

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



ELLYNE CAVALCANTI QUEIROZ

**Influência de substâncias irrigadoras
endodônticas nas propriedades mecânicas da
dentina radicular.**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Odontologia da
Faculdade de Odontologia da Universidade
Federal de Uberlândia, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Odontologia, Área de
concentração: Reabilitação Oral.**

**Uberlândia
2007**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

ELLYNE CAVALCANTI QUEIROZ

**Influência de substâncias irrigadoras
endodônticas nas propriedades mecânicas da
dentina radicular.**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Odontologia da
Faculdade de Odontologia da Universidade
Federal de Uberlândia, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Odontologia, Área de
concentração: Reabilitação Oral.**

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Gabrielli Biffi
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos José Soares

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alfredo Júlio Fernandes Neto
Prof. Dr. Carlos José Soares
Prof. Dr. João Carlos Gabrielli Biffi
Prof^a. Dr^a. Isabel Cristina Froner

Uberlândia
2007

Dedico este trabalho

A Deus por estar presente em todos os momentos da minha vida e que com infinita bondade me abençoou com mais esta oportunidade ímpar.

*A você, minha querida **mãezinha Terezinha**, minha mestre na arte da vida, que me ensinou a viver com honestidade, lealdade e amor a Deus e ao próximo. Por toda compreensão, carinho, respeito e ilimitado amor dedicado nos momentos difíceis e de alegria, compartilhando comigo minha vida. Ao apoio e o incentivo que sempre me proporcionou, mesmo que para isso tivesse que abdicar dos seus sonhos para realização dos meus, fundamentais para concretização do meu ideal. Hoje, essa vitória também é sua. Você é minha grande fonte de exemplo e amor! Serei eternamente grata por tudo que fizeste por mim.*

*Ao meu querido **pai Ednaldo**, por me fazer feliz, apoiar meus sonhos, demonstrar amor, dedicação, compreensão e confiança. Obrigada pelo incentivo na busca do crescimento pessoal e profissional.*

*As minhas amadas irmãs **Ellen e Ellayne**, que apesar da grande distância e muita saudade, não foi bastante para atenuar nossa amizade e cumplicidade. Mesmo distantes fisicamente, se fizeram presentes e pude sentir seus amores e energias; hoje e por toda minha vida. A nossa família é o meu maior tesouro. Amo muito vocês.*

*A minha amada **sobrinha Letícia**, que, com toda sua inocência, me ensina o verdadeiro valor da vida.*

*Ao meu eterno **amor, Murilo**, companheiro, amigo, minha química... Por toda dedicação, otimismo e paciência infinita nos momentos de euforia e de angústia. Desde o início (graduação), fonte constante de apoio e incentivo. Obrigada por compartilhar da minha vida, me ajudar a vencer desafios pessoais e profissionais, dar-me forças para prosseguir e pelo amor que tem me dedicado, fazendo acima de tudo acreditar em nós. Admiro-te muito como pessoa e te tenho como verdadeiro exemplo.*

Minhas homenagens

Ao meu orientador Prof. Dr. João Carlos Gabrielli Biffi, pela confiança depositada, pela orientação feita neste trabalho e pela ajuda em todos os momentos necessários durante todo o tempo que trabalhamos juntos. Agradeço pelos ensinamentos recebidos e por permitir e confiar nas minhas escolhas.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Carlos José Soares, pelo incentivo, paciência, dedicação, transmissão de conhecimentos e por contribuir decisivamente para a conclusão deste trabalho. Agradeço pela oportunidade da convivência pessoal e profissional. Obrigada por enriquecer e fazer parte desta história.

Agradecimentos especiais

*Aos meus pais, **Ednaldo e Terezinha**, por seu carinho, amor e amizade. Se devo a alguém por ter chegado até aqui, eu devo isto a vocês. Muito obrigada pelo grandioso amor e pela esperança que sempre transmitiram.*

*As minhas irmãs **Ellen e Ellayne**, obrigada por serem amigas maravilhosas e saibam que sem vocês tudo que sou e que consegui não seria possível.*

*Ao meu amado **Murilo**, por ser meu melhor amigo, companheiro, conselheiro e pela ajuda na realização de todas as etapas desse trabalho. Quando necessário sempre me estendeu as duas mãos.*

*A minha avó **Ilda**, Tia **Dulce** e sobrinha **Letícia** que sempre torceram por mim. Cada uma a seu modo foram e são fundamentais à minha jornada.*

A **Durval e Mirian** agradeço a acolhida familiar que recebi nos últimos quatro anos que estive longe de casa.

Agradecimentos

Ao **Prof. Dr. Alfredo Júlio Fernandes Neto**, pelos apontamentos importantes que colaboraram para minha interminável reflexão pessoal e profissional. Obrigada pelo apoio e atenção que sempre depositou.

Ao **Amigo Prof. Dr. Adérito Soares da Mota**, pelos conselhos, amizade, incentivo, atenção e por participar carinhosamente deste meu grande momento.

Ao **Prof. Dr. Paulo Sérgio Quagliatto**, pela alegria, força e ótima convivência que tivemos.

Aos amigos **Adeliana Veríssimo, Janaína Carla, Paulo César, Carolina Guimarães, Paulo Vinícius, Hugo Carlo, Fabiola, Rodrigo Borges, Carolina Assaf** que foram companheiros durante os quatro últimos anos em Uberlândia, compartilhando momentos engraçados e sérios. Ajudaram-me cada um da sua maneira a sentir-me mais forte e feliz. Obrigada!

Aos **professores do Departamento de Endodontia da FOUFU** em especial ao **Prof. Dr. Paulo César Azevedo** e **Prof^a. Dr^a. Luciana Arante** agradeço pela motivação, apoio e ensinamentos recebidos.

Ao **Departamento de Dentística e Materiais Odontológicos** que sempre estive de portas abertas e de modo solícito me recebeu.

Aos **professores do curso de Pós-graduação da FOUFU**, pelos ensinamentos essenciais à minha formação profissional.

Aos **membros da banca de qualificação**, Prof. Dr. Célio, Prof. Dr. Adérito e Prof. Dr. Paulo Quagliatto agradeço pela dedicação e competência profissional.

A todos os **colegas do grupo de Biomecânica**, em especial à **Natércia, Gisele, Fernandinha, Liliane, Priscilla, Veridiana, Cristina, Luis Raposo, Tales, Lucas, Michelle e Natália** pelas experiências e aprendizados compartilhados.

Aos **colegas de turma do Curso de Pós-Graduação (mestrado)**, pela alegre convivência durante o período que estive com vocês.

À **Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia**, pelas condições oferecidas para a realização desse trabalho, aqui representada pelo diretor Professor Dr. Alfredo Júlio Fernandes Neto e o coordenador do programa de pós-graduação professor Dr. Carlos José Soares.

A amiga **Eunice Maria**, onde encontrei apoio, paciência, carinho e laços de amizade, mesmo antes de chegar em Uberlândia.

À **Abigail, Sr. Adivaldo, Zélia, Nelson, Juliana** e demais funcionários da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, pelo carinho, atenção e prontidão sempre dispostos a ajudar.

A **Todos** que, de alguma maneira, contribuíram para a minha formação profissional, e principalmente pessoal, direcionando minha vida.

