



**UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**Avaliação da influência da solução de hipoclorito de sódio,  
em diferentes concentrações, na microdureza da dentina  
radicular e na susceptibilidade à fratura da raiz**

***Marcos Pôrto de Arruda***

*Orientador: Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan*

Ribeirão Preto  
2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

*Marcos Pôrto de Arruda*

**Avaliação da influência da solução de hipoclorito de sódio,  
em diferentes concentrações, na microdureza da dentina  
radicular e na susceptibilidade à fratura da raiz**

*Tese apresentada ao Curso de Odontologia da  
Universidade de Ribeirão Preto, para obtenção  
do Título de Doutor em Odontologia, área de  
concentração em Endodontia.*

**Orientador:** *Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan*

Ribeirão Preto  
2008

Arruda, Marcos Pôrto de, 1976 –  
A699a Avaliação da influência da solução de hipoclorito de sódio, em  
diferentes concentrações, na microdureza da dentina radicular e na  
susceptibilidade à fratura da raiz / Marcos Pôrto de Arruda. - -  
Ribeirão Preto, 2008.  
118f.: il. Color. + anexo

Orientador: Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan

Tese (doutorado) – Universidade de Ribeirão Preto,  
UNAERP, Odontologia, área de concentração: Endodontia, 2008.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Canal Radicular. 4- Dureza.  
I. Título

CDD: 617.6342



**Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – PROSUP nº 00012/02-5.**

*“Viva!*

*Bom mesmo é ir à luta com determinação,  
abraçar a vida com paixão,  
perder com classe  
e vencer com ousadia,  
porque o mundo pertence a quem se atreve  
e a vida é “muito” pra ser insignificante”.*

*Charles Chaplin*



***Dedicatória***

Aos meus pais, **Marcos Arruda** e **Tâmara Pôrto de Castro Arruda**, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade. A vocês, que iluminaram os caminhos obscuros com afeto e dedicação para que os trilha-se sem medo e cheios de esperanças. A vocês, que se doaram inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, pudesse realizar os meus. A vocês, pais por natureza, por opção e amor, dedico todas as minhas conquistas até hoje e futuras.

À minha esposa, **Ana Luiza Ferreira**, grande companheira, que soube compreender a necessidade da minha ausência. E, principalmente, soube como conduzir nossas vidas de maneira simples e alegre durante todo esse período.

Ao meu irmão **Henrique Pôrto de Arruda**, e às minhas irmãs, **Aline Pôrto de Arruda** e **Karine Pôrto de Arruda**, que sempre me incentivaram, me apoiaram com sua amizade e carinho, e com os quais também muito aprendi.

À minha avó, **Zuleika de Castro Pôrto**, ao meu padrinho, **Francisco Carlos de Castro Pôrto** e à minha madrinha, **Ivonilde Marcos**, pessoas especiais, abençoadas por Deus, meu eterno e sincero agradecimento pela confiança, carinho e dedicação durante toda a minha vida.

À minha nova família, **Eliane da Glória Ferreira**, **Luiz Carlos Ferreira** e **Carlos Eduardo Ferreira**, agradeço de coração, tudo o que fizeram por mim: dos conselhos e das oportunidades concedidas. Muito obrigado pelo carinho e atenção com que me acolheram em Brasília, sem dúvida alguma, isso tudo refletiu diretamente na conclusão deste trabalho e na minha vida. É com muita alegria e orgulho que sinto fazer parte da vida de vocês.





***Agradecimento Especial***

Ao meu Orientador ***Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan,***

por acreditar em mim. Agradeço o constante apoio e a valiosa orientação durante a realização deste trabalho. Saiba que tenho grande admiração pela sua lisura acadêmica, ela me contagia e estimula, crescendo cada vez mais minha vontade de ensinar Endodontia. Porém, toda essa admiração se torna secundária quando contemplo seu lado humanista e sua tenacidade em fazer sutilmente um mundo melhor. E isso foi o maior ensinamento que o senhor transmitiu, ao longo dos anos da minha formação profissional e humana: “Saber tratar das coisas externas sem perder a concentração interna; ser místico por dentro e ser ativo por fora, possuir sabedoria intuitiva sem se derramar pela ciência analítica, poder ser intensamente produtivo sem se perder na atividade; poder guiar os outros sem os constranger – quem isso pode fazer é sábio”.

Minha mais profunda admiração, amizade e gratidão!



***Agradecimentos***

A **DEUS**, pela dádiva da vida, sempre iluminando meu caminho e me sustentando com perseverança na busca de meus ideais.

“Creio na verdade fundamental de todas as grandes religiões do mundo. Creio que são todas concedidas por Deus e creio que eram necessárias para os povos a quem essas religiões foram reveladas. E creio que se pudéssemos todos ler as escrituras das diferentes fés, sob o ponto de vista de seus respectivos seguidores, haveríamos de descobrir que, no fundo, foram todas a mesma coisa e sempre úteis umas às outras”.

**Mahatma Gandhi**

Ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto**, que possibilitou, mais uma vez, meu crescimento intelectual e aprimoramento profissional.

Meus sinceros agradecimentos aos professores, que sempre me acompanharam, participando diretamente na minha formação profissional e humana. Agradeço a vocês pela confiança e pela amizade construída ao longo do tempo. Serei sempre grato pelas oportunidades concedidas e orientações realizadas. Minha eterna gratidão e amizade aos Professores: **Antônio Miranda da Cruz Filho, Alexandre Bonini, José Antônio Brufato Ferraz, Luis Pascoal Vansan, Manoel D. de Sousa Neto, Paulo César Saquy, Ricardo Gariba Silva.**

À **Profa. Dra. Yara T. Correa Silva Sousa**, exemplo de competência e dedicação como Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UNAERP. Gostaria, também, de agradecer pela forma como sempre me orientou, pela compreensão e pelas oportunidades concedidas para que eu pudesse desenvolver este trabalho.

Aos Professores do Curso de Doutorado em Odontologia, área de concentração em Endodontia, da Universidade de Ribeirão Preto: **Prof. Dr. Antônio da Miranda Cruz-Filho, Profa. Dra. Cristina Paschoalato, Prof. Dr. Danyel Elias da Cruz Perez, Prof. Dr. Lucas Lehfeld, Prof. Dr. Lucélio Bernades Couto, Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan, Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto, Prof. Dr. Manoel Henrique Gabarra, Profa. Dra. Neide Aparecida de Souza Lehfeld, Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Profa. Dra. Rosemary Cristina Linhares R. Pietro, Profa. Dra. Silvana Maria Paulino, Prof. Dr. Silvio Rocha Corrêa da Silva e Profa. Dra. Yara T. Correa Silva Sousa.**

À **Prof. Dra. Regina Guenka Palma-Dibb**, pela forma gentil como me recebeu e pela disponibilidade em atender às minhas solicitações, permitindo que parte deste estudo fosse desenvolvida no Laboratório de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Ao **Prof. Dr. Manoel D. de Sousa Neto**, há exatos nove anos, o senhor despertou em mim a busca pela pesquisa. Em pouco tempo de convívio, confiou em mim, ainda acadêmico, para o desenvolvimento de projetos, mostrando os verdadeiros passos que um pesquisador deve seguir para atingir seus objetivos. Concedeu-me a oportunidade de realizar a iniciação científica, o Mestrado. Neste longo caminho, orientou, acompanhou, e interferiu com sabedoria nos meus momentos de incertezas e de aprendizado. Por tudo isso, não poderia deixar aqui de citar meus sinceros agradecimentos. Muito obrigado por tudo que tem feito por mim e pela inestimável colaboração para a minha formação profissional e humana. Minha mais profunda admiração, amizade e gratidão!

Aos pós-graduandos e colegas de turma: **Álvaro Henrique Borges, Ângela D. Bittencourt Garrido, Braúlio Pasternak Júnior, Cláudia Kallas, Cleonice da Silveira Texeira, Edson Alfredo, José Antonio Saaid Salomão, Melissa Andréa Marchesan e Michele Regina Nadalin.**

Ao **Prof. Celso Bernardo de Souza Filho**, pela sua amizade e por mais uma vez estar disposto a me ajudar e orientar nos ensinamentos de estatística.

À **Profa. Dra. Silvana Maria Paulino**, pela amizade construída desde a minha graduação. Muito obrigado por tudo!

Ao amigo **Prof. Dr. Edson Alfredo**, pela atenção e ajuda durante os testes realizados na Máquina Instron e à amiga **Profa. Dra. Melissa Marchesan**, pelas discussões e observações realizadas na metodologia deste trabalho.

Ao amigo e professor, **José Antônio Brufato Ferraz**, pelo incentivo e apoio desde o início da minha carreira.

Aos amigos **Prof. José Estevan Vieira Ozório** e **Prof. Fuad A. R. Júnior**, exemplo de pessoas esforçadas, trabalhadoras, vitoriosas e, acima de tudo, de muita simplicidade. Muito obrigado pelo incentivo, respeito, companheirismo, e pelas inúmeras horas destinadas ao desenvolvimento deste trabalho. E, sobretudo, pela grandeza em compartilhar seus conhecimentos.

*“Mesmo que as pessoas mudem e suas vidas se reorganizem, os amigos devem ser amigos para sempre, mesmo que não tenham nada em comum, somente compartilhar as mesmas recordações”.*  
*Vinícius de Moraes*

Ao **Prof. Dr. Silvio Rocha Corrêa da Silva** e à **Profa. Aline Evangelista de Souza Gabriel** pela colaboração durante a correção desse trabalho.

À **Profa. Dra. Luciana Rezende Alves de Oliveira**, do Curso de Química da Universidade de Ribeirão Preto, pelo aviamento das soluções de hipoclorito de sódio utilizadas no presente estudo.

À **Rosemary Alexandre**, técnica do Laboratório de Patologia, por ser sempre solícita e disposta a ajudar.

À **Cecília Maria Zanferdine** e **Joana Néia Vieira**, secretárias da Pós-Graduação e às secretárias do Curso de Odontologia **Valéria Rodrigues da**

**Silva e Marina Janólio Ferreira**, pela atenção e seriedade que realizam o seu trabalho.

Aos **professores e funcionários do Curso de Odontologia** da UNAERP, pela disposição de sempre ajudar.

Ao **Prof. Dr. Daniel Rey de Carvalho**, Coordenador do Curso de Odontologia da Universidade Católica de Brasília, pela confiança e por sempre ter apoiado e incentivado meu aprimoramento profissional.

Aos professores e amigos da Universidade Católica de Brasília, **Eric Jacomino Franco** e **Celso de Freitas Pedrosa Filho**, que durante todo esse tempo me apoiaram.

Aos professores, padrinhos e amigos, **Jacy Ribeiro de Carvalho Júnior**, pelo incentivo nessa jornada, na qual caminhamos juntos desde a iniciação científica, não medindo esforços para me ajudar, e **José Francisco Gonçalves Júnior**, que me ensinou a simplicidade de muitas coisas.

Aos **colegas, amigos e funcionários da Universidade Católica de Brasília**, pelo apoio durante os dias em que precisei estar em Ribeirão Preto.

Aos meus amigos de infância **Bruno Nápoli Carneiro** e **Luiz Carlos Júnior**.

*“Busquem fazer de homens, amigos; de amigos, confidentes;  
de confidentes, irmãos; de irmãos, seus melhores amigos”.*  
David Saleeby

Ao amigo **Rafael Araújo de Oliveira**, pela atenção com que sempre me recebeu em Ribeirão Preto durante esses anos.



Aos **professores Andréa Leão Rangel, Cláudia Daniela Moreira Portilho, Gedhy Marques de Sousa, Marceleno Marques de Sousa, Marcos Arruda, Magaly Fátima do Nascimento e Edson Takano** dos Cursos de Aperfeiçoamento em Endodontia da Universidade Federal de Goiás, FO/UFG, e Especialização da Universidade Cidade de São Paulo, UNICID, que souberam entender a minha ausência durante esse período da minha formação profissional.



***Resumo***

O presente estudo avaliou a influência do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações sobre a microdureza da dentina radicular e sobre a suscetibilidade à fratura de raízes obturadas e com retentor intra-radicular pré-fabricado. Raízes de 128 incisivos centrais superiores foram instrumentadas pela técnica crown-down, variando-se a solução irrigadora: água destilada (controle), NaOCl 1%, NaOCl 2,5% e NaOCl 5,25%. Para avaliação da microdureza Knoop (KHN) da dentina, cinco raízes de cada grupo foram seccionadas nos terços cervical, médio e apical, os valores foram obtidos pela média de 3 endentações (25g/25s) realizadas a 500  $\mu$ m e a 1000  $\mu$ m a partir da luz do canal radicular. A avaliação da suscetibilidade à fratura foi realizada em três condições experimentais, a saber: raízes somente submetidas ao preparo biomecânico, raízes submetidas ao preparo biomecânico e obturadas, e raízes submetidas ao preparo biomecânico, obturadas e com retentor pré-fabricado ReforPost. Nos espécimes submetidos somente ao preparo biomecânico e naqueles que foram obturados foi realizado desgaste em 2 mm na porção palatina em forma de “L”. As raízes foram incluídas em matriz metálica com resina acrílica. Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de compressão para fratura (kN) em máquina universal de ensaios com dispositivo fixo que permitiu a aplicação da carga com inclinação de 45° em relação ao longo eixo da raiz, na velocidade de 1 mm/min. A análise de variância evidenciou que não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) na microdureza em relação aos tratamentos: água ( $35,11 \pm 2,7$ ), NaOCl 1% ( $33,86 \pm 2,5$ ), NaOCl 2,5% ( $35,16 \pm 2,2$ ) e NaOCl 5,25% ( $33,93 \pm 2,4$ ), independente do terço analisado. Análise de variância mostrou que raízes submetidas ao teste de suscetibilidade à fratura que tiveram o preparo biomecânico com água ( $0,19 \pm 0,02$ ), NaOCl 1% ( $0,17 \pm 0,02$ ), NaOCl 2,5% ( $0,17 \pm 0,01$ ) e NaOCl 5,25% ( $0,16 \pm 0,04$ ) foram estatisticamente semelhantes entre si. O teste de Tukey indicou haver diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ) entre os valores de resistência à fratura das raízes somente submetidas ao preparo biomecânico ( $0,17 \pm 0,03$ ), submetidas ao preparo biomecânico e obturadas ( $0,24 \pm 0,07$ ) e submetidas ao preparo biomecânico, obturadas e com retentor pré-fabricado ( $0,31 \pm 0,07$ ). Concluiu-se que o NaOCl em diferentes concentrações utilizado no preparo biomecânico não influenciou na microdureza da dentina e na suscetibilidade à fratura das raízes, porém a presença da obturação e do retentor pré-fabricado aumentou a força necessária para a fratura dessas raízes.



***Summary***

The present study evaluated the influence of sodium hypochlorite at different concentrations on radicular dentine micro-hardness and the susceptibility to fracture of sealed and reinforced with an intra-radicular post root canals. One-hundred and twenty eight maxillary central incisors were instrumented with the crown-down technique and irrigated with the following solutions: distilled and deionized water (control), 1% NaOCl, 2.5% NaOCl and 5.25% NaOCl. For the evaluation of dentine's Knoop micro-hardness (KHN), five roots of each group were sectioned at the cervical, middle and apical thirds, and the mean values of 3 indentations (25g/25s) done at 500  $\mu$ m and at 1000  $\mu$ m from the root canal lumen. Susceptibility to fracture was done in three experimental situations: root canals only submitted to biomechanical preparation, root canals submitted to biomechanical preparation and sealed and, root canals prepared biomechanically, sealed and reinforced with a pre-fabricated post ReforPost. In the specimens only submitted to biomechanical preparation and in those sealed, a 2 mm "L" shaped cavity was done in the palatal region. The roots were embedded in a metallic matrix and acrylic resin. The specimens were submitted to the compression to fracture test (kN) in an universal testing machine with an apparatus that allowed the application of a 45° angle force to the long axes of the root at 1mm/min speed. ANOVA showed no statistically significant difference ( $p>0.05$ ) on the micro-hardness of the treatments: water ( $35.11\pm2.7$ ), 1% NaOCl ( $33.86\pm2.5$ ), 2.5% NaOCl ( $35.16\pm2.2$ ) and 5.25% NaOCl ( $33.93\pm2.4$ ), regardless of the analyzed third. ANOVA showed that the roots submitted to the susceptibility to fracture test that were prepared with water ( $0.19\pm0.02$ ), 1% NaOCl ( $0.17\pm0.02$ ), 2.5% NaOCl ( $0.17\pm0.01$ ) and 5.25% NaOCl ( $0.16\pm0.04$ ) were statistically similar. The Tukey test showed a statistically significant difference ( $p<0.001$ ) between the resistance to fracture of the roots submitted to biomechanical preparation ( $0.17\pm0.03$ ), submitted to biomechanical preparation and sealed ( $0.24\pm0.07$ ) and submitted to biomechanical preparation, sealed and reinforced with an intra-radicular post ( $0.31\pm0.07$ ). It can be concluded that the use of NaOCl at different concentrations during the biomechanical preparation did not interfere in dentine micro-hardness and susceptibility to fracture of root canal, however, the presence of the root canal seal and the intra-radicular post increased the necessary force to fracture these roots.



## ***Introdução***

Dentes tratados endodonticamente são considerados mais suscetíveis à fratura vertical que dentes com vitalidade pulpar (ROSEN, 1961; SORNKUL; STANNARD, 1992; TROPE; RAY, 1992; GUTMANN; 1992; MARTELLI et al., 2008). Esse tipo de fratura apresenta um prognóstico desfavorável resultando, na maioria dos casos, na perda do elemento dental (MEISTER et al., 1980; MOULE; KAHLER, 1999; TAMSE et al., 2006).

As causas associadas a maior suscetibilidade da raiz à fratura vertical podem resultar de procedimentos endodônticos como remoção de estrutura dental durante a instrumentação (ZANDBIGLARI et al., 2006) e preparo para contenção intra-radicular (SIRIMAI et al., 1999), utilização de substâncias químicas (SIM et al., 2001), desidratação da dentina (HELFER et al., 1972), medicação intra-canal por mais de trinta dias (ANDREASEN et al., 2002; DOYON et al., 2005) e excesso de pressão exercida durante a condensação lateral na fase de obturação do canal radicular (MEISTER et al., 1980).

No que se refere às substâncias químicas utilizadas durante o preparo biomecânico, entre as substâncias propostas destaca-se as soluções de hipoclorito de sódio (NaOCl), que em suas diferentes concentrações (GUERISOLI et al., 1998; SPANÓ et al., 2001; WHITE et al., 2002; BELTZ et al., 2003; MACHNICK et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2007) são as mais usadas e mundialmente aceitas pelas suas diversas propriedades: clarificação, dissolução

de tecido orgânico, saponificação, transformação de aminas em cloraminas, desodorização e ação antimicrobiana.

De acordo com SPANÓ et al. (2001); GRIGORATOS et al. (2001); DRISCOLL et al. (2002); GOLDSMITH et al. (2002); MACHNICK et al. (2003); SLUTZKY-GOLDBERG et al. (2004); ARI; ERDEMIR (2005); MARENDING et al. (2007a), a concentração de NaOCl preconizada para terapia endodôntica varia de 0,5% a 5,25%, porém não há consenso sobre qual seria a concentração ideal para ser utilizada nos protocolos clínicos. Com o objetivo de potencializar a dissolução dos tecidos pulpare e o efeito antimicrobiano, soluções com maiores concentrações têm sido utilizadas, no entanto, o impacto destas sobre a matriz dentinária deve ser observado.

A dentina humana é composta por, aproximadamente, 70% de material inorgânico, basicamente hidroxiapatita, 20% de matéria orgânica e 10% de água. A matriz orgânica é constituída em 90% de colágeno, sendo a maior parte do tipo I, um dos responsáveis pela propriedade mecânica da dentina (KINNEY et al., 2003; LEE et al., 2004; MARENDING et al., 2007a). Desse modo, por meio da degradação dos componentes orgânicos, as soluções de hipoclorito de sódio podem alterar as propriedades mecânicas da dentina (SAKAE et al., 1988; GUERISOLI et al., 1998; DOĞAN; ÇALT , 2001; OYARZÚN et al., 2002; WHITE et al., 2002; MACHNICK et al., 2003; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007; MARENDING et al., 2007a).



