

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICAS  
ASSOCIAÇÃO COM O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES COM  
RAÍZES FRAGILIZADAS RESTAURADOS COM  
DIFERENTES RETENTORES INTRARRADICULARES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Juliana Broch**

**Santa Maria, RS, Brasil,**

**2012**

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES COM RAÍZES  
FRAGILIZADAS RESTAURADOS COM DIFERENTES  
RETENTORES INTRARRADICULARES**

**por**

**Juliana Broch**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Odontologia, Ênfase em Prótese Dentária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Odontológicas**

**Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Bazzan Kaizer**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências da Saúde  
Programa de Pós-graduação em Ciências Odontológicas  
Associação com o Programa de Pós-graduação em Odontologia da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES COM RAÍZES  
FRAGILIZADAS RESTAURADOS COM DIFERENTES RETENTORES  
INTRARRADICULARES**

elaborada por  
**Juliana Broch**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Ciências Odontológicas**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Osvaldo Bazzan Kaizer, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

**Tatiana Pereira Cenci, Dra. (UFPEL)**

**Claudio Figueiró, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 02 de março de 2012

## DEDICO ESTE TRABALHO

*À Deus e à todas as forças espirituais,*

*fontes invisíveis de infinita força, estímulo constante, que através de pessoas e oportunidades me fazem refletir, acreditar e lutar pelos meus sonhos e à sempre crer no dom da sabedoria que me foi entregue e na minha capacidade de aprendizagem, sempre em busca pela evolução.*

*Ao meu estimado pai, **Izair Luiz Broch**, e*

*À minha querida mãe, **Nair Corazza Broch**,*

*vocês são meu porto seguro para todos os momentos. Sempre me ensinaram a seguir o caminho correto, a fazer o bem, a ajudar as pessoas; saber esperar, pois para tudo há o seu tempo. Sempre me proporcionaram um amor imedível, palavras de afeto, e broncas quando merecidas. É tão bom crescer e amadurecer ao lado de vocês, meus exemplos para toda a vida. Sei que nunca mediram esforços para dar à minha irmã e eu, o que realmente precisamos, e foi graças ao trabalho na agricultura e as vaquinhas de leite que conseguiram nos dar o estudo. Os guardo com estimável apreço dentro do coração. Amo vocês!*

*À minha irmã e grande amiga, **Fernanda Broch**,*

*o que falar de você? Sempre tão generosa comigo, tão perspicaz, sempre pronta para me ajudar não importando a hora, o lugar ou as condições. Sempre foste um exemplo, pelas atitudes e forma de interpretar o que a vida nos dá. Foi com você que aprendi a ser mais paciente e a esperar pela minha vez. Obrigada pelos momentos de alegria, de descontração e de compras, e também por estar ao meu lado nos momentos de dificuldade, com palavras certas e apropriadas para cada ocasião. Te amo muito!*

*Ao meu namorado, **Rafael Bonadiman**,*

*you sabe o quanto te admiro pela vida que leva e pela bagagem que trás, também pela forma simples de observar os fatos e de resolver os problemas. Com você aprendi que devo falar mais baixo e que chorar não resolve meus problemas. Obrigada pelos momentos maravilhosos que você me proporciona, por caminhar lado a lado comigo e por sempre acreditar na minha capacidade. É tão bom ter alguém com quem compartilhar os momentos alegres e os de superação. Você é meu amor puro e verdadeiro!*

*Ao meu orientador, Prof. Dr. Osvaldo Bazzan Kaizer,*

*é com imenso orgulho que intitulo-me sua orientada, és um exemplo de pessoa e de professor. Seu carisma cativa a todos. Sua paciência, uma virtude admirável. Tens o dom de ensinar, sabes elogiar os acertos e, tão bem quanto, incentivar e orientar nos momentos de fracasso.*

*Como não o levar como exemplo no caminho profissional que escolhi seguir? Impossível, seus ensinamentos já fazem parte de mim, estão expressos no meu jeito de ensinar, de trabalhar. Estes dois anos de mestrado mostraram-me que fazer bem feito um trabalho não é impossível, só depende da nossa dedicação em busca do conhecimento e entusiasmo ao executá-lo.*

*Foram manhãs e tardes de muito trabalho nas disciplinas de Prótese Total e Clínica Integrada, momentos que não trocaria por nada, pois sem eles eu não me sentiria tão preparada e segura para o amanhã. Com sua experiência e tranquilidade você torna a arte de ensinar ainda mais admirável e maravilhosa, e a forma de transmissão do conhecimento, com serenidade, uma dádiva de Deus.*

*Que fique aqui registrada minha gratidão por sua assistência sempre que dela necessitei, por suas palavras e atitudes sempre serenas e seguras e, finalmente, pelas lições de vida que me foram transmitidas juntamente com seu conhecimento científico.*

## *AGRADECIMENTOS*

*À Universidade Federal de Santa Maria e*

*Curso de Odontologia,*

*por proporcionar a realização do curso superior. Este título é uma prova da importância que tens e desejo de que sejas sempre pública, gratuita e de qualidade.*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas e professores,*

*pela oportunidade de realizar o mestrado e pelo aprendizado.*

*Aos professores do curso de Odontologia da UFSM,*

*pelos ensinamentos e pela partilha de seus conhecimentos e experiências.*

*Aos professores da disciplina de Prótese Dentária,*

*por despertarem em mim o interesse pela área.*

*À Professora Juliana Rodrigues Praetzel,*

*que me conduziu durante os primeiros passos na iniciação científica, orientando no trabalho de conclusão de curso. Seus ensinamentos foram estímulo e despertaram meu interesse científico.*

*À Professora Rachel Rocha,*

*pela ajuda na análise estatística e esclarecimentos. Admiro muito seu trabalho e sua forma de ensinar, sempre contagiante pelo conhecimento agregado.*

*À CAPES,*

*pela concessão da bolsa de estudo.*

*À Jéssica Dalcin da Silva,*

*por sua total disponibilidade, competência e agilidade na resolução dos mais diversos assuntos e também pela amizade.*

*Às empresas FGM e Dencril,*

*pela concessão do material utilizado nesta pesquisa.*

*A todos os colegas da terceira e demais turmas de mestrado do PPGCO-UFSM.*

*À Ana Maria Estivalete Marchionatti,*

*pela ajuda em toda a parte experimental da dissertação, sempre disposta não importando o dia nem o horário, e fazendo tudo, sempre, com muito dedicação. Obrigada por tudo!*

*Ao César Dalmolin Bergoli,*

*Seu incentivo e ajuda para ingresso neste programa de pós-graduação foram imprescindíveis. Agradeço e muito!*

*À Héllen de Lacerda Oliveira,*

*inicialmente colega de turma, após tornou-se minha dupla, desde o segundo semestre da faculdade, depois unidas pelo trabalho de conclusão de curso e hoje colegas de mestrado e de profissão. Uma pessoa admirável, forte e batalhadora. Obrigada pela amizade!*

*À Dilva Boscaini Bonadiman e Luiz Bonadiman,*

*meus queridos,*

*sempre nos aguardando ansiosos nos finais de semana de feriado, com muita alegria. Obrigada pela agradável companhia, pelas palavras de incentivo e pela amizade!*

*À Marinês Lazzari,*

*minha mana número dois. Obrigada pela amizade. Alguém que conheci na época de cursinho e que depois tornou-se minha colega de quarto na casa do estudante. Te admiro pela alegria de viver e pela pessoa batalhadora que és. Uma amiga que guardo a sete chaves, dentro do coração.*

*À Jussara Navarine,*

*Tão bom ter sua amizade e poder compartilhar momentos de alegria e descontração.*

*À Rosane Fortes Kaizer,*

*alguém com quem me identifiquei desde que conheci e muito aprendi com as várias vezes que auxiliiei em seu trabalho. Inicialmente a esposa do meu orientador, depois muito mais que isso, uma pessoa simples, amiga, encorajadora, sempre disposta a ajudar. Obrigada pelas conversas e pela amizade especial!*

*À Patrícia Machado,*

*minha colega de trabalho. Juntas passamos em nosso primeiro concurso público, assinamos contrato no mesmo dia e a partir de então nos dividimos entre horários nas clínicas e o mestrado. Difícil, sim; impossível, não. Foi muito bom ter te conhecido, obrigada pela amizade!*

*À Franciele Zanetti, Vanessa Filter e Rafaela Backes,*

*Minhas queridas colegas de trabalho e principalmente de estudo. Pessoas que conheci e tão logo percebi serem especiais. Adoro ter a amizade e o carinho de vocês.*

*À Fabiana Vargas Ferreira,*

*alguém que admiro e muito. Tão estudiosa, esforçada, um exemplo que levo em mente sempre. Seus ensinamentos foram importantes e sua amizade é especial.*



*À Flávia Peterini Boeira,*

*colega desde a monitoria de oclusão, depois mais que isso, uma amiga muito prestativa, até mesmo para leitura de artigos ou trabalhos no laboratório; foi muito bom ter te conhecido e sua amizade é muito importante para mim!*

*À Deise Osmari,*

*colega de turma, amiga para conversas, para momentos de descontração como cinema e compras. Uma pessoa tranqüila e que só transmite calma por onde passa. Obrigada pela amizade!*

*À Mariana de Carlo Bello,*

*desde a época da faculdade alguém com quem me identifiquei. Amiga para todas as horas, para os mates no final de tarde, para os almoços durante a semana, e principalmente para as conversas em momentos de comemoração ou de dificuldade. Obrigada pela amizade!*

*Aos pacientes,*

*por permitirem a aplicação prática dos conhecimentos teóricos obtidos durante a faculdade, sem vocês nada disso seria possível. Obrigada a todos!*

*Às turmas de Odontologia 2011/2, 2012/1 e 2012/2,*

*nas quais desenvolvi meus estágios em docência e voluntário; foram dias de aprendizado intenso.*

*Aos funcionários,*

*Lisete, Carla, Ana Paula, Celanira, Dilceu, Neli, Rosane, Jocemar, obrigada pela amizade.*

*A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.*

## *EPIGRAFE*

*“Só existem dois dias no ano que nada pode ser feito.  
Um se chama ontem e o outro se chama amanhã,  
portanto hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e principalmente viver ”*

*Dalai Lama*

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas  
Universidade Federal de Santa Maria

### **RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES COM RAÍZES FRAGILIZADAS RESTAURADOS COM DIFERENTES RETENTORES INTRARRADICULARES**

AUTORA: JULIANA BROCH

ORIENTADOR: OSVALDO BAZZAN KAIZER

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 02 de março de 2012.