SUMÁRIO

LISTAS	
I. Figuras.....	123
II. Tabelas.....	145
III. Gráficos.....	146
IV. Siglas e abreviaturas.....	167
V. Palavras estrangeiras.....	189
RESUMO	190
ABSTRACT.....	223
1. INTRODUÇÃO	236
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	290
3. PROPOSIÇÃO.....	501
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
4.1 – Seleção e preparo dos dentes.....	54
4.2 – Preparo dos canais radiculares.....	55
4.3 – Divisão dos grupos experimentais.....	55
4.4 – Preparo das amostras.....	56
4.4.1 – Preparo das amostras para ensaio mecânico de resistência flexural.....	57
4.4.2 – Preparo das amostras para ensaio mecânico de resistência coesiva.....	58
4.5 – Tratamento das amostras.....	59
4.6 – Ensaio mecânico de resistência flexural.....	61
4.7 – Ensaio mecânico de microtração.....	63
4.8 – Análise estatística.....	65
5. RESULTADOS.....	66
6. DISCUSSÃO.....	70
7. CONCLUSÃO.....	74
REFERÊNCIAS	80

ANEXOS	882
--------------	-----

LISTA DE FIGURAS E SIGLAS

I. Figuras

Figura 1 – (a) Padrão dos dentes selecionados; (b) demarcação para realização do seccionamento dos dentes; (c) seccionamento com disco diamantado e (d) remanescente radicular com 17 mm de comprimento.

Figura 2 – Instrumentação do canal pela técnica clássica com lima tipo K até nº 80 sob constante irrigação com solução fisiológica.

Figura 3 – Soluções irrigadoras testadas.

Figura 4 – Preparo das amostras: secção axial da raiz utilizando cortadeira de precisão, obtendo-se duas fatias por raiz.

Figura 5 – (a) Cortadeira de precisão para preparo das amostras do ensaio mecânico de resistência flexural; (b) após corte inicial, mais dois cortes no sentido longitudinal foram realizados; (c) resultando em fatia central de 1,0 mm de espessura. (d) A fatia foi novamente seccionada por meio de dois cortes laterais, (e) obtendo-se uma barra de 1x1x17 mm. (f) Posteriormente foram realizados dois cortes nas extremidades das barras para obtenção de amostras 1x1x12 mm.

Figura 6 – Preparo das amostras para ensaio de microtração.

Figura 7 – Armazenagem em água destilada.

Figura 8 – Amostras imersas na solução irrigadora testada sob agitação em aparelho de ultra-som.

Figura 9 – Desenho esquemático do ensaio de flexão de 3-pontos.

Figura 10 – (a) Dispositivo do ensaio de flexão 3-pontos acoplado a EMIC e (b) amostra em carregamento de compressão.

Figura 11 – Dispositivo do ensaio de microtração acoplado a EMIC com amostra já fixada para o teste.

Figura 12 – (a) Amostra fixada ao dispositivo antes e (b) após fratura.

II. Tabelas

Tabela 1 - Grupos experimentais com respectivas substâncias irrigadoras e tempo de aplicação.

Tabela 2. Média e desvio padrão da Resistência Flexural.

Tabela 3. Média (desvio padrão) da resistência coesiva (MPa) em função dos grupos e dos terços.

III. Gráficos

Gráfico 1 – Valores médios de resistência máxima flexural e desvio padrão.

Gráfico 2 – Valores médios de resistência máxima coesiva (MPa) e desvio padrão.

IV. SIGLAS E ABREVIATURAS

EDTA – Ácido etilenodiamino tetracético.

NaOCl – Hipoclorito de sódio.

H₂O₂ – Peróxido de hidrogênio.

% – Porcentagem.

EDTAC – EDTA associado a detergente catiônico.

CDTA – Ácido ciclohexano diamino tetracético.

RC-prep – EDTA com 10% de peróxido de uréia.

EGTA – Ácido etileno glicol bis (B-amino etilenoéter) tetracético.

mm – Milímetro.

ml – Mililitro.

mg – Miligrama.

> – Símbolo representativo de maior.

min – Minuto.

N – Nilton.

p – Probabilidade.

Mg – Magnésio.

MTA – Agregado trióxido mineral.

et al. – Abreviatura de “et alii” (e colaboradores).

rpm – Rotação por minuto.

n – Número de amostras por grupo experimental.

s – Segundo.

h – Hora.

n° – Número.

°C – Unidade de temperatura (graus Celsius).

Kgf – Kilograma força.

MPa – Megapaschal.

DP – Desvio Padrão.

α – Nível de confiabilidade.

$\pm$ – Mais ou menos.

V. PALAVRAS ESTRANGEIRAS

Debris – Fragmentos ou restos de material orgânico no interior dos canais radiculares.

Smear layer – Lama dentinária. Resto de materiais orgânicos e inorgânicos resultantes do preparo dentário.

In vitro – Referente a uma reação biológica que tem lugar em um equipamento artificial.

In vivo – Que ocorre em um organismo ou célula viva.

Strain gauges – Sensores de alta precisão.

Push-out – Ensaio mecânico de cisalhamento por extrusão (carregamento de compressão).

Vickers – Tipo de ensaio de microdureza, utilizado para materiais friáveis.

Instron – Marca comercial da máquina de ensaio universal.

ANOVA – Análise de variância.

Tukey – Teste estatístico.

Softwear – Programa de computador.

Resumo

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a influência de diferentes irrigantes endodônticos na resistência coesiva e flexural da dentina radicular. Cem raízes de incisivos bovinos foram selecionadas, instrumentadas e divididas aleatoriamente em 10 grupos experimentais ($n=10$), de acordo com a substância irrigadora utilizada: Controle - solução fisiológica; N1 - hipoclorito de sódio a 1,0%; N5 - hipoclorito de sódio a 5,25% ; N1EDTA - hipoclorito de sódio a 1,0% associado à EDTA a 17%; N5EDTA - hipoclorito de sódio a 5,25% associado à EDTA a 17%; Sclx - solução de gluconato de clorexidina a 2,0%; Gclx - gel de gluconato clorexidina a 2,0%; SclxEDTA - solução de gluconato clorexidina 2,0% associado à EDTA a 17%; GclxEDTA - gel de gluconato clorexidina a 2,0% associado à EDTA a 17% e EDTA - EDTA a 17%. As raízes foram axialmente seccionadas em duas metades. Uma metade foi utilizada para ensaio de microtração, da qual foram obtidas seis fatias de 1,0mm de espessura que receberam constrições na face externa, determinando área de teste de 1mm^2 . A outra metade foi utilizada no ensaio de flexão de 3-pontos, da qual foi extraída uma barra de dentina com dimensões de $1\text{X}1\text{X}12\text{ mm}$. Cada amostra permaneceu duas horas em contato com a substância irrigante endodôntica com exceção do EDTA, que atuou por cinco minutos. Após o tratamento com os irrigantes, procedeu-se a lavagem com água destilada, e em seguida executados os ensaios mecânicos. Foram utilizados dispositivos específicos para cada ensaio, acoplados à máquina de ensaio mecânico, utilizando célula de carga de 20Kgf, com velocidade de 0,5 mm/minuto até a fratura da amostra. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste Tukey. Verificou-se redução significativa na resistência máxima coesiva e flexural apenas para os grupos que empregaram o hipoclorito de sódio independente da concentração e associação com outra substância, diferindo estatisticamente do grupo controle. O uso de clorexidina e EDTA isoladamente não alterou as propriedades mecânicas da dentina radicular.