A afirmativa de que o tratamento endodôntico torna a dentina radicular mais susceptível à fratura foi por muito tempo fundamentado em observações clínicas, devido à alta incidência de fraturas em dentes tratados endodônticamente (ROSEN, 1961; LEE et al., 2004). Assim, os pesquisadores têm desenvolvido estudos para avaliar as propriedades mecânicas da dentina de dentes tratados endodonticamente (SOARES et al., 2007; ULUSOY et al., 2007; RIBEIRO et al., 2008).

Diversos estudos têm sido realizados para avaliar o efeito do NaOCl na dentina radicular, uma vez que, a ação química destas soluções sobre a estrutura dentinária altera diretamente suas propriedades mecânicas: elasticidade (SIM et al., 2001), rugosidade (NIU et al., 2002; ARI et al., 2004; ELDENIZ et al., 2005), modulo de flexão (MACHNICK et al., 2003), permeabilidade dentinária (PÉCORA et al., 2000), redução da compressão diametral da dentina (SOARES et al., 2007) e microdureza (SALEH; ETTMAN, 1999; ARI et al., 2004; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004; GUERISOLI, 2007; OLIVEIRA et al., 2007; SAYIN et al., 2007b), o que pode levar à fragilização do dente.

SALEH; ETTMAN (1999) observaram que as soluções de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%, NaOCl e EDTA, utilizadas durante o tratamento endodôntico, reduzem significativamente a microdureza da dentina radicular. Já ARI et al. (2004) e SLUTZKY-GOLDBERG et al. (2004) observaram que o tempo de atuação do

NaOCl em diferentes concentrações durante o preparo biomecânico influencia diretamente a microdureza da dentina radicular.

Outro aspecto relacionado ao aumento da suscetibilidade do dente à fratura é a remoção de estrutura dental durante a instrumentação (FOKKINGA et al., 2006; ZANDBIGLARI et al., 2006; SAGSEN et al., 2007; ULUSOY et al., 2007; RIBEIRO et al., 2008) e preparo para contenção intra-radicular (SIRIMAI et al., 1999).

Retentores intra-radiculares estão indicados na restauração de dentes tratados endodonticamente que apresentam coroa clínica parcial ou totalmente destruída com o objetivo de obter a união e retenção entre a coroa protética e o remanescente da estrutura radicular (KISHEN, 2006; MOOSAVI et al., 2008).

Estudos demonstram que dentes com retentores intra-radiculares apresentam resistência à fratura semelhante ao dente tratado endodonticamente desprovido de retentor (TRABERT et al., 1978; GUZY; NICHOLLS, 1979; MOOSAVI et al., 2008). Dentes sem retentores fraturam no terço cervical ou médio da raiz, enquanto dentes com retentores fraturam na direção do corpo do pino. Assim, a função do pino é promover retenção à reconstrução coronária, não implicando em aumento da resistência da raiz (GUZY; NICHOLLS, 1979; KISHEN, 2006).

Considerando-se que o tratamento endodôntico é necessário e que procedimentos restauradores são importantes para o prognóstico favorável,

torna-se necessário estudar o impacto de diferentes concentrações de NaOCl nas propriedades mecânicas da dentina radicular e a sua interferência na susceptibilidade à fratura de raízes tratadas endodonticamente.



***Revista da Literatura***

Para um melhor entendimento da Revista da Literatura, este capítulo será abordado em duas partes:

2.1 – Efeitos das soluções de NaOCl nas propriedades mecânicas da dentina radicular.

2.2 – Susceptibilidade à fratura de dentes tratados endodonticamente.

### **2.1 Efeitos das soluções de NaOCl nas propriedades mecânicas da dentina radicular.**

LEWINSTEIN; GRAJOWER (1981) avaliaram a microdureza dentinária de dentes tratados endodonticamente. Cortes longitudinais de dentes vitais recém extraídos tiveram a dureza Vickers de sua estrutura dentinária radicular comparada a dentes extraídos que haviam sido submetidos a tratamento endodôntico. Os resultados obtidos mostraram valores de microdureza semelhantes para todos os grupos, indicando que o tratamento endodôntico não interfere nesta propriedade.

PASHLEY et al. (1985) estudaram a relação entre a densidade tubular e a microdureza dentinária. Utilizando terceiros molares humanos não-irrompidos, os autores marcaram regiões de dentina coronária que teriam a microdureza

testada em diferentes profundidades (em relação à luz do canal radicular). A microdureza Knoop mensurada revelou uma relação inversamente proporcional, indicando que regiões mais próximas à polpa dental são menos duras. Segundo os autores, isto ocorre não só pela maior densidade tubular, mas também pelo maior diâmetro dos túbulos nessa região.

SAKAE et al. (1988) estudaram as alterações que ocorreram na dentina bovina quando tratada com NaOCl 10% utilizando diferentes métodos: no processo de análise térmica diferencial houve perda de material orgânico; nos estudos de diferenciação por raios-x, houve uma alteração na estrutura cristalina da dentina com formação de calcita e na análise de absorção de raios infravermelhos observou-se um enfraquecimento de ligações carbônicas após o tratamento. Estes resultados demonstraram que íons de magnésio e carbono foram removidos da estrutura cristalina da dentina conjuntamente à matéria orgânica.

GUERISOLI et al. (1998) investigaram a ação das soluções de NaOCl nas concentrações de 0,5%, 1,0%, 2,5% e 5,0% sobre a estrutura dentinária mineralizada e desmineralizada, pelo tempo de uma hora. Os autores constataram que a dentina mineralizada apresenta perda de massa tecidual de modo estatisticamente semelhante para todas as concentrações das soluções estudadas. Porém, a dentina desmineralizada sofre perda de massa de modo diretamente proporcional à concentração da solução, ou seja, quanto maior a

concentração da solução de NaOCl maior a perda de massa da dentina desmineralizada.

SALEH, ETTMAN (1999) analisaram o efeito de diferentes soluções químicas auxiliares na microdureza da dentina radicular humana. Dezoito incisivos superiores foram seccionados na união amelocementária e em seguida os canais radiculares instrumentados até uma lima 50, tendo como solução irrigadora soro fisiológico. Após o preparo biomecânico, os canais radiculares foram divididos igualmente em dois grupos (n=9) e em seguida as raízes seccionadas em terços cervical, médio e apical, de 3 mm, respectivamente. No grupo I – os espécimes foram irrigados com a solução de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% alternado com a solução de NaOCl 5%, e no grupo II – solução de NaOCl 5% alternado com a solução de EDTA 17%. A microdureza da dentina foi analisada, antes e após a utilização das soluções irrigadoras, a partir da distância de 500 µm e 1 mm da interface canal radicular/dentina, por um aparelho de dureza Vickers, com 100 gramas de carga e 15 segundos de aplicação. Cada solução (1 mL), de seu respectivo grupo, permaneceu sobre a superfície de dentina por um período de 60 segundos. A análise estatística demonstrou que ambas as soluções testadas apresentaram uma redução na microdureza da dentina radicular.

SPANÓ et al. (2001) utilizando tecido pulpar bovino, compararam a capacidade de solvência de diferentes concentrações da solução de NaOCl, e analisaram também o pH, a tensão superficial, a condutividade iônica e o teor

de cloro, no início e no final do processo de dissolução pulpar. Os autores constataram: a) relação diretamente proporcional entre a velocidade de dissolução pulpar e a concentração da solução utilizada; b) redução do pH de modo inversamente proporcional à concentração testada; c) redução da condutividade iônica semelhante em todos os casos; d) redução da tensão superficial de modo diretamente proporcional à concentração testada; e e) relação diretamente proporcional entre a concentração de cloro inicial e a concentração de cloro remanescente.

SIM et al. (2001) compararam o módulo de elasticidade e a força de resistência à flexão da dentina humana, após a utilização de diferentes concentrações da solução de NaOCl. Para isso, barras de dentina standardizadas foram imersas, por um período de 2 horas, em solução salina, NaOCl 0,5% e 5,25%. Os resultados demonstraram que houve uma diminuição significativa no módulo de elasticidade, das barras de dentina imersas na solução de NaOCl 5,25%, quando comparado ao grupo da solução salina ( $p < 0,01$ ). Houve, também, uma diminuição significativa, na força de resistência à flexão, das barras de dentina imersas na solução de NaOCl 5,25%, quando comparadas às barras imersas nas soluções de NaOCl 0,5% e salina ( $p < 0,01$ ). Os autores concluíram que a solução de NaOCl 5,25% foi capaz de reduzir o módulo de elasticidade e a resistência à flexão da dentina de maneira significativa.



GRIGORATOS et al. (2001) observaram o módulo de elasticidade e a força de resistência à flexão da dentina humana, após aplicação da solução de NaOCl, nas concentrações de 3% e 5%, e da solução de hidróxido de cálcio saturada. Cento e vinte e uma barras de dentina padronizadas foram divididas em seis grupos: grupo I – soro fisiológico (grupo controle), grupo II – NaOCl 3%/2 horas, grupo III – NaOCl 5%/2 horas, grupo IV – solução de hidróxido de cálcio saturada/1 semana, grupo V – NaOCl 3%/2 horas, seguido de solução de hidróxido de cálcio/1 semana, grupo VI – NaOCl 5%/2 horas, seguido de solução de hidróxido de cálcio/ 1 semana. Os resultados revelaram uma diminuição significativa no módulo de elasticidade e na força de resistência à flexão, nos espécimes tratados com NaOCl 3% e 5%, entretanto, nenhuma diferença estatística foi encontrada entre estes dois grupos. A imersão dos espécimes, na solução de hidróxido de cálcio saturada, reduziu significativamente a força de resistência à flexão, porém, nenhum efeito significativo no módulo de elasticidade foi observado. Os grupos tratados com NaOCl, seguido de hidróxido de cálcio, não tiveram diferença no módulo de elasticidade e na força de resistência à flexão, quando comparado aos grupos tratados somente com NaOCl.

DOGÂN; ÇALT (2001) analisaram os efeitos do NaOCl e de agentes quelantes sobre o conteúdo mineral da dentina radicular. Dezoito incisivos superiores humanos foram seccionados longitudinalmente e submetidos a

tratamentos com NaOCl 2,5%, EDTA 17% e RCPrep<sup>®</sup>. Os resultados obtidos indicaram alterações significativas das proporções Ca/P e Mg/P após o tratamento com as soluções irrigadoras. Os autores concluem que o NaOCl tem papel fundamental na diminuição do conteúdo mineral da dentina, o mesmo não ocorrendo com o EDTA e RCPrep<sup>®</sup>.

DRISCOLL et al. (2002) avaliaram os efeitos da solução de NaOCl nas concentrações de 0,5%, 3% e 5%, na composição da dentina humana. Os autores evidenciaram que a perda do peso da dentina era maior após a imersão em concentrações mais elevadas (5%) quando comparadas às soluções de baixas concentrações (0,5%), essa perda foi atribuída à solvência do colágeno, principal componente orgânico da dentina. Os autores concluíram que a solução de NaOCl nas concentrações testadas removem a fase orgânica da dentina, porém, nenhuma perda mineral é observada.

OYARZÚN et al. (2002) estudaram, imunohistoquimicamente, as alterações estruturais e moleculares da dentina humana, mineralizada e desmineralizada, após aplicação da solução de NaOCl 5%, durante dois minutos. Em suas observações, os autores sugerem que a solução de NaOCl 5% induz alterações no colágeno e nas glicaminoglicanas (GAG) da dentina humana.

NIU et al. (2002) pesquisaram, por meio de M.E.V, a erosão dentinária provocada pelo preparo biomecânico utilizando o sistema Profile<sup>®</sup> 29 e variando a irrigação final da seguinte maneira: I- NaOCl 6% (3 mL, 2 minutos), II- EDTA

15% (3 mL, 1 minuto), III- EDTA 15% (3 mL, 1 minuto) seguido de NaOCl 6% (3 mL, 2 minutos), IV- EDTA (3 mL, 3 minutos) e V- EDTA (3 mL, 3 minutos) seguido NaOCl 6% (3 mL, 2 minutos). Os resultados mostraram que, quando os canais foram irrigados com a solução de EDTA 15% isoladamente, a superfície dentinária teve uma aparência lisa e plana e os túbulos dentinários apresentava-se abertos. Entretanto, quando os canais foram irrigados com EDTA 15% seguido com a solução de NaOCl 6%, houve uma erosão excessiva da superfície dentinária.

GOLDSMITH et al. (2002) estudaram o efeito das soluções de NaOCl nas propriedades mecânicas de dentes humanos. Treze pré-molares, recém extraídos, superiores e inferiores, tiveram seus canais radiculares instrumentados até uma lima #45, pelo sistema Quantec™, tendo como solução irrigadora a solução salina. Três dentes foram utilizados como grupo controle e para os demais (n=10) as soluções foram trocadas após períodos de 30 minutos, depois da irrigação inicial com solução salina. As concentrações da solução de NaOCl utilizadas foram 3%, 5,1% e 7,3%. Os autores concluíram que a irrigação com NaOCl, nas concentrações testadas, não permitiu nenhuma diferença estatística na força da superfície dentinária.

SLUTZKY-GOLDBERG et al. (2002) analisaram, *in vitro*, a capacidade de dois tipos de instrumentos atuarem na microdureza da dentina radicular humana. Trinta e cinco canais radiculares foram preparados da seguinte

maneira: grupo I – cinco canais tiveram suas polpas extirpadas, porém, não foram instrumentados (grupo controle), grupo II – dez canais tiveram suas polpas extirpadas e em seguida irrigados com a solução de NaOCl 2,5%, grupo III – dez canais tiveram suas polpas extirpadas e o preparo biomecânico realizado com instrumentos manuais, até uma lima 40, e solução irrigadora NaOCl 2,5%, e grupo IV – dez canais tiveram suas polpas extirpadas e o preparo biomecânico realizado com instrumentos rotatórios de níquel-titânio, até instrumento 35.06, e solução irrigadora NaOCl 2,5%. Em seguida, as raízes foram seccionadas e a microdureza da dentina foi analisada a partir da distância de 500  $\mu\text{m}$  e 1000  $\mu\text{m}$  da interface canal radicular/dentina, e medida por um aparelho de dureza Vickers, com 300 gramas de carga e 10 segundos de aplicação. A análise dos resultados mostrou que a microdureza da dentina diminui com ambos os instrumentos avaliados; e que a dentina interna (500  $\mu\text{m}$ ) apresenta menor microdureza quando comparada à dentina periférica (1000  $\mu\text{m}$ ). Os autores concluem que a solução de NaOCl 2,5% altera as propriedades biomecânicas da dentina, e que dessa maneira, somente o tempo mínimo de exposição à concentração elevada deve ser usado, diminuindo assim o efeito indesejável destas soluções.

KINNEY et al. (2003), em uma crítica revisão da literatura, descreveram as propriedades mecânicas da dentina humana. Nesse artigo, os autores relataram que a metodologia de estudo para avaliar a microdureza da dentina,

tem como objetivo analisar a resistência deste tecido à deformação. Apresentaram, também, que a microdureza da dentina depende da concentração de mineral e da posição da dentina, e que esta diminui gradualmente com aproximação à polpa.

MACHNICK et al. (2003) avaliaram o efeito de diferentes soluções irrigadoras sobre o módulo de elasticidade e a força de resistência à flexão da dentina humana. Cento e sessenta barras de dentina padronizadas (1 x 1x 7 mm) foram distribuídas em 8 grupos (n=20): grupo I – 30 mL de NaOCl 5,25%/2horas, grupo II – 30 mL de NaOCl 2,63%/2horas, grupo III – 30 mL de NaOCl 1,31%/2horas, grupo IV – 30 mL de NaOCl 0,66%/2horas, grupo V – 30 mL EDTA 17%/2horas, grupo VI – 30 mL de MTAD/2horas, grupo VII – 30 mL de solução salina/2horas, e grupo VIII – 20 minutos de NaOCl 1,3% seguido de MTAD por um período de 5 minutos. Os resultados mostraram que quando cada grupo experimental foi comparado ao grupo controle (VII), considerando a força de resistência à flexão, nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os grupos I, II, III e IV. Quando cada grupo experimental foi comparado ao grupo controle (VII), considerando o módulo de elasticidade, apenas uma diferença estatística foi encontrada entre os grupos I, II, III e IV, que foi observada na menor concentração do NaOCl (IV).

FUENTES et al. (2003) determinaram a microdureza da dentina superficial e profunda (em relação à polpa dental) por meio de dois métodos: Knoop e

Vickers; e sob duas cargas aplicadas diferentes. Doze discos de dentina de aproximadamente 2 mm foram obtidos da dentina de terceiros molares humanos extraídos. As superfícies da dentina foram preparadas e em seguida aplicado o endentador Vickers com cargas de 300 e 500 g, respectivamente, ou endentador Knoop com cargas de 50 e 100 g, respectivamente. Os autores concluíram que a microdureza da dentina não é influenciada pela carga aplicada nos dois métodos testados, mas existe uma diferença estatisticamente significativa entre os valores de microdureza entre a dentina superficial e profunda, detectado no teste do tipo Knoop, que os autores consideram irrelevante clinicamente.

BELTZ et al. (2003) investigaram quantitativamente a perda de dentina e do tecido pulpar de dentes bovinos, após o uso de diferentes soluções irrigadoras. As soluções utilizadas foram: MTAD, NaOCl 5,25%, NaOCl 2,6%, NaOCl 1,3% e EDTA 17%. Os resultados, apresentados pelas soluções de NaOCl 5,25% e 2,6%, apontaram uma solvência do tecido pulpar superior a 90%, enquanto que 1,3% dissolveu 83%. As demais soluções testadas, MTAD e EDTA 17%, dissolveram o tecido pulpar em uma média de 50%. Em relação à dissolução da dentina, os resultados apontaram uma solvência de até 70% pelo EDTA 17%. Já, a solução de NaOCl 5,25% e MTAD apresentaram uma solvência de 22% e 60%, respectivamente. Baseado nesses resultados, os autores concluem que as soluções de NaOCl removem os componentes orgânicos, da

polpa e da dentina, ao contrário da solução de EDTA, que é capaz de remover substâncias orgânicas e inorgânicas da polpa e da dentina radicular.

SLUTZKY-GOLDBERG et al. (2004) estudaram a microdureza da dentina radicular bovina após o preparo biomecânico utilizando diferentes concentrações da solução de NaOCl (2,5% e 6%) em diferentes tempos de aplicação (05, 10 e 20 minutos). Os resultados mostraram que após 5 minutos todos os grupos apresentaram, de forma semelhante, uma diminuição na microdureza da dentina. Entretanto, após 10 e 20 minutos, os grupos submetidos à ação das soluções de NaOCl testadas apresentaram uma maior diminuição na microdureza da dentina quando comparados ao grupo controle. No grupo submetido à solução de NaOCl 6%, observou uma maior diminuição na microdureza, a uma distância de 500  $\mu$ m, quando comparado com a solução de NaOCl 2,5%. Na mesma profundidade, após a irrigação por 10 e 20 minutos, a microdureza era mais baixa do que após 5 minutos, porém não havia nenhuma diferença significativa entre a irrigação por 10 e 20 minutos.

ARI et al. (2004) avaliaram a microdureza e a rugosidade da dentina radicular humana, após o efeito de diferentes soluções irrigadoras. Noventa dentes, anteriores inferiores, foram seccionados na junção amelocementária e em seguida os canais radiculares seccionados longitudinalmente, obtendo cento e oitenta espécimes que foram divididos em 6 grupos, de acordo com a solução irrigadora testada: grupo I – NaOCl 5,25%, grupo II – NaOCl 2,5%, grupo III –

peróxido de hidrogênio 3%, grupo IV – EDTA 17%, grupo V – gluconato de clorexidina 0,2% e grupo VI – água destilada (grupo controle). Cada solução permaneceu sobre a superfície, de seu respectivo grupo, por um período de 15 minutos. Os resultados demonstraram que todas as soluções testadas, com exceção do gluconato de clorexidina 0,2%, diminuíram a microdureza da dentina. Este resultado demonstra que todas as soluções testadas, exceto o gluconato de clorexidina 0,2%, possuem efeito nos componentes estruturais da dentina.

