimento Real Seal, porém não houve diferença estatisticamente significativa entre eles e as forças foram significativamente menores que o grupo

controle. Estes resultados concordam em parte com aqueles obtidos por Sagsen et al. (2007) que relataram não haver diferença significativa entre os grupos obturados com Resilon e AH26, porém ambos foram maiores que o grupo controle. Os resultados obtidos por Jainaen, Palamara e Messer (2009) concordam com este presente estudo por relatarem não haver diferença nas médias dos resultados dos canais obturados com AH Plus ou Resilon.

Já no estudo de Ulusoy et al. (2007), encontrou-se que houve aumento na resistência à fratura dos canais obturados com AH26 quando comparados com Resilon/Epiphany e Ketac Endo. Stuart, Schwartz e Beeson (2006) e Wilkison, Beeson e Kirkpatrick (2007) relataram que nem o Resilon, nem a guta-percha, reforçaram as raízes contra a fratura horizontal.

Discordando destes resultados, alguns estudos relataram que os grupos obturados com Real Seal/Resilon são mais resistentes à fratura quando comparados com os outros grupos (TEIXEIRA et al., 2004; SCHÄFER; ZANDBIGLARI; SCHÄFER, 2007). As diferenças nos resultados deste estudo podem ser explicadas pela diferença nos métodos aplicados. Teixeira et al. (2004) deixaram 9 mm da raiz exposta. Schäfer, Zandbiglari e Schäfer (2007) aplicaram a força com ângulo de 15° em relação ao longo eixo do dente.

Hammad, Qualtrough e Silkas (2007) encontraram resultados semelhantes ao presente estudo. A força média de fratura encontrada pelos autores para o grupo do Resilon e do EndoRez foram maiores que do GuttaFlow. O grupo controle obteve a maior média que qualquer outro grupo. Concluíram que o Resilon e o EndoRez aumentaram a resistência à fratura dos dentes tratados .

Neste estudo, o grupo controle obteve a maior média de resistência à fratura que os dentes obturados com AH Plus, Real Seal, Guttaflow e Tehrmafill, com

exceção do grupo obturado com ActiV GP. Este fato justifica-se pelo fato de que o grupo controle é composto por dentes íntegros apresentando serem mais resistentes quando submetidos aos testes de fratura.

O GuttaFlow, apresentou a menor média quando comparado aos outros materiais, concordando com estudo de Hammad, Qualtrough e Silkas (2007). Segundo estes autores, o GuttaFlow não adere quimicamente as paredes da dentina, não formando portanto o sistema “monobloco”.

O Thermafil apresentou resultados próximos ao do ActiV GP, porém também semelhantes aos dos grupos do AH Plus e do Real Seal. Não há trabalhos na literatura relacionados com a resistência à fratura deste material, no entanto, pressupõe-se que o Thermafil apresente melhor resistência à fratura pela presença do núcleo sólido.

Por outro lado deve-se considerar também que os testes de resistência à fratura realizada com cimentos endodônticos não possuem qualquer tipo de padronização e as comparações com outros estudos ainda é bastante dificultada devido às diferentes metodologias utilizadas.

Com a introdução desta nova filosofia de materiais obturadores com propriedades adesivas que objetivam a obtenção de um “monobloco” entre a dentina do canal radicular e o respectivo material obturador, uma nova visão em relação às propriedades destes materiais vem sendo introduzida, onde um material ideal poderia ser aquele que cumprisse todas as propriedades desejáveis, mas que pudesse também ser uma continuação do material utilizado para restabelecer a função do dente, formando um bloco único.

Os conceitos de adesão aplicados aos materiais obturadores poderiam deixar cada vez mais as obturações dos canais radiculares resistentes. Seria interessante

este reforço principalmente nos casos de dentes que irão receber um pino intraradicular ou em raízes jovens que necessitem de tratamento endodôntico que possuem as paredes dentinárias finas e o ápice incompleto.

Obviamente que estas não são as únicas propriedades desejáveis esperadas de novos materiais obturadores. Estudos futuros de outros aspectos destes materiais são necessários. Mesmo sabendo-se que os resultados de estudos laboratoriais não podem ser diretamente conduzidos para a prática clínica, os testes de resistência dos materiais obturadores avaliados neste estudo devem ser considerados, para se estabelecer conclusões quanto a estas propriedades, para que futuras normas internacionais possam ser estabelecidas.