PALAVRAS CHAVE:

Irrigação endodôntica, hipoclorito de sódio, gluconato de clorexidina, EDTA, resistência máxima coesiva e resistência flexural.

Abstract

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of different endodontic irrigants on the cohesive and flexural strength of the root dentin. One hundred of bovine incisor roots were selected, instrumented and randomly divided into 10 experimental groups (n = 10), according to the irrigation solution used: Control - physiological solution; N1 - sodium hypochlorite 1.0%; N5 - sodium hypochlorite 5.25%; N1EDTA - sodium hypochlorite 1.0% associate to EDTA 17%; N5EDTA - sodium hypochlorite 5.25% associate to EDTA 17%; ScIx – chlorhexidine gluconate solution 2.0%; Gclx - chlorhexidine gluconate gel 2.0%; ScIxEDTA - chlorhexidine gluconate solution 2.0% associate to EDTA 17%; GclxEDTA - chlorhexidine gluconate gel 2.0% associate to EDTA 17% and EDTA - EDTA 17%. The roots were axially sectioned in two halves. Half of them were used for the microtensile cohesive strength test: six 1.0mm thick slices were trimmed to produce hourglass shaped samples with a test area of 1mm². The other halves were used in a 3-point bend flexural strength by means of dentine bars with 1X1X12 mm. Each sample remained two hours in contact with the irrigant solutions, except for EDTA, which remained for five minutes. After irrigants treatment, samples were rinsed with distilled water, and tested. Specific devices for each test were used, in a universal testing machine with a load cell of 20Kgf, and a crosshead speed of 0.5 mm/minute. Data were recorded and statistically analyzed with one-way ANOVA and Tukey test. Significant reduction in the ultimate cohesive strength and flexural strength was verified only for the groups that used sodium hypochlorite irrespective of the concentration and additional solution, differing significant from the group control. The use of chlorhexidine and EDTA separately did not cause alteration in the mechanical properties of root dentine.

KEY WORDS:

Endodontic irrigants, sodium hypochlorite, chlorhexidine gluconate, EDTA, cohesive strength and flexural strength.

Introdução

1- INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e manutenção das alterações pulpare e periapicais ocorrem devido à presença de microrganismos no interior do sistema de canais radiculares, que podem abrigar diversas espécies de bactérias, assim como, suas toxinas e seus subprodutos (Safavi et al., 1990; Seltzer & Farber, 1994; Torabinejad *et al.*, 2002). Como as células de defesa do hospedeiro não conseguem chegar a estas bactérias no interior do sistema de canais radiculares, o tratamento das infecções endodônticas deve ser realizado por meio de procedimentos mecânicos (Takahashi, 1998). Entretanto devido à complexidade da morfologia anatômica do sistema de canais radiculares, mesmo após meticuloso preparo mecânico, resíduos orgânicos e bactérias localizadas no interior dos túbulos dentinários podem não ser alcançados, por existir áreas inacessíveis aos instrumentos endodônticos (Biffi & Rodrigues, 1989; Torabinejad *et al.*, 2002). Desta forma, utiliza-se em associação ao procedimento mecânico, irrigação endodôntica, que atualmente é o método mais eficaz para remoção de tecidos remanescentes e “debris” de dentina, proporcionando lubrificação durante a instrumentação, destruição dos microrganismos e dissolução do tecido necrótico (Ari & Erdemir, 2005).

A seleção da substância irrigadora é importante, pois deve apresentar compatibilidade clínica e propriedades físico-químicas capazes de promover ação antimicrobiana, permitir dissolução do tecido, possuir efeito de limpeza, ação quelante, e ser biocompatível com tecidos orais (Cruz-Filho *et al.*, 2001; Hauman & Love, 2003). Contudo, as substâncias irrigadoras podem degradar outros tecidos orgânicos (Baumgartner & Cuenin 1992, Ari *et al.* 2003), não se restringindo apenas à polpa dental, mas atuando também nos componentes orgânicos da dentina adjacente. Conseqüentemente, promovem alterações nas propriedades físicas e químicas da dentina, principalmente degradação do colágeno com perda de fração orgânica, potencializando o enfraquecimento da estrutura dentinária (Barbosa *et al.* 1994, Haikel *et al.* 1994, Saleh & Ettman, 1999, Sim *et al.* 2001, Grigoratos *et al.* 2001, White *et al.* 2002, Ari *et al.* 2003, Santos *et al.* 2006).

O hipoclorito de sódio é utilizado como solução irrigadora endodôntica devido à capacidade de dissolver tecido necrótico (Hauman & Love, 2003) e possuir atividade antimicrobiana (Byström & Sundqvist, 1983; Jeansonne & White, 1994). Entretanto, apresenta algumas desvantagens, como ser potencialmente corrosivo, irritante aos tecidos periapicais quando em concentrações elevadas, ineficácia contra alguns microrganismos, quando utilizado em baixas concentrações e possuir cheiro e gosto desagradável (Seltzer & Farber, 1994; Yesilsoy *et al.*, 1995, Ferraz *et al.*, 2001). Além disso, sua utilização está associada à redução significativa nos valores de resistência adesiva (Morris *et al.* 2001; Erdemir *et al.* 2003; Santos *et al.* 2006), por se tratar de eficaz agente desproteinizante, que resulta na degeneração na dentina pela dissolução das fibras colágenas (Ishizuka *et al.*, 2001) com formação de camada híbrida inconsistente (Ozturk & Özer, 2004).

Desta forma outras soluções irrigadoras que não apresentem tais efeitos adversos estão sendo estudadas. O gluconato de clorexidina é utilizado como substância irrigadora endodôntica devido suas propriedades como atividade antimicrobiana (Jeansonne & White, 1994; Yesilsoy *et al.*, 1995), substantividade (White *et al.*, 1997; Leonardo *et al.*, 1999) e biocompatibilidade (Yesilsoy *et al.*, 1995; Segura *et al.*, 1999, Tanomaru Filho *et al.*, 2002), embora não possua capacidade de dissolução tecidual (Okino *et al.*, 2004).

Devido ao fato das substâncias irrigadoras endodônticas não possuírem todas as propriedades físico-químicas necessárias, algumas substâncias são utilizadas em associações. Uma dessas substâncias é o ácido etileno diamino tetracético (EDTA), utilizado com objetivo de remover “*smear layer*”, que atua como barreira física, interferindo na adesão e penetração dos materiais seladores no interior dos túbulos dentinários, o que aumenta a probabilidade de infiltração (Torabinejad *et al.*, 2002) e consequentemente o insucesso do tratamento endodôntico. Seu mecanismo de ação abrange especificamente tecidos inorgânicos, condicionando geralmente sua utilização a associação com outra substância que atue sobre a matéria orgânica (Qing *et al.*, 2006), como o hipoclorito de sódio e o gluconato de clorexidina.

Diante deste contexto é gerada a hipótese de que substâncias irrigadoras interferem negativamente nas propriedades de resistência flexural e resistência coesiva da dentina radicular.