FUENTES et al. (2004) evidenciaram a microdureza e a força de tensão da dentina humana, após ação da solução de NaOCl 5% e EDTA. Os resultados demonstraram que ambas as soluções reduziram a microdureza e a força de tensão da dentina humana ( $p < 0,05$ ). Durante a discussão dos resultados, os autores relatam que: 1) aparentemente, a solução de NaOCl altera a composição química da dentina, tornando esta superfície mais frágil; 2) observaram, também, que a perda da força mecânica, causada pela solução de NaOCl, foi maior quando comparada ao EDTA; 3) poder-se-ia esperar que o EDTA removesse grande parte do conteúdo mineral da dentina, causando assim uma redução maior neste tecido, entretanto, relatam que a solução de NaOCl não remove tão somente a matriz orgânica do colágeno, mas também, parte do índice mineral da dentina. Isto foi observado durante os procedimentos laboratoriais, onde alguns espécimes fraturaram durante sua manipulação.



LEE et al. (2004) investigaram as mudanças estruturais e morfológicas da dentina, promovida pela solução de NaOCl. Molares humanos recém-extraídos foram utilizados para a produção de corpos-de-prova de dentina, em espessura de 0,45 mm e 0,50 mm, que foram imersos na solução de NaOCl 5% e mantidos em períodos de 1, 3 e 6 horas. Os resultados evidenciaram que a remoção do tecido orgânico alterou a dentina intertubular e peritubular, causando, também pequenas fendas de fraturas nas superfícies dos espécimes analisados.

ARI; ERDEMIR (2005) pesquisaram, por meio do espectrofotômetro atômico ICP-AES, as alterações do conteúdo mineral da dentina radicular humana, após o tratamento com diferentes soluções irrigadoras. Sessenta dentes humanos, inferiores anteriores, foram divididos em seis grupos: grupo I – gluconato de clorexidina 0,2%, grupo II – peróxido de hidrogênio 3%, grupo III – EDTA 17%, grupo IV – NaOCl 5,25%, grupo V – NaOCl 2,5% e grupo VI – água destilada (grupo controle). Cada solução permaneceu em contato com a dentina por 15 minutos. Os resultados apontaram uma redução significativa, nos níveis de cálcio e fósforo, após aplicação de todas as soluções irrigadoras testadas, exceto quando utilizado a solução de NaOCl 5,25% ( $p < 0,05$ ) comparado ao grupo controle. Os autores descrevem que a concentração elevada da solução de NaOCl pode ter afetado a porção inorgânica, impedindo a

dissolução da dentina, ou pode ter ocorrido uma dissolução dos componentes orgânicos, deixando a presença da camada de *smear* no tecido mineralizado.

ELDENIZ et al. (2005) avaliaram a microdureza e a rugosidade da dentina radicular humana, após o efeito das soluções EDTA 17% e ácido cítrico. Quarenta e cinco dentes, anteriores inferiores, foram seccionados na junção amelocementária e em seguida os canais radiculares seccionados longitudinalmente. Cada solução permaneceu sobre a superfície de dentina, de seu respectivo grupo, por um período de 150 segundos, seguido de irrigação final com a solução de NaOCl 5,25%. Os resultados indicaram que as soluções utilizadas foram capazes de reduzir a microdureza e aumentar a rugosidade da dentina radicular. Os autores descrevem que a ação quelante, EDTA, induz a uma redução nos componentes inorgânico da dentina, e conseqüentemente uma redução na microdureza. Observa-se, também, que a solução de NaOCl atua nos tecidos orgânicos, dissolvendo o colágeno presente na dentina, dessa maneira, os autores explicam como a irrigação alternada, com estas soluções, afeta diretamente a microdureza da dentina radicular.

DE DEUS et al. (2006) relataram que a medida da dureza de um material é um dos métodos mais simples e comuns de ensaios mecânicos não-destrutivos, e que pode ser definida como uma medida da resistência à penetração de um endentador, fabricado a partir de um material mais duro que a própria amostra. O propósito dos ensaios de microdureza é obter um valor

numérico que permita uma distinção entre os diversos materiais quanto à sua capacidade de resistir à penetração de um endentador específico. Os valores assim obtidos para um material dependem de vários fatores, como por exemplo: o seu módulo de elasticidade, a tensão de escoamento à compressão, a anisotropia, entre outros. Descrevem, ainda, que a metodologia para avaliar a microdureza é uma metodologia simples e eficaz, sendo capaz de analisar e comparar a ação de diferentes soluções irrigadoras.

OLIVEIRA et al. (2007) compararam a ação das soluções de NaOCl 1% e gluconato de clorexidina 2% na microdureza da dentina radicular humana. Trinta pré-molares, unirradiculares, foram seccionados na junção amelocementária e em seguida os canais radiculares instrumentados até uma lima 50, tendo como solução irrigadora o soro fisiológico. Após o preparo biomecânico, os canais radiculares foram seccionados em três terços (cervical, médio e apical) e divididos em três grupos: grupo I – solução salina (grupo controle), grupo II – gluconato de clorexidina 2% e grupo III – solução de NaOCl 1%. Cada solução permaneceu, sobre a superfície de dentina por 15 minutos. A microdureza da dentina foi analisada a partir da distância de 500  $\mu\text{m}$  e 1000  $\mu\text{m}$  da interface canal radicular/dentina, e medida por um aparelho de dureza Vickers, com 50 gramas de carga e 10 segundos de aplicação. A análise estatística dos resultados mostrou que as soluções de NaOCl 1% e gluconato de clorexidina 2% reduziram a microdureza da dentina, não apresentando

diferença estatística significativa. A microdureza da dentina analisada a partir de 500  $\mu\text{m}$  e 1000  $\mu\text{m}$  da interface canal radicular/dentina, também, não apresentou diferença estatística significativa.

MARENDING et al. (2007a) observaram as alterações – mecânicas, químicas e estruturais – da dentina radicular humana, após aplicação da solução de NaOCl nas concentrações de 1%, 5% e 9%. Os resultados obtidos evidenciaram que os blocos de dentina padronizados, quando imersos na solução de NaOCl 1%, não sofreram alterações significativas no módulo de elasticidade e na deformação da superfície, quando comparados ao grupo controle (água destilada), entretanto, quando imersos na solução de NaOCl 5% e 9%, estes valores foram reduzidos à metade ( $p < 0,05$ ). Quanto análise dos índices de carbono e nitrogênio, os resultados mostraram que seus valores foram reduzidos significativamente pelas concentrações de 5% e 9% ( $p < 0,05$ ), porém, a 1% estes valores não foram reduzidos, quando comparados ao grupo controle. A microscopia óptica revelou que o NaOCl, em qualquer concentração testada, é capaz de alterar a permeabilidade da dentina, apesar de não afetar sua porção inorgânica. A reconstrução tridimensional, em partes desmineralizadas, mostrou que a degradação da matriz depende da concentração solução utilizada.

MARENDING et al. (2007b) avaliaram o efeito da solução de NaOCl 2,5% e EDTA 17% nas propriedades mecânicas da dentina radicular humana. Trinta e

três barras de dentina radicular estandardizadas foram divididas em três grupos (n=11) de acordo com as soluções utilizadas: GI – EDTA, por um período de três minutos, GII – NaOCl 2,5%, por um período de 24 minutos e GIII – água destilada (grupo controle). Após a análise do módulo de elasticidade e a resistência à flexão pode-se evidenciar que no GI o NaOCl 2,5% diminuiu significativamente a resistência à flexão quando comparado aos grupos II e III ( $p<0,05$ ), porém o módulo de elasticidade permaneceu inalterado.

SAYIN et al. (2007a) avaliaram a perda de cálcio da dentina radicular humana, após aplicação dos quelantes EDTA 17%, EGTA 17%, EDTAC 15% e tetraciclina-HCl 1%, variando a irrigação final com ou sem irrigação com a solução de NaOCl 2,5%. Os resultados mostraram que as soluções testadas associadas à solução de NaOCl 2,5%, exceto EGTA 17%, tiveram uma maior quantidade de cálcio removida da dentina radicular ( $p<0,05$ ). Dentro de cada grupo testado, ao estender o tempo do tratamento para cinco minutos, foi observada uma quantidade máxima de remoção do cálcio ( $p<0,05$ ). Os autores concluem que a solução de NaOCl 2,5% associada às soluções quelantes podem facilitar alterações na composição química da dentina radicular.

SAYIN et al. (2007b) avaliaram a microdureza da dentina radicular após aplicação dos quelantes EDTA 17%, EGTA 17%, EDTAC 15% e tetraciclina-HCl 1%, variando a irrigação final com ou sem a solução de NaOCl 2,5%. Trinta dentes humanos, unirradulares, foram seccionados na junção

amelocementária e em seguida os canais radiculares seccionados longitudinalmente, obtendo 60 espécimes. Os espécimes foram divididos em dez grupos, de acordo com a solução e irrigação final utilizada: grupo I – NaOCl 2,5%, grupo II – EDTA, grupo III – EGTA, grupo IV – EDTAC, grupo V – tetraciclina-HCl, grupo VI – EDTA e irrigação final com NaOCl 2,5%, grupo VII – EGTA e irrigação final com NaOCl 2,5%, grupo VIII – EDTAC e irrigação final com NaOCl 2,5%, grupo IX – tetraciclina-HCl e irrigação final com NaOCl 2,5% e grupo X – água destilada (grupo controle). Cada espécime permaneceu imerso, em 10 ml da solução de seu respectivo grupo, por um período de 5 minutos. Todos os grupos testados, exceto grupo controle, diminuíram significativamente a microdureza da dentina radicular, sendo que o EDTA, isolado ou associado, foi a solução que promoveu uma maior diminuição na microdureza da dentina radicular.

GUERISOLI (2007) analisou o efeito de algumas soluções irrigadoras sobre a microdureza dentinária. As soluções testadas foram soro fisiológico, NaOCl 2,5%, EDTA 15%, EDDS, Smear Clear® e BioOure MTAD®. Setenta fragmentos de dentina (5 x 5 mm) foram obtidos do terço médio de hemisseções radiculares de incisivos bovinos, sendo separados aleatoriamente em 7 grupos. A microdureza Knoop inicial da dentina foi aferida por meio de um microdurômetro acionado com uma carga de 25 gramas por 15 segundos. As amostras eram então tratadas pela imersão nas soluções experimentais por um

minuto, após o qual tinham sua microdureza mensurada. Após mais quatro minutos de imersão nas soluções testadas, os valores de microdureza eram novamente registrados. Os resultados indicaram que, com exceção do soro fisiológico, todas as soluções testadas causaram uma redução significativa desta propriedade. A solução de NaOCl 2,5%, EDDS, Smear Clear® apresentaram resultados semelhantes, causando diminuição da microdureza menos acentuada do que BioOure MTAD® ou EDTA.

PÉREZ-HEREDIA et al. (2008) avaliaram e compararam a descalcificação promovida por diferentes soluções irrigadoras. Dez incisivos centrais superiores humanos foram seccionados na junção amelocementária, a superfície de cimento removida das raízes e os canais radiculares instrumentados. Quarenta fragmentos de dentina obtidos do terço cervical de cada raiz foram divididos em quatro grupos (n=10) e imersos nas seguintes soluções irrigadoras: grupo I – EDTA 15%, grupo II – ácido cítrico 15%, grupo III – ácido fosfórico 5% e grupo IV – NaOCl 2,5%, por três períodos de tempos: 5, 10 e 15 minutos. Por meio de um espectrofotômetro de absorção atômica era mensurada a quantidade de íons  $\text{Ca}^{+2}$  antes e após a imersão dos fragmentos de dentina em cada solução testada. Os resultados obtidos mostraram que nos três períodos de tempo avaliados, o EDTA (86,72%), o ácido cítrico (77,03%) e o ácido fosfórico (67,08%) removeram grande quantidade íons  $\text{Ca}^{+2}$ , ao contrário do NaOCl que removeu insignificante quantidade (43,43%). Os autores concluíram que as

soluções de EDTA, ácido cítrico e ácido fosfórico promoveram grande remoção de íons  $\text{Ca}^{+2}$  da dentina radicular, principalmente nos primeiros cinco minutos, e que a eficácia das soluções de EDTA e ácido cítrico eram significativamente maiores quando comparadas ao ácido fosfórico.

## **2.2 Susceptibilidade à fratura de dentes tratados endodonticamente**

ROSEN, em 1961, preocupou-se em estabelecer normas para correta reconstrução de dentes fragilizados e tratados endodonticamente, realizando uma ampla revisão da literatura, alertando que a perda de umidade decorrente do tratamento endodôntico, torna a dentina friável e inelástica. Além disso, considerou a facilidade com que esses dentes desenvolvem lesões periapicais. Recomendando procedimentos que reforcem o dente, indicou a confecção de núcleo metálico fundido e coroa protética abraçando o término gengival, prevenindo, com isso, a ocorrência de fraturas sobre cargas mastigatórias, o que pode resultar no aumento da sua longevidade.

HELPER et al. (1972) determinaram a porcentagem de água dos dentes com polpa como um dos fatores possíveis que contribuem para a sua fragilidade. Para isso, realizaram a extirpação pulpar em dentes de cães seguido da extração dental após diferentes intervalos de tempo. A quantidade de água



foi avaliada por meio da análise térmica diferencial que reproduzisse o índice de umidade total dos tecidos calcificados. Os autores observaram 9% menos de umidade nos tecidos calcificados dos dentes despolpados do que naqueles vitais.

TRABERT et al. (1978) compararam os efeitos do preparo endodôntico, diâmetro do retentor intra-radicular e variações nas dimensões dos dentes com os valores de resistência à fratura de incisivos centrais superiores restaurados com ou sem retentores intra-radiculares. Neste estudo, os espécimes foram divididos em três grupos: controle – não recebeu tratamento; I – somente tratamento endodôntico e II – tratamento endodôntico e retentor intra-radicular. Em seguida, todos os dentes foram restaurados com resina composta. Cada grupo foi dividido em três subgrupos com dentes cujos comprimentos variavam em 11, 13 e 15 mm e pinos que variavam entre 1,2 e 1,7 mm de diâmetro. Os dentes foram incluídos em blocos de acrílico por meio de adesivo a base de silicone, que simulava o ligamento periodontal. A carga de impacto incidiu na face vestibular do dente, num ângulo de 90° em relação ao seu longo eixo. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença estatística significativa na resistência à fratura entre dentes íntegros e dentes tratados endodonticamente restaurados somente com resina composta ou retentores intra-radiculares.

GUZY; NICHOLLS (1979) ressaltaram que o dente com pino apresenta resistência à fratura semelhante ao dente tratado endodonticamente desprovido de pino. Dentes sem pinos fraturam no terço cervical ou médio da raiz, enquanto dentes com pinos fraturam na direção do corpo do pino. A função do pino é promover retenção à reconstrução coronária, não implicando em aumento da resistência da raiz.

MEISTER et al. (1980) avaliaram trinta e dois casos de fraturas verticais identificando os sinais clínicos e as causas que provocaram as fraturas. Em suas observações clínicas, os autores relatam que todos os pacientes, exceto dois, apresentava defeitos ósseos e que estes podiam ser sondados. A maioria dos pacientes (65,63%) teve somente uma dor suave ou um incômodo crônico. Setenta e cinco por cento dos casos avaliados mostraram um alargamento difuso do espaço do ligamento periodontal. Os autores sugerem que a força excessiva durante a obturação dos canais na condensação lateral da gutapercha pode causar até 84,38% das fraturas e que o tratamento destes casos consiste na extração dos dentes envolvidos.

SORNKUL; STANNARD (1992) avaliaram a resistência à fratura de dentes pré-molares inferiores obturados e restaurados com diferentes materiais em comparação a dentes que não foram submetidos a nenhum tratamento. A força para provocar a fratura foi aplicada em duas direções, ou seja, em ângulo de 45° e paralela em relação ao longo eixo do dente com máquina universal de

ensaios à velocidade de 0,5 mm/min. As raízes não tratadas endodonticamente apresentaram maior resistência à fratura.

GUTMANN (1992), em uma revisão da literatura, considerou que as propriedades dos dentes despolpados e os consequentes procedimentos restauradores seriam responsáveis ou não pelo sucesso do tratamento. Enfatizou o uso de um mapeamento completo da anatomia e da biologia da dentina e raiz que passará pela restauração, pois procedimentos endodônticos e restauradores alteram estes tecidos duros. A dentina de dentes despolpados se modifica em sua estrutura interna, diminui a resistência à tensão e flexibilidade e, devido à perda de umidade e estrutura do dente, técnicas de preenchimento da raiz requerem procedimentos restauradores especiais relacionados à anatomia radicular e osso suporte. A preservação da estrutura dentinária apresenta-se como o fator de maior importância para a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. A utilização de pinos intra-radulares só é indicada no caso de retenção e estabilização do núcleo coronário e não para reforçar raízes fragilizadas.

TROPE; RAY (1992) avaliaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Para isso, utilizaram 48 caninos que tiveram seus condutos instrumentados seguindo diferentes técnicas. Os autores concluíram que os dentes que tiveram os condutos instrumentados foram significativamente menos

resistentes que os dentes que não receberam instrumentação do canal radicular.

SEDGLEY; MESSER (1992) analisaram as propriedades biomecânicas de 23 dentes tratados endodonticamente. No estudo foram testadas as seguintes variáveis: resistência à tração, módulo de elasticidade, dureza e resistência à fratura. A análise estatística não revelou nenhuma diferença significativa entre os grupos. Os autores afirmam que o tratamento endodôntico não torna os dentes mais frágeis, baseados nas similaridades existentes em propriedades biomecânicas entre dentes vitais e não vitais. Concluíram que fatores como perda de estrutura dental por cárie, acesso endodôntico, instrumentação endodôntica, traumas e preparos cavitários contribuem muito mais para a fragilidade do dente.

MOULE; KAHLER (1999), em uma extensa revisão da literatura, relataram que as fraturas verticais podem apresentar dificuldades no diagnóstico. Entretanto, diversos sinais clínicos e radiográficos específicos que, quando presente, podem alertar a existência de uma fratura. Nesta revisão, os autores descreveram que geralmente, os retentores intra-radiculares são construídos de modo proporcional ao canal radicular. Quando um retentor está verticalmente em um dente fraturado, observa-se uma ligeira separação dos fragmentos fraturados, visualizando um espaço entre o canal, conteúdo cimento, e o próprio retentor.

SIRIMAI et al. (1999) avaliaram a resistência à fratura vertical de 60 incisivos centrais superiores tratados endodonticamente e restaurados com seis diferentes métodos de retentores e núcleos protéticos. Os sistemas estudados foram: núcleos metálicos fundidos cimentados com fosfato de zinco; pinos pré-fabricados metálicos cimentados passivamente com fosfato de zinco e núcleo de resina; pino pré-fabricado metálico passivo e núcleo confeccionado com fitas de polietileno e resina; pinos pré-fabricados metálicos passivos fixados com cimento resinoso e núcleo em resina. Utilizou-se uma velocidade de 0,5mm/min com angulação de 130° para a realização do teste de resistência à compressão. Conclui-se que a adição de fibras de polietileno a um núcleo pré-fabricado resulta em menor quantidade de fraturas no sentido vertical se comparado a núcleos metálicos fundidos. Entretanto, os núcleos metálicos fundidos são os que apresentaram maior resistência à fratura entre os núcleos estudados.

APICELLA et al. (1999) analisaram a influência da obturação dos canais radiculares na resistência à fratura de raízes de incisivos, caninos e pré-molares obturados pela condensação lateral e cone único com os cimentos Roth's 801 e Ketac-Endo. Os dentes foram inseridos verticalmente em base de acrílico com 9 mm de porção coronária exposta. A máquina universal de ensaios foi utilizada para exercer força (N) em direção ao longo eixo da raiz à velocidade de 1 mm/min, até que ocorresse a fratura. Os autores concluíram que os cimentos obturadores testados não aumentaram a resistência à fratura das raízes.