## **CONCLUSÕES**

## 7 CONCLUSÕES

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos, foi possível concluir que:

- 1 – Dentre os sistemas obturadores avaliados, o grupo de dentes obturados com ActiV GP mostrou-se o mais resistente à força vertical aplicada.
- 2 – Os grupos AH Plus, Real Seal e Thermafil apresentaram resultados similares e intermediários quanto à resistência suportada.
- 3 – O grupo GuttaFlow apresentou menores valores médios de resistência à fratura.

## **REFERÊNCIAS**

REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

Apicella MJ, Loushine RJ, West LA, Runyan DA. A comparison of root fracture resistance using two root canal sealers. *Int Endod J* 1999;32(5):376-80.

Arola D, Rouland J, Zhang D. Fatigue and fracture of bovine dentin. *Exp Mech* 2002;42:380.

Asundi A, Kishen A. Advanced digital photoelastic investigations on the tooth-bone interface. *J Biomed Opt* 2001;6(2):224-30.

Baisden MK, Kulild JC, Weller RN. Root canal configuration of the mandibular first premolar. *J Endod* 1992;18(10):505-8.

Bajaj D, Sundaram N, Nazari A, Arola D. Age, dehydration and fatigue crack growth in dentin. *Biomaterials* 2006;27(11):2507-17.

Bender IB, Freedland JB. Adult root fracture. *J Am Dent Assoc* 1983;107(3):413-9.

Bergman B, Lundquist P, Sjögren U, Sundquist G. Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. *J Prosthet Dent* 1989;61(1):10-5.

Blaser PK, Lund MR, Cochran MA, Potter RH. Effect of designs of Class 2 preparations on resistance of teeth to fracture. *Oper Dent* 1983;8(1):6-10.

Boyer DB, Roth L. Fracture resistance of teeth with bonded amalgams. *Am J Dent* 1994;7(2):91-4.

Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 2002;28(1):17-9.

---

<sup>1</sup> De acordo com Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Carter JM, Sorensen SE, Johnson RR, Teitelbaum RL, Levine MS. Punch shear testing of extracted vital and endodontically treated teeth. *J Biomech* 1983, 16:841

Çobankara FK, Ungör M, Belli S. The effect of two different root canal sealers and smear layer on resistance to root fracture. *J Endod* 2002;28(8):606-9.

Coppens CRM, DeMoor RJG. Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. *Int Endod J* 2003;36(12):926.

Cohen S, Hargreaves, KM. *Caminhos da Polpa*. 9<sup>a</sup>. ed. Trad. de Carlos Eduardo Rueff Barroso. Rio de Janeiro: Elsevier; 2007.

Deutsch AS, Musikant BL, Cavallari J, Silverstein L, Lepley J, Ohlen K, Lesser M. Root fracture during insertion of prefabricated posts related to root size. *J Prosthet Dent* 1985;53(6):786-9.

Ellis SG, McCord JF, Burke FJ. Predisposing and contributing factors for complete and incomplete tooth fractures. *Dent Update* 1999;26(4):150-2, 156-8.

Felton DA, Webb EL, Kanoy BE, Dugoni J. Threaded endodontic dowels: effect of postdesign on incidence of root fracture. *J Prosthet Dent* 1991;65(2):179-87.

Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod* 2007;33(7):856-8.

Fissore B, Nicholls JI, Yuodelis RA. Load fatigue of teeth restored by a dentin bonding agent and a posterior composite resin. *J Prosthet Dent* 1991;65(1):80-5.

Fuss Z, Lustig J, Tamse A. Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. *Int Endod J* 1999;32(4):283-6.

Gher ME Jr, Dunlap RM, Anderson MH, Kuhl LV. Clinical survey of fractured teeth. *J Am Dent Assoc* 1987;114(2):174-7.

Gimlin DR, Parr CH, Aguirre-Ramirez G. A comparison of stresses produced during lateral and vertical condensation using engineering models. *J Endod* 1986;12(6):235-41.

Goldsmith M, Gulabivala K, Knowles JC. The effect of sodium hypochlorite irrigant concentration on tooth surface strain. *J Endod* 2002;28(8):575-9.

Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J* 2001;34(2):113-9.

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.

Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Effect of new obturating materials on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Endod* 2007;33(6):732-6.

Harvey TE, White JT, Leeb IJ. Lateral condensation stress in root canals. *J Endod* 1981;7(4):151-5.

Helfer AR, Melnick S, Schilder H. Determination of the moisture content of vitla and pulp less teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;44(4):661-670.