Revisão da literatura

6 – REVISÃO DA LITERATURA

Spangberg *et al.* (1973), estudaram *in vitro* o efeito tóxico e antimicrobiano de anti-sépticos endodônticos. Os autores relatam que o hipoclorito de sódio constitui solução química irrigadora bastante utilizada na terapia endodôntica por proporcionar debridamento, desinfecção, lubrificação e dissolução dos tecidos presentes no canal radicular. Os autores relacionam o efeito tóxico do hipoclorito de sódio à concentração da substância utilizada.

O efeito antimicrobiano do hipoclorito de sódio a 0,5%, como solução irrigadora de canais radiculares, foi avaliada por Byström & Sundqvist (1983). Foram selecionados 30 dentes uniradiculares humanos, com coroas intactas, necrose pulpar e lesão periapical. Todas as amostras bacteriológicas colhidas inicialmente, evidenciaram crescimento bacteriano, onde foram isoladas 169 espécies bacterianas, sendo 80% de anaeróbios. Foram realizados quatro preparos biomecânicos com intervalos de 2 a 4 dias, obtendo-se em cada preparo uma colheita bacteriológica. Os resultados evidenciaram culturas negativas em 12 dos 15 espécimes tratados com hipoclorito de sódio a 0,5% e 8 dos 15 tratados com soro fisiológicos. Os autores concluíram que o hipoclorito de sódio a 0,5% é mais efetivo como irrigante de canais radiculares em comparação ao soro fisiológico.

Baumgartner & Mader (1987), avaliaram a capacidade de debridamento de quatro sistemas de irrigação, em superfícies de canais radiculares instrumentadas e não instrumentadas, variando as substâncias irrigadoras endodônticas: solução fisiológica a 0,9% utilizada isoladamente e associada ao hipoclorito de sódio a 5,25%; EDTA a 15% isoladamente e associada ao hipoclorito de sódio a 5,25%, sendo utilizadas alternadamente. Os autores observaram presença de *smear layer* nas superfícies instrumentadas dos canais radiculares quando irrigadas com solução fisiológica e hipoclorito de sódio. EDTA desmineralizou a *smear layer* das superfícies instrumentadas e expôs orifícios de alguns túbulos dentinários. O hipoclorito de sódio removeu todo remanescente pulpar e pré-dentina das superfícies não instrumentadas dos canais radiculares, porém EDTA e solução fisiológica não

tiveram tal capacidade. A associação de hipoclorito de sódio e EDTA utilizados alternadamente removeram completamente a *smear layer* das superfícies dos canais instrumentados bem como o remanescente pulpar e pré-dentina das superfícies não instrumentadas. Os autores concluíram que todos os regimes de irrigação utilizados no estudo foram efetivos na prevenção do acúmulo de *debris* dentinários nas paredes dos canais radiculares; foi observado presença de *smear layer* nas paredes instrumentadas quando solução fisiológica ou solução de hipoclorito de sódio foram utilizadas isoladamente; quando EDTA foi utilizado isoladamente, a desmineralização da *smear layer* nas superfícies instrumentadas deixou uma camada de material com textura fibrosa cobrindo a maior parte do canal radicular; quando solução fisiológica ou EDTA foram utilizadas isoladamente nem o remanescente pulpar nem a pré-dentina foram removidas das superfícies não instrumentadas dos canais radiculares; quando hipoclorito de sódio foi utilizado isoladamente, todo remanescente pulpar e pré-dentina foram removidos das superfícies não instrumentadas; quando a associação de hipoclorito de sódio e EDTA foi utilizada, todo remanescente pulpar e pré-dentina foram removidos das superfícies não instrumentadas das paredes dos canais radiculares.

Em 1989 Biffi & Rodrigues, compararam a instrumentação manual do canal radicular com a ultra-sônica, utilizando 20 pré-molares humanos. Os autores relatam que devido à complexidade da morfologia anatômica deste sistema de canais radiculares, mesmo após meticuloso preparo mecânico, resíduos orgânicos podem não ser alcançados, por existirem áreas inacessíveis aos instrumentos endodônticos. Concluíram ainda, que a presença de resíduos orgânicos no interior dos canais radiculares é mais dependente da variação anatômica destes que da técnica utilizada.

Ciucchi *et al.* (1989), compararam a efetividade de diferentes procedimentos de irrigação na remoção da *smear layer*. Quarenta canais curvos foram preparados biomecanicamente *in vitro* sob copiosa irrigação com hipoclorito de sódio a 3%. Dez canais serviram como controle e os outros 30 foram igualmente divididos em três grupos: NaOCl a 3% com ultra-som, EDTA a 15%; EDTA a 15% com ultra-som. Por meio de microscópio eletrônico de

varredura, foi realizada avaliação da presença da *smear layer*, de acordo com sua distribuição nas aberturas dos túbulos dentinários nos terços coronário, médio e apical dos canais radiculares. O grupo controle apresentou nos três terços o mesmo padrão: nenhuma superfície livre de *smear layer*. No grupo NaOCl a 3% com ultra-som no terço coronário, 35% das superfícies estavam livres de *smear layer*, nos terços médio e apical, a proporção diminuiu para 27 e 13% respectivamente, porém sem diferença significativa. No grupo EDTA a 15% o terço coronário e médio apresentaram 100 e 94% de superfícies livres de *smear layer*, respectivamente. No terço apical a incidência caiu para 70%; apenas os resultados dos terços coronários e apicais diferiram estatisticamente. O grupo EDTA a 15% com ultra-som, todos os terços apresentaram menos *smear layer* que aqueles do grupo EDTA sem ultra-som. Os autores observaram que a irrigação é crítica nos canais atrésicos e curvos. Nenhuma das substâncias utilizadas, associada ou não ao ultra-som promoveu completa remoção da *smear layer* apical dos canais radiculares.

Safavi *et al.* (1990), ao realizarem trabalho sobre desinfecção dos túbulos dentinários das paredes do canal radicular, relatam a importância da presença dos microrganismos e seus subprodutos para desenvolvimento e manutenção das alterações pulpare e periapicais. Foram utilizados remanescentes radiculares, expostos a ação de dois potentes agentes antimicrobianos variando o tempo de tratamento. A viabilidade dos microorganismos foi determinada pela incubação das amostras em meio de cultura e os efeitos dos dois agentes na viabilidade microbiana foram avaliados e comparados.

Cervone *et al.* (1990), realizaram estudo *in vitro* para avaliar o efeito antimicrobiano da clorexidina, utilizando sistema de liberação controlada da medicação, sobre as seguintes bactérias: *Actinomyces comitans*, *Actinobacillus*, *Actinomyces viscosus*, *Streptococcus mutans*, *Wolinella recta*, *Bacteroides gingivalis*, *Bacteroides intermedius*, *Eikenella corrodens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogenes* e *Enterobacter cloacae*, por meio de exame de inibição do crescimento bacteriano. Os resultados mostraram que o distribuidor de medicação apresentou resultados que permite

caracterizá-lo como meio de veículo eficaz para liberação da clorexidina e que esta substância possui capacidade de inibir o crescimento bacteriano, comumente encontrado nas infecções endodônticas.