JOHNSON et al. (2000) testaram a capacidade do cimento de ionômero de vidro (Ketac-Endo) em promover o reforço radicular após a remoção da *smear layer*. Raízes de noventa incisivos inferiores humanos foram instrumentados pela técnica *step-back*, irrigados com solução de NaOCl 5,25% e divididas em seis grupos: A) canais submetidos somente ao preparo biomecânico, B) canais obturados com cimento de óxido de zinco e eugenol, C) canais obturados com cimento Ketac-Endo, D) canais obturados com cimento Ketac-Endo, após remoção da *smear layer* com ácido poliacrílico 25%, E) canais obturados com cimento Ketac-Endo após remoção da *smear layer* com EDTA e F) canais obturados com cimento Ketac-Endo, após remoção da *smear layer* com gel de ácido fosfórico 37%. As raízes foram submetidas ao ensaio de compressão para fratura em máquina universal de ensaios com inclinação de 45° em relação ao longo eixo da raiz, na velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados obtidos mostrou que não houve diferença estatística significativa entre os grupos avaliados.

ANDREASEN et al. (2002) avaliaram a capacidade do hidróxido de cálcio em reduzir a resistência à fratura de dente humanos, em diferentes períodos. Noventa dentes incisivos inferiores de carneiro foram extraídos e divididos em dois grupos experimentais: G1) as polpas eram extirpadas e os canais preenchidos com hidróxido de cálcio e selados com cimento IRM, e em seguida armazenados em solução salina na temperatura ambiente por 0,5, 1, 2, 3, 6, 9 e

12 meses; GII) as polpas eram extirpadas e os canais preenchidos com solução salina e selados com IRM, e armazenados por 2 meses. O grupo controle eram dente hígidos e foram testados imediatamente após a extração. Após o teste de compressão na máquina universal Instron, os resultados mostram uma diminuição na força da fratura em relação ao tempo de armazenamento. Estes achados, segundo os autores, podem explicar a razão da fraturas de dentes preenchidos com hidróxido de cálcio por períodos prolongados.

COBANKARA et al. (2002) avaliaram a influência dos cimentos Ketac-Endo, AH 26 e da camada de *smear* na capacidade de alterar a resistência à fratura de raízes. Para isso, 72 raízes de caninos superiores foram incluídas em acrílico com 15° de inclinação em relação à base para que, durante a aplicação da força com máquina universal de ensaios, ocorresse simulação da posição de oclusão dos dentes anteriores na cavidade bucal. Não houve diferença entre os cimentos obturadores, assim como a camada de *smear* não influenciou na resistência à fratura.

SOUSA-NETO et al. (2002a) estudaram o efeito do laser Er:YAG na superfície dentinária sobre a adesividade aos cimentos endodônticos Grossman, N-Rickert, Endomethazone e Sealer 26. Quarenta molares humanos tiveram as coroas cortadas para exposição de dentina e anéis de alumínio (10 mm x 6 mm) foram preenchidos com os cimentos testados sobre essas superfícies, para a realização do teste na máquina universal de ensaios instron 4444. Os dentes

foram divididos em dois grupos: G1 sem aplicação de laser e G2 com laser Er:YAG (Kavo Key Laser 2; 11mm de distância focal, perpendicular à superfície, frequência de 4 Hz, 200 mJ de energia, 62 J de energia total e 313 pulsos, tempo de aplicação de 1 minuto e 2,25W de potência). O cimento Sealer 26 mostrou a melhor adesão com e sem aplicação do laser; enquanto que Grossman e N-Rickert apresentaram valores intermediários e o Endomethazone apresentou o pior resultado. A aplicação do laser não alterou a adesividade dos cimentos à base de OZE, entretanto, aumentou à do Sealer 26.

SOUSA-NETO et al. (2002b) avaliaram, *in vitro*, o efeito da aplicação das soluções quelantes EDTA, EGTA, e CDTA sobre a dentina humana na adesividade e infiltração apical dos seguintes cimentos obturadores dos canais radiculares: Sealer 26, Sealapex, N-Rickert, e Endofill. Além disso, observaram a possível existência de correlação matemática entre os testes de adesividade e infiltração marginal apical. Foram utilizados 80 molares superiores e inferiores para o teste de adesividade, que tiveram suas coroas desgastadas na face oclusal até a obtenção de uma superfície de dentina plana, onde o cimento era depositado com auxílio de um cilindro de alumínio (10 mm x 6 mm). O teste de adesividade foi realizado através da máquina universal de ensaio instron 4444. O teste de infiltração marginal apical utilizou 160 caninos superiores que, após a instrumentação e obturação dos canais radiculares, foram submetidos ao processo de diafanização para a visualização do nível de infiltração marginal



apical. A penetração do nanquim na região apical foi medida através do microscópio de mensuração. Os dentes foram divididos em 4 grupos: grupo 1, água destilada; grupo 2, EDTA, grupo 3, EGTA; grupo 4, CDTA. Os resultados evidenciaram diferença significativa ( $p < 0.01$ ) entre os cimentos e soluções testadas e não evidenciaram correlação matemática entre os testes de adesividade e infiltração marginal. O cimento Sealer 26 e a solução de EDTA apresentaram os melhores resultados para os testes de adesividade e infiltração marginal apical.

WHITE et al. (2002) determinaram a força necessária para fraturar a dentina radicular de dentes bovinos, após a utilização do hidróxido de cálcio, MTA e NaOCl 5,25%. As amostras foram mantidas imersas, por cinco semanas, em seus respectivos grupos, e em seguida, analisadas por meio da máquina Instron. Os resultados indicaram que o hidróxido de cálcio, MTA e NaOCl 5,25%, enfraqueceram a dentina radicular, significativamente ( $p < 0,001$ ), em 32%, 33% e 59%, respectivamente. Os autores relataram que o enfraquecimento radicular pode ter sido consequência da ação alcalina nas proteínas presentes na estrutura da dentina radicular.

SCOTTI; FERRARI (2003) relataram que a introdução dos pinos de fibra e o desenvolvimento dos adesivos dentais de última geração, foram as novidades mais significativas dos últimos cinco anos na evolução dos materiais restauradores e nas suas conseqüentes aplicações clínicas. Após revisão dos

conceitos sobre a reconstrução do dente tratado endodonticamente e a exposição das propriedades dos pinos de fibra, ao longo do texto podem ser encontradas informações referentes aos aspectos da Endodontia, da adesão às estruturas radiculares, da reconstrução do núcleo protético, até uma posterior evolução dos pinos de fibra - os pinos anatômicos - que poderão representar o futuro próximo dos mesmos.

SALEH et al. (2003) avaliaram, por meio de M.E.V e espectroscopia dispersiva de energia, as interfaces entre cimentos endodônticos/dentina e cimento/guta-percha rompidas após o teste de resistência de união. As superfícies de dentina, condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, ácido cítrico a 25% por 30 segundos, EDTA a 17% por 5 minutos e água destilada (controle) foram unidas ao disco de gutapercha com os seguintes cimentos testados: cimento de Grossman, Apexit, Ketac-Endo, AH Plus, RoekoSeal Automix e RoekoSeal Automix com um *primer* experimental. A espectroscopia dispersiva de energia traçou sucessivamente componentes do cimento nas superfícies rompidas. Alguns dos cimentos penetraram nos túbulos dentinários quando a superfície foi tratada com ácidos. Porém, esses *tags* de cimento permanecem obliterando os túbulos após o rompimento da união apenas para alguns cimentos (cimentos de Grossman, RoekoSeal Automix com um *primer* experimental, AH Plus/EDTA). Esses autores verificaram que não

houve relação entre o aumento da resistência de união com a dentina e a penetração dos cimentos endodônticos para o interior dos túbulos dentinários.

TAGGER et al. (2003) estudaram a adesão à guta-percha dos cimentos CRCS, Apexit, PCS, Ketac-Endo, Bioseal, AH 26, Sealer 26, Roth's e Sealapex. Foram utilizados discos de guta-percha com 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, preparados por meio do aquecimento dos cones e fixados em anéis de PVC. A superfície de contato foi padronizada em  $7,65 \text{ mm}^2$  e os cimentos foram depositados nos anéis para realização do teste de tração em máquina universal de ensaios (0,5 mm/min). Os cimentos Roth's e Sealapex não apresentaram adesividade, portanto foram excluídos da análise estatística. A média de valores obtidos variou de 0,56 MPa (Ketac-Endo) a 6,44 MPa (Sealer 26). Os cimentos Sealer 26 e AH 26 apresentaram os maiores valores de adesão à guta-percha, diferente estatisticamente dos demais grupos. Os cimentos à base de resina epóxica apresentaram os maiores valores de adesão em relação aos demais cimentos estudados.

A verificação da resistência à fratura de raízes obturadas com Resilon, empregando diferentes técnicas, foi realizada por TEIXEIRA et al. (2004) em 80 dentes uniradiculares. As coroas foram removidas e as raízes padronizadas em 14 mm de comprimento. Seguiram com o preparo biomecânico e remoção da camada de *smear*. Os 5 grupos de 16 amostras ficaram distribuídos em raízes sem obturação, obturadas pela condensação lateral e AH 26, obturadas pelo

System-B e Obtura com AH 26, condensação lateral com Resilon e System-B e Obtura com Resilon. Após a aplicação e análise estatística dos valores da força obtida em máquina universal de ensaios do momento em que ocorria a fratura, os resultados levaram à conclusão que o grupo do Resilon apresentava aumento na resistência das raízes.

YAMADA et al. (2004) compararam a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e restaurados com diferentes materiais. Oitenta pré-molares humanos foram tratados endodonticamente e em seguida cada dente foi realizado uma cavidade MOD e a restauração realizada: G1: controle (pré-molares hígidos); os G2 e G3: utilização da restauração com resina composta sem adesivo, respectivamente; G4 e G5: restauração inlay utilizando cimento fosfato de zinco e adesivo, respectivamente; G6 e G7: restauração onlay utilizando cimento fosfato de zinco e adesivo, respectivamente; e G8: restauração usando utilizando onlay e resina híbrida. Após o teste de compressão, os resultados mostraram valores maiores da resistência à fratura para os espécimes do G7 e G8. Já o G1 apresentou valores significativamente menores na resistência à fratura.

HANNIG et al. (2005) pesquisaram a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados de diferentes modos. Quarenta e cinco pré-molares humanos superiores foram distribuídos igualmente em três grupos: G1. os canais foram preparados com sistema de Ni-Ti e obturados com sistema

Thermafil. Após a obturação, o acesso foi restaurado com resina composta, seguido do preparo cavitário MOD e colocação das cerâmicas inlay CAD/CAM (CEREC). No G2. Os dentes sem tratamento endodôntico foram restaurados com inlay (CEREC). Os pré-molares hígidos foi o grupo controle. Após o teste de compressão o tipo de fratura de cada espécime foi avaliado visualmente e divididos em diferentes formas: tipo I. fratura supragengival dentro do limite da face palatina; tipo II. Fratura abaixo da junção do cimento-esmalte do limite palatino; tipo III. Fratura do limite palatino e expondo a cavidade do canal radicular. Os resultados mostraram que nenhuma diferença estatisticamente significativa ocorreu entre os três grupos em relação à força necessária para fraturar os espécimes. Porém nas formas da fratura, os espécimes do G1. apresentaram maior porcentagem de fratura do tipo III e II, quando comparado ao grupo controle.

ELDENIZ et al. (2005) observaram o desempenho dos cimentos Diaket, AH Plus e Endo-Rez quanto à capacidade de adesão à dentina em 90 molares humanos. Os 2/3 coronários foram removidos e a dentina exposta, com e sem a camada de *smear*, foi utilizada como substrato. A força aplicada para que ocorresse a fratura foi aplicada paralela à superfície de dentina com máquina universal de ensaios à velocidade de 0,5 mm/min. Os modelos de fratura foram submetidos à análise em microscopia com 22X de aumento. O cimento AH Plus se destacou entre os três e apresentou maior força de adesão nos dois grupos.

O tipo de fratura foi predominantemente coesiva no grupo do AH Plus, enquanto a fratura adesiva predominou no grupo do Endo-Rez e Diaket.

SOUSA-NETO et al. (2005) avaliaram o efeito da aplicação dos *lasers* Er:YAG e Nd:YAG, em diferentes parâmetros, nas superfícies dentinárias internas da região cervical de dentes humanos, sobre a adesividade do Sealer 26 pelo método do *push-out*. Quarenta e cinco caninos superiores foram seccionados transversalmente na junção amelocementária e a 8 mm da mesma em sentido apical, criando cilindro de raiz que foi incluído em resina acrílica autopolimerizável. Com auxílio de uma broca tronco-cônica foram preparados os canais radiculares dos corpos-de-prova. Os mesmos foram divididos aleatoriamente em 9 grupos. No grupo I a dentina foi tratada com 2 mL de EDTAC por 5 minutos. Do grupo II ao V a dentina foi tratada com o *laser* Er:YAG com os seguintes parâmetros: 8 Hz e 200 mJ; 8 Hz e 400 mJ; 16 Hz e 200 mJ; 16 Hz e 400 mJ respectivamente. Do grupo VI ao IX a dentina foi tratada com o *laser* Nd:YAG com os seguintes parâmetros: 10 Hz e 1 W; 10 Hz e 2 W; 15 Hz e 1 W; 15 Hz e 2 W respectivamente. Os condutos foram preenchidos com cimento à base de resina epóxi e submetidos ao teste de tração na máquina universal de ensaios. A análise estatística dos resultados evidenciou diferença ao nível de 1% entre os tratamentos com os *lasers* Er:YAG e Nd:YAG com maiores frequências e o EDTAC. Conclui-se que o aumento da frequência, independente do aumento da potência, dos *lasers* Er:YAG e Nd:YAG,

provocou aumento da adesividade do cimento obturador à base de resina epóxi em relação ao grupo tratado com EDTAC.

DOYON et al. (2005) observaram que o hidróxido de cálcio em veículo aquoso preenchendo o canal radicular por longos períodos diminuiu a resistência à fratura do dente. Os autores preencheram os canais radiculares de 102 dentes divididos em 3 grupos iguais com solução salina, hidróxido de cálcio misturado a solução salina e formulação comercial de hidróxido de cálcio (Metapaste). Os grupos foram avaliados por 30 e 180 dias quanto à resistência à fratura em teste com máquina universal de ensaios exercendo a compressão sobre discos com espessura de 1 mm obtidos das raízes dos dentes. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em 30 dias de observação, mas, após 180 dias, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para o grupo com hidróxido de cálcio em veículo aquoso que apresentou menores valores de fratura.

MUNIZ; MATHIAS (2005) avaliaram a influência da solução de NaOCl 5,25% e de diferentes cimentos obturadores na retenção de retentores intraradiculares em diferentes regiões da dentina radicular. Setenta e dois incisivos humanos foram seccionados na junção amelocementária e as raízes divididas aleatoriamente em seis grupos ( $n=12$ ), de acordo com a solução irrigadora e o cimento obturador: G1: água destilada/não obturado, G2: água destilada/AHPlus, G3: água destilada/Endofill, G4: NaOCl 5,25%/não obturado,

G5: NaOCl 5,25%/AHPlus e G6: NaOCl 5,25%/Endofill. Em seguida, as raízes foram armazenadas por um período de 30 dias (37°C). Após esse período, as raízes foram preparadas para colocação do retentor intra-radicular de fibra-de-vidro e cimentados com sistema Variolink II. Para avaliação, as raízes foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo, em fragmentos de aproximadamente 2,5 mm. Os resultados obtidos demonstrou que o cimento obturador Endofill promoveu pequena força de retenção quando comparado ao cimento AHPlus. A região da dentina radicular que apresentou maior resistência foi apical e a menor foi a região cervical, principalmente nos grupos em que os canais radiculares foram irrigados com água destilada.

HAYASHI et al. (2006) verificaram a diferença da resistência à fratura em dentes tratados endodonticamente, restaurados com diferentes pinos intra-radicales e coroas totais metálicas. Quarenta e oito pré-molares humanos superiores tiveram suas coroas seccionadas, os canais radiculares instrumentados e obturados. As raízes foram divididas em quatro grupos: Grupo I – restaurados com pinos de fibra-de-quartzo e cimentados com cimento resinoso, núcleo de resina composta e coroa total metálica. Grupo II – pinos metálicos pré-fabricados, com procedimentos de cimentação do pino e restauração coronária semelhantes ao Grupo I. Grupo III – pinos metálicos fundidos, com procedimentos de cimentação do pino e restauração coronária semelhantes aos grupos I e II. Grupo IV – restauração com coroa total, sem



pino intra-radicular (grupo controle). Os resultados demonstraram que o Grupo III (pino metálico fundido) apresentou os maiores valores de resistência à fratura, enquanto o Grupo IV (sem pino intra-radicular) apresentou os menores valores; os demais grupos não apresentaram diferença significativa. Sessenta e sete por cento das fraturas no Grupo I (pinos de fibra-de-quartzo) foi limitado à área cervical, enquanto a fratura se estendeu da porção média a 2/3 da porção cervical em 67% e 83% dos espécimes no Grupo II (pinos metálicos pré-fabricados) e no Grupo III (pinos metálicos fundidos), respectivamente. No Grupo IV (preparo de coroa total) foram observadas fraturas oblíquas propagadas nas porções cervicais e medianas das raízes. Os autores concluíram que o pino de fibra-de-vidro, com núcleo de resina composta e coroa total metálica foi a melhor alternativa para proteger o remanescente dental.

FOKKINGA et al. (2006) estudaram o comportamento de pré-molares com extensa destruição coronária, restaurados com diferentes sistemas de pinos intra-radiculares e coroas metálicas. Quarenta e quatro pré-molares humanos superiores tiveram suas coroas seccionadas, os canais radiculares instrumentados e o espaço do retentor intra-radicular preparado. Após o preparo, as raízes foram divididas em 4 grupos de 11 espécimes cada: Grupo I – pino e núcleo metálicos fundidos, Grupo II – pino metálico pré-fabricado, Grupo III – pino de fibra-de-vidro e Grupo IV – pino de fibra-de-vidro. Os espécimes foram submetidos à termociclagem e levados à máquina de ensaios

universal em duas fases. Na 1ª fase, as amostras foram submetidas a uma força compressiva no sulco central em direção à cúspide palatina; em seguida, as raízes foram removidas da resina para visualização de possíveis linhas de fratura. Na segunda fase, foi simulado o ligamento periodontal do ápice até a porção cervical. Após o 2º teste, as raízes foram removidas da resina acrílica e os tipos de fratura qualificados (inspeção visual e radiográfica). A análise estatística mostrou não haver diferença significativa entre os grupos ( $p=0,62$ ). Os autores concluíram que os tipos de pinos utilizados juntamente com coroas metálicas na reconstrução coronária, não influenciaram na resistência à fratura.

KISHEN (2006) relata em uma extensa revisão da literatura que o prognóstico do dente tratado endodonticamente depende não somente do sucesso do tratamento endodôntico, mas também da quantidade de tecido de dentina preservado e da qualidade da restauração final.

ZANDBIGLARI et al. (2006) estudaram, *in vitro*, a influência de diferentes instrumentos utilizados no preparo do canal radicular e da obturação na resistência à fratura de caninos inferiores. Para isso, 24 raízes foram divididas em quatro grupos: I: preparo biomecânico com Sistema GT; II: preparo biomecânico com Flexmaster; III: preparo biomecânico com limas manuais tipo K-file. Em seguida foi realizada a subdivisão de cada grupo em canais com e sem obturação com cimento AH Plus. Um grupo de 12 raízes não foi submetido a nenhum tipo de tratamento (controle). A parede lingual foi reduzida em 2mm

e então a raiz, incluída em acrílico com inclinação de 15°, foi submetida ao teste de compressão até que ocorresse a fratura. O grupo controle apresentou os maiores valores para fratura em comparação aos outros grupos ( $p < 0,05$ ). A força necessária para fraturar as raízes do grupo I foi significativamente menor em relação à requerida para fraturar as raízes dos grupos II e III, permitindo concluir que o preparo biomecânico com instrumentos de grande conicidade pode diminuir a resistência do dente. A obturação dos canais não influenciou na resistência à fratura das raízes.