Diante da necessidade do desenvolvimento de técnicas capazes de restaurar adequadamente raízes com condutos alargados, este trabalho visou avaliar o efeito da ciclagem mecânica sobre a resistência à fratura de dentes com raízes fragilizadas e restaurados com diferentes retentores intrarradiculares, bem como analisar o padrão de falha destes dentes quando submetidos à carga compressiva. Foram utilizados para este estudo 80 incisivos inferiores bovinos, cujas raízes foram seccionadas em 15 mm de comprimento, tratadas endodonticamente e preparadas até 10 mm de profundidade. Os 5 mm cervicais dos canais radiculares destas raízes foram fragilizados com uma ponta diamantada (4138), de modo a gerar uma espessura de parede radicular de 1 mm. As raízes foram incluídas em resina acrílica autopolimerizável e o ligamento periodontal foi simulado com material elastomérico (poliéter). Após, as raízes foram distribuídas aleatoriamente em quatro sistemas de retentores intrarradiculares: núcleo metálico fundido, pino de fibra de vidro (pinos de dupla conicidade, 1,8 mm de diâmetro cervical), pino de fibra de vidro especial (pinos de dupla conicidade, 2,2 mm de diâmetro cervical) e pino anatômico. Cada um desses sistemas de retentores foi avaliado com e sem ciclagem mecânica, sendo o protocolo de ciclagem o seguinte: angulação de 45°, temperatura de 37°C, força de 88N, frequência de 2,2 Hz, totalizando 1 milhão de ciclos; durante a mesma os espécimes dos grupos sem ciclagem mecânica ficaram armazenados em água destilada. Em todos os grupos, foram cimentadas coroas totais metálicas de Níquel-Cromo sobre o núcleo. Os corpos de prova de todos os grupos foram submetidos ao teste de resistência à compressão em uma inclinação de 45° e à velocidade de 0,5 mm/mim até ocorrer a falha. A análise de Variância seguida de Tukey mostrou que o tipo de retentor intrarradicular ( $p < 0,0004$ ), a ciclagem mecânica ( $p < 0,003$ ) e a interação entre ambos ( $p < 0,02$ ), foram estatisticamente significantes. Os pinos de fibra de vidro mantiveram-se estáveis após a ciclagem mecânica, com valores de resistência à fratura similares aos núcleos metálicos fundidos. Somente pinos anatômicos sofreram degradação com a ciclagem, reduzindo significativamente os valores de resistência à fratura. Em relação ao padrão de falha, foram fraturas predominantemente irreversíveis nos grupos reconstruídos com núcleo metálico fundido, e nos demais, reversíveis.

Descritores: dente não vital; técnica para retentor intra-radicular; resistência de materiais; força compressiva; fadiga.

## **ABSTRACT**

Master Thesis  
MDS Oral Science Program  
Federal University of Santa Maria

### **FRACTURE RESISTANCE OF WEAKENED ROOTS RESTORED BY DIFFERENT POST SYSTEMS**

AUTHOR: JULIANA BROCH  
SUPERVISOR: OSVALDO BAZZAN KAIZER  
Date and Local: March 02, 2012, Santa Maria.

Taking into account the importance of developing techniques to restore teeth with excessively flared root canals, this study aimed to evaluate the effect of mechanical cycling on the fracture resistance of teeth with weakened roots, restored with different techniques, as well as to analyze the failure modes after fracture testing. Eighty (N=80) bovine lower incisors were selected and the coronal and cervical portions were sectioned to standardize the specimens' length at 15 mm. The roots were endodontically treated and prepared to 10 mm in intracanal length. The cervical portion of the root inner surface (5 mm) was enlarged (removing the intracanal dentin) using a diamond drill (KG Sorensen #4138) to produce a radicular wall with 1 mm in thickness. The specimens were embedded with acrylic resin and the periodontal ligament was simulated with a polyether material. Afterwards, the specimens were randomly allocated in 4 intracanal restoring strategies: cast post and core; double-tapered glass fiber post with cervical emerging diameter of 1.8 mm; double-tapered glass fiber post with cervical emerging diameter of 2.2 mm; anatomic posts (fiber posts relined with composite resin). Each restoring method was assessed without or with mechanical cycling, applying the protocol as followed: angle of 45°, 37°C temperature, load of 88N, frequency of 2.2 Hz, 1.000.000 load-pulses. All of the restored teeth received metal full crown (Ni-Cr). All the specimens were submitted to fracture resistance at 45° and at a cross-head speed of 0.5 mm/min. Two-way ANOVA and Tukey showed that the root post system ( $p < 0.0004$ ), the mechanical cycling ( $p < 0.003$ ) and the interaction between the factors ( $p < 0.02$ ) were statistically significant. The restoring methods with fiber posts did not change after mechanical cycling. Its fracture strength values were similar to that from cast post and core. The anatomic post suffered degradation with the mechanical cycling (the values reduced after aging). Concerning the mode of failure, the most failure from groups restored with cast post and core were catastrophic while the others groups showed a predominance of repairable failures.

Keywords: nonvital tooth; post and core technique; material resistance; compressive strength; fatigue.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. PROPOSIÇÃO</b> .....	18
<b>3. ARTIGO – RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES COM RAÍZES FRAGILIZADAS RESTAURADOS COM DIFERENTES RETENTORES INTRARRADICULARES</b> .....	19
<b>3.1 Página de Título</b> .....	20
<b>3.2 Resumo</b> .....	21
<b>3.3 Introdução</b> .....	22
<b>3.4 Materiais e Método</b> .....	23
3.4.1 Seleção e adequação dos dentes .....	23
3.4.2 Confeção dos corpos de prova .....	24
3.4.3 Confeção e cimentação das coroas totais metálicas .....	27
3.4.4 Ciclagem mecânica .....	27
3.4.5 Teste de resistência à compressão .....	28
3.4.6 Avaliação do padrão de falha .....	28
3.4.7 Análise dos resultados .....	28
<b>3.5 Resultados</b> .....	29
<b>3.6 Discussão</b> .....	29
<b>3.7 Conclusões</b> .....	33
<b>3.8 Agradecimentos</b> .....	34
<b>3.9 Referências Bibliográficas</b> .....	34
<b>3.10 Tabelas</b> .....	38
<b>3.11 Figuras</b> .....	39
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	40
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	41
<b>6. ANEXOS</b> .....	45
Anexo A- Carta de aprovação no Comitê de Ética e Experimentação Animal...	47
Anexo B- Normas de publicação da revista.....	47

## 1. INTRODUÇÃO

A técnica ideal e os materiais mais adequados para restaurar dentes tratados endodonticamente com a porção coronária parcial ou totalmente destruída são assuntos de grande interesse da Odontologia. O sucesso clínico, representado pela longevidade dos trabalhos realizados, somente poderá ser obtido se o profissional possuir conhecimento sobre os corretos princípios biológicos, funcionais e estéticos que devem ser levados em conta na restauração de dentes despulpados e sobre a melhor forma de resolução de cada situação clínica (SCOTTI e FERRARI, 2003; GALHANO et al., 2009).

Atualmente, é praticamente consenso que os retentores intrarradiculares por si só não fortalecem o remanescente radicular (ASSIF e GORFIL, 1994; DEAN, JEANSONNE e SARKAR, 1998; SCOTTI e FERRARI, 2003; GOTO et al., 2005), devendo ser primariamente indicados com o objetivo de retenção da estrutura coronária perdida (COHEN et al., 1999; GALHANO et al., 2009). Por isso, quanto mais estrutura dentária for preservada, maior a resistência dos dentes despulpados reconstruídos, (SHILLINGBURG e KESSLER, 1991; ASSIF e GORFIL, 1994; WILCOX et al., 1997; DEAN, JEANSONNE e SARKAR, 1998 ; MARTINEZ-INSUA et al., 1998) independentemente do sistema de pinos utilizados (PONTIUS e HUTTER, 2002). Segundo vários autores, (SHILLINGBURG e KESSLER, 1991; CHRISTENSEN, 1998; COHEN et al., 1999; KIMMEL, 2000) os retentores intrarradiculares devem ser indicados apenas quando houver perda de mais da metade da estrutura coronária (por lesões cariosas, fraturas ou preparos cavitários extensos).

Um dos objetivos ao restaurar dentes tratados endodonticamente, hoje em dia, é obter a adesão entre todos os componentes restauradores (pino, cimento e material de preenchimento) com o remanescente dentário, de maneira que se forme uma estrutura homogênea (monobloco) do ponto de vista mecânico e funcional, na qual as cargas serão absorvidas de forma semelhante ao que ocorre em dentes íntegros (BONFANTE et al., 2008). Para isso, os materiais empregados devem apresentar propriedades similares às da dentina, tornando-os capazes de sustentar a estrutura dentinária enfraquecida (KIMMEL, 2000; GALHANO et al., 2009) e de

transferir menor estresse para a raiz, de modo que sob a ação de forças exageradas o pino irá fraturar antes da raiz (STEWARDSON, 2001).

A reconstrução dos dentes tratados endodonticamente pode ser feita com núcleos metálicos fundidos ou com pinos pré-fabricados, que podem ser metálicos, cerâmicos ou compostos de fibras em matrizes resinosas (BONFANTE et al., 2008). Os pinos pré-fabricados metálicos geralmente apresentam-se em aço inoxidável ou titânio e a eles está associada a deficiência estética, além de apresentarem módulo de elasticidade (E) em torno de dez vezes maior que o da dentina (que é de aproximadamente 20 GPa) (SCOTTI e FERRARI, 2003; GALHANO et al., 2009). Os pinos pré-fabricados cerâmicos, por sua vez, apresentam melhor estética que os metálicos (E= 170 GPa), porém também são extremamente rígidos, (E= 200 GPa) (GALHANO et al., 2009). Por sua alta rigidez, os pinos pré-fabricados metálicos ou cerâmicos geram tensões elevadas e não uniformes sobre as estruturas remanescentes do dente (LANZA et al., 2005), podendo gerar fratura radicular (GALHANO et al., 2009).

O primeiro pino pré-fabricado de fibra lançado no mercado foi o pino de fibra de carbono, introduzido por Duret, em 1990; posteriormente, seguiram-se os pinos de fibra de vidro ou de quartzo (FELIPPE et al., 2001; STEWARDSON, 2001; AKKAYAN E GÜLMEZ, 2002). Os pinos reforçados por fibra (carbono, quartzo e vidro) apresentam módulo de elasticidade mais próximo ao da dentina (E= 40 GPa) (SCOTTI e FERRARI, 2003; GALHANO et al., 2009), permitindo melhor distribuição de tensões ao remanescente radicular e ao periodonto (LANZA et al., 2005), além de reduzir o risco de fratura radicular (GALHANO et al., 2009).

A reabilitação estrutural de dentes tratados endodonticamente é ainda mais dificultada quando o canal radicular se apresenta alargado (KIMMEL, 2000). O conduto pode ter amplo alargamento devido a cáries extensas, restauração prévia com núcleos de grande diâmetro, super-instrumentação endodôntica, reabsorção interna ou anomalia de desenvolvimento (LUI, 1987; LUI, 1994; NEWMAN et al., 2003).