Cengiz *et al.* (1990), avaliaram o efeito da orientação dos túbulos dentinários na formação da *smear layer* de canais artificiais, comparados com a *smear layer* de canais radiculares naturais. Após preparo, as amostras foram divididas em três grupos, cada uma com cinco canais artificiais e cinco naturais, de acordo com a solução irrigadora utilizada: soro fisiológico, EDTA a 15% e EDTA a 15% associado ao hipoclorito de sódio. Os resultados do estudo mostraram que o soro fisiológico não apresentou nenhum efeito sobre a *smear layer* dos canais artificiais e naturais. Nas amostras irrigadas com EDTA a 15% foi observada remoção superficial da *smear layer* em ambos os canais. Quando irrigados com hipoclorito de sódio associado ao EDTA a 15%, todas as amostras apresentaram *smear layer* superficial totalmente removida. Para nenhum dos grupos avaliados a orientação dos túbulos dentinários demonstrou efeito visível ou detectável na formação da *smear layer*. Os autores concluíram que a orientação dos túbulos dentinários não tem nenhum efeito na formação e remoção da *smear layer*, solução fisiológica não tem nenhum efeito na remoção da *smear layer* nos canais naturais e artificiais, e que a irrigação com EDTA associado ao hipoclorito de sódio remove *smear layer* mais efetivamente que a solução de EDTA isoladamente.

Baumgartner & Cuenin (1992), por meio de microscópio eletrônico de varredura avaliaram a eficácia de várias concentrações de hipoclorito de sódio (5,25%, 2,5%, 1,0%, e 0,5%) como irrigante do canal radicular em superfícies instrumentadas e não-instrumentadas, avaliando os três terços do canal radicular. O hipoclorito de sódio foi aplicado com agulha de irrigação endodôntica ou dispositivo ultra-sônico. Os autores observaram que todas as concentrações de hipoclorito de sódio independente do sistema de aplicação, foram eficazes para remoção de *debris* dos canais radiculares. Observaram ainda presença de *smear layer* em todas as superfícies instrumentadas, independente da concentração do NaOCl ou dispositivo de irrigação. O NaOCl nas concentrações 5,25%, 2,5%, e 1% apresentaram-se eficazes em remover

completamente os remanescentes pulpar e a pré-dentina das superfícies não-instrumentadas dos canais radiculares.

Barbosa *et al.* em 1994, estudaram a influência do hipoclorito de sódio a 5% e do peróxido de hidrogênio a 35% na permeabilidade da estrutura dentinária humana, na região cervical. Por meio da perda de peso das amostras, foi observado que o NaOCl e H₂O₂ remove fluidos orgânicos da dentina. O hipoclorito de sódio removeu aproximadamente 14% do peso das amostras de dentina em período de 24 horas. O peróxido de hidrogênio apresentou resultados semelhantes ao hipoclorito de sódio. Os autores concluíram que a utilização de elevadas concentrações de hipoclorito de sódio durante tratamento do canal radicular, pode influenciar negativamente na integridade das paredes do canal radicular permitindo maior acesso de agentes cáusticos aos tecidos vitais.

Jeansonne & White (1994), avaliaram a utilização do hipoclorito de sódio como irrigante endodôntico, e observaram que esta substância apresenta algumas desvantagens, como toxicidade, odor e descoloração dos instrumentos, sendo necessários novos irrigantes com características equivalentes a esta substância, no entanto, mais segura e que não apresente estes efeitos adversos. Em busca deste irrigante, os autores realizaram estudo comparando a atividade antimicrobiana do gluconato de clorexidina a 2,0% com hipoclorito de sódio a 5,25%, no sistema de canais radiculares. Dentes humanos recém extraídos com patologias pulpares foram instrumentados, utilizando como irrigante clorexidina, hipoclorito de sódio ou solução fisiológica. Amostras microbiológicas foram feitas imediatamente após acesso do canal, instrumentação, irrigação e serem mantidos em atmosfera anaeróbica por período de 24 horas. Os resultados deste trabalho permitiram observar que irrigação com hipoclorito de sódio e clorexidina reduziu significativamente os números de culturas positivas quando comparadas aos dentes irrigados com solução fisiológica. O número de culturas positivas e unidades formadoras de colônias obtidas dos dentes tratados com clorexidina, apesar de serem menores que os obtidos com hipoclorito de sódio, não foram estatisticamente significantes.

Em revisão da literatura sobre fatores microbiológicos na endodontia, Seltzer & Farber (1994), correlacionam novas descobertas microbiológicas com sintomas clínicos. Os autores enfatizam o papel dos microorganismos na etiologia das lesões endodônticas, e relatam também, que componentes bacterianos tais como endotoxinas e outros componentes da parede celular estão relacionados ao desenvolvimento da inflamação pulpar e periapical.

A necessidade da utilização de substância irrigadora durante preparo biomecânico dos canais radiculares, como alternativa de limpeza destes sistemas, foi relatada por Haikel *et al.* 1994. Estes autores realizaram trabalho para avaliar eficácia de três substâncias irrigadoras na capacidade de remover proteínas da superfície apatita. Os resultados mostraram que o efeito do hipoclorito de sódio manteve relação direta com a concentração utilizada, sendo que quando maior a concentração maior a eficácia, até alcançar a desproteinização de 70% da superfície apatita.

Em 1994, Sano *et al.*, idealizaram o ensaio de microtração, que difere das metodologias tradicionais de teste de adesão como técnica de cisalhamento ou tração. Eles encontraram relação inversa entre a área adesiva e resistência de união. Os autores concluíram que o ensaio de microtração permite mensurar a resistência adesiva não apresentando falha coesiva da dentina, permite avaliação de pequenas áreas com melhor distribuição das tensões ao longo do corpo-de-prova e ainda obtenção de várias medidas em único espécime, permitindo homogeneização dos valores.

Yesilsoy *et al.* (1995), avaliaram três concentrações de hipoclorito de sódio e irrigantes com potencial, como Peridex (gluconato de clorexidina) nos efeitos antimicrobianos e tóxicos. O efeito antimicrobiano foi determinado *in vitro* utilizando quatro microorganismos diferentes: *Streptococcus mutans*, *Peptostreptococcus micros*, *Prevotella intermedius* e *Porphyromonas gingivalis*. Discos de papel pré-esterilizados embebidos nas soluções teste foram preparados e colocados em pratos de *petri* previamente semeados em *ágar*. A toxicidade foi determinada *in vivo* por meio de exame das reações locais subcutâneas do tecido, utilizando as mesmas substâncias; 0,1ml de cada

solução teste foram injetadas subcutaneamente em posições pré-determinadas no dorso do animal (suíno). Os resultados deste estudo comparativo mostraram que o Peridex (gluconato de clorexidina) apresenta boa eficácia para ser utilizado nos tratamentos endodônticos.

Na revisão da literatura realizada por Sen *et al.* (1995), sobre *smear layer*, é relatado que quando os canais radiculares são instrumentados durante o tratamento endodôntico, uma camada composta de dentina, remanescente pulpar e processos odontoblásticos e algumas bactérias, é formada na parede do canal radicular. Essa camada tem aparência amorfa, irregular e granular quando examinada ao microscópio eletrônico de varredura (MEV). Segundo os autores as vantagens e desvantagens da remoção da *smear layer* dos canais radiculares instrumentados, são ainda controversas. A *smear layer* endodôntica atua como barreira física interferindo na adesão e penetração dos materiais seladores nos túbulos dentinários, interferindo na qualidade do selamento da obturação do canal radicular. As soluções de EDTA e hipoclorito de sódio mostrou-se eficiente em remover *smear layer*, comparada às outras soluções.