NG et al. (2006) avaliaram a influência do remanescente coronário na resistência à fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente. Selecionaram 50 dentes anteriores superiores com dimensões semelhantes, que tiveram parte de suas coroas seccionadas com disco de aço (padronizando 18 mm de comprimento). Os canais radiculares foram tratados endodonticamente, as raízes incluídas em resina acrílica e a porção coronária preparada com broca tronco-cônica diamantada. Os corpos-de-prova foram divididos em 5 grupos (10 dentes), de acordo com a quantidade e disposição do remanescente coronário: I – 2 mm em todas as faces; II – 2 mm na face palatina; III – 2 mm na face vestibular; IV – 2 mm na face proximal e V – sem remanescente coronário. Foram utilizados pinos de fibra de quartzo, cimentados com cimento resinoso e a porção coronária foi restaurada com núcleo de resina fotopolimerizável e coroas metálicas. Os espécimes foram submetidos à força de compressão

oblíqua, em ângulo de 135° em relação ao longo eixo das raízes, à velocidade de 0,5 mm/min, até a fratura das raízes. As médias das fraturas foram: 607N (Grupo I), 782N (Grupo II), 358N (Grupo III), 375N (Grupo IV) e 172N (Grupo V). A análise estatística demonstrou diferença significativa entre os grupos ( $p<0,01$ ) e aqueles com remanescente coronário apresentaram resistência à fratura maior que o grupo sem remanescente; os grupos II e IV não apresentaram diferença significativa comparados ao Grupo I. Os autores concluíram que a presença e o local do remanescente coronário podem influenciar significativamente a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.

GRIEZNIS et al. (2006) avaliaram a resistência à fratura de dentes pré-molares restabelecidos com pinos de diâmetro diferentes. As fraturas dos dentes foram examinadas pela direção e transluminação. Os núcleos metálicos fundidos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco. A resistência à fratura das amostras foi testada na máquina Instron 4301, à velocidade de 0,5 mm/min. Ambos os grupos foram analisados por meio do teste T. Os autores concluíram que os núcleos reduzem significativamente a resistência à fratura do dente e só deveriam ser usados para retenção e forma de resistência para coroas totais. Dentes com pinos de diâmetro maiores possuem resistência à fratura reduzida em relação a dentes com pinos de diâmetro menores.

SISO et al. (2007) compararam a resistência a fratura de dentes restaurados com resina composta e dois sistemas de retentores intra-radicular. Oitenta pré-molares humanos superiores foram distribuídos aleatoriamente em oito grupos (n=10). O G1. (controle) não recebeu nenhum tratamento. Dos G2 ao G8, os dentes foram tiveram preparos MOD. O G2 permaneceu não restaurado; o G3 foi restaurado com resina composta e adesivo aplicação única; o G4 foi restaurado com resina composta usando adesivo de aplicação única e uma camada fina de resina; o G5 foi restaurado com resina composta e adesivo dupla aplicação; o G6 foi restaurado com resina composta usando adesivo dupla aplicação e toaleta da cavidade; o G7 foi restaurado com retentores de fibra de vidro e G8 foi restaurado com retentores de zircônio. Em seguida os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de compressão para fratura em máquina universal de ensaios. Os resultados obtidos mostraram que o G1 teve a maior resistência à fratura, e o G2 os menores valores. Os G5-8 tiveram valores significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) quando comparados aos G3-4. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os G 3 e 4, ou entre G 5-8 ( $p > 0,05$ ).

SAGSEN et al. (2007) compararam, por meio do teste de compressão, a resistência à fratura de canais radiculares obturados com diferentes materiais obturadores. Trinta e quatro incisivos centrais superiores humanos foram seccionados transversalmente, para obtenção de raízes padronizadas. Após o

preparo biomecânico, a obturação dos canais radiculares foi realizada pela técnica da condensação lateral com os seguintes materiais: GI) Epiphany + Resilon; GII) AH26 + guta-percha; GIII) MCS canal sealer + guta-percha e GIV) Sem obturação (controle). A análise dos resultados obtidos mostrou que houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) entre os grupos experimentais (GI – 967 N; GII – 859 N; GIII – 1043 N) e o grupo controle (GIV – 517,5 N). Os autores concluíram que todos os materiais obturadores utilizados aumentaram a resistência à fratura dos canais radiculares tratados endodonticamente.

ULUSOY et al. (2007) avaliaram, por meio do teste de compressão, a influência de materiais obturadores do sistema de canais radiculares na resistência à fratura de raízes de dentes humanos. Sessenta pré-molares inferiores foram seccionados transversalmente, para obtenção de raízes padronizadas. O preparo biomecânico dos canais radiculares foi realizado com o sistema ProTaper, tendo como solução irrigadora o NaOCl 5,25%. Após o preparo biomecânico, a obturação dos canais radiculares foi realizada pela técnica da condensação lateral com os seguintes materiais: I) AH26; II) Epiphany + Resilon; III) Ketac-Endo e IV) Sem obturação (controle). A análise dos resultados mostrou que houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Verificou-se que o grupo II e III não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado ao grupo controle, entretanto,

o grupo I, quando comparado aos grupos II, III e IV, aumentou a resistência à fratura.

GRANDE et al. (2007) avaliaram a influência de diferentes materiais obturadores nas propriedades mecânicas da dentina radicular. A superfície externa de cinquenta raízes de incisivos centrais superiores humanos foi reduzida a um diâmetro externo de 3 mm e de um comprimento mínimo de 12 milímetros. Os canais radiculares foram preparados obtendo uma preparação cilíndrica de 1,3 mm no diâmetro da raiz. Em seguida, os cilindros de dentina foram divididos em cinco grupos (n=10): I) Pulp canal sealer + guta-percha; II) Ephyfany + Resilon; III) Pulp canal sealer + Resilon; IV) EndoRez; V) não obturados (grupo controle); VI) guta-percha e VII) Resilon. Após o teste de compressão os resultados obtidos mostraram não haver diferença estatística entre os grupos I a V. Porém, entre os grupos VI e VII ocorreu diferença estatística quando comparado a resistência à flexão e o módulo de flexão. Os autores concluíram que os materiais obturadores utilizados e seus procedimentos adesivos não foram capazes de interferir nas propriedades mecânicas da dentina radicular, e que as propriedades flexurais do Resilon e da guta-percha são muito baixo para promover reforço às raízes.

SOARES et al. (2007) avaliaram a força de resistência à flexão da dentina radicular bovina tratada endodonticamente. Oitenta incisivos centrais foram divididos em 2 grupos de quarenta dentes cada: grupo I – dentes não tratados

endodonticamente (NT) e grupo II – dentes tratados endodonticamente (TE). Os espécimes TE tiveram os canais radiculares instrumentados até uma lima 50, tendo como solução irrigadora o NaOCl 1%. Após o preparo biomecânico, os canais radiculares foram obturados pela técnica da condensação lateral, utilizando o cimento Endofill. Ao término da obturação, os espécimes foram avaliados imediatamente, 1, 7, 15 e 30 dias posteriores. Os resultados indicaram que o tratamento endodôntico, realizado em dentes bovinos, pelos períodos avaliados, pode afetar as propriedades físicas da dentina.

RIBEIRO et al. (2008) avaliaram, por meio do teste de compressão, a influência de materiais obturadores do sistema de canais radiculares na resistência à fratura de raízes de dentes humanos. Setenta e dois incisivos inferiores foram seccionados transversalmente, para obtenção de raízes padronizadas. Após o preparo biomecânico, a obturação dos canais radiculares foi realizada pela técnica da condensação lateral com os seguintes materiais: I) Sem obturação (controle); II) Endofill + guta-percha; III) Sealer 26 + guta-percha; IV) AH Plus + guta-percha; V) Epiphany + guta-percha; VI) Epiphany + Resilon. A análise dos resultados mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os cimentos testados. Verificou-se que os materiais obturadores testados, bem como as suas associações, não aumentaram a resistência à fratura de raízes tratadas endodonticamente.

ABO EL-ELA et al. (2008) determinaram a resistência à fratura de dentes



tratados endodonticamente e restaurados com retentores intra-radulares. Cinquenta e seis raízes de dentes anteriores superiores foram tratadas endodonticamente com sistema Ni-Ti K<sup>3</sup>, solução irrigadora NaOCl 2,5% e obturados com cimento AH 26. Em seguida, os dentes foram divididos em sete grupos (n=8) de acordo com retentor intra-radicular/adensivo: G1: ParaPost/ionômero de vidro, G2: Light Post/Clearfil SE/Panavia-F, G3: Light Post/Xenon-III/Panavia-F , G4: ParaPost Fiber Withe/Clearfil SE/Panavia-F, G5: ParaPost Fiber Withe/Xeno-III/Panavia-F , G6: everStick/Clearfil SE/Panavia e G7: everStick/Xeno-III, Panavia-F . As raízes foram submetidas ao ensaio de compressão para fratura em máquina universal de ensaios com inclinação de 135°, na velocidade de 2 mm/min. A análise estatística dos resultados mostrou diferença estatística significativa entre os grupos testados ( $p < 0,001$ ). Os valores obtidos no G7 foram significativamente maiores quando comparado aos demais grupos ( $p < 0,05$ ), exceto para os G4 e G6.

MOOSAVI et al. (2008) compararam a resistência a fratura de dentes anteriores tratados endodonticamente fragilizados e reforçados por três protocolos diferentes de restauração. Quarenta incisivos centrais superiores humanos tiveram suas coroas seccionadas e após o tratamento endodôntico os dentes foram fragilizados e distribuídos em quatro grupos, de acordo com o protocolo de restauração com pinos de fibra de vidro: GI- reforço com resina composta (Clearfil DC Core Automix) utilizando sistema Luminex; GII – reforço

utilizando pinos acessórios (Reforpin); GIII – reforço com pino cimentado com cimento resinoso (Panavia F 2.0) e GIV- dentes não fragilizados que receberam reforço com pino de fibra de vidro cimentado com cimento resinoso. Os dentes foram submetidos ao teste de carga na máquina universal de ensaio incidindo sobre a superfície palatina dos dentes com ângulo de 45° em relação ao longo eixo do dente. Os resultados mostraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p < 0,05$ ) com exceção dos grupos reforçados com resina composta (G1) e Reforpin (GII), que foram semelhantes. Os menores valores de resistência a fratura foram verificados no grupo cujas raízes reforçadas apenas com a cimentação do pino de fibra de vidro associado ao cimento resinoso (GIII), enquanto que os maiores valores de resistência foram observados nas raízes não fragilizadas que foram reforçadas. Os autores concluíram que os pinos acessórios (Reforpin) podem ser utilizados como alternativa ao compósito resinoso no reforço das raízes fragilizadas, uma vez que ambos apresentaram maiores valores de resistência à fratura em dentes fragilizados quando comparado às raízes fragilizadas reforçadas apenas com pino de fibra de vidro cimentado com cimento resinoso e que as raízes não fragilizadas apresentam os maiores valores de resistência a fratura.

MARTELLI et al. (2008) avaliaram o comportamento mecânico de dentes bovinos endodonticamente tratados e estruturalmente comprometidos após a restauração com pinos de fibra de vidro acessórios. Foram utilizadas cinquenta

raízes de dentes bovinos, que receberam preparo convencional para pino com diâmetro cervical de 3.5 mm. As raízes foram divididas em grupos conforme o tipo de reforço de receberam: MF – Pino metálico fundido; GP – Pinos de fibra de vidro; AGP – Pinos de fibra de vidro associado a pinos acessórios, sendo que nos Grupos GP-R e AGP-R (similares ao grupo GP e AGP), 2 mm da estrutura cononária do elemento dental foram mantidas intactas. Todos os grupos foram submetidos ao teste de limite elástico e ao teste universal de ensaios para resistência a fratura. Os tipos de fratura também foram verificados. Os valores de resistência a fratura foram 61,8 (MP), 63,1 (GP), 55,5 (AGP), 56 (GP-R) e (53,1) AGP-R. Não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos, contudo houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os modos de falha apresentados entre os grupos MP, GP e AGP, indicando 100%, 50% e 10% de fraturas do tipo “catastróficas”, respectivamente. Os autores concluíram que o uso de pinos de fibra de vidro acessórios interfere favoravelmente o tipo de fratura de modo a apresentar 90% de falhas no terço coronal.



***Proposição***

Este estudo avaliou a influência da solução de hipoclorito de sódio em diferentes concentrações (NaOCl 1%, NaOCl 2,5% e NaOCl 5,25%) sobre a microdureza da dentina radicular, nos terços cervical, médio e apical, e sobre a suscetibilidade à fratura de raízes submetidas somente ao preparo biomecânico, submetidas ao preparo biomecânico e obturadas e submetidas ao preparo biomecânico, obturadas e que receberam retentor intra-radicular metálico pré-fabricado.



## ***Material e Métodos***

Após aprovação do projeto deste estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto (Anexo), foram selecionados 128 incisivos centrais superiores humanos, que estavam conservados em solução aquosa de timol a 0,1% a 9°C para mantê-los hidratados e isentos de proliferação bacteriana. Previamente a sua utilização, os dentes foram lavados em água corrente por 12 horas, a fim de eliminar possíveis resíduos da solução de timol.

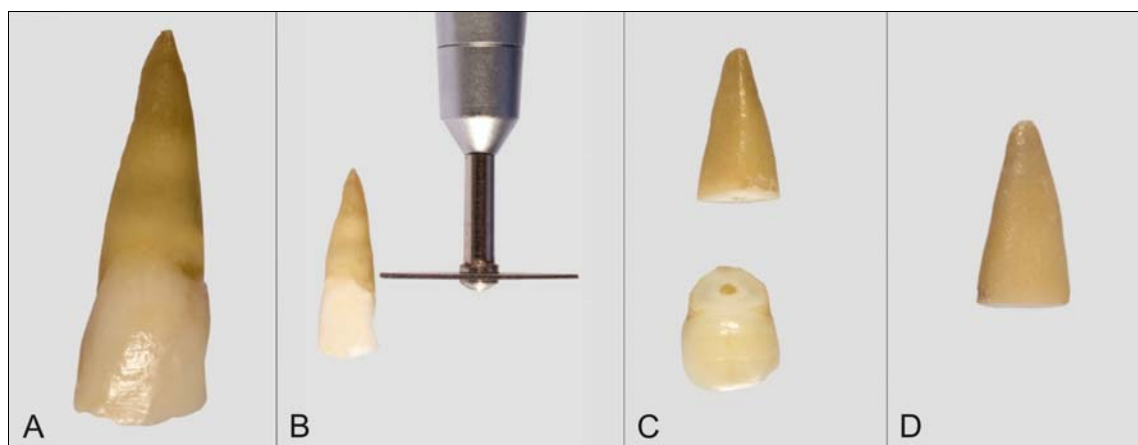
Para a padronização da amostra, alguns cuidados foram tomados. Os incisivos foram analisados macroscopicamente por meio de uma lupa estereoscópica, a fim de descartar aqueles que apresentassem alterações como linhas de fratura ou fissuras, e foram radiografados no sentido proximal, excluindo aqueles que apresentaram calcificações, reabsorções internas e mais de um canal radicular.

Utilizou-se um paquímetro eletrônico digital Digimess<sup>®</sup> (Shinko Precision Gaging LTD, China) para medir os dentes e selecionou-se aqueles que apresentaram comprimento mínimo de 22 e máximo de 25 milímetros, além de raízes completamente formadas (Figura 01).



**Figura 01** – Aferição do dente na seleção da amostra utilizando Paquímetro eletrônico digital Digimes®.

Os dentes foram seccionados transversalmente na sua porção cervical, abaixo da junção cimento-esmalte, com disco de carborundum (SS White, Company, Philadelphia, USA), montado em peça de mão em baixa rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil), sob refrigeração ar/água, de modo que o comprimento das raízes fosse padronizado em 16 milímetros (Figura 02).



**Figura 02** – Padronização das raízes. (A) Incisivo central superior, (B) e (C) secção da porção cervical abaixo da junção cimento-esmalte e (D) raiz padronizada.



Com o auxílio de uma lima K (Dentsply-Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça) número 20, o canal radicular foi explorado em toda a sua extensão até que esta fosse detectada no forame apical. A partir deste comprimento o instrumento foi recuado um milímetro, onde foi feito o preparo do batente apical.

Após a determinação do comprimento de trabalho, iniciou-se o preparo biomecânico do canal radicular utilizando-se as seqüências das brocas de Gates-Glidden (Dentsply-Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça) número 4, 3 e 2, nos terços cervical e médio, e o término do preparo foi realizado por meio da técnica *crown-down*, com limas manuais de aço inoxidável (Dentsply-Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça).

Primeiramente, selecionou-se uma lima tipo K colocando-a no interior do canal radicular, até encontrar uma leve resistência à sua penetração, no início do terço apical, aplicando movimentos contínuos e uniformes de penetração e retirada.

Outra lima, de diâmetro imediatamente inferior, era introduzida no canal radicular até encontrar resistência, empregando-se a mesma cinemática utilizada para a lima anterior.

Nessa mesma seqüência, uma terceira lima, de diâmetro menor, foi então utilizada, aplicando-se os mesmos movimentos, até atingir o comprimento de trabalho.

Para a confecção do batente apical, utilizou-se a lima de diâmetro imediatamente superior àquela utilizada no preparo inicial do terço apical, e se efetuou a instrumentação, obedecendo-se a seqüência decrescente de diâmetro e empregando-se a mesma cinemática utilizada no preparo das fases anteriores, até chegar ao comprimento de trabalho.

Repetiu-se esse processo 3 vezes até se conseguir um diâmetro cirúrgico no comprimento de trabalho equivalente ao do quarto instrumento de numeração imediatamente superior ao do primeiro instrumento utilizado nesta região.

Vale salientar que foi utilizado um total de 15 instrumentos, sendo 3 rotatórios (terço cervical e médio) e 12 manuais (terço apical), para o completo preparo biomecânico dos canais radiculares, e que, após a utilização, cada instrumento foi limpo com gaze estéril, uma vez que este diminui a ação quando suas espirais estão com raspas de dentina.

Previamente ao preparo biomecânico, os dentes foram distribuídos, em 4 grupos (n=32), de acordo com as soluções irrigadoras utilizadas entre cada instrumento:

Grupo I - 2 mL de água destilada (controle).

Grupo II - 2 mL NaOCl 1%.

Grupo III - 2 mL NaOCl 2,5%.

Grupo IV - 2 mL NaOCl 5,25%.

Durante esta fase, os canais radiculares foram irrigados com auxílio de seringa descartável de 5 mL e agulha de 20 X 0,55 mm. Foram realizados movimentos de pequena amplitude com a agulha irrigadora e aspiração simultânea.

Antes da utilização de cada instrumento, a solução permaneceu no interior do canal radicular por um período de 1 minuto. Um total de 30 mL de cada solução foi utilizado em cada grupo para o preparo biomecânico dos canais radiculares.

A irrigação final, em todos os grupos, foi realizada com 5 mL de água destilada.

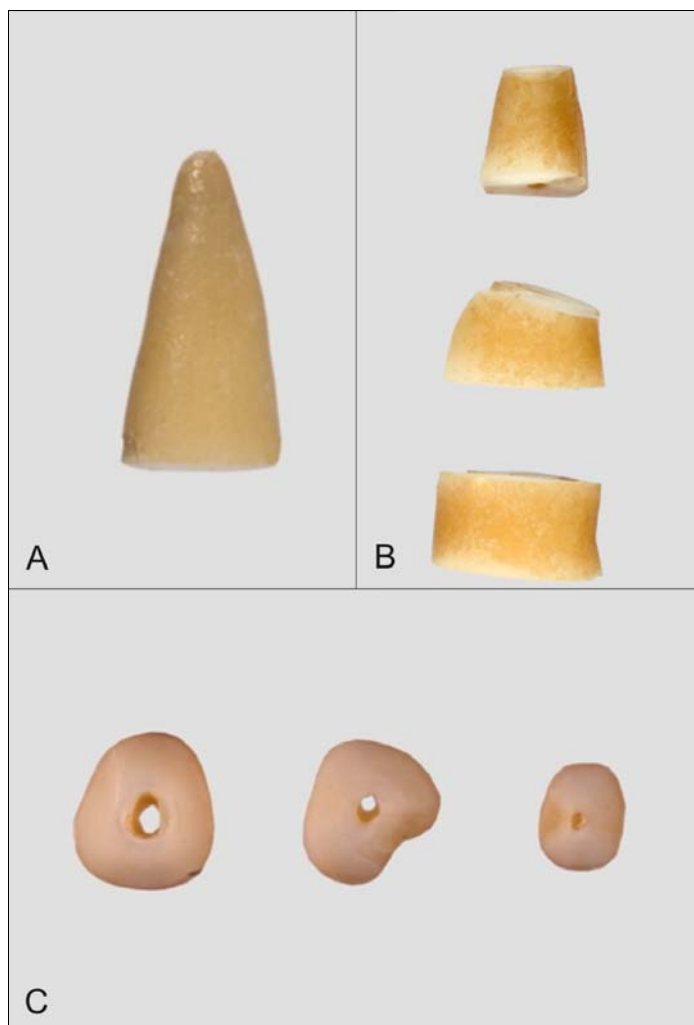
As soluções de hipoclorito de sódio utilizadas neste experimento foram aviadas no Laboratório de Química da Universidade de Ribeirão Preto.