Os primeiros materiais empregados para a reconstrução radicular de dentes com raízes debilitadas foram o ionômero de vidro (TROPE, 1992; SOARES, 1999) e a resina composta (LUI, 1987; TROPE, 1992; LUI, 1994; MARCHI, 1997; SAUPE, 1996; SOARES, 1999). A partir de então, diversas técnicas têm sido propostas para restaurar dentes com condutos alargados. Desde a década de 1990, tem sido

avertada a possibilidade de utilização de pinos confeccionados a partir de dentes naturais provenientes de um banco de dentes (IMPARATO, 1998; BATISTA e LOPES, 1999), denominados pinos dentários ou biológicos; estes pinos apresentam inúmeras vantagens: excelente estética, propriedades similares às da estrutura dental perdida, biocompatibilidade, ótima adesão à estrutura dental, dentre outras (IMPARATO, 1998). Porém, o uso de pinos biológicos não se tornou rotina na clínica odontológica devido à existência de poucos bancos de dentes humanos no Brasil e pela pouca divulgação da técnica (KAIZER et al., 2008). Outra técnica promissora proposta recentemente é o reembasamento de um pino de fibra com resina composta (que então passa a ser denominado pino anatômico), pois permite a obtenção de um retentor individualizado, melhorando sua retenção e a adaptação no conduto alargado (FARIA-E-SILVA et al., 2009), por diminuir a linha de cimento em torno do pino (GRANDINI et al., 2003). Finalmente, ainda há a possibilidade de cimentar pinos acessórios em torno do pino de fibra principal (BRAZ et al., 2005; KAIZER et al., 2008) para reduzir espaços vazios no interior do conduto alargado, diminuir a espessura da película de cimento e aumentar a quantidade de fibras de reforço no conduto (FELIPPE et al., 2001).

Em canais alargados, núcleos metálicos fundidos produzem efeito de cunha e pinos pré-fabricados geralmente adaptam-se imprecisamente, situação em que exigem quantidades excessivas de cimento para substituir a estrutura dentinária perdida (HORNBOOK e HASTINGS, 1995). Estas condições podem levar a raiz fragilizada a ter maior predisposição à fratura (LUI, 1994; KIMMEL, 2000). Para melhorar a retenção dos pinos e diminuir sua linha de cimentação em situações com maior destruição radicular interna, uma opção seria utilizar pinos com diâmetro e forma que melhor se adaptassem ao canal alargado, como sistemas de pinos de fibra de dupla conicidade e de formatos ditos especiais (maior diâmetro cervical e menor diâmetro na porção radicular do pino) (GALHANO et al., 2009).

Para estudar as propriedades de diferentes materiais restauradores, muitos estudos laboratoriais têm usado somente testes monotônicos, tais como resistência à tensão, resistência à compressão, resistência ao cisalhamento ou resistência à flexão. Porém, tais testes aplicam uma única e progressiva carga estática nos espécimes até eles fraturarem (MAIR e PADIPATVUTHIKUL, 2010), enquanto na cavidade oral as reconstruções geralmente falham devido a fadiga por esforços cumulativos (SCHERRER et al., 2003). Por isso, estudos laboratoriais simulando as



condições clínicas de maneira mais próxima da realidade ajudam na obtenção de uma maior previsibilidade do comportamento dos sistemas restauradores. Desta forma, o teste ciclagem mecânica apresenta-se como uma alternativa adequada, pois consegue melhor aproximar parâmetros como angulação da carga recebida e frequência de força aplicada (WISKOTT, 1995).

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade de analisar o comportamento de diferentes técnicas restauradoras para a reconstrução de dentes fragilizados, além de utilizar a estratégia de associar o teste de envelhecimento (fadiga) ao teste monotônico de resistência à compressão.

## **2. PROPOSIÇÃO**

Diante da necessidade do desenvolvimento de técnicas capazes de restaurar adequadamente raízes com condutos alargados e melhorar o prognóstico dos dentes debilitados reconstruídos, a presente pesquisa teve como objetivos:

3.1 Avaliar o comportamento de técnicas de reconstrução para dentes com raízes fragilizadas utilizando diferentes tipos de retentores intrarradiculares;

3.2 Avaliar o efeito da ciclagem mecânica sobre a resistência à fratura destes dentes;

3.3 Analisar o padrão de falha dos corpos de prova quando submetidos à carga compressiva.

### **3. ARTIGO – RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES COM RAÍZES FRAGILIZADAS RESTAURADOS COM DIFERENTES RETENTORES INTRARRADICULARES**

Este artigo será submetido à publicação na revista “Dental Materials”.

### **3.1 Página de Título**

#### **Resistência à fratura de dentes com raízes fragilizadas restaurados com diferentes retentores intrarradiculares**

Juliana Broch 1, Ana Maria Marchionatti 2, César Bergoli 3, Luis Felipe Valandro 4, Osvaldo Bazzan Kaizer 4

1 Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

2 Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

3 Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, SP, Brasil

4 Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

#### **Resistência de dentes com pinos dentários**

##### **Autor Correspondente:**

Juliana Broch

Rua Marechal Floriano Peixoto, 1184. Centro. Santa Maria / RS. CEP: 97015-372. Fone:

(55) 9148-0859; E-mail: [ju\\_broch@hotmail.com](mailto:ju_broch@hotmail.com)

### 3.2 Resumo

**Objetivos:** Avaliar o efeito da ciclagem mecânica sobre a resistência à fratura de dentes fragilizados tratados endodonticamente e restaurados com diferentes retentores intrarradiculares, bem como analisar o padrão de falha destes quando submetidos à carga compressiva. **Métodos:** 80 dentes bovinos foram distribuídos aleatoriamente em 8 grupos (n=10): grupos 1 e 2 reconstruídos com núcleos metálicos fundidos (NMF); grupos 3 e 4 com pinos de fibra de vidro; grupos 5 e 6 com pinos de fibra de vidro especiais; e grupos 7 e 8 com pinos anatômicos. Em todos os grupos, foram cimentadas coroas totais metálicas. Os espécimes dos grupos 2, 4, 6 e 8 foram submetidos ao seguinte protocolo de ciclagem mecânica: força de 88N, ângulo de 45°, frequência de 2,2 Hz, temperatura de 37°C, totalizando 1 milhão de ciclos. Todos os corpos de prova foram submetidos ao teste de resistência à compressão em 45° e velocidade de 0,5 mm/mim. Os dados foram submetidos à Análise de Variância seguido de Teste de Tukey (5%). **Resultados:** O tipo de retentor intrarradicular ( $p < 0,0004$ ), a ciclagem mecânica ( $p < 0,003$ ) e a interação entre ambos estes fatores ( $p < 0,02$ ) foram estatisticamente significantes. **Conclusões:** Os pinos de fibra de vidro mantiveram-se estáveis após a ciclagem mecânica, com valores de resistência à fratura similares aos NMF. Somente pinos anatômicos sofreram degradação com a ciclagem, reduzindo significativamente os valores de resistência à fratura. Quanto ao padrão de falha, houve fraturas predominantemente irreversíveis nos grupos reconstruídos com NMF, e nos demais, reversíveis.

**Descritores:** dente não vital; técnica para retentor intra-radicular; resistência de materiais; força compressiva; fadiga

### 3.3 Introdução

A restauração de dentes tratados endodonticamente é um procedimento complexo e torna-se ainda mais desafiador quando envolve canais radiculares excessivamente enfraquecidos devido à significativa perda de estrutura dental. A perda de mais da metade da estrutura dental coronária, causada por lesões cariosas, fraturas ou preparos cavitários extensos, indica o uso de retentores intrarradiculares [7,10,24,37]. Entretanto, os pinos intrarradiculares parecem não reforçar nem proteger o remanescente dental [3,12,18,36], devendo por isso ter como objetivo primário de sua indicação a retenção do material utilizado para a reconstrução da porção coronária perdida [10,16]. Na seleção do retentor intrarradicular, a rigidez do material de que este é constituído [16,36] pode influenciar o comportamento mecânico dos dentes. Logo, o uso de pinos inapropriados, com valores de rigidez (módulo de elasticidade) mais alto que o da dentina, como núcleos metálicos fundidos, pinos metálicos pré-fabricados e pinos cerâmicos podem aumentar o risco de fratura radicular [16,25], ao contrário de pinos com propriedades similares às da dentina, como pinos reforçados por fibras (vidro, carbono, quartzo, polietileno), os quais, além de sustentar o material de reconstrução coronária e a estrutura dentinária enfraquecida [16,24], transferem menor tensão para a raiz; assim, sob a ação de forças exageradas, o pino fratura-se antes da raiz [39].

Dentre os sistemas de retentores intrarradiculares que poderiam ser usados em canais alargados, os núcleos metálicos fundidos, apesar de proporcionarem adequada adaptação às paredes do conduto, podem produzir um efeito de cunha, facilitando a fratura radicular [21,24,26]. Já os pinos pré-fabricados geralmente adaptam-se imprecisamente ao conduto, o que gera uma película espessa de cimento em torno do pino [21]. Para contornar este problema, existe a técnica de reembasamento de um pino de fibra com resina composta, que passa então a ser denominado como pino anatômico e ainda os pinos de fibra com dupla conicidade de formatos especiais (com maior diâmetro cervical e menor diâmetro na porção radicular do pino), ambos visando buscar melhor adaptação e retenção

ao conduto radicular [13], bem como diminuir a linha de cimento em torno do pino [13] em situações com maior destruição radicular interna [16].

Sabe-se que na cavidade oral as reconstruções dentárias geralmente falham devido a danos por esforços cumulativos (fadiga) [35], o que se distancia do realizado em testes monotônicos, os quais aplicam uma única e progressiva carga estática nos espécimes até eles fraturarem [27]. Assim, a simulação de envelhecimento por ciclagem mecânica (teste de fadiga) visa uma maior previsibilidade do comportamento dos diversos sistemas restauradores, devido a uma reprodução aproximada de parâmetros como a angulação da carga recebida e a frequência de força aplicada [41].

Frente às questões acima abordadas, os objetivos do presente estudo foram avaliar o efeito da ciclagem mecânica sobre a resistência à fratura de dentes fragilizados, tratados endodonticamente e restaurados com diferentes retentores intrarradiculares, bem como analisar o padrão de falha destes dentes quando submetidos à carga compressiva. As seguintes hipóteses nulas foram testadas: os diferentes retentores intrarradiculares promoveriam similares valores de resistência à fratura e a ciclagem mecânica não afetaria os valores de resistência à fratura.