Holcomb JQ, Pitts DL, Nicholls JI. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *J Endod* 1987;13(6):277-84.

Hood JA. Biomechanics of the intact, prepared and restored tooth: some clinical implications. *Int Endod J* 1991;41(1):25-32.

Howe CA, McKendry DJ. Effect of endodontic access preparation on resistance to crown-root fracture. *J Am Dent Assoc* 1990;121(6):712-5.

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

Ingle JI. Exitos y fracasos en endodoncia. *Rev Assoc Odontol Argent* 1962;2(1): 50-67.

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

Jagadish S, Yogesh BG. Fracture resistance of teeth with Class 2 silver amalgam, posterior composite, and glass cermet restorations. *Oper Dent* 1990;15(2):42-7.

Jainaen A, Palamara JE, Messer HH. The effect of resin-based sealers on fracture properties of dentine. *Int Endod J* 2009;42(2):136-43.

Johnson ME, Stewart GP, Nielsen CJ, Hatton JF. Evaluation of root reinforcement of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;90(3):360-4.

Karapinar Kazandag M, Sunay H, Tanalp J, Bayirli G. Fracture resistance of roots using different canal filling systems. *J Endod* 2009;42(8):705-10.

Kishen A, Asundi A. Photomechanical investigations on post endodontically rehabilitated teeth. *J Biomed Opt* 2002;7(2):262-70.

Lam PP, Palamara JE, Messer HH. Fracture strength of tooth roots following canal preparation by hand and rotary instrumentation. *J Endod* 2005;31(7):529-32.

Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture. *J Endod* 1999;25(2):99-104.

Lertchirakarn V, Timyam A, Messer HH. Effects of root canal sealers on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Endod* 2002;28(3):217-9.

Lewinstein I, Grajower R. Root dentin hardness of endodontically treated teeth. *J Endod* 1981;7(9):421.

Maxwell EH, Braly BV, Eakle WS. Incompletely fractured teeth--a survey of endodontists. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986;61(1):113-7.

Meister F Jr, Lommel TJ, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1980;49(3):243-53.

Meister F Jr, Lommel TJ, Gerstein H, Bell WA. An additional clinical observation in two cases of vertical root fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;52(1):91-6.

Monaghan P, Bajalcaliev JG, Kaminski EJ, Lautenschlager EP. A method for producing experimental simple vertical root fractures in dog teeth. *J Endod* 1993;19(10):512-5.

Morando G, Leupold RJ, Meiers JC. Measurement of hydrostatic pressures during simulated post cementation. *J Prosthet Dent* 1995;74(6):586-90.

Morfis AS. Vertical root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990;69(5):631-5.

Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J* 2002;35(11):934-9.

Onnink PA, Davis RD, Wayman BE. An in vitro comparison of incomplete root fractures associated with three obturation techniques. *J Endod* 1994;20(1):32-7.

Papa J, Cain C, Messer HH. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1994;10(2):91-3.

Pilo R, Corcino G, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with hand and rotatory instruments. *J Endod* 1998;24(6):401-4.

Pilo R, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with gates glidden and ParaPost drills. *J Prosthet Dent* 2000;83(6):617-23.

Pitts DL, Matheny HE, Nicholls JI. An in vitro study of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *J Endod* 1983;9(12):544-50.

Pitts DL, Natkin E. Diagnosis and treatment of vertical root fractures. *J Endod* 1983;9(12):338-46.

Ricks-Williamson LJ, Fotos PG, Goel VK, Spivey JD, Rivera EM, Khera SC. A three-dimensional finite-element stress analysis of an endodontically prepared maxillary central incisor. *J Endod* 1995;21(7):362-7.

Ross RS, Nicholls JI, Harrington GW. A comparison of strains generated during placement of five endodontic posts. *J Endod* 1991 Sep;17(9):450-6.

Sagsen B, Er O, Kahraman Y, Akdogan G. Resistance to fracture of roots filled with three different techniques. *Int Endod J* 2007;40(1):31-5.

Saleh AA, Ettman WM. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. *J Dent* 1999;27(1):43-6.

Saw LH, Messer HH. Root strains associated with different obturation techniques. *J Endod* 1995;21(6):314-20.

Schäfer E, Zandbiglari T, Schäfer J. Influence of resin-based adhesive root canal fillings on the resistance to fracture of endodontically treated roots: an in vitro preliminary study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(2):274-9.

Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod* 1992;18(7):332-5.