### **Análise da microdureza da dentina radicular**

Cinco raízes de cada grupo foram utilizadas para avaliação da microdureza da dentina radicular.

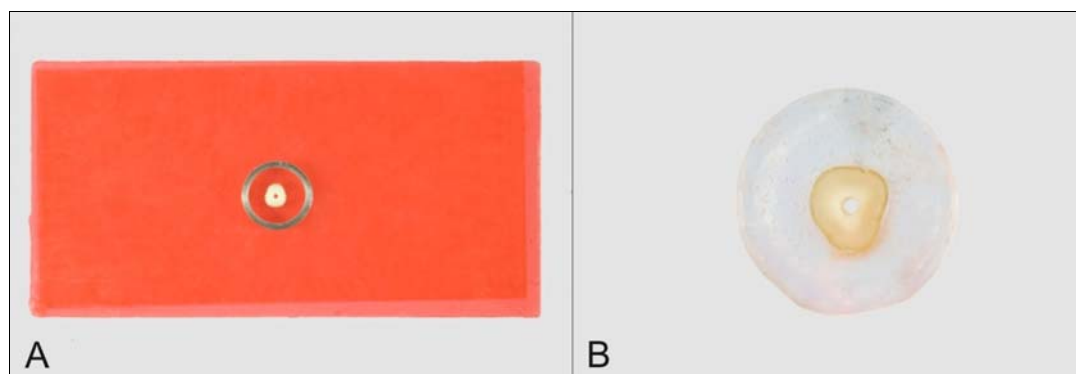
Primeiramente, as raízes foram seccionadas transversalmente com disco de carborundum (SS White, Company, Philadelphia, USA) montado em peça de mão em baixa rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil), sob refrigeração de água, dando origem a três terços: cervical, médio e apical (Figura 03). Os

terços cervical e médio apresentaram a altura de 5,0 mm e o apical, o restante do comprimento radicular.



**Figura 03** – (A) Raiz incisivo central superior, (B) e (C) secção transversal da raiz em terços cervical, médio e apical.

Os terços radiculares, com a face cervical voltada para cima, foram incluídos em anéis de alumínio, lubrificados com vaselina semi-sólida, com resina acrílica autopolimerizável (Clássico, São Paulo, Brasil) (Figura 04A).



**Figura 04** – (A) Placa de cera, anel de alumínio e terço radicular posicionados para inclusão; (B) Corpo-de-prova após a polimerização da resina acrílica autopolimerizável.

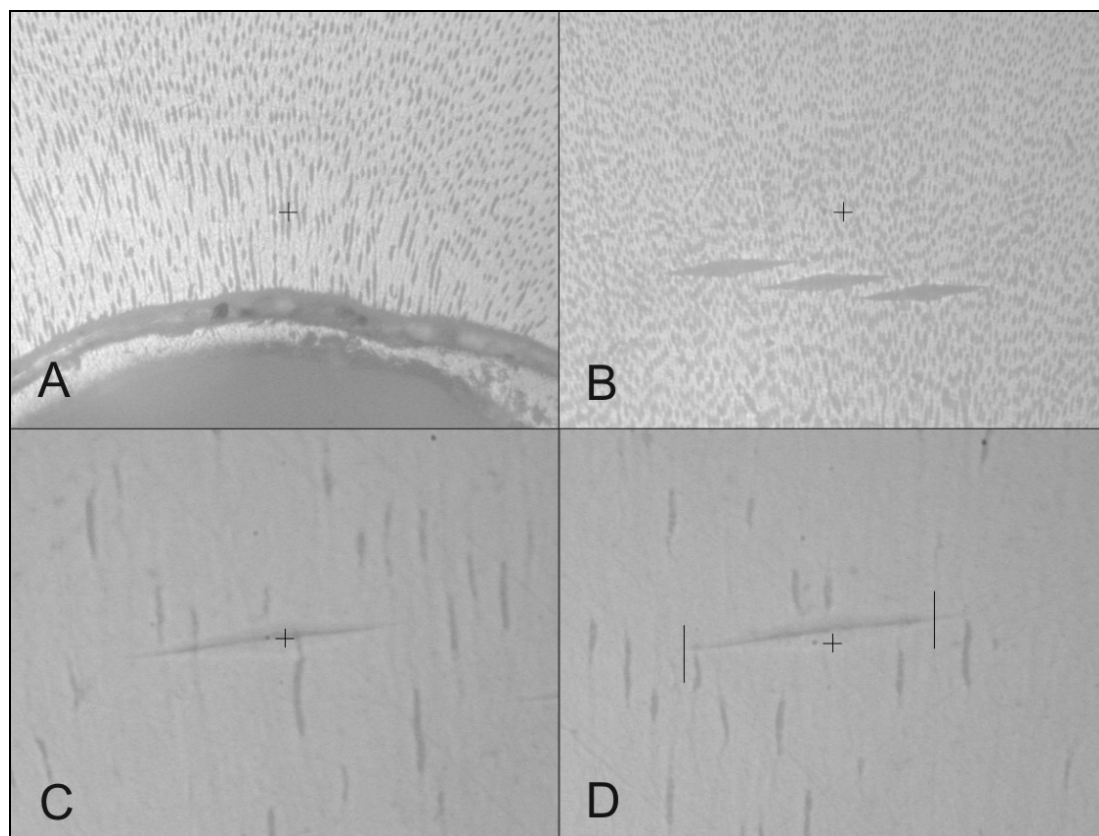
Concluída a polimerização da resina acrílica, o conjunto terço/resina foi retirado do anel de alumínio, formando assim os corpos-de-prova (Figura 04B), que posteriormente passaram por um processo de polimento, para que os testes de microdureza pudessem ser executados.

O processo de polimento se deu de forma gradativa com a utilização de lixa d'água de granulações 500, 600 e 1200, sob água corrente e, em seguida, sobre um tecido de seda associado a uma pasta para polimento Alumina (Arotec S.A, Indústria e Comércio, São Paulo, SP, Brasil).

O polimento da superfície dentinária foi controlado pelo exame visual com auxílio de uma lupa (30X) e foi considerado adequado quando a superfície apresentava-se sem riscos ou irregularidades. Os corpos-de-prova foram então colocados em recipientes com água destilada e deionizada, até o momento da leitura da microdureza.

A microdureza Knoop da dentina radicular foi avaliada por meio de microdurômetro (HMV-2 Shimadzu, Tóquio, Japão), acionado com carga de 25 gramas por 25 segundos.

Em cada terço radicular foram realizados 6 endentações, sendo 3 a 500  $\mu\text{m}$  e 3 a 1000  $\mu\text{m}$  da luz do canal radicular. A média dos valores obtidos foi registrada em KHN (*Knoop Hardness Number*). A Figura 05 ilustra as endentações obtidas com o microdurômetro.



**Figura 05** – (A) Posição inicial na interface luz do canal radicular/dentina radicular, (B) marcas obtidas após endentação, (C) e (D) mensuração da medida.

### **Análise da susceptibilidade à fratura**

As 108 raízes restantes, sendo 27 de cada grupo (água e NaOCl nas diferentes concentrações), foram submetidas à análise da susceptibilidade à fratura em três condições experimentais, a saber: raízes somente submetidas ao preparo biomecânico, raízes submetidas ao preparo biomecânico e obturadas, e raízes submetidas ao preparo biomecânico, obturadas e que receberam contenção intra-radicular.

Nos espécimes somente submetidos ao preparo biomecânico, foi realizado um desgaste transversal na cervical da porção palatina com extensão de 2 mm, resultando em uma secção em forma de L. Este desgaste foi realizado com a broca cilíndrica diamantada número 57 (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil) sob refrigeração.

Trinta e seis raízes, que foram submetidas ao preparo biomecânico com água (n=9), NaOCl 1% (n=9), NaOCl 2,5% (n=9), NaOCl 5,25% (n=9), foram obturadas por meio da técnica de condensação lateral com cimento obturador Sealer 26<sup>®</sup> (Dentsply-Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça) e guta-percha (Dentsply-Maillefer<sup>®</sup>, Ballaigues, Suíça).

Em seguida, as raízes foram imersas em água destilada e levadas à estufa ECB 1.2 (Odontobrás, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil), à temperatura de 37°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) por um período de 36 horas, correspondente a três vezes o

tempo de endurecimento do cimento endodôntico, determinado pelo fabricante como sendo de 12 horas.

Decorrido o processo de endurecimento do cimento endodôntico, foi realizado um desgaste transversal na cervical da porção palatina com extensão de 2 mm, resultando em uma secção em forma de L, como descrito anteriormente.

Trinta e seis raízes, que foram submetidas ao preparo biomecânico com água (n=9), NaOCl 1% (n=9), NaOCl 2,5% (n=9), NaOCl 5,25% (n=9), foram obturadas como anteriormente descrito. Após o endurecimento do cimento endodôntico, seus canais foram preparados para a colocação de retentor pré-fabricado ReforPost I número 4 (Ângelus Ind. de Prod. Odontológicos Ltda, Londrina, PR, Brasil).

Os espaços intra-radiculares foram confeccionados em baixa rotação, com a peça reta acoplada ao paralelômetro, com o propósito de manter o direcionamento do preparo no longo eixo das raízes. A parte ativa da broca de Largo número 3 (Dentsply-Maillefer®, Ballaigues, Suíça) foi limitada em 11 milímetros de extensão por meio de um cursor plástico, definindo, desta maneira, o espaço protético.

Após o preparo do espaço protético, foi verificada a adaptação dos retentores na profundidade desejada, e em seguida, realizada a cimentação



com cimento fosfato de zinco (DFL Indústria e Comércio Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

O retentor foi mantido sob pressão digital constante por 60 segundos e o excesso de cimento foi removido das margens com auxílio de explorador de ponta reta número 47 (Duflex, SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

Todas as raízes, nas diferentes condições experimentais, foram centradas verticalmente em uma matriz de alumínio com formato de paralelogramo e de seção quadrada de 16 mm. Resina acrílica autopolimerizável Orto Class (Clássico, São Paulo, SP, Brasil) foi vertida na fase arenosa, no interior da matriz, em etapas. As raízes foram completamente incluídas, com exceção do remanescente cervical de 4 mm.

O excesso de resina nas laterais da matriz foi removido e o conjunto (raiz/acrílico) permaneceu em repouso por 1 hora para endurecimento total do acrílico.

Para que os corpos-de-prova permanecessem em ângulo de 45° em relação ao plano horizontal durante o ensaio de compressão, foi desenvolvida uma base de aço inox (3 cm de largura X 3 cm de altura X 8,5 cm de comprimento) que possuía sítio com inclinação de 45° em relação ao plano horizontal para o encaixe sem folgas dos corpos-de-prova (Figura 06). Conseqüentemente, as raízes incluídas nos cilindros também apresentaram o mesmo grau de inclinação ao serem submetidas à fratura. Este conjunto foi

posicionado na máquina universal de ensaios Instron 4444 (Instron Corporation, Canton, MA, USA), sob a célula de carga (Figura 07).



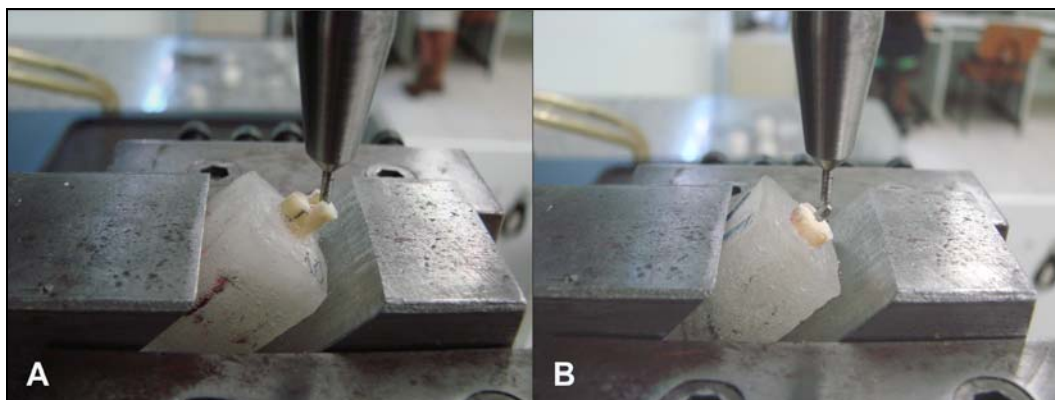
**Figura 06** – Corpo-de-prova posicionado na base de metal com angulação de 45° em relação ao plano horizontal.



**Figura 07** – Máquina universal de ensaios – Instron 444 utilizada.

A aplicação da força de compressão foi realizada por meio de uma ponta de aço inoxidável com base retangular e extremidade arredondada, acoplada à célula de carga da máquina universal de ensaios que foi acionada à velocidade de 1 mm/min, posicionada na secção realizada em forma de L e no pino intra-radicular (Figura 08).

O momento da fratura foi determinado quando ocorreu queda abrupta da força aplicada.



**Figura 08** – Ensaio de compressão com a força sendo aplicada nos corpos-de-prova com e sem pino intra-radicular.

### **Análise do tipo de falha**

Os fragmentos dos corpos-de-prova foram observados em lupa estereoscópica (ZEISS, Stemi 2000-C, Alemanha) com aumento de 25X para análise do tipo de fratura. A falha foi considerada adesiva quando ocorreu na interface dentina/cimento ou cimento/material sólido, coesiva quando a ruptura ocorreu no material obturador, e mista quando ocorreu a combinação dessas rupturas.

Para determinação do local da fratura, os fragmentos dos conjuntos raiz/pino foram removidos do bloco de resina acrílica e analisados em lupa estereoscópica (Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha) com aumento de 3X para análise da fratura. Em relação ao local, a fratura foi classificada de acordo com o terço da raiz em que ocorreu: cervical, médio e apical.

### **Análise estatística**

Os dados originais foram submetidos a testes estatísticos preliminares, para a verificação da normalidade da amostra, por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Uma vez que a amostra testada apresentou distribuição normal, foi aplicada a análise de variância para verificar a existência de diferença estatística entre os fatores de variação do estudo com o auxílio do *software* BioEstat, versão 5.0. O nível de significância adotado para os testes foi de 5%.



***Resultados***

Os resultados dos experimentos realizados são mostrados abaixo, na forma de subitens.

### Análise da microdureza da dentina radicular

Os valores obtidos para análise da microdureza da dentina radicular em cada terço do canal radicular, após o preparo biomecânico com diferentes concentrações da solução de NaOCl, são mostrados na Tabela I.

**Tabela I.** Valores da microdureza da dentina radicular, expressos em KHN.

| TERÇOS   |  | SOLUÇÕES IRRIGADORAS DO PREPARO BIOMECÂNICO |              |              |              |
|----------|--|---------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|          |  | ÁGUA DESTILADA                              | NaOCl 1 %    | NaOCl 2,5 %  | NaOCl 5,25 % |
| CERVICAL |  | 33,20                                       | 35,63        | 39,00        | 34,68        |
|          |  | 35,78                                       | 35,10        | 37,85        | 35,75        |
|          |  | 35,78                                       | 33,05        | 31,75        | 34,30        |
|          |  | 34,55                                       | 35,64        | 37,75        | 30,00        |
|          |  | 39,60                                       | 38,75        | 32,75        | 38,70        |
|          |  | 35,78 ± 2,38                                | 35,63 ± 2,04 | 35,81 ± 3,31 | 34,68 ± 3,13 |
| MÉDIO    |  | 37,65                                       | 28,40        | 36,15        | 37,10        |
|          |  | 35,00                                       | 31,65        | 35,35        | 31,60        |
|          |  | 39,30                                       | 36,15        | 34,55        | 39,10        |
|          |  | 30,70                                       | 31,60        | 35,11        | 35,35        |
|          |  | 35,66                                       | 30,40        | 34,40        | 33,60        |
|          |  | 35,66 ± 3,24                                | 31,64 ± 2,84 | 35,11 ± 0,69 | 35,35 ± 2,92 |
| APICAL   |  | 33,10                                       | 32,70        | 34,57        | 30,00        |
|          |  | 33,95                                       | 35,70        | 37,65        | 33,25        |
|          |  | 30,80                                       | 38,30        | 33,55        | 31,70        |
|          |  | 37,75                                       | 32,40        | 37,00        | 31,78        |
|          |  | 33,90                                       | 32,45        | 30,10        | 32,20        |
|          |  | 33,90 ± 2,50                                | 34,31 ± 2,62 | 34,57 ± 2,62 | 31,78 ± 1,17 |
|          |  | 35,11 ± 2,70                                | 33,86 ± 2,50 | 35,16 ± 2,20 | 33,93 ± 2,40 |

O teste paramétrico que melhor se adapta ao modelo matemático proposto é a análise de variância pelo fato de permitir a comparação de múltiplos dados independentes. Os resultados podem ser observados na Tabela II.

**Tabela II.** Resultados da análise de variância.

| Fonte de variação                                 | Soma dos quadrados | GL | Quadrados médios | (F)   | P     |
|---------------------------------------------------|--------------------|----|------------------|-------|-------|
| Soluções irrigadoras do preparo biomecânico (A)   | 23,158             | 3  | 7,719            | 1,129 | 0,347 |
| Terços radiculares (cervical, médio e apical) (B) | 33,976             | 2  | 16,988           | 2,485 | 0,092 |
| Interação entre Soluções (A) x Terços (B)         | 58,342             | 6  | 9,7237           | 1,422 | 0,225 |
| Resíduo                                           | 328,115            | 48 | 6,836            |       |       |
| Variação total                                    | 443,586            | 59 |                  |       |       |

Os resultados da análise de variância indicaram que não existe diferença estatística significativa entre os grupos; tanto as soluções irrigadoras ( $p=0,347$ ) como os terços radiculares ( $p=0,092$ ) apresentaram resultados estatisticamente semelhantes.

### **Análise da susceptibilidade à fratura**

Os valores numéricos, correspondentes à força de compressão necessária para a fratura de raízes sem obturação, obturadas sem retentor intra-radicular, com obturação e com retentor intra-radicular, de acordo com a solução irrigadora, são mostrados na Tabela III.