### **3.4 Materiais e Métodos**

#### 3.4.1 Seleção e adequação dos dentes

Oitenta dentes bovinos unirradiculares foram seccionados em sua porção cervical para padronizar o comprimento da raiz em 15 mm. Foram excluídos dentes que possuíam condutos com diâmetros maiores que o da broca utilizada para preparo final do conduto do sistema de pinos de fibra de vidro Whitepost DC 2 (FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil) (1,8 mm de diâmetro). Após a instrumentação e limpeza dos condutos, estes foram obturados com o cimento endodôntico a base de hidróxido de cálcio Sealer 26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil). Os condutos foram parcialmente desobturados em 10 mm de profundidade, utilizando-se brocas Largo (Injecta

Produtos Odontológicos, Diadema, SP, Brasil) de diâmetros crescentes até a de número 4 (1,3 mm de diâmetro). A seguir, os condutos foram preparados com a broca do sistema de pinos de fibra de vidro utilizado (WhitePost DC 2), também até 10 mm de profundidade. Os 5 mm mais cervicais dos condutos de todas as raízes foram adicionalmente alargados com a ponta diamantada tronco-cônica 4138 HL (KG Sorensen Ind. e Com. Ltda., Barueri, SP, Brasil), até que permanecesse uma espessura de somente 1 mm na parede radicular desta região dos condutos para simular canais amplamente alargados (**Figura 1**). Após, as raízes foram incluídas com resina acrílica autopolimerizável (Dencril Comércio de Plásticos Ltda., Pirassunga, SP, Brasil) em um cilindro plástico preenchido, mantendo-se expostos os 3 mm cervicais destas raízes (para simular o espaço biológico); um delineador (Bio-Art Equipamentos Odontológicos Ltda., São Carlos – SP, Brasil) foi utilizado nesta fase para que todas as raízes fossem incluídas na posição central do cilindro e perpendiculares à sua base. Um material de moldagem à base de poliéster, Impregnum Soft (3M ESPE, Seefeld, Baviera, Alemanha), foi utilizado em torno das raízes para simulação do ligamento periodontal, conforme técnica descrita por Soares et al., 2005 [38]. Finalmente, os corpos de prova foram aleatoriamente distribuídos em 8 grupos (n=10) através de um Software.

#### 3.4.2 Confecção dos corpos de prova

**Grupos 1 e 2** – foram cimentados nas raízes destes grupos núcleos metálicos fundidos (NMF) de Níquel-Cromo (Fit Cast-SB Plus, Talladium do Brasil, Curitiba, PR, Brasil), obtidos a partir de padrões de resina acrílica autopolimerizável Duralay (Reliance Dental Manufacturing Co., Worth, Illinois – USA), obtidos pela modelagem dos condutos. Para padronização da dimensão e forma da porção coronária dos núcleos, a resina acrílica foi inserida em matrizes de polipropileno que simulavam a anatomia de um canino superior preparado para coroa total, com 6 mm de altura. Previamente à cimentação, os núcleos metálicos fundidos foram submetidos a jatos de óxido de alumínio (partículas de 50 $\mu$ ). A dentina (radicular e coronária) foi condicionada com ácido fosfórico a 37% Condac (FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil) por 15 segundos. Para a cimentação, foram utilizados o sistema adesivo convencional de dois passos Ambar (FGM Produtos



Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil) (fotopolimerização por 20 segundos) e o cimento resinoso adesivo de polimerização dual AllCem (FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil), inserido no conduto com a broca Lentulo (Injecta Produtos Odontológicos, Diadema, SP, Brasil) número 40; foi feita fotopolimerização por 40 segundos, aguardando-se mais 5 minutos para a polimerização química do cimento. A intensidade de luz do aparelho fotopolimerizador Radium Cal (SDI Limited, Bayswater, VIC, Austrália) (400 Mw/cm<sup>2</sup>) foi conferida em radiômetro (Curing Radiometer Model 100, Demetron Research Corp., Danbury, CT, U.S.A.) antes de cada utilização. Os corpos de prova do grupo 1 e 2 foram armazenados em água destilada dentro de estufa bacteriológica (Fanem, Guarulhos, SP, Brasil) à temperatura de 37°C por 24h. Após este período, os corpos de prova do grupo 1 permaneceram neste ambiente (por igual período de duração da ciclagem mecânica) e aqueles do grupo 2 foram submetidos à fadiga por ciclagem mecânica.

**Grupos 3 e 4** – foram cimentados nas raízes destes grupos pinos de fibra de vidro Whitepost DC nº 2 (diâmetro apical de 1,05mm e diâmetro coronário de 1,8mm), os quais possuem forma duplo-cônica e são lisos em toda sua extensão. Previamente à sua cimentação, cada pino foi limpo com gaze embebida em álcool etílico a 70% e silanizado com silano Prosil (FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil), aplicado com o microaplicador Cavibrush (FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil). O conduto e a porção cervical da raiz foram condicionados com ácido fosfórico 37% por 15 segundos. Para cimentação foram utilizados o mesmo sistema adesivo e cimento resinoso que nos grupos 1 e 2. Após, uma camada de resina composta fotopolimerizável Opallis (FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil) foi colocada sobre o pino para evitar bolhas e assegurar que todo o pino ficou coberto por resina e fotopolimerização por 40 segundos. Posteriormente, uma matriz plástica (idêntica a usada nos grupos 1 e 2) foi preenchida com resina composta fotopolimerizável Opallis e posicionada sobre o pino. A resina foi fotopolimerizada por 10 segundos em cada face (vestibular, lingual, mesial e distal). Após o acabamento dos preparos com pontas diamantadas nº 3216 e nº 4138, os núcleos representavam a forma de caninos preparados para receber coroa total, com as

dimensões descritas no grupo 1 e 2. Os espécimes foram armazenados em água destilada no interior de uma estufa bacteriológica a temperatura de 37°C por 24 h. A seguir, foi iniciada a ciclagem mecânica no grupo 4, enquanto o grupo 3 permaneceu na estufa.

**Grupos 5 e 6** – foram cimentados nas raízes destes grupos pinos de fibra de vidro Whitepost DC nº 2E (FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil), os quais possuem o mesmo diâmetro apical (1,05 mm) que o pinos Whitepost DC nº 2, mas um diâmetro coronário maior (2,2 mm) que os mesmos, sendo recomendados pelo fabricante para condutos alargados. Os demais passos, desde o protocolo adesivo para a cimentação do pino até a reconstrução coronária, foram idênticos aos utilizados para os grupos 3 e 4. Os corpos de prova dos grupos 5 e 6 foram armazenados em água destilada no interior de uma estufa bacteriológica, à temperatura de 37°C por 24h. A seguir, o grupo 6 foi submetido a ciclagem mecânica, enquanto o grupo 5 permaneceu na estufa.

**Grupos 7 e 8** – foram confeccionados pinos anatômicos nas raízes destes grupos. Para a obtenção destes pinos, os pinos de fibra de vidro Whitepost DC nº 2 foram reembasados nos condutos com resina composta de baixa viscosidade Opallis Flow (FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil), visando uma adequada adaptação ao conduto radicular alargado e camadas mais finas e uniformes de cimento resinoso [13,16]. Inicialmente, o conduto radicular foi lubrificado com gel K-Y (Johnson & Johnson Industrial Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil), isolante à base de água (hidrossolúvel). A seguir, o pino de fibra de vidro foi limpo com álcool etílico a 70% e silanizado com o silano Prosil. Posteriormente, foi aplicado no pino o sistema adesivo Ambar (fotopolimerização por 20 segundos). O pino foi então inserido no conduto radicular já preenchido com a resina composta de baixa viscosidade (inserida com auxílio de broca Lentulo nº 40) e executou-se então uma pré-polimerização por oclusal durante 20 segundos. O pino reembasado foi removido do conduto para complementar a fotopolimerização durante mais 40 segundos em torno do pino. Posteriormente, os condutos radiculares foram lavados com água destilada para remoção do lubrificante. As mesmas técnicas de condicionamento ácido e tratamento adesivo do conduto e dentina da porção cervical da raiz descritas para os grupos 3 e 4

foram utilizadas para o conduto e para o pino anatômico, assim como para a cimentação do pino e para a confecção da porção coronária do núcleo.

Na **Figura 2** é possível a visualização dos grupos experimentais do estudo.

#### 3.4.3 Confecção e cimentação das coroas totais metálicas

Sobre a porção coronária dos núcleos de todos os grupos foram cimentadas coroas totais metálicas, as quais simulavam a anatomia de caninos superiores com dimensões padronizadas de 8mm de altura e um degrau na porção palatina, localizado a 3mm da borda incisal. Este degrau possuía as funções de evitar o deslize da ponta ativa da máquina de ensaios e de servir como ponto padronizado da aplicação da força em todos os corpos de prova. Para uniformizar a forma das coroas uma coroa padrão foi confeccionada em cera azul para incrustação (Kerr Ind. E Com. Ltda., São Paulo - SP). Esta coroa padrão foi moldada com silicona de condensação Zetalabor (Zhermack SPA, Badia Polesine, Rovigo - Itália), obtendo-se pelo vazamento de gesso especial tipo IV (Dentsply Ind. e Com., Rio de Janeiro – RJ) nos moldes, troquéis que foram levados ao plastificador a vácuo Plastivac (Bio-Art Equipamentos Odontológicos Ltda., São Carlos – SP) dando origem as matrizes de polipropileno. A partir delas foi feita a reprodução das coroas em cera. A inclusão e a fundição das coroas foram executadas com a mesma liga de Níquel-Cromo utilizada para a obtenção dos núcleos metálicos fundidos. Todas as coroas foram jateadas internamente com óxido de alumínio (partículas de 50 µm). Para a cimentação, foi utilizado o cimento resinoso dual AllCem. Após o assentamento da coroa sobre o núcleo, foi feita a polimerização por 40 segundos, aguardando-se mais 5 minutos para a polimerização química do cimento.

#### 3.4.4 Ciclagem mecânica

Metade dos corpos de prova foram submetidos a 1.000.000 ciclos de carga, em uma frequência de 2,2 Hz, no simulador de fadiga mecânica (ER 11000, ERIOS, São Paulo, SP, Brasil). A carga aplicada foi de 88N, em uma inclinação de 45° em relação ao plano horizontal (135° em relação ao longo eixo do dente). Durante a ciclagem mecânica, a outra

metade permaneceu em repouso na água destilada, à temperatura de 37°C, em estufa bacteriológica.

#### 3.4.5 Teste de resistência à compressão

Este teste foi executado 24 horas após o término da ciclagem mecânica, tanto para os grupos ciclados quanto para os não ciclados, na máquina de ensaios universal EMIC DL 2000/700 (Emic Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, São José dos Pinhais, SP.). O carregamento de compressão dos corpos de prova foi executado com uma carga estática progressiva, a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os corpos de prova foram posicionados no dispositivo de ensaio com uma inclinação de 45° em relação ao plano horizontal, simulando uma condição clínica real de oclusão do tipo classe I.