White *et al.* (1997), demonstraram o efeito residual do gluconato de clorexidina. Os autores realizaram preparo biomecânico em dentes extraídos empregando-se soluções de clorexidina a 2,0% e 0,12%, sendo os canais radiculares, posteriormente preenchidos com água destilada. Foram realizadas coletas microbiológicas do canal radicular por meio de cones de papel absorvente em diferentes períodos de tempo (6, 12, 24, 48 e 72 horas), após o tratamento. A solução de clorexidina a 2,0% apresentou atividade antimicrobiana em todos os dentes no período de 72 horas, enquanto que na concentração 0,12%, foi constatada na maioria dos dentes atividade antimicrobiana nos períodos de 6 e 24 horas. Os resultados constataram que clorexidina apresenta substantividade quando utilizada como irrigante endodôntico.

Takahashi (1998), em revisão da literatura sobre aspectos microbiológicos, patológicos, inflamatórios, imunológicos e moleculares da doença perirradicular, relata que a defesa do hospedeiro contra os irritantes

dos canais radiculares infectados induzem numerosos mediadores químicos. Entretanto o dente vital possui “espaço inativo” não existindo circulação vascular, criando ambiente apropriado para colonização bacteriana e degradação de componentes protéicos dos fluidos corporais. Desta forma as células de defesa do hospedeiro não conseguem chegar às bactérias presentes no interior do sistema de canais radiculares, sendo tratamento básico das infecções endodônticas, a remoção mecânica e química do conteúdo pulpar infectado, seguido por obturação para eliminar ou reduzir a infiltração de microorganismos nos canais radiculares.

Saleh & Ettman (1999), avaliaram o efeito de soluções irrigadoras endodônticas na microdureza da dentina do canal radicular. Foram utilizados 18 incisivos maxilares cujas coroas foram removidas e os canais instrumentados até o ápice com lima de número 50. Durante toda instrumentação, os canais foram irrigados com solução fisiológica. As raízes foram divididas em dois grupos (n= 9), e seccionadas transversalmente nos níveis cervical, médio e apical. As três secções de cada raiz foram incluídas em resina acrílica e a microdureza da dentina foi mensurada. Posteriormente as amostras foram irrigadas de acordo com as substâncias irrigadoras testadas. O primeiro grupo foi irrigado com peróxido de hidrogênio a 3% e solução de hipoclorito de sódio a 5%, utilizadas de forma alternada. O segundo grupo com solução de EDTA a 17%. O tempo de aplicação foi de 60 segundos. Em seguida a microdureza da dentina foi novamente mensurada e comparada com os valores obtidos inicialmente (controle) antes do tratamento com as soluções irrigantes. Os autores observaram diminuição nos valores da microdureza para as amostras irrigadas com H₂O₂ associada ao NaOCl ou EDTA. A irrigação com EDTA proporcionou maior redução nos valores de dureza da dentina quando comparada à irrigação com H₂O₂ associada ao NaOCl. Os autores concluíram que ambas as soluções irrigantes H₂O₂ associada ao NaOCl e EDTA apresentaram redução significativa nos valores de dureza da dentina radicular.

Leonardo *et al.* em 1999, realizaram estudo *in vivo* para avaliar atividade antimicrobiana do gluconato do clorexidina a 2,0% em dentes com

necrose pulpar e reações radiográficas periapicais crônicas, por meio de técnicas de cultura e mensuração da zona de inibição. Os autores observaram redução de 100% de *Streptococcus mutans* após instrumentação, e redução de 77,78% para microorganismos anaeróbicos. Os autores concluíram que a clorexidina impede atividade microbiana *in vivo*, e apresenta efeitos residuais no interior do sistema de canais radiculares por período de até 48 horas.

Segura *et al.* (1999), compararam *in vivo* dois irrigantes endodônticos, gluconato de clorexidina e hipoclorito de sódio a 5,25%, na capacidade de adesão na superfície dos macrófagos inflamatórios. Os autores observaram que o gluconato de clorexidina inibiu a capacidade de aderência em todas as circunstâncias testadas. Entretanto, foi menos eficaz que o hipoclorito de sódio. Os autores concluíram que gluconato de clorexidina pode inibir a função dos macrófagos e modular as reações inflamatórias dos tecidos periapicais inflamados.

Nikaido *et al.* (1999), avaliaram a resistência adesiva de três diferentes tipos de sistema adesivo em dentes tratados endodonticamente. Os canais foram irrigados com soro fisiológico, hipoclorito de sódio a 5%, peróxido de hidrogênio a 3% e associação das mesmas, por período de 60 segundos. Os autores observaram que algumas substâncias irrigadoras interferem negativamente na resistência adesiva dos materiais restauradores. Segundo os autores, a possível causa desta redução é que as soluções irrigadoras utilizadas durante tratamento endodôntico podem dissociar-se em oxigênio e água e difundir-se na matriz do colágeno e túbulos dentinários, afetando a penetração dos materiais resinosos na estrutura dentinária ou na polimerização dos monômeros, que influencia na resistência de união entre material restaurador e dentina radicular.

Cruz-Filho *et al.* (2001), durante estudo para avaliar efeito do EDTAC, CDTA e EGTA na microdureza da dentina radicular, relataram a importância da utilização das substâncias irrigantes durante preparação do canal radicular para obtenção de tratamento endodôntico bem sucedido. A etapa da irrigação promove interação de propriedades físico-químicas com os

fatores mecânicos que intensifica o esvaziamento do canal radicular nos dentes com polpas vitais ou necróticas. Ao selecionar uma substância irrigadora, esta deve apresentar compatibilidade clínica e propriedades físico-químicas capazes de promover ação antimicrobiana, permitir dissolução do tecido pulpar, possuir efeito de limpeza, ação quelante, e ser tolerada pelos tecidos orais.

Grigoratos *et al.* (2001), realizaram estudo avaliando o efeito da exposição da dentina ao hipoclorito de sódio (3% e 5%) e solução saturada de hidróxido de cálcio, utilizadas individualmente e/ou associadas, nas propriedades de resistência flexural e módulo de elasticidade. Os autores utilizaram 121 barras de dentina (1 X 1 X 11,7 mm), divididas em seis grupos. As amostras de cada grupo foram imersas nas respectivas soluções por período de duas horas, incluindo grupo controle. As substâncias foram trocadas a cada 15 minutos, para evitar saturação das mesmas. Após tratamento, as amostras foram submetidas ao ensaio mecânico de resistência flexural de 3-pontos. Os autores observaram decréscimo na resistência flexural e módulo de elasticidade nas amostras tratadas com hipoclorito de sódio a 3% e 5%, não observando diferença estatística entre estes grupos. Os autores concluem que o hipoclorito de sódio reduz o módulo de elasticidade e resistência flexural da dentina, e a solução de hidróxido de cálcio apesar de reduzir a resistência flexural não apresenta diferença estatística em relação ao módulo de elasticidade. Concluíram também que tratamento com hidróxido de cálcio, após tratamento com hipoclorito de sódio, não recupera a resistência flexural e módulo de elasticidade.