**Tabela III.** Valores originais, médias e desvio padrão da força máxima (kN) necessária para a fratura radicular.

| CONDIÇÕES<br>EXPERIMENTAIS DA<br>RAIZ                                                           | SOLUÇÕES IRRIGADORAS DO PREPARO BIOMECÂNICO |           |             |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------|-------------|--------------|
|                                                                                                 | ÁGUA<br>DESTILADA                           | NaOCl 1 % | NaOCl 2,5 % | NaOCl 5,25 % |
| <b>Raízes<br/>instrumentadas</b>                                                                | 0,20                                        | 0,19      | 0,16        | 0,01         |
|                                                                                                 | 0,19                                        | 0,18      | 0,15        | 0,18         |
|                                                                                                 | 0,18                                        | 0,15      | 0,19        | 0,19         |
|                                                                                                 | 0,19                                        | 0,16      | 0,20        | 0,18         |
|                                                                                                 | 0,16                                        | 0,19      | 0,17        | 0,17         |
|                                                                                                 | 0,15                                        | 0,18      | 0,16        | 0,18         |
|                                                                                                 | 0,18                                        | 0,19      | 0,17        | 0,19         |
|                                                                                                 | 0,19                                        | 0,20      | 0,18        | 0,18         |
|                                                                                                 | 0,20                                        | 0,16      | 0,17        | 0,16         |
|                                                                                                 | 0,19±0,02                                   | 0,17±0,02 | 0,17±0,01   | 0,16±0,04    |
| <b>Raízes<br/>instrumentadas<br/>e<br/>Obturadas</b>                                            | 0,37                                        | 0,23      | 0,29        | 0,31         |
|                                                                                                 | 0,15                                        | 0,25      | 0,20        | 0,18         |
|                                                                                                 | 0,19                                        | 0,30      | 0,11        | 0,31         |
|                                                                                                 | 0,25                                        | 0,15      | 0,26        | 0,21         |
|                                                                                                 | 0,21                                        | 0,22      | 0,20        | 0,29         |
|                                                                                                 | 0,20                                        | 0,30      | 0,34        | 0,23         |
|                                                                                                 | 0,32                                        | 0,30      | 0,23        | 0,08         |
|                                                                                                 | 0,18                                        | 0,20      | 0,24        | 0,19         |
|                                                                                                 | 0,30                                        | 0,32      | 0,21        | 0,19         |
|                                                                                                 | 0,24±0,07                                   | 0,25±0,06 | 0,23±0,06   | 0,22± 0,07   |
| <b>Raízes<br/>instrumentadas<br/>e<br/>Obturadas<br/>e com<br/>Retentor<br/>Intra-radicular</b> | 0,27                                        | 0,28      | 0,39        | 0,36         |
|                                                                                                 | 0,40                                        | 0,48      | 0,29        | 0,41         |
|                                                                                                 | 0,38                                        | 0,22      | 0,32        | 0,31         |
|                                                                                                 | 0,23                                        | 0,32      | 0,26        | 0,40         |
|                                                                                                 | 0,25                                        | 0,24      | 0,27        | 0,40         |
|                                                                                                 | 0,40                                        | 0,20      | 0,40        | 0,23         |
|                                                                                                 | 0,26                                        | 0,25      | 0,33        | 0,33         |
|                                                                                                 | 0,35                                        | 0,33      | 0,35        | 0,41         |
|                                                                                                 | 0,22                                        | 0,20      | 0,22        | 0,22         |
|                                                                                                 | 0,30±0,07                                   | 0,28±0,09 | 0,31±0,06   | 0,34±0,07    |



Os resultados da análise de variância podem ser vistos na Tabela IV.

**Tabela IV.** Análise de variância. Valores originais.

| Fonte de variação                               | Soma dos quadrados | GL  | Quadrados médios | (F)   | p      |
|-------------------------------------------------|--------------------|-----|------------------|-------|--------|
| Soluções irrigadoras do preparo biomecânico (A) | 0,0008             | 3   | 0,0003           | 0,07  | 2,565  |
| Condições experimentais da raiz (C)             | 0,3310             | 2   | 0,1555           | 47,00 | 0,000  |
| Interação entre Soluções (A) x Condições (C)    | 0,0223             | 6   | 0,0037           | 1,06  | 39,424 |
| Resíduo                                         | 0,3381             | 96  | 0,0035           |       |        |
| Variação total                                  | 0,6921             | 107 |                  |       |        |

Os resultados da análise de variância demonstraram não haver diferença estatisticamente significativa entre as soluções irrigadoras utilizadas ( $p > 0,05$ ). Quando se comparou os resultados da força de compressão necessária para a fratura de raízes nas diferentes condições experimentais, demonstrou haver diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Na interação entre soluções irrigadoras do preparo biomecânico (A) e condições experimentais da raiz (C), os resultados da análise de variância mostraram não haver diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

A fim de esclarecer quais condições experimentais da raiz eram diferentes entre si, como demonstrado na análise de variância, aplicou-se o teste complementar de Tukey (Tabela V).

**TABELA V.** Teste de Tukey.

| Condições experimentais da raiz | Médias  | Diferença | p    |
|---------------------------------|---------|-----------|------|
| Sem obturação                   | 0,173 ♦ | 0,063     | 0,01 |
| Com obturação                   | 0,236 ■ | 0,137     | 0,01 |
| Retentor intra-radicular        | 0,310 ● | 0,074     | 0,01 |

\*Símbolos diferentes indicam diferença estatística.

O teste complementar de Tukey (Tabela V) indicou que as raízes submetidas ao preparo biomecânico e obturadas aumentou os valores da força de compressão necessária para a fratura das raízes, quando comparadas ao grupo das raízes somente submetidas ao preparo biomecânico ( $p < 0,001$ ). Por outro lado, as raízes submetidas ao preparo biomecânico, obturadas e com retentor intra-radicular, quando comparadas às raízes submetidas ao preparo biomecânico e obturadas, e submetidas somente ao preparo biomecânico, promoveu um maior aumento dos valores da força de compressão necessária para a fratura das raízes ( $p < 0,001$ ).

### **Análise do tipo de falha e local de fratura da raiz após o teste de compressão**

A análise dos fragmentos dos corpos-de-prova permitiu observar, em relação ao tipo de falha, que houve predomínio de falhas adesivas ao material sólido, tanto nos grupos dos canais obturados, quanto nos grupos dos canais obturados portadores de retentor intra-radicular. Observa-se que não houve diferença do tipo de falha em relação aos espécimes que foram submetidos ao preparo biomecânico com diferentes concentrações de NaOCl. Os resultados com valores percentuais do tipo de falha ocorrida em cada grupo estão expressos nas Tabelas VI e VII.

**TABELA VI.** Avaliação do tipo de falha, em porcentagem, após o teste de compressão nos espécimes em que raízes foram submetidas ao preparo biomecânico e obturadas.

| Tipo de fratura            | Raíz instrumentada e obturada |           |             |              |
|----------------------------|-------------------------------|-----------|-------------|--------------|
|                            | H <sub>2</sub> O              | NaOCl 1 % | NaOCl 2,5 % | NaOCl 5,25 % |
| Adesiva ao material sólido | 60%                           | 68%       | 65%         | 70%          |
| Adesiva à dentina          | 25%                           | 35%       | 34%         | 36%          |
| Mista                      | 35%                           | 33%       | 31%         | 34%          |

**TABELA VII.** Avaliação do tipo de falha, em porcentagem, após o teste de compressão nos espécimes em que raízes foram submetidas ao preparo biomecânico obturadas e receberam retentor intra-radicular.

| Tipo de fratura            | Raíz instrumentada, obturada com retentor intra-radicular |           |             |              |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------|-------------|--------------|
|                            | H <sub>2</sub> O                                          | NaOCl 1 % | NaOCl 2,5 % | NaOCl 5,25 % |
| Adesiva ao material sólido | 55%                                                       | 58%       | 62%         | 60%          |
| Adesiva à dentina          | 21%                                                       | 24%       | 20%         | 25%          |
| Mista                      | 24%                                                       | 18%       | 18%         | 15%          |

### Análise do local da fratura

A análise dos fragmentos dos corpos-de-prova permitiu observar, em relação ao local da fratura, predomínio nos terços médio e apical nos espécimes obturados e naqueles com retentor intra-radicular e, nos terços cervical e médio nos espécimes somente submetidos ao preparo biomecânico. Vale salientar que as fraturas ocorreram no sentido longitudinal. Os resultados com valores

percentuais do local da fratura ocorrida em cada grupo estão descritos nas Tabelas VIII, IX, e XII.

**TABELA VIII.** Local de fratura radicular, em porcentagem, após teste de compressão nos espécimes em que raízes foram somente submetidas ao preparo biomecânico.

| Local da Fratura | Raiz instrumentada |           |             |              |
|------------------|--------------------|-----------|-------------|--------------|
|                  | H <sub>2</sub> O   | NaOCl 1 % | NaOCl 2,5 % | NaOCl 5,25 % |
| Cervical         | 20%                | 40%       | 40%         | 40%          |
| Médio            | 80%                | 60%       | 60%         | 60%          |
| Apical           | 0%                 | 0%        | 0%          | 0%           |

**TABELA IX.** Local de fratura radicular, em porcentagem, após teste de compressão nos espécimes em que raízes foram submetidas ao preparo biomecânico e obturadas.

| Local da Fratura | Raiz instrumentada e obturada |           |             |              |
|------------------|-------------------------------|-----------|-------------|--------------|
|                  | H <sub>2</sub> O              | NaOCl 1 % | NaOCl 2,5 % | NaOCl 5,25 % |
| Cervical         | 22%                           | 12,5%     | 0%          | 0%           |
| Médio            | 22%                           | 37,5%     | 44,5%       | 37,5%        |
| Apical           | 56%                           | 50%       | 55,5%       | 62,5%        |

**TABELA X.** Local de fratura radicular, em porcentagem, após teste de compressão nos espécimes em que raízes foram submetidas ao preparo biomecânico, obturadas e receberam retentor intra-radicular.

| Local da Fratura | Raiz instrumentada, obturada com retentor intra-radicular |           |             |              |
|------------------|-----------------------------------------------------------|-----------|-------------|--------------|
|                  | H <sub>2</sub> O                                          | NaOCl 1 % | NaOCl 2,5 % | NaOCl 5,25 % |
| Cervical         | 14%                                                       | 12%       | 0%          | 0%           |
| Médio            | 28%                                                       | 22%       | 12,5%       | 25%          |
| Apical           | 58%                                                       | 66%       | 87,5%       | 75%          |



***Discussão***

O sucesso da terapia endodôntica está relacionado ao adequado cumprimento das diferentes fases do tratamento, que são interdependentes entre si. Durante o preparo biomecânico, a remoção da dentina é necessária para promover a limpeza e desinfecção, bem como modelar o canal para receber a obturação (SAYIN et al., 2007b; MARENDING et al., 2007b; PERÉZ-HEREDIA et al., 2008).

A remoção de estrutura dental durante a instrumentação (ZANDBIGLARI et al., 2006) e preparo para contenção intra-radicular (SIRIMAI et al., 1999), utilização de substâncias químicas (SIM et al., 2001), desidratação da dentina (HELFER et al., 1972), medicação intra-canal por mais de trinta dias (ANDREASEN et al., 2002; DOYON et al., 2005) e excesso de pressão exercida durante a condensação lateral na fase da obturação do canal radicular (MEISTER et al., 1980), pode associada ou isoladamente promover maior suscetibilidade da raiz à fratura vertical.

O NaOCl, substância mundialmente aceita como solução auxiliar no preparo do canal radicular, vem sofrendo na sua indicação, aumento de concentração com o intuito de compensar o tempo de ação reduzido pelo emprego das novas técnicas de instrumentação propostas (GUERISOLI et al., 1998; SPANÓ et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2007). Dessa maneira, buscou-se no presente estudo avaliar o impacto da utilização de diferentes concentrações de NaOCl durante o preparo biomecânico nas propriedades mecânicas da

dentina radicular e a sua interferência na susceptibilidade à fratura de raízes tratadas endodonticamente.

Em relação à metodologia empregada no presente estudo, é importante ressaltar alguns aspectos para entendimento e interpretação dos resultados obtidos. Segundo FUENTES et al. (2004), ARI et al. (2004), o teste de microdureza é um método indireto que permite determinar a perda ou ganho de mineral nos tecidos dentais duros.

A medida da dureza de um material é um dos métodos mais simples e comuns de ensaios mecânicos não-destrutivos. O propósito dos ensaios de microdureza é obter um valor numérico que permita uma distinção entre os diversos materiais quanto à sua capacidade de resistir à penetração de um endentador específico. Os valores assim obtidos para um material dependem de vários fatores, como módulo de elasticidade, tensão de escoamento à compressão e anisotropia (DE DEUS et al., 2006).

Para avaliar a microdureza dentinária, duas unidades são bastante utilizadas: Vickers e Knoop. A unidade Vickers utiliza um endentador de diamante em forma pirâmide de base quadrada com um ângulo de  $136^\circ$  entre as faces opostas. A carga utilizada é menor que 1Kgf, a qual produz uma impressão microscópica em forma de losango regular com a base quadrada.

A unidade Knoop, desenvolvido pela *National Bureau of Standards* (NBS - USA), em 1939, utiliza um endentador de pirâmide alongada que apresenta uma relação comprimento – largura - profundidade.

FUENTES et al. (2003) observaram que a microdureza da dentina não é alterada pelo endentador utilizado, porém, existe uma diferença estatisticamente significativa entre os valores da dentina superficial e profunda, detectado no teste Knoop, que segundo os autores é considerada irrelevante clinicamente. No presente estudo, utilizou-se a dureza Knoop com carga de 25 gramas por 25 segundos.

DE DEUS et al. (2006) enfatizaram que a análise da microdureza permite avaliar e comparar a ação de diferentes soluções irrigadoras. Observa-se na literatura estudos que avaliam a ação do NaOCl (SALEH; ETTMAN, 1999; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2002; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004; ELDENIZ et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2007; SAYIN et al., 2007a), EDTA e EDTAC (SALEH; ETTMAN, 1999; ELDENIZ et al., 2005; DE DEUS et al., 2006; SAYIN et al., 2007b), Ácido cítrico (ELDENIZ et al., 2005; DE DEUS et al., 2006) e Clorexidina (OLIVEIRA et al., 2007) sobre a dentina radicular.

A análise da microdureza na dentina radicular tem sido realizada predominantemente a 500  $\mu$ m e 1000  $\mu$ m da luz do canal (SALEH; ETTMAN, 1999; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007), o que



orientou, no presente estudo, a escolha destes pontos nos terços cervical, médio e apical.

Para o estudo da fratura dental tanto radicular quanto coronária, um método reconhecidamente empregado é o ensaio de resistência à fratura por meio da utilização da máquina universal de ensaios (YAMADA et al., 2004; HANNIG et al., 2005; NG et al., 2006; SISO et al., 2007, RIBEIRO et al., 2008). Esse método, também utilizado nesse estudo, permite a padronização dos procedimentos bem como a obtenção de resultados fidedignos.

O ângulo de incidência da força sobre o corpo-de-prova foi de 135°, que é um valor aproximado do ângulo interincisal formado entre os incisivos superiores e inferiores (GUZY; NICHOLLS, 1979; MOHL et al., 1991; ABO EL-ELA et al., 2008). Na literatura, observa-se variação dessa angulação em função do grupo de dentes utilizados nas pesquisas (YAMADA et al., 2004; HANNIG et al., 2005).

No preparo dos corpos-de-prova dos espécimes somente submetidos ao preparo biomecânico e dos submetidos ao preparo biomecânico e obturados foi realizado desgaste de 2 mm na porção palatina das raízes para obtenção de secção em forma de “L”, com a finalidade de prevenir a fratura transversal total da raiz ao nível da inserção no acrílico, conforme detalhe utilizado por COBANKARA et al. (2002), ZANDBIGLARI et al. (2006) e RIBEIRO et al. (2008).

A ponta utilizada no ensaio de compressão apresenta formato circular com 1,5 mm de diâmetro para que a força aplicada incidisse apenas na junção entre a obturação e a entrada do canal radicular, ao contrário de COBANKARA et al. (2002) e ZANDBIGLARI et al. (2006) que utilizaram pontas em forma de lâmina com 1 mm de espessura e 10 mm de largura, essa largura ultrapassa o diâmetro méso-distal dos dentes utilizados (incisivos centrais superiores), provavelmente por se tratar de dentes com maior resistência à fratura.

As falhas que ocorreram após o teste de compressão foram classificadas em adesivas, coesivas e mista de acordo com SALEH et al. (2003).

Os resultados evidenciaram que o tratamento da dentina com NaOCl nas diferentes concentrações utilizadas no presente estudo não alterou a microdureza da dentina nas distâncias de 500µm e 1000 µm da luz do canal bem como nos diferentes terços estudados quando comparados com a água destilada.

Os resultados obtidos no grupo em que a água foi utilizada no preparo biomecânico (controle) estão de acordo com OLIVEIRA et al. (2007) que não encontraram diferença estatisticamente significativamente na microdureza da dentina nas distâncias de 500 µm e 1000 µm da luz do canal nos três terços estudados, no entanto, PASHLEY et al. (1985) relataram que há uma correlação inversa entre a microdureza da dentina e a densidade tubular e que o grau de

mineralização e quantidade de hidróxiapatita da dentina intertubular são fatores determinantes na dureza intrínseca da estrutura dentinária.

SALEH; ETTMAN (1999) observaram que as soluções de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%, NaOCl e EDTA, utilizadas durante o tratamento endodôntico, reduzem significativamente a microdureza da dentina radicular. SLUTZKY-GOLDBERG et al. (2002) demonstraram que a instrumentação e irrigação com NaOCl 2,5% alterou as propriedades biomecânicas da dentina. ARI et al. (2004) verificaram que o NaOCl 2,5% e 5,25%, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% e EDTA 17% durante 15 minutos diminuíram a microdureza da dentina radicular. SLUTZKY-GOLDBERG et al. (2004) avaliaram o efeito do NaOCl 2,5% e 6% em diversos períodos de 5 a 20 minutos na microdureza da dentina e verificaram que a maior alteração ocorreu com NaOCl 6%. FUENTES et al. (2004) verificaram que o tratamento do EDTA e NaOCl 5% causou significativa redução microdureza dentina.

Embora os estudos citados demonstrem que a microdureza da dentina tende a diminuir com a utilização do NaOCl em diferentes concentrações, é importante ressaltar que diferentes metodologias foram empregadas, sendo que alguns estudos utilizaram a imersão dos espécimes nas soluções testadas por longos períodos (FUENTES et al., 2004; ARI et al., 2004), enquanto outros realizaram o preparo biomecânico utilizando diferentes volumes de solução e períodos de contato com a superfície de dentina (SALEH; ETTMAN, 1999; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004), que podem justificar os resultados, do

presente estudo, onde diferentes concentrações de NaOCl não promoveram diminuição da microdureza. Vale ressaltar, que durante o preparo biomecânico foram utilizados 2 mL de solução a cada troca de instrumento, desta forma, embora tivesse sido utilizado um volume total de 30 mL, o tempo de permanência da solução em contato com a superfície não permitiu, provavelmente, a ação das soluções testadas em profundidade.

Em relação ao teste de susceptibilidade à fratura, as raízes que receberam somente o preparo biomecânico com diferentes concentrações de NaOCl, os resultados demonstraram que não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ). Dessa forma, pode-se interpretar que a ação química destas soluções sobre a estrutura dentinária provavelmente não foi suficiente para interferir nas propriedades mecânicas da dentina, o que pode ser confirmado pelos resultados encontrados na avaliação da microdureza da dentina radicular.

O teste de suscetibilidade à fratura em raízes submetidas ao preparo biomecânico e obturadas evidenciou diferença estatisticamente significativa em relação às raízes que receberam somente o preparo biomecânico ( $p < 0,05$ ), ou seja, a obturação do canal radicular com cimento à base de resina epóxi Sealer 26 e guta-percha promoveu o aumento da resistência das raízes à fratura. Vale salientar que o tratamento da dentina com NaOCl em diferentes concentrações não influenciou a suscetibilidade da raiz à fratura.

A literatura é bastante contraditória em relação ao aumento da resistência à fratura promovido pela obturação dos canais radiculares de dentes tratados endodonticamente (TEIXEIRA et al., 2004; ZANDBIGLARI et al., 2006; SAGSEN et al., 2007; ULUSOY et al., 2007; GRANDE et al., 2007; RIBEIRO et al., 2008).

Porém, os resultados apresentados por SOUSA-NETO et al., 2002a e b; TAGGER et al., 2003; ELDENIZ et al., 2005; SOUSA-NETO et al., 2005, têm demonstrado que os cimento à base de resina epóxi apresentam maior adesão à parede dentinária por penetrar melhor nas microirregularidades devido ao seu escoamento e elevado tempo de polimerização, o que poderia promover o aumento da resistência da susceptibilidade à fratura dos canais radiculares. No entanto, APICELLA et al (1999); JOHNSON et al. (2000); COBANKARA et al. (2002); SAGSEN et al. (2007) e RIBEIRO et al. (2008), ao avaliarem a influência de diferentes materiais obturadores na susceptibilidade à fratura da raiz, não encontraram diferença estatística significativa entre os materiais obturadores avaliados, o que nos permite concluir que o aumento da resistência da susceptibilidade à fratura promovido pela obturação pode ser devido a sua presença física no interior do canal radicular, e não pela ligação mecânica dos cimentos obturadores às paredes dos canais radiculares.

Esta afirmativa pode ser comprovada nos resultados obtidos pelos tipos de falhas ocorridas, que de maneira geral, observou-se o predomínio de falhas

do tipo adesiva, causadas principalmente pela fraca ligação do cimento à dentina ou ao material sólido (guta-percha), confirmando que o cimento testado não foi capaz de aumentar a resistência das raízes à fratura. Outro fator que comprova a afirmativa acima, é o predomínio do local da fratura na região cervical, demonstrando dessa maneira a baixa adesividade do cimento obturador à parede dentinária nessa região (MUNIZ; MATHIAS, 2005).