#### 3.4.6 Avaliação do padrão de falha

As falhas foram classificadas em favoráveis ou desfavoráveis. Como falhas desfavoráveis foram consideradas as fraturas radiculares verticais ou oblíquas abaixo do nível ósseo simulado (a área do dente exposta fora da resina acrílica, correspondente ao espaço biológico). Como falhas favoráveis foram consideradas as fraturas ao nível ou acima do nível ósseo simulado, a fratura da porção coronária do núcleo e ainda o deslocamento da porção coronária do núcleo e/ou do pino.

#### 3.4.7 Análise dos resultados

Considerando as duas variáveis envolvidas no presente estudo (tipo de retentor intrarradicular e ciclagem mecânica), os valores de resistência à fratura foram submetidos à Análise de Variância a 2 fatores seguida de Tukey para comparações múltiplas. Em todas as induções estatísticas, foi adotado nível de significância de 5%.

### **3.5 Resultados**

A Análise de Variância a 2 fatores demonstrou que o tipo de retentor intrarradicular ( $p < 0,0004$ ), a ciclagem mecânica ( $p < 0,003$ ) e a interação entre ambos os fatores ( $p < 0,02$ ) foram todos estatisticamente significantes; sendo que houve diferença estatisticamente

significativa entre os grupos: 1 e 3; 1 e 5; 2 e 8; e 7 e 8 (**Tabela 1**). Entre os demais grupos, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quando comparados entre si.

A **Tabela 2** mostra a porcentagem de falhas favoráveis e desfavoráveis em cada um dos grupos.

### 3.6 Discussão

Dentes com severa destruição coronária, resultado de cáries e/ou fraturas dentárias, bem como da abertura da câmara pulpar para tratamento endodôntico, dificultam a retenção dos materiais restauradores utilizados para a reconstrução dentária. Um “pior cenário” foi simulado neste estudo, através da ampla fragilização dos canais radiculares, simultaneamente à remoção de toda a porção coronária, o que já foi também simulado em outros estudos [5,8-9,15,17,22,28,40], porém com variados graus de fragilização dos condutos, assim como diferentes desenhos no preparo dos mesmos, já que não há um protocolo padronizado para simular raízes debilitadas. Os procedimentos reabilitadores para dentes amplamente fragilizados têm sido objeto destes estudos [5,8-9,15,17,22,28,40], os quais visam prever qual método torna o complexo restaurador (raiz, pino intrarradicular, cimento, núcleo de preenchimento e coroa) mais resistente às cargas mastigatórias e apresentam um padrão de falha menos danoso no caso de insucessos.

Os resultados deste estudo *in vitro* suportam a rejeição das duas hipóteses nulas testadas. Em relação à primeira hipótese, os resultados demonstraram que os valores de resistência à fratura foram influenciados pelos diferentes retentores intrarradiculares ( $p < 0,05$ ). Em relação à segunda hipótese, pôde-se observar que a ciclagem mecânica mostrou efeito significativo sobre a resistência à fratura dos retentores ( $p < 0,05$ ). Além disso, a interação entre estas 2 variáveis (tipo de retentor e ciclagem mecânica) também mostrou efeito significativo ( $p < 0,05$ ).

Comparando os diferentes tipos de retentores intrarradiculares utilizados para a reconstrução dentária, sem a aplicação de ciclagem mecânica, pudemos observar que os NMF (grupo 1) não apresentaram diferença estatisticamente significativa com os pinos anatômicos (grupo 7), e estes com os pinos de fibra de vidro DC2 (grupo 3) e DC2E (grupo 5), que não tiveram diferença entre si. Os altos valores de resistência à fratura encontrados no grupo dos NMF estão de acordo com pesquisas anteriores de diversos autores [2,28-29,33], o que pode ser explicado pelo alto módulo de elasticidade e constituição homogênea deste tipo de núcleo, que resultam também em menor flexão do conjunto pino-núcleo durante a aplicação de carga [20]. Em relação aos dentes reconstruídos com pinos anatômicos (grupo 7), os quais apresentaram resistência à fratura similar ao grupo reconstruído com NMF (grupo 1), é provável que a adequada adaptação e retenção às paredes do canal radicular alargado proporcionada pelo reembasamento dos pinos de fibra com resina composta (diminuindo a espessura da película de cimento em torno do pino) tenha sido importante para obtenção deste bom desempenho mecânico dos dentes assim restaurados [13,19].

Quanto à utilização de pinos de fibra de dupla conicidade, não houve diferença estatisticamente significativa (independentemente da aplicação ou não de ciclagem mecânica), entre os pinos de fibra de vidro com menor diâmetro na porção cervical DC 2 (grupos 3 e 4) e os pinos de fibra de vidro especial com maior diâmetro em sua porção cervical DC 2E (grupos 5 e 6), sendo este último indicado pelo fabricante para condutos mais alargados. A ausência de diferença estatisticamente significativa provavelmente poderia ser justificada devido ao alargamento padronizado em todos os grupos. O tipo de preparo dos condutos, que simulou a fragilização das paredes radiculares, fez com que em ambos os grupos (pino normal DC 2 e especial DC 2E) não houvesse contato do pino com as paredes do canal na porção cervical dos condutos, sendo que a camada de cimento ficou com espessura similar em ambos, mesmo que ambos estavam adaptados no terço apical. Sugere-se que mais estudos laboratoriais e de acompanhamento clínico a longo prazo sejam feitos testando o pino especial em condutos com diferentes graus de fragilização, no

intuito de verificar se seu maior diâmetro coronário, que leva a uma melhor adaptação no canal radicular, realmente oferece significativos valores de resistência, reforçando assim sua indicação para dentes fragilizados.

Quando comparamos os diferentes retentores intrarradiculares entre si acrescentando-se o fator da aplicação de ciclagem mecânica, pôde-se observar que os NMF (grupo 2) apresentaram resistência estatisticamente semelhante àquelas dos pinos de fibra de vidro DC2 e DC2E (grupos 4 e 6), e estes por sua vez foram similares com os pinos anatômicos (grupo 8). Os achados encontrados demonstraram que os pinos de fibras de vidro não submetidos à ciclagem mecânica (grupo 3 e 5) apresentaram valores de resistência à fratura inferiores àqueles dos NMF (grupo 1), enquanto os grupos 4 e 6 em que foi aplicada a ciclagem mecânica se comportaram de maneira similar (grupo 2), mostrando também alta resistência à fratura [1,11,30], sem aparentemente sofrer degradação significativa com a fadiga. Este achado está em acordo com estudos [1,11,30-31,34] que justificaram a utilização dos pinos de fibras de vidro para reconstrução de dentes endodonticamente tratados parcial ou totalmente destruídos, devido a suas propriedades físico-mecânicas compatíveis e bastante similares às da estrutura dentária perdida (principalmente o módulo de elasticidade próximo ao da dentina), atuando como uma dentina artificial.

Quando comparamos os grupos ciclados (grupos 2, 4, 6 e 8) e não ciclados (grupos 1, 3, 5 e 7) entre si, pôde-se constatar que apenas o grupo reconstruído com pinos anatômicos apresentou valores estatisticamente inferiores de resistência à fratura após a fadiga. Isto ressalta outro achado deste estudo, no qual se observou que os pinos anatômicos sem ciclagem (grupo 7) se comportaram tão bem quanto os NMF (grupo 1), no entanto no momento que enfrentaram desafio mecânico (fadiga) sofreram efeitos decrescentes significativos na resistência (grupo 8). Como ambos os sistemas (NMF e anatômicos) apresentavam adequada adaptação às paredes do canal radicular, pois se tratavam de retentores individualizados, e os sistemas de adesão utilizados foram os mesmos, pode-se inferir que o elo fraco dos pinos anatômicos foi a resina fotopolimerizável

de baixa viscosidade utilizada para o reembasamento dos pinos de fibra. Desta forma, os dentes reconstruídos com pinos anatômicos comportaram-se bem no teste estático, mas após a fadiga mecânica aparentemente a resina fluida apresentou “degradação”, refletindo nos menores valores de resistência à fratura. Alguns estudos [4,23] sugeriram que as resinas flow apresentam uma redução em volume de partículas de carga, que lhe permitem melhores propriedades de escoamento, no entanto, uma redução das propriedades mecânicas, como resistência, devendo ser usadas com cautela.

Alguns estudos [28,32] não encontraram efeito significativo decrescente sobre a resistência à fratura após envelhecimento simulado com ciclagem mecânica, o que está em acordo com o ocorrido entre os grupos 1 e 2 deste estudo, bem como entre os grupos 3 e 4 e ainda entre os grupos 5 e 6.

A grande vantagem dos pinos de fibra de vidro utilizados de forma convencional (grupos 3, 4, 5 e 6) ou personalizados pelo reembasamento no conduto com resina composta, ou seja, os pinos anatômicos (grupos 7 e 8) foi o seu padrão de falha mais favorável (em comparação com os núcleos metálicos fundidos), permitindo a recuperação e manutenção do elemento dentário em quase todos os casos (70 a 90% de falhas reparáveis), o que está de acordo com estudos anteriores [6,11,14,29,31]. Nestes tipos de reconstrução os materiais possuem um módulo de elasticidade semelhante ao da dentina [16,29,36], o que permite uma melhor distribuição de tensões ao remanescente radicular e ao periodonto [25] reduzindo o risco de fratura radicular [16]. Nos grupos em que núcleos metálicos fundidos foram utilizados (grupos 1 e 2), o padrão de falha foi predominantemente de falhas irreparáveis (70 a 100%), o que também mostrou-se de acordo com estudos anteriores [9,32]; a alta rigidez deste tipo de retentor intrarradicular gera tensões elevadas e não uniformes sobre as estruturas remanescentes do dente [25], assim como também pode ocorrer um efeito de cunha na raiz assim restaurada [21], podendo gerar fraturas radiculares [16].

Mesmo com os avanços da Odontologia, ainda nos tempos atuais a maioria dos profissionais opta pela exodontia de elementos fragilizados por temer um prognóstico



adverso a longo prazo. Entretanto, é comum que a destruição radicular interna esteja restrita à porção cervical do conduto enquanto a porção média e apical possuem adequada espessura das paredes radiculares [26], sendo assim estas raízes parcialmente fragilizadas passíveis de manutenção se adequadamente restauradas. Um adequado diagnóstico de cada caso deve ser feito para planejamento do melhor plano de tratamento para obtenção de sucesso a longo prazo na restauração de dentes tratados endodonticamente com raízes debilitadas.