Silver-Thorn MB, Joyce TP. Finite element analysis of anterior tooth root stresses developed during endodontic treatment. *J Biomech Eng* 1999;121(1):108-15.

Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J* 2001;34(2):120-32.

Slutzky-Goldberg I, Maree M, Liberman R, Heling I. Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. *J Endod* 2004;30(12):880-2.

Soares CJ, Martins LR, Pfeifer JM, Giannini M. Fracture resistance of teeth restored with indirect-composite and ceramic inlay systems. *Quintessence Int* 2004;35:281-6.

Soares CJ, Pizi ECG, Fonseca RB, Martins LRM. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Braz Oral Res* 2005;19(1):1-6.

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 restorations. *J Endod* 1992;18(9):440-3.

Sousa-Neto MD, Silva Coelho FI, Marchesan MA, Alfredo E, Silva-Sousa YT. Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er : YAG and Nd : YAG lasers. *Int Endod J* 2005;38(12):866-70.

Stanford JW, Weigel KV, Paffenbarger GC, Sweeney WT. Compressive properties of hard tooth tissues and some restorative materials. *J Am Dent Assoc* 1960;60:746-56.

Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ. Reinforcement of immature roots with a new resin filling material. *J Endod* 2006;32(4):350 –3.

Tamse A. Iatrogenic vertical root fractures in endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1988;4(5):190-6.

Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in endodontics: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod* 2007;33(4):391–8.

Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson JY, Trope M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *J Am Dent Assoc* 2004;135(5):646-52.

Testori T, Badino M, Castagnola M. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey of 36 cases. *J Endod* 1993;19(2):87-91.

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

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

Trope M, Ray HL Jr. Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;73(1):99-102.

Ulusoy OI, Genç O, Arslan S, Alaçam T, Görgül G. Fracture resistance of roots obturated with three different materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104(5):705-8.

Walton RE, Michelich RJ, Smith GN. The histopathogenesis of vertical root fractures. *J Endod* 1984;10(2):48-56.

Weiger R, Heuchert T, Hahn R, Löst C. Adhesion of a glass ionomer cement to human radicular dentine. *Endod Dent Traumatol* 1995;11(5):214-9.

Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J Endod* 1997;23(8):533-4.

Wilkinson KL, Beeson TJ, Kirkpatrick TC Fracture resistance of simulated immature teeth filled with resilon, gutta-percha, or composite. *J Endod* 2007;33(4):480-3.

Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. Comparison of mandibular premolars and canines with respect to their resistance to vertical root fracture. *J Dent* 2004;32(4):265-8.

Yang HS, Lang LA, Molina A, Felton DA. The effects of dowel design and load direction on dowel-and-core restorations. *J Prosthet Dent* 2001;85(6):558-67.

Zandbiglari T, Davids H, Schäfer E. Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101(1):126-31.

Zuckerman O, Katz A, Pilo R, Tamse A, Fuss Z. Residual dentin thickness in mesial roots of mandibular molars prepared with Lightspeed rotary instruments and Gates-Glidden reamers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96(3):351-5.

## **ANEXOS**

## ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



**Universidade de São Paulo**  
**Faculdade de Odontologia**  
**Comitê de Ética em Pesquisa**

**PARECER DE APROVAÇÃO**  
**FR 271813**  
**Protocolo 97/2009**

O grupo de trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa **APROVOU** o protocolo de pesquisa "**Avaliação da resistência à fratura vertical de dentes tratados endodonticamente com diferentes materiais obturadores**", de responsabilidade do(a) Pesquisador(a) Liliani Fernanda Marques Garcia, sob orientação do(a) do(a) Prof.(a) Dr.(a) Celso Luis Caldeira.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 02 de julho de 2009.

  
Prof. Dr. João Gualberto de Cerqueira Luz  
Coordenador do CEP-FOUSP

## ANEXO B – Quadro completo com os resultados obtidos em cada corpo de prova e suas médias (em N)

CORPOS DE PROVA	CONTROLE	AH Plus	Real Seal	GuttaFlow	ActiV GP	Thermafil
1	343	157	157	88	460	205
2	370	176	205	117	235	147
3	362	147	108	134	362	127
4	402	176	225	127	304	196
5	-	137	186	98	176	157
6	-	196	127	127	166	176
7	-	205	98	117	264	157
8	-	127	117	107	274	166
9	-	166	157	78	245	294
10	-	117	117	117	289	313
11	-	186	205	117	254	274
12	-	107	157	68	127	166
MÉDIAS	394,25	158,08	154,92	107,92	263,00	198,17