Sim *et al.* (2001), avaliaram efeito do hipoclorito de sódio a 0,5% e 5,25%, nas propriedades da dentina radicular e tensão superficial do dente. Os autores analisaram as propriedades de resistência flexural e módulo de elasticidade em barras de dentina (11,7 X 0,8 X 0,8mm) e a alteração na deformação radicular em dentes humanos. As barras de dentina foram divididas em três grupos, e imersas por período de 2 horas nas respectivas soluções, sendo em seguida submetidas a ensaio mecânico de resistência flexural de 3-pontos com velocidade de 0,5mm/min com célula de carga de 200N. A deformação dos dentes foi medida por meio de *strain gauges* colados

na região cervical aplicando-se carga cíclica oclusal não destrutiva. Os autores observaram decréscimo significativo no módulo de elasticidade das barras de dentina imersas em NaOCl a 5,25%, quando comparadas ao grupo controle, assim como na resistência flexural, quando comparada tanto ao grupo controle como ao NaOCl a 0,5%. Foi observado também aumento na tensão compressiva entre os grupos controle e NaOCl a 5,25% e entre NaOCl a 0,5% e 5,25%. Os autores concluíram que o NaOCl a 5,25% reduz o módulo de elasticidade e resistência flexural da dentina. A irrigação dos canais de dentes pré-molares unirradiculares, com NaOCl a 5,25% resultou em alteração das características de deformação quando na ausência do esmalte.

A utilização do gluconato de clorexidina na formulação gel como irrigante endodôntico foi avaliado por Ferraz *et al.* (2001). Foi investigada a capacidade do gel de clorexidina em desinfetar canais radiculares contaminados *in vitro* com *Enterococcus faecalis*. O microscópio eletrônico de varredura foi utilizado para avaliar a capacidade de limpeza do gel de clorexidina comparado com outros irrigantes endodônticos comumente utilizados, como hipoclorito de sódio e solução de gluconato de clorexidina. Os resultados indicaram que o gel de clorexidina produziu superfície mais limpa dos canais radiculares e apresenta ação antimicrobiana comparável com aquelas obtida com outras soluções testadas. Os autores concluem que o gluconato de clorexidina na forma de gel apresenta-se eficaz para ser utilizado como irrigante endodôntico.

Morris *et al.* (2001), estudaram o efeito do hipoclorito de sódio a 5% e tratamento com RC-Prep na resistência adesiva de cimento resinoso (Metabond C&B) em superfícies endodônticas. Os autores observaram que ambos os tratamentos, NaOCl a 5% e RC-Prep apresentaram reduções significativas na resistência adesiva entre resina/dentina.

O efeito da utilização combinada e individual do EDTA, RC-Prep e hipoclorito de sódio no conteúdo mineral da dentina radicular foi avaliado *in vitro* por Dogan & Çalt (2001), por meio de microscópio eletrônico de varredura e micro-análise da dispersão de energia espectrométrica, medindo os níveis de

cálcio, fósforo e magnésio. O estudo utilizou 18 incisivos maxilares recém extraídos, distribuídos aleatoriamente nos seguintes grupos: G1 – EDTA a 17% por 15 min seguido de 10mL de NaOCl a 2,5%; G2 – RC-Prep por 15 min seguido de 10mL de NaOCl a 2,5%; G3 – EDTA a 17% por 15 min e lavagem com 10mL de solução fisiológica; G4 – RC-Prep por 15 min e lavagem com 10mL de solução fisiológica; G5 – 10mL de NaOCl a 2,5%; G6 – 10mL de solução fisiológica. Os resultados foram obtidos analisando a proporção entre cálcio/fosfato e o nível de magnésio na dentina radicular. Os autores observaram que EDTA utilizado em associação com hipoclorito de sódio como irrigação final alterou significativamente a proporção cálcio/fosfato da dentina radicular quando comparado ao grupo controle, resultando também em aumento significativo dos níveis de magnésio. Portanto, os autores afirmaram que a utilização combinada de EDTA e NaOCl alterou o conteúdo mineral da dentina radicular, enquanto a utilização do EDTA e RC-Prep isoladamente não apresentou alteração significativa, e que a irrigação final com NaOCl, altera a efetividade do agente quelante na superfície da dentina radicular.

Ishizuka *et al.* (2001), realizaram estudo para avaliar os efeitos dos irrigantes endodônticos na resistência adesiva da resina com a dentina radicular, por meio da adaptação marginal e resistência ao cisalhamento. Após irrigação com hipoclorito de sódio a 6%, sistema adesivo de frasco único (Single Bond/3M) e outro autocondicionante (Clearfil Mega Bond/Kuraray) foram aplicados na dentina. Os autores observaram que irrigação com NaOCl interferiu na resistência adesiva dentina/resina, e que sistema adesivo autocondicionante promoveu maior formação de fendas marginais, quando comparado ao sistema adesivo de frasco único. Segundo os autores, isto possivelmente ocorreu em virtude do condicionamento ácido total realizado durante aplicação do Single Bond, que é capaz de remover toda extensão de dentina alterada pelo NaOCl.

Pest *et al.* (2002), avaliaram a resistência adesiva entre materiais de cimentação, em dentes com tratamento endodôntico, por meio de ensaio mecânico de push-out e microscopia eletrônica de varredura. Os autores mencionam neste estudo que tem sido utilizado materiais restauradores

rígidos, sendo atualmente preferidos materiais que apresentam características semelhantes à estrutura dentinária, podendo formar complexo mecânico único e homogêneo. Os autores ainda mencionam trabalhos que mostram redução do risco de fratura, com maior distribuição das tensões ao se utilizar materiais com estas propriedades.

Com finalidade de rever evidências atuais sobre implicações clínicas da remoção da *smear layer* nas paredes do canal radicular, Torabinejad *et al.* (2002), em revisão da literatura, relatam haver relação direta entre presença de bactérias e patologias pulpar e periradicular, uma vez que quando mudanças patológicas ocorrem na polpa dental, o sistema de canais radiculares pode abrigar diversas espécies de bactérias, suas toxinas, e seus subprodutos. Estes autores relatam objetivos da terapia endodôntica, como remoção do tecido pulpar alterado, eliminação das bactérias presentes nos canais e túbulos dentinários e prevenção da recontaminação após tratamento endodôntico. Há controvérsia em relação a presença da *smear layer* nas paredes dos canais radiculares. No entanto, vários estudos mostram que a *smear layer* pode infectar e proteger as bactérias existentes no interior dos túbulos dentinários. Os autores concluíram que os métodos atuais de instrumentação do canal radicular produzem uma camada de material orgânico e inorgânico, *smear layer*, que podem conter também bactérias e seus subprodutos, e que esta pode impedir a penetração da medicação intracanal nos túbulos dentinários e afetar adaptação entre os materiais de obturação e as paredes do canal radicular. Os autores ainda mencionam que a remoção da *smear layer* possibilita a desinfecção completa do sistema de canais radiculares e dos túbulos dentinários, assegurando melhor adaptação entre os materiais obturadores e as paredes do canal radicular. Para efetiva desinfecção dos sistemas de canais radiculares, um irrigante ou medicação intracanal com as seguintes características deveriam ser utilizados: 1) ser capaz de remover completamente a *smear layer*; 2) desinfetar dentina e seus túbulos; 3) apresentar efeito antibacteriano sustentado após utilização; 4) permitir penetração dos agentes antimicrobianos presentes nas soluções nos túbulos dentinários; 5) não ser tóxico e não carcinogênico para as células dos tecidos próximos ao dente; 6) não promover efeitos adversos às propriedades físicas

da dentina exposta; 7) não possuir efeito adverso na capacidade de selamento dos materiais de preenchimento; 8) não descolorir o dente; 9) conveniente aplicação e 10) ser relativamente acessível.