### **3.7 Conclusões**

Pôde-se concluir com base na proposição inicial que:

1. Os pinos de fibra de vidro (grupos 4 e 6) mantiveram-se estáveis após a ciclagem mecânica com valores de resistência similares aos NMF.
2. A ciclagem mecânica reduziu significativamente os valores de resistência à fratura dos pinos anatômicos (grupo 8).
3. Houve predomínio de falhas irreparáveis (70 a 100%) nos grupos restaurados com núcleos metálicos fundidos (grupos 1 e 2), enquanto nos demais grupos este tipo de falha não ultrapassou 30%.

### **3.8 Agradecimentos**

Os autores agradecem a doação de materiais pelas empresas FGM Produtos Odontológicos (FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil) e Dencril Produtos Odontológicos (Dencril Comércio de Plásticos Ltda., Pirassunga, SP, Brasil).

### 3.9 Referências Bibliográficas

- 1- AKKAYAN, B.; GÜLMEZ, T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, 87(4): 431-437, Apr. 2002.
- 2- AL-OMIRI, AL-WAHADNI. An ex vivo study of the effects of retained coronal dentine on the strength of teeth restored with composite core and different post and core systems. **Int Endod J**, 39(11): 890-9, Nov. 2006.
- 3- ASSIF, D.; GORFIL, C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, 71 (6): 565-7, 1994.
- 4- BAYNE, S.C. et al. A characterization of first-generation on flowable composites. **J Am Dent Assoc**, 129(5): 567-577, 1998.
- 5- BONFANTE et al. Fracture strength of teeth with flared root canals restored with glass fibre posts. **Int Dent J**, 57(3):153-60, Jun. 2007.
- 6- BUTZ, F. et al. Survival rate and fracture strength of endodontically treated maxillary incisors with moderate defects restored with different post-and-core systems: an in vitro study. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, 14(1): 58-64, Jan./Feb. 2001.
- 7- CHRISTENSEN, G.J. Posts and cores: state of the art. **J Am Dent Assoc**, 129(1):96-7, Jan 1998.
- 8- CLAVIJO, V.G.R. et al. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. **J Appl Oral Sci**, 17 (6): 574-8, 2009.
- 9- COELHO et al. Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts. **Dent Mat J**, 28(6): 671-678, 2009.
- 10- COHEN, B. I. et al. Comparison of the retentive and photoelastic properties of two prefabricated endodontic post systems. **J Oral Rehabil**, Oxford, 26(6): 488-494, June 1999.
- 11- CORMIER, C. J.; BURNS, D. R.; MOON, P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. **J Prosthodont**, Philadelphia, 10(1): 26-36, Mar. 2001.

- 12- DEAN, J. P.; JEANSONNE, B. G.; SARKAR, N. In vitro evaluation of a carbon fiber post. **J Endod**, Chicago, 24(12): 807-810, Dec. 1998.
- 13- FARIA-E-SILVA, A. L. et al. Effect of relining on fiber post retention to root canal. **J Appl Oral Sci**, 17(6): 600-4, 2009.
- 14- FREDRIKSSON, M. et al. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber- reinforced epoxy resin posts. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, 80(2): 151-157, Aug. 1998.
- 15- FUKUI, Y. et al. Effect of reinforcement with resin composite on fracture strength of structurally compromised roots. **Dent Mat J**, 28 (5):602-609, 2009.
- 16- GALHANO, G.; FARIA, R.; VALANDRO, L. F. BOTTINO, M. A. Reconstruções dentárias com finalidade protética. In: Percepção - Estética em próteses livres de metal em dentes naturais e implantes. São Paulo: Artes Médicas, 2009. Cap.6, p.391-467.
- 17- GONÇALVES, L.A.A. et al. Fracture resistance of weakened roots restored with a transilluminating post and adhesive restorative materials. **J Prosthet Dent**, 96(5): 339-44, 2006.
- 18- GOTO, Y. et al. Fatigue resistance of endodontically treated teeth restored with three dowel-and-core systems. **J Prosthet Dent**, 93(1): 45-50, 2005.
- 19- GRANDINI, S.; SAPIO, S.; SIMONETTI, M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. **J Adhes Dent**, 5(3):243- 247, 2003.
- 20- HEYDECKE, G. et al. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. **J Prosthet Dent**, 87(4): 438-45, 2002.
- 21- HORN BROOK, D. S.; HASTINGS, J. H. Use of bondable reinforcement fiber for post and core build-up in endodontically treated tooth: maximizing strength and aesthetics. **Pract Periodont Aesth Dent**, 7(5): 33-42, Maio 1995.
- 22- KAIZER, O.B. et al. Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, reconstruídos com pinos de fibras de polietileno e com pinos biológicos. **RGO**, 57(1): 19-25, 2009.

- 23- KELSEY, W.P. Physical properties of three packable resin composite restorative materials. **Oper Dent**, 25(4):331-335, 2000.
- 24- KIMMEL, S.S. Restoration of endodontically treated tooth containing wide or flared canal. **NY State Dent J**, 66(10):36-40, 2000.
- 25- LANZA, A. et al. 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor. **Dent Mater**, 21(8): 709-15, 2005.
- 26- LUI, J. L. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. **Quintessence Int**, 25(5): 313-9, 1994.
- 27- MAIR. L.; PADIPATVUTHIKUL. P. Variables related to materials and preparing for bond strength testing irrespective of the test protocol. **Dent Mater**, 26(2): 17-23, Feb 2010.
- 28- MARCHI et al. Effect of remaining dentine structure and thermal-mechanical aging on the fracture resistance of bovine roots with different post and core systems. **Int Endod J**, 41: 969–976, 2008.
- 29- MARTINEZ-INSUA, A. et al. 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**, Saint Louis, 80(5): 527-532, Nov. 1998.
- 30- MITSUI, F. H. O. et al. In vitro study of fracture resistance of bovine roots using different intraradicular post systems. **Quintessence Int**, Berlin, 35(8): 612-626, Sept. 2004.
- 31- NAUMANN, M.; BLANKENSTEIN, F.; DIETRICH, T. Survival of glass fiber reinforced composite post restorations after 2 years – an observational clinical study. **J Dent**, Bristol, 33(4): 305-312, Apr. 2005.
- 32- NISHIMURA et al. Influence of cyclic loading on fiber post and composite resin core. **Dent Mater**, 27(3): 356-61, Mai. 2008.
- 33- ÖZCAN M., VALANDRO LF. Fracture Strength of Endodontically-treated Teeth Restored with Post and Cores and Composite Cores Only. **Oper Dent**, 34(4): 429-436, 2009.
- 34- REID, L. C.; KAZEMI, R. B.; MEIERS, J. C. Effect of fatigue testing on core integrity and post microleakage of teeth restored with different post systems. **J Endod**, Chicago, 29(2): 125-131, Feb. 2003.

- 35- SCHERRER S.S.; WISKOTT A. H.; COTO-HUNZIKER V.; BELSER U. C. Monotonic flexure and fatigue strength of composites for provisional and definitive restorations. **J Prosthet Dent**, 89(6): 579-588, 2003.
- 36- SCOTTI, R.; FERRARI, M. Pinos de Fibra Considerações Teóricas e aplicações Clínicas. 1 ed, São Paulo: Artes médicas, 2003, 132 p.
- 37- SHILLINGBURG, H. T., KESSLER, J. C. Princípios da restauração dos dentes tratados endodonticamente. In: Restaurações protéticas dos dentes tratados endodonticamente. 2.ed. São Paulo, Quintessence, 1991. Cap.1, p.13-44.
- 38- SOARES, C. J. et al. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. **Braz Oral Res**, 19(1):11-16, 2005.
- 39- STEWARDSON, D. A. Non-metal post systems. **Dent Update**, 28(7): 326-36, 2001.
- 40- ZOGHREIB, L. V. et al. Fracture resistance of weakened roots restored with composite resin and glass fiber post. **Braz Dent J**, 19(4): 329-333, 2008.
- 41- WISKOTT, H. W. A.; NICHOLLS, J. L.; BELSER, U. C. Stress fatigue: Basic principles and prosthodontic implications. **Int J Prosthodont**, 8(2):105-16, 1995.

### 3.10 Tabelas

**Tabela 1 – Valores de resistência à fratura (Newton)**

	Sem Ciclagem Mecânica	Com Ciclagem Mecânica
<b>NMF</b>	G1- 1396,8N ( $\pm 265,95$ ) <b>A,a</b>	G2- 1120,0N ( $\pm 242,26$ ) <b>A,a</b>
<b>DC-2</b>	G3- 976,7N ( $\pm 236,28$ ) <b>B,a</b>	G4- 1017,4N ( $\pm 230,70$ ) <b>AB,a</b>
<b>DC-2E</b>	G5- 927,3N ( $\pm 177,29$ ) <b>B,a</b>	G6- 896,5N ( $\pm 150,97$ ) <b>AB,a</b>
<b>Anatômico</b>	G7- 1103,5N ( $\pm 192,15$ ) <b>AB,a</b>	G8- 780,0N ( $\pm 200,83$ ) <b>B,b</b>

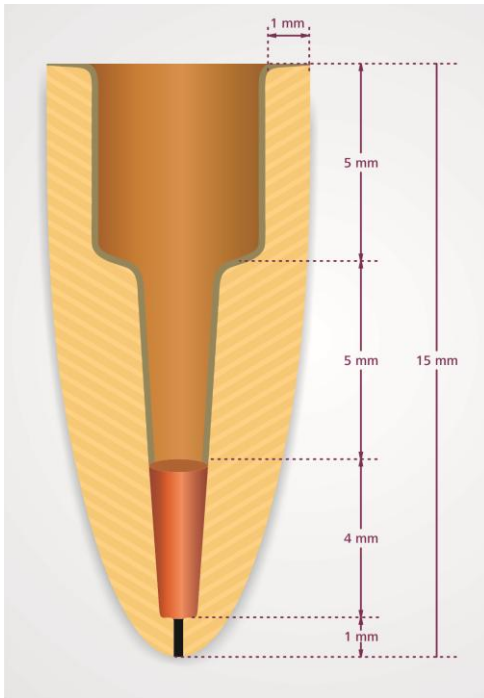
Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tipos de retentores mantendo-se uma mesma opção de ciclagem (se foi aplicada ou não). Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre o fator ciclagem mecânica mantendo-se uma mesma opção de retentor.