Os espécimes que receberam a contenção intra-radicular com pinos pré-fabricados após a obturação apresentaram diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos espécimes submetidos às demais condições experimentais da raiz.

Quando um retentor intra-radicular é colocado no interior do canal radicular, associado ao cimento e à dentina radicular formam um conjunto dente/retentor. Os componentes desse conjunto comportam-se como uma unidade sob forças funcionais com melhor distribuição das forças e da resistência à fratura (ABO EL-ELA et al., 2008).

A esse respeito, SCOTTI; FERRARI (2003) observaram que a fratura em dentes restaurados com pinos metálicos fundidos está relacionada a dureza do retentor. Assim, com o módulo de elasticidade relativamente mais elevado, quando submetidos a uma carga/tensão, os retentores metálicos não absorvem a energia a qual são submetidos, porém transmitem para a estrutura menos rígida (HAYASHI et al., 2006; ABO EL-ELA et al., 2008) levando a diminuição da

flexibilidade do conjunto dente/retentor e a eficiente transferência de cargas do retentor para a estrutura dental remanescente.

Esta afirmativa pode ser comprovada nos resultados obtidos pelo predomínio do local da fratura na região apical, isso ocorreu em função da transferência de carga compressiva oblíqua do retentor para a dentina radicular na região apical.

JOHNSON et al. (2000); GRIEZNIS et al. (2006); MOOSAVI et al. (2008) concordam em afirmar que o remanescente do tecido dentinário após o tratamento endodôntico e o preparo do canal radicular para colocação de retentor intra-radicular é de fundamental importância para a resistência à fratura do canal radicular (SIRIMAI et al., 1999). Dessa maneira, os resultados do presente estudo justificam-se também provavelmente pela utilização de um retentor intra-radicular de menor diâmetro, que possibilitou a preservação de maior espessura de dentina radicular (GRIEZNIS et al., 2006; MOOSAVI et al., 2008).

Diante do exposto, torna-se importante salientar a necessidade de observar, em diferentes condições experimentais, se o aumento da concentração do NaOCl associado a maior remoção de dentina radicular, bem como maior tempo de exposição da solução à dentina, pode resultar em alterações na dentina que propiciem maior suscetibilidade da raiz à fratura.



***Conclusões***



Com base na metodologia empregada, e nos resultados obtidos, parece lícito concluir que:

- 1.** As soluções de hipoclorito de sódio 1%, 2,5% e 5,25%, quando comparadas ao grupo controle, tiveram comportamentos semelhantes na microdureza da dentina radicular, independente do terço radicular analisado.
- 2.** As soluções de hipoclorito de sódio 1%, 2,5% e 5,25%, quando comparadas ao grupo controle, tiveram comportamentos semelhantes na resistência à fratura das raízes tratadas endodonticamente.
- 3.** A presença da obturação do canal radicular e do retentor intra-radicular pré-fabricado aumentou a resistência à fratura de raízes submetidas ao preparo biomecânico com as soluções de hipoclorito de sódio 1%, 2,5%, 5,25% e água destilada (grupo controle).



## ***Referências Bibliográficas***

ABO EL-ELA, O. A.; ATTA, O, A.; EL-MOWAFY, O. Fracture resistance of anterior teeth restored with novel nonmetallic post. **J. Can. Dent. Assoc.** v. 74, n. 5, p-441a-441e, 2008.

ANDREASEN, J. O.; FARIK, B.; MUNKSGAARD, E. C. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. **Dent. Traumatol.** v. 18, n. 3, p. 134-137, 2002.

APICELLA, M. J.; LOUSHINE, R. J.; WEST, L. A.; RUNYAN, D. A. A comparison of root fracture resistance using two root canal sealers. **Int. Endod. J.** v. 32, n. 5, p. 376-380, 1999.

ARI, H.; ERDEMIR, A. Effects of endodontic irrigation solutions on mineral content of root canal dentin using ICP-AES technique. **J. Endod.** v. 31, n. 3, p. 187-189, 2005.

ARI, H.; ERDEMIR, A.; BELLİ, S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. **J. Endod.** v. 30, n. 11, p. 792-795, 2004.

BELTZ, R. E.; TORABINEJAD, M.; POURSMAIL, M. Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. **J. Endod.** v. 29, n. 5, p. 334-337, 2003.

COBANKARA, F. K.; UNGÖR, M.; BELLİ, S. The effect of two different root canal sealers and smear layer on resistance to root fracture. **J. Endod.** v. 28, n. 8, p. 606-609, 2002.

DE DEUS, G.; PACIORNIK, S.; MAURÍCIO, M. H. P. Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. **J. Endod.** v. 39, n. 5, p. 401-407, 2006.

DOGÂN, H.; ÇALT, S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. **J. Endod.** v. 27, n. 9, p. 578-580, 2001.

DOYON, G. E.; DUMSHA, T.; VON FRAUNHOFER, J. A. Fracture resistance of human root dentin exposed to intracanal calcium hydroxide. **J. Endod.** v. 31, n. 12, p. 895-897, 2005.

DRISCOLL, C. O.; DOWKER, S. E.; ANDERSON, P.; WILSON, R. M.; GULABIVALA, K. Effects of sodium hypochlorite solution on root dentine composition. **J. Mater. Sci. Mater. Med.** v. 13, n. 2, p. 219-223, 2002.

ELDENIZ, A. U.; ERDEMIR, A.; BELLI, S. Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. **J. Endod.** v. 31, n. 2, p. 107-110, 2005.

ELDENIZ, A. U.; ERDEMIR, A.; BELLI, S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. **J. Endod.** v. 31, n. 4, p. 293-296, 2005.

FOKKINGA, W. A.; KREULEN, C. M.; LE BELL-RÖNNLÖF, A. M.; LASSILA, L. V.; VALLITTU, P. K.; CREUGERS, N. H. In vitro fracture behavior of maxillary premolars with metal crowns and several post-and-core systems. **J. Oral Science**, v. 114, n. 3, p. 250-256, 2006.

FUENTES, V.; CEBALLOS, L.; OSORIO, R.; TOLEDANO, M.; CARVALHO, R. M.; PASHLEY, D. H. Tensile strength and microhardness of treated human dentin. **Dent. Mater.** v. 20, n. 6, p. 522-529, 2004.

FUENTES, V.; TOLEDANO, M.; OSORIO, R.; CARVALHO, R. M. Microhardness of superficial and deep sound human dentin. **J. Biomed. Mater. Res.** v. 66, n. 4, p. 850-853, 2003.

GOLDSMITH, M.; GULABIVALA, K.; KNOWLES, J. C. The effect of sodium hypochlorite irrigant concentration on tooth surface strain. **J. Endod.** v. 28, n. 8, p. 575-579, 2002.

GRANDE, N. M.; PLOTINO, G.; LAVORGNA, L.; IOPPOLO, P.; BEDINI, R.; PAMEIJER, C. H.; SOMMA, F. Influence of different root canal-filling materials on the mechanical properties of root canal dentin. **J. Endod.** v. 33, n. 7, p. 859-863, 2007.

GRIEZNIS, L.; APSE, P.; SOBOLEVA, U. The effect of 2 different diameter cast posts on tooth root fracture resistance in vitro. **Stomatologia, Baltic Dent. and Maxillofacial J.** v. 8, n. 1, p. 30-32, 2006.

GRIGORATOS, D.; KNOWLES, J.; NG, Y. L.; GULABIVALA, K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. **Int. Endod. J.** v. 34, n. 2, p. 113-119, 2001.

GUERISOLI, D. M. Z. **Estudo dos efeitos de algumas soluções irrigadoras sobre a microdureza dentinária e capacidade de remoção da smear layer.** Ribeirão Preto, 2007, 132 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

GUERISOLI, D. M. Z.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORA, J. D. Ação do hipoclorito de sódio em diversas concentrações sobre a estrutura dentinária. **Rev. Odont. UNAERP.** v. 1, n. 1, p. 7-11, 1998.

GUTMANN, J. L. The dentin-root complex: anatomic and biologic consideration in restoring endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.** v. 64, n. 4, p. 39-44, 1992.

GUZY, G. E.; NICHOLLS, J. I. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. **J. Prosthet. Dent.** v. 42, n. 1, p. 39-44, 1979.

HANNIG, C.; WESTPHAL, C.; BECKER, K.; ATTIN T. Fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored with CAD/CAM ceramic inlays. **J. Prosthet. Dent.** v. 94, n. 4, p. 342-349, 2005.

HAYASHI, M.; TAKAHASHI, Y.; IMAZATO, S.; EBISU, S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. **Dent. Mater.** v. 22, n. 5, p. 477-485, 2006.

HELPER, A. R.; MELNICK, S.; SCHILDER, H. Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v. 34, n. 4, p. 661-669, 1972.

JOHNSON, M. E.; STEWART, G. P.; NIELSEN, C. J.; HATTON, J. F. Evaluation of root reinforcement of endodontically treated teeth. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.** v. 90, n. 3, p. 360-364, 2000.

KINNEY, J. H.; MARSHALL, S. J.; MARSHALL, G. W. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. **Crit. Rev. Oral Biol. Med.** v. 14, n. 1, p. 13-29, 2003.

KISHEN, A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. **Endod. Topic**, v. 13, n. 1, p. 57-83, 2006.

LEE, B. S.; HSIEH, T. T.; CHI, D. C.; LAN, W. H.; LINC, C. P. The role of organic tissue on the punch shear strength of human dentin. **J. Dent.** v. 32, n. 2, p. 101-107, 2004.

LEWINSTEIN, I; GRAJOWER, R. Root dentin hardness of endodontically treated teeth. **J. Endod.** v. 7, n. 9, p. 421-422, 1981.

MACHNICK, T. K.; TORABINEJAD, M.; MUNOZ, C. A.; SHABAHANG, S. Effect of MTAD on flexural strength and modulus of elasticity of dentin. **J. Endod.** v. 29, n. 11, p. 747-750, 2003.

MARENDING, M.; LUDER, H. U.; BRUNNER, T. J.; KNECHT, S.; STARK, W. J.; ZEHNDER, M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine--mechanical, chemical and structural evaluation. **Int. Endod. J.** v. 40, n. 10, p. 786-793, 2007a.

MARENDING, M.; PAQUÉ, F.; FISCHER, J.; ZEHNDER, M. Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. **J. Endod.** v. 33, n. 11, p. 1325-1328, 2007b.

MARTELLI, H. Jr.; PELLIZZER, E. P.; ROSA, B. T.; LOPES, M. B.; GONINI, A. Jr. Fracture resistance of structurally compromised root filled bovine teeth restored with accessory glass fibre posts. **Int. Endod. J.** v. 41, n. 8, p. 685-692, 2008.

MEISTER F. Jr.; LOMMEL, T. J.; GERSTEIN, H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v. 49, n. 3, p. 423-453, 1980.

MOHL, N. D.; ZARB, G. A.; CARLSSON, G. E. **Fundamentos de oclusão.** 2ª Ed., Rio de Janeiro, Quintessence Books, 1991.

MOOSAVI, H.; MALEKNEJAD, F.; KIMYAI, S. Fracture resistance of endodontically-treated teeth restored using three root-reinforcement methods. **J. Contemp. Dent. Pract.** v. 9, n. 1, p. 30-37, 2008.

MOULE, A. J.; KAHLER, B. Diagnosis and management of teeth with vertical root fractures. **Aust. Dent. J.** v. 44, n. 2, p. 75-87, 1999.

MUNIZ, L.; MATHIAS, P. The influence of sodium hypochlorite and root canal sealers on post retention in different dentin regions. **Oper. Dent.** v. 30, n. 4, p. 533-539, 2005.

NG, C. C. H.; DUMBRIGUE, H. B.; AL-BAYAT, M. I.; GRIGGS, J. A.; WAKEFIELD, C. W. Influence of remaining coronal tooth structure location on the fracture resistance of restored endodontically treated anterior teeth. **J. Prosthet. Dent.** v. 95, n. 4, p. 290-296, 2006.

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.** v. 35, n. 11, p. 934-939, 2002.

OLIVEIRA, L. D.; CARVALHO, C. A.; NUNES, W.; VALERA, M. C.; CAMARGO, C. H.; JORGE, A. O. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.** v. 104, n. 4, p. 125-128, 2007.

OYARZÚN, A.; CORDERO, A. M.; WHITTLE, M. Immunohistochemical evaluation of the effects of sodium hypochlorite on dentin collagen and glycosaminoglycans. **J. Endod.** v. 28, n. 3, p. 152-156, 2002.

PASHLEY, D. H. Dentin - predentin complex and its permeability: Physiologic overview. **J. Dent. Res.** v. 64, n. 4, p. 613-620, 1985.

PÉREZ-HEREDIA, M.; FERRER-LUQUE, C. M.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M. P.; MARTÍN-PEINADO, F. J.; GONZÁLEZ-LÓPEZ, S. Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. **Int. Endod. J.** v. 41, n. 5, p. 418-423, 2008.



RIBEIRO, F. C.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; MARCHESAN, M. A.; ALFREDO, E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Influence of different endodontic filling materials on root fracture susceptibility. **J. Dent.** v. 36, n. 1, p. 69-73, 2008.

ROSEN, H. Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth. **J. Prosthet. Dent.** v. 11, n. 1, p. 973-986, 1961.

SAGSEN, B.; ER, O.; KAHRAMAN, Y.; AKDOGAN, G. Resistance to fracture of roots filled with three different techniques. **Int. Endod. J.** v. 40, n. 1, p. 31-35, 2007.

SAKAE, T.; MISHIMA, H.; KOZAWA, Y. Changes in bovine dentin mineral with sodium hypochlorite treatment. **J. Dent. Res.** v. 67, n. 9, p. 1229-1234, 1988.

SALEH, A. A.; ETTMAN, W. M. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. **J. Dent.** v. 27, n. 1, p. 43-46, 1999.

SALEH, I. M.; RUYTER, I. E.; HAAPASALO, M. P.; ØRSTAVIK, D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. **J. Endod.** v. 29, n. 9, p. 595-601, 2003.

SAYIN, T. C.; SERPER, A.; CEHRELI, Z. C.; KALAYCI, S. Calcium loss from root canal dentin following EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline-hcl treatment with or without subsequent naocl irrigation. **J. Endod.** v. 33, n. 5, p. 581-584, 2007a.

SAYIN, T. C.; SERPER, A.; CEHRELI, Z. C.; OTLU, H. G. The effect of EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline-HCl with and without subsequent NaOCl treatment on the microhardness of root canal dentin. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.** v. 104, n. 3, p. 418-424, 2007b.

SCOTTI, R.; FERRARI, M. **Pinos de fibra – Considerações teóricas e aplicações clínicas.** São Paulo: Artes Médicas, 2003, 132p.

SEDGLEY, C. M.; MESSER, H. H. Are endodontically treated teeth more brittle? **J. Endod.** v. 18, n. 7, p. 332-335, 1992.

SIM, T. P.; KNOWLES, J. C.; NG, Y. L.; SHELTON, J.; GULABIVALA, K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. **Int. Endod. J.** v. 34, n. 2, p. 120-132, 2001.

SIRIMAI, S.; RIIS, D. N.; MORGANO, S. M. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post and core systems. **J. Prosthet. Dent.** v. 81, n. 3, p. 262-269, 1999.

SISO, S. H.; HÜRMÜZLÜ, F.; TURGUT, M.; ALTUNDASAR, E.; SERPER, A.; ER, K. Fracture resistance of the buccal cusps of root filled maxillary premolar teeth restored with various techniques. **Int. Endod. J.** v. 40, n. 3, p. 161-168, 2007.

SLUTZKY-GOLDBERG, I.; LIBERMAN, R.; HELING, I. The effect of instrumentation with two different file types, each with 2.5% NaOCl irrigation on the microhardness of root dentin. **J. Endod.** v. 28, n. 4, p. 311-312, 2002.

SLUTZKY-GOLDBERG, I.; MAREE, M.; LIBERMAN, R.; HELING, I. Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. **J. Endod.** v. 30, n. 12, p. 880-882, 2004.

SOARES, C. J.; SANTANA, F. R.; SILVA, N. R.; PREIRA, J. C.; PEREIRA, C. A. Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. **J. Endod.**, v. 33, n. 5, p. 603-606, 2007.

SORNKUL, E.; STANNARD, J. G. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. **J. Endod.** v. 18, n. 9, p. 440-443, 1992.

SOUSA-NETO, M. D.; MARCHESAN, M. A.; PÉCORA, J. D.; BRUGNERA- JÚNIOR, A.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SAQUY, P. C. Effect of Er:YAG laser on adhesion of root canal sealers. **J. Endod.** v. 28, n. 3, p. 185-187, 2002a.

SOUSA-NETO, M. D.; PASSARINHO-NETO, J. G.; CARVALHO-JÚNIOR, J. R.; CRUZ-FILHO, A. M.; PÉCORA, J. D.; SAQUY, P. C. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. **Braz. Dent. J.** v. 13, n. 2, p. 123-128, 2002b.

SOUSA-NETO, M. D.; SILVA COELHO, F. I.; MARCHESAN, M. A.; ALFREDO, E.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. 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.** v. 38, n. 12, p. 866-870, 2005.

SPANÓ, J. C.; BARBIN, E. L.; SANTOS, T. C.; GUIMARÃES, L. F.; PÉCORA, J. D. Solvent action of sodium hypochlorite on bovine pulp and physico-chemical properties of resulting liquid. **Braz. Dent. J.** v. 12, n. 3, p. 154-157, 2001.

TAGGER, M.; TAGGER, E.; TJAN, A. H.; BAKLAND, L. K. Shearing bond strength of endodontic sealers to gutta-percha. **J. Endod.** v. 29, n. 3, p. 191-193, 2003.

TEIXEIRA, F. B.; TEIXEIRA, E. C. N.; THOMPSON, J. Y.; TROPE, M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new filling material. **J. Am. Dent. Assoc.** v. 135, n. 5, p. 646-652, 2004.

TRABERT, K. C.; CAPUT, A. A.; ABOU-RASS, M. Tooth fracture a comparison of endodontic and restorative treatments. **J. Endod.** v. 4, n. 11, p. 341-345, 1978.

TROPE, M.; RAY, H. L. Jr. Resistance to fracture of endodontically treated roots. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.** v. 73, n. 1, p. 99-102, 1992.

ULUSOY, O. I.; 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.** v. 104, n. 5, p. 705-708, 2007.

WHITE, J. D.; LACEFIELD, W. R.; CHAVERS, L. S.; ELEAZER, P. D. The effect of three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. **J. Endod.** v. 28, n. 12, p. 828-830, 2002.

YAMADA, Y.; TSUBOTA, Y.; FUKUSHIMA, S. Effect of restoration method on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars. **Int. J. Prosthodont.** v. 17, n. 1, p. 94-98, 2004.

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.** v. 101, n. 1, p. 126-131, 2006.



***Anexo***



**Memorando ComÊt/ N.º 005/08**

**Para:** Luiz Pascola Vansan

**De:** Luciana Rezende Alves de Oliveira  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa

**Data:** 26/2/2008

**REF.: Projeto de pesquisa n. 005/08**

Prezado (a) Senhor (a),

Vimos por meio desta informar que Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto CEP/UNAERP analisou e aprovou sem restrições, o Projeto intitulado "Avaliação da influência da solução de hipoclorito de sódio- em diferentes concentrações- na microdureza e na susceptibilidade à fratura de raízes obturadas" tendo como pesquisador Luiz Pascoal Vansan, bem como o respectivo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, em reunião ocorrida na data de 26/2/2008, registrado sobre o ComÊt: 005/08

Temos ciência de que os estudos estão sendo conduzidos na Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP.

Solicitamos que sejam encaminhados os relatórios parciais e finais, bem como envie-nos possíveis emendas e novos termos de consentimento livre e esclarecido, notifique qualquer evento adverso sério ocorrido no centro e novas informações sobre a segurança do estudo para que possamos fazer o devido acompanhamento.

Atenciosamente

Sem mais para a oportunidade,

Atenciosamente.

Prof.ª Dr.ª Luciana Rezende Alves de Oliveira  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa  
Universidade de Ribeirão Preto

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)