Tonomaru Filho *et al.* (2002), analisaram a resposta inflamatória dos tecidos ao hipoclorito de sódio a 0,5% e gluconato de clorexidina a 2,0% injetada na cavidade peritoneal de ratos. Sessenta ratos receberam injeções intraperitoneais de 0,3 mL de hipoclorito de sódio a 0,5%, clorexidina a 2,0% ou solução fisiológica. Cinco animais de cada grupo foram sacrificados no período de 4, 24, 48 horas e 7 dias após a injeção. Líquido da cavidade peritoneal de cada animal foi coletado para contagem diferencial de células inflamatórias e proteínas de ligação. O grupo hipoclorito de sódio a 0,5% teve maior migração de neutrófilos e células mononucleares para a cavidade peritoneal em 48 a 168 horas. Houve aumento significativo na proteína de ligação para cavidade peritoneal, após 4 a 48 horas no grupo que utilizou hipoclorito de sódio, quando comparado ao grupo controle. O grupo de clorexidina apresentou resultados similares ao grupo controle em todos os períodos. Os autores concluíram que solução de hipoclorito de sódio a 0,5% causou irritação tecidual e apresentou maior resposta inflamatória, enquanto que o gluconato de clorexidina a 2,0% foi biocompatível, sugerindo seu uso como alternativa ou complemento ao hipoclorito de sódio.

White *et al.* (2002), avaliaram a resistência a fratura da dentina radicular, após tratamento com três materiais comumente utilizados na endodontia (hidróxido de cálcio, MTA e NaOCl), utilizando dentes incisivos bovinos, testados por meio de ensaio mecânico de resistência à fratura. Os autores observaram que a dentina apresentou redução na resistência após 5 semanas de exposição ao hidróxido de cálcio, MTA ou hipoclorito de sódio.

Sabbagh *et al.* (2002), avaliaram e compararam o módulo de elasticidade de 34 materiais resinosos, utilizando método dinâmico e estático. O módulo dinâmico e estático foi determinado por meio de teste de flexão de 3-pontos. Os autores destacam a relevância clínica do estudo destas propriedades, sobretudo, no ato da mastigação, quando ocorrem diferentes

esforços mastigatórios, que induzem vários tipos de tensões no substrato dental.

Hauman & Love (2003), em revisão da literatura sobre a biocompatibilidade das substâncias irrigadoras e medicamentos intracanal utilizadas na terapia endodôntica contemporânea, concluíram que tais substâncias podem provocar efeitos deletérios aos tecidos vitais. Embora a utilização destas substâncias seja destinado apenas ao contato com tecido não-vital (dentina), freqüentemente são expostas aos tecidos periapicais, sendo importante considerar a biocompatibilidade ao se escolher o irrigante endodôntico ou medicamento intracanal a ser utilizado.

Por considerarem microinfiltração como causa de falha prematura do tratamento endodôntico, e que esta ocorre devido à falta de efetivo vedamento hermético dos materiais de selamento, Ari *et al.* (2003), avaliaram a resistência adesiva de quatro sistemas adesivos à dentina do canal radicular. Foram utilizados 16 dentes humanos unirradiculares, que tiveram suas coroas e tecidos pulparem removidos, e canais instrumentados e irrigados na presença ou ausência de NaOCl a 5%. Diferenças estatísticas significantes foram encontradas entre os grupos tratados e não-tratados com NaOCl.

Yamashita *et al.*, em 2003, avaliaram *in vitro* a limpeza das paredes dos canais radiculares após irrigação com diferentes irrigantes. Trinta e seis dentes humanos foram divididos em 4 grupos experimentais de acordo com a substância irrigadora utilizada: soro fisiológico, clorexidina a 2,0%, hipoclorito de sódio a 2,5% e hipoclorito de sódio a 2,5% associada ao EDTA a 17%. A limpeza dos terços apical, médio e coronário dos canais radiculares foi avaliada utilizando *scores*. O melhor resultado de limpeza foi obtido pela utilização da associação de hipoclorito de sódio associada ao EDTA, seguido por hipoclorito de sódio isoladamente, o qual foi similar a limpeza com clorexidina, apenas no terço cervical. A limpeza com solução fisiológica e clorexidina a 2% apresentou os piores resultados quando comparado aos outros dois grupos e similar em todos os terços. Melhor limpeza foi observada nos terços cervical e médio para todos os grupos, sendo os piores resultados para o terço apical. Os autores

concluíram que a limpeza com clorexidina e solução fisiológica foi inferior, quando comparada ao hipoclorito de sódio associada ou não ao EDTA.

Okino *et al.* (2004), avaliaram a atividade de vários irrigantes radiculares em tecidos pulpaes de dentes bovinos. Os irrigantes testados foram: hipoclorito de sódio a 0,5%, 1,0% e 2,5%; solução aquosa de gluconato de clorexidina a 2,0%; gel de gluconato de clorexidina a 2,0% e água destilada, como controle. Fragmentos de tecidos pulpaes de dentes bovinos foram pesados e colocados em contato com 20 mL de cada substância testada em centrífuga a 150 rpm até completa dissolução tecidual. A velocidade de dissolução foi calculada por meio da divisão do peso pulpar pelo tempo de dissolução. Os resultados obtidos com água destilada e ambas as formulações de clorexidina (solução e gel) mostraram que não houve dissolução tecidual por período de 6 horas. A velocidade média de dissolução para a solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, 1,0% e 2,5% foi 0,31, 0,43 e 0,55 mg min⁻¹, respectivamente. A capacidade solvente da solução de clorexidina foi similar à água destilada. Os resultados para solução de hipoclorito de sódio, gluconato de clorexidina (solução e gel) e água destilada foram estatisticamente diferentes. Pode-se concluir que as preparações de clorexidina e água destilada não foram capazes de dissolver o tecido pulpar. Todas as soluções de hipoclorito de sódio foram eficientes na dissolução do tecido pulpar, e a velocidade de dissolução varia de acordo com a concentração da solução utilizada.

Slutzky-Goldberg *et al.* (2004), ao avaliar o efeito do hipoclorito de sódio a 2,5% e 6% durante irrigação dos canais radiculares, por três períodos de tempo (5, 10 e 20 min) na microdureza da dentina radicular, observaram que o NaOCl a 6%, em todos os períodos de tempo testados, causou maior redução dos valores de microdureza da dentina radicular, comparada ao NaOCl a 2,5%.

Ozturk & Özer (2004), avaliaram o efeito do hipoclorito de sódio a 5% na resistência de união de quatro agentes adesivos nas paredes laterais da câmara pulpar. Foram utilizados 40