**Tabela 2 - Padrão de fratura**

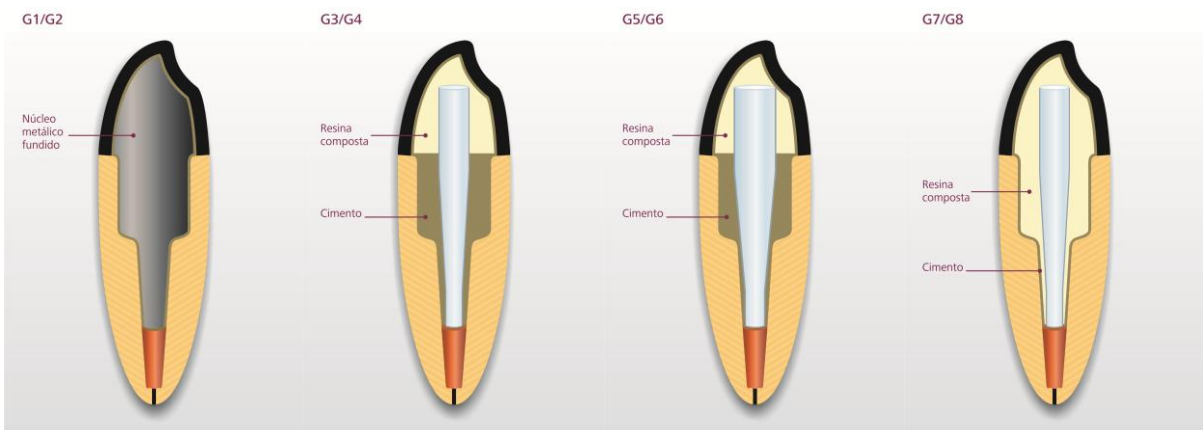
TIPO DE FRATURA	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8
Favorável	30%	-	90%	80%	90%	80%	80%	70%
Desfavorável	70%	100%	10%	20%	10%	20%	20%	30%

### 3.11 Figuras

**Figura 1- Fragilização das raízes radiculares**



**Figura 2 - Grupos experimentais do estudo**



## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A restauração de dentes endodonticamente tratados, mais susceptíveis à fratura principalmente devido à grande perda de estrutura dental, ainda pode ser considerada um desafio, suscitando muitas controvérsias e dúvidas. Não existe um consenso sobre a forma ideal de recuperar dentes nestas condições, especialmente quando as raízes estão muito debilitadas. Muitas vezes não há base científica para auxiliar a determinar a indicação mais correta de determinada técnica ou do pino intrarradicular mais adequado para cada situação. A restauração ideal deveria permitir a recuperação tanto da função quanto da estética, fornecendo ainda um prognóstico favorável e seguro a longo prazo. Além disso, o procedimento empregado deve ser o mais conservador possível, uma vez que nenhum material restaurador substitui o tecido dental com a mesma eficiência, devolvendo a resistência original.

Outro aspecto importante é a falta de padronização das condições dos testes em estudos experimentais laboratoriais, os quais apresentam ampla variabilidade, principalmente em relação aos materiais e aos equipamentos utilizados para os ensaios, bem como à forma de execução dos próprios ensaios. Para limitar tais variações nos resultados, a padronização dos ensaios de pinos parece necessária, apesar de a determinação de um padrão universal ser de difícil, ou até mesmo impossível, aplicação.

Avaliações *in vitro* seguidas de estudos longitudinais dos materiais restauradores são imprescindíveis para melhor conhecimento das propriedades e comportamento dos mesmos ao longo do tempo, bem como de sua adequada indicação e aplicabilidade clínica.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKKAYAN, B.; GÜLMEZ, T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, 87(4): 431-437, Apr. 2002.

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

BATISTA, A.; LOPES, C. G. A utilização de pino dentário para reforço coronaradicular em dentes com rizogênese incompleta tratados endodonticamente. **Rev Bras Prot Clin Lab**, 1(3): 199-221, 1999.

BONFANTE, G. et al. Influência do grau de adaptação de pinos de fibras de vidro ao canal radicular na resistência à remoção por tração. **RFO**, 13(1): 48-54, 2008.

BRAZ, R. et al. Evaluation of reinforcement materials used on filling of weakened roots. **J Den Res**, 84, p. 112, Mar. 2005. Special issue. Abstract n. 1733. Trabalho apresentado na 83a Sessão Geral do IADR / AADR / CADR, Mar. 2005.

CHRISTENSEN, G.J. Posts and cores: state of the art. **J Am Dent Assoc**, 129(1):96-7, Jan 1998.

COHEN, B. I. et al. Comparison of the retentive and photoelastic properties of two prefabricated endodontic post systems. **J Oral Rehabil**, Oxford, 26(6): 488-494, June 1999.

DEAN, J. P.; JEANSONNE, B. G.; SARKAR, N. In vitro evaluation of a carbon fiber post. **J Endod**, Chicago, 24(12): 807-810, Dec. 1998.

FARIA-E-SILVA, A. L. et al. Effect of relining on fiber post retention to root canal. **J Appl Oral Sci**, 17(6): 600-4, 2009.

FELIPPE, L. A. et al. Fibras de reforço para uso odontológico – fundamentos básicos e aplicações clínicas. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, 55(4): 245-250, jul./ago. 2001.

GALHANO, G.; FARIA, R.; VALANDRO, L. F. BOTTINO, M. A. Reconstruções dentárias com finalidade protética. In: Percepção - Estética em próteses livres de metal em dentes naturais e implantes. São Paulo: Artes Médicas, 2009. Cap.6, p.391-467.

GOTO, Y. et al. Fatigue resistance of endodontically treated teeth restored with three dowel-and-core systems. **J Prosthet Dent**, 93(1): 45-50, 2005.

GRANDINI, S.; SAPIO, S.; SIMONETTI, M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. **J Adhes Dent**, 5(3):243- 247, 2003.

HORNBROOK, D. S.; HASTINGS, J. H. Use of bondable reinforcement fiber for post and core build-up in endodontically treated tooth: maximizing strength and aesthetics. **Pract Periodont Aesth Dent**, 7 (5): 33-42, Maio 1995.

IMPARATO, J. C. P. Restaurações biológicas em dentes decíduos: colagem de fragmentos de dentes naturais. In: Correa MSNP. Odontopediatria na primeira infância. São Paulo: Ed. Santos, 2005. Cap.36, p. 571- 80.

KAIZER, O. B. et al. Utilização de pinos biológicos em reconstrução de raízes debilitadas. **RGO**, Porto Alegre, 56(2):7-13, abr./jun. 2008.

KIMMEL, S.S. Restoration of endodontically treated tooth containing wide or flared canal. **NY State Dent J**, 66(10):36-40, 2000.

LANZA, A. et al. 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor. **Dent Mater**, 21(8): 709-15, 2005.

LUI, J. L. A technique to reinforce weakened roots with post canals. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, 3(6): 310-314, Dec. 1987.

LUI, J. L. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. **Quintessence Int**, 25 (5): 313-9, 1994.

MAIR. L.; PADIPATVUTHIKUL. P. Variables related to materials and preparing for bond strength testing irrespective of the test protocol. **Dent Mater**, 26(2): 17-23, Feb 2010.

MARCHI, G. M. Resistência à fratura de raízes debilitadas reconstruídas morfológicamente com sistema adesivo associado a pinos intra-radulares. 1997. 104 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas, Piracicaba, 1997.

MARTINEZ-INSUA, A. et al. 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**, Saint Louis, 80(5): 527-532, Nov. 1998.

NEWMAN, M. P. et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. **J Prosth Dent**, 89(4): 360-7, Apr. 2003.

PONTIUS, O. ; HUTTER, J. W. Survival rate and fracture strength of incisors restored with different post and core systems and endodontically treated incisors without coronoradicular reinforcement. **J Endod**, Chicago, 28(10) : 710-715, Oct 2002.

SAUPE, W. A.; GLUSKIN, A. H.; RADKE, R. A. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. **Quintessence Int**, Berlin, 27(7): 483-491, July 1996.

SCHERRER S.S.; WISKOTT A. H.; COTO-HUNZIKER V.; BELSER U. C. Monotonic flexure and fatigue strength of composites for provisional and definitive restorations. **J Prosthet Dent**, 89(6): 579-588, 2003.

SCOTTI, R.; FERRARI, M. Pinos de Fibra Considerações Teóricas e aplicações Clínicas. 1 ed, São Paulo: Artes médicas, 2003, 132 p.

SHILLINGBURG, H. T., KESSLER, J. C. Princípios da restauração dos dentes tratados endodonticamente. In: Restaurações protéticas dos dentes tratados endodonticamente. 2.ed. São Paulo, Quintessence, 1991. Cap.1, p.13-44.

SOARES, J. C. F. Resistência à fratura de raízes enfraquecidas reconstruídas com sistemas restauradores adesivos. 1999. 101 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 1999.

STEWARDSON, D. A. Non-metal post systems. **Dent Update**, 28(7): 326-36, 2001.

TROPE, M.; RAY, H. L. Resistance to fracture of endodontically treated roots. **Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, 73(1): 99-102, Jan. 1992.

WILCOX, L. R.; ROSKELLEY, C.; SUTTON, T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. **J Endod**, 23(8): 533-534, Aug. 1997.

WISKOTT, H. W. A.; NICHOLLS, J. L.; BELSER, U. C. Stress fatigue: Basic principles and prosthodontic implications. **Int J Prosthodont**, 8(2):105-16, 1995.

## 6. ANEXOS

### Anexo A- Carta de aprovação no Comitê de Ética e Experimentação Animal

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
COMITÊ DE ÉTICA E EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL**

**Emissão de Parecer  
09/2010**

Nº Processo:	23081.004898/2010-18
Título:	Efeito da Ciclagem Mecânica sobre a Resistência à Fratura de Dentes Bovinos Restaurado com Diferentes Retentores Intrarradiculares
Pesquisador Responsável:	Profº Osvaldo Bazzan Kaizer
Instituição:	UFSM
Área:	Depto. Odontologia Restauradora - ORS
Data de Entrada:	03/03/2010
Data do Parecer:	12/04/2010

**Termo de compromisso com o bem estar animal:**

- ( ) Termo de compromisso assinado pelo Coordenador e outros executores do projeto  
 ( ) Termo de compromisso assinado pelo Coordenador se responsabilizando pelos demais executores do projeto  
 (X) Termo de compromisso assinado unicamente pelo Coordenador  
 ( ) Termo de compromisso ausente no processo

**Adequação e relevância do projeto:**

- (X) Relevante  
 ( ) Irrelevante

**Caráter do projeto/ Linha de pesquisa quanto aos resultados esperados e benefícios potenciais, para a área em estudo e/ ou setores de aplicação da sociedade brasileira:**

- ( ) Inovador / novo conceito  
 (X) Confirmatório  
 ( ) Pouco relevante

**Necessidade da utilização de animais na experimentação:**

- O projeto necessita de animais para responder a pergunta científica  
 O projeto não necessita de animais e pode ser realizado com metodologia in vitro ou similar

**Análise do número de animais a ser utilizado no projeto:**

- Adequado  
 Inadequado

Base científica para classificar como inadequado e sugestão do número de animais que deverá ser utilizado:

**Currículo do pesquisador em relação à área de abrangência do projeto:**

- Adequado  
 Inadequado

**Avaliação global do projeto:**

- Aprovado  
 Pendente \_\_\_\_\_

- Reprovado (a proposta não está de acordo com a ética e bem estar animal)

**Detalhe os pontos relevantes que o(a) levaram a avaliar negativamente o projeto:**

\_\_\_\_\_

Santa Maria, 12 de Abril de 2010.

Declaramos que o projeto "Efeito da Ciclagem Mecânica sobre a Resistência à Fratura de Dentes Bovinos Restaurado com Diferentes Retentores Intrarradiculares" coordenado pelo pesquisador Profº Osvaldo Bazzan Kaizer, cumpriu todas as exigências em relação ao Bem Estar Animal.



Profª. Marta Lizandra do Rego Leal  
 Presidente do Comitê de Ética e Experimentação Animal

**OBSERVAÇÃO: ENTREGAR RELATÓRIO AO FINAL DA EXECUÇÃO AO TÉRMINO DO PROJETO.**

## Anexo B- Normas de publicação da revista

Dental Materials - Elsevier

Página 1 de 4

**ELSEVIER**

[http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/601024/authorinstructions](http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/601024/authorinstructions)

### Dental Materials

Official Publication of the Academy of Dental Materials

#### Guide for Authors

##### Guide for Authors

Authors are requested to submit their original manuscript and figures via the online submission and editorial system for Dental Materials. Using this online system, authors may submit manuscripts and track their progress through the system to publication. Reviewers can download manuscripts and submit their opinions to the editor. Editors can manage the whole submission/review/revise/publish process. Please register at: <http://ees.elsevier.com/dema>.

Dental Materials now only accepts online submissions.

The Artwork Quality Control Tool is now available to users of the online submission system. To help authors submit high-quality artwork early in the process, this tool checks the submitted artwork and other file types against the artwork requirements outlined in the Artwork Instructions to Authors on [www.elsevier.com/artworkinstructions](http://www.elsevier.com/artworkinstructions). The Artwork Quality Control Tool automatically checks all artwork files when they are first uploaded. Each figure/file is checked only once, so further along in the process only new uploaded files will be checked.

##### Manuscripts

The journal is principally for publication of **Original Research Reports**, which should preferably investigate a defined hypothesis. Maximum length 6 journal pages (approximately 20 double-spaced typescript pages) including illustrations and tables.

**Systematic Reviews** will however be considered. Intending authors should communicate with the Editor beforehand, *by email*, outlining the proposed scope of the review. Maximum length 10 journal pages (approximately 33 double-spaced typescript pages) including figures and tables.

Three copies of the manuscript should be submitted: each accompanied by a set of illustrations. The requirements for submission are in accordance with the "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals", *Annals of Internal Medicine*, 1977,126, 36-47. All manuscripts must be written in American English. Authors are urged to write as concisely as possible.

The Editor and Publisher reserve the right to make minimal literary corrections for the sake of clarity. Authors for whom English is not the first language should have their manuscripts read by colleagues fluent in English. If extensive English corrections are needed, authors may be charged for the cost of editing. For additional reference, consult issues of *Dental Materials* published after January 1999 or the Council of Biology Editors Style Manual (1995 ed.).

All manuscripts should be accompanied by a **letter of transmittal**, signed by each author, and stating that the manuscript is not concurrently under consideration for publication in another journal, that all of the named authors were involved in the work leading to the publication of the paper, and that all the named authors have read the paper before it is submitted for publication.

#### **Always keep a backup copy of the electronic file for reference and safety.**

Manuscripts not conforming to the journal style will be returned. In addition, manuscripts which are not written in fluent English will be rejected automatically without refereeing.

#### Format

##### General

- number all pages consecutively.
- type double-spaced on A4 or 8.5 x 11-inch bond paper, with margins of 30 mm.
- double-space references.
- indent or space paragraphs.
- arrange article in the following order: Title, Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, Figures, Captions.
- start each section on a separate page.

##### Title page

- Title (capitalize the first letter of the first word) e.g. Comparison of the color stability of ten new composites.
- Authors (first name, middle initial, surname) e.g. Kenneth J. Anusavice 1, Victoria Marker 2
- Authors' addresses (abbreviated) e.g.

1 Department of Biomaterials, University of Florida, Gainesville, Florida, USA

2 Department of Biomaterials Science, Baylor College of Dentistry, Dallas, Texas, USA

- Short Title (45 characters) e.g Color stability of composites
- **Corresponding Author details (essential): Name, complete address, phone, fax, and E-mail numbers**

*Abstract* (structured format)

- 250 words or less.
- subheadings should appear in the text of the abstract as follows: Objectives, Methods, Results, Significance. (For Systematic Reviews: Objectives, Data, Sources, Study selection, Conclusions). The Results section may incorporate small tabulations of data, normally 3 rows maximum.

*Keywords*

Up to 10 keywords should be supplied e.g. dental material, composite resin, adhesion.

*Introduction*

This must be presented in a structured format, covering the following subjects, although actual subheadings should not be included:

- succinct statements of the issue in question;
- the essence of existing knowledge and understanding pertinent to the issue (reference);
- the aims and objectives of the research being reported relating the research to dentistry, where not obvious.

*Materials and methods*

- describe the procedures and analytical techniques.
- only cite references to published methods.
- include at least general composition details and batch numbers for all materials.
- identify names and sources of all commercial products e.g. "The composite (Silar, 3M Co., St. Paul, MN, USA)..."
- "... an Au-Pd alloy (Estheticor Opal, Cendres et Metaux, Switzerland)."
- specify statistical significance test methods.

*Results*

- refer to appropriate tables and figures.
- refrain from subjective comments.
- make no reference to previous literature.
- report statistical findings.

*Discussion*

- explain and interpret data.
- state implications of the results, relate to composition.
- indicate limitations of findings.
- relate to other relevant research.
- suggest directions for future research.

*Conclusion* (if included)

- must NOT repeat Results or Discussion
- must concisely state inference, significance, or consequences

*Acknowledgements*

As appropriate, e.g.:

"Based on a thesis submitted to the graduate faculty, University of Virginia, in partial fulfilment of the requirements for the M.S. degree."

"This investigation was supported in part by Research Grant DE 00000 from the National Institute of Dental Research, Bethesda, MD 20892."

*References* - must now be given **according to the following numeric system**:

Cite references in text in numerical order. Use square brackets: in-line, not superscript e.g. [23]. All references must be listed at the end of the paper, double-spaced, without indents. For example:

1. Moulin P, Picard B and Degrange M. Water resistance of resin-bonded joints with time related to alloy surface treatments. *J Dent*, 1999; 27:79-87.
2. Taylor DF, Bayne SC, Sturdevant JR and Wilder AD. Comparison of direct and indirect methods for analyzing wear of posterior composite restorations. *Dent Mater*, 1989; 5:157-160.

Avoid referencing abstracts if possible. If unavoidable, reference as follows:

3. Demarest VA and Greener EH. Storage moduli and interaction parameters of experimental dental composites. *J Dent Res*, 1996; 67:221, Abstr. No. 868.

**Tables and figures**

All tables and figures must be thoroughly discussed in the text of the manuscript.

*Tables*

- one table to a page, each with a title.
- number tables in order of mention using Arabic numerals.
- must be able to "stand alone" apart from text.
- when appropriate, standard deviations of values should be indicated in parentheses; (do NOT use  $\pm$  notation).



- results of statistical analysis must be included, use superscript letters to indicate significant differences.
- for explanatory footnotes, use symbols (\*, #, \*\*, ##).

#### Figures

- Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text. Images to be supplied separately in jpg, gif or other graphics file.
- only black and white photographs for print publication.
- omit titles and other information contained in the figure caption.
- maximum of 6 figures per manuscript.
- figures grouped together should have similar dimensions and be labelled "a, b, c", etc.
- place magnification markers directly on the micrographs.
- authors should consider that the majority of figures will be reduced to the width of a single column (approximately 85 mm). Preferably figures should exactly match, or be no more than 1.5 times that width.
- authors can indicate if they feel a figure should be full page width.

*Dental Materials* has been selected for inclusion in a new 'colourful e-products' workflow. Figures that appear in black and white in the printed version of the journal can be IN COLOUR, online, in ScienceDirect. Authors wishing to make use of this facility should ensure that 1. the artwork is in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and at the correct resolution 2. RGB colourspace is used and 3. for colour online and black and white in print, both colour and black and white artwork (file and/or hardcopy) is provided. **There will be no charges to the authors for colour figures online.**

#### Graphs

- unique, concise axis labels; do not repeat the Figure caption.
- uniform size for graphs of similar type.
- type size that will be easily read when the graph is reduced to one column width.
- lines that are thick and solid (100% black).

#### Captions to tables and figures

- list together on a separate page.
- should be complete and understandable apart from the text.
- include key for symbols or abbreviations used in Figures.
- individual teeth should be identified using the FDI two-digit system.

#### General Notes on Text

*Abbreviations and acronyms:* terms and names to be referred to in the form of abbreviations or acronyms must be given in full when first mentioned.

#### Correct Usage

- use S.I. units (International System of Units). If non-SI units must be quoted, the SI equivalent must immediately follow in parentheses.
- use correct symbols for  $\mu$ , L (as in  $\mu\text{m}$ , mL, etc.)
- put leading zeros in all numbers less than 1.0
- write out number of ten or fewer (ten rats) except when indicating inanimate quantities (10 mL)
- always use digits for dates, dimensions, degrees, doses, time, percentages, ratios, statistical results, measurements, culture cells, and teeth.
- the complete names of individual teeth must be given in the text.

#### General Policy

- receipt of manuscripts will be acknowledged.
- after initial review, authors will be notified of status.
- every effort is made to obtain timely reviews; please remember that the referees and the editor are volunteers.
- a list of revisions and responses to reviewers' critiques must accompany resubmitted revised manuscripts.

On Submission: Agreement, by the act of ticking a box, to the statement, "This paper has been compiled with the knowledge, input and approval of all the named authors."

On acceptance, authors will be required to sign a **transfer of copyright agreement**. If figures, tables, or other excerpts, are included from copyrighted works the author is responsible for obtaining written permission from the copyright holder prior to submitting the final version of the paper. Full credit must be given to such sources.

*Offprints and page charges:* no page charges are levied on articles published in *Dental Materials*. Each corresponding author receives 25 offprints of their article free of charge after it has been published; they will also have the opportunity to order additional copies.

#### Submission Package Checklist:

- letter of transmittal signed by all authors.
- One electronic copy of the manuscript.
- One electronic copy of each image and table, all labelled.

For further guidance on electronic submission, please contact Author Services, Log-In Department, Elsevier Ltd, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK. E-mail: [authors@elsevier.co.uk](mailto:authors@elsevier.co.uk), fax: +44 (0) 1865 843905, tel: +44 (0)1865 843900.

© Copyright 2012 Elsevier | <http://www.elsevier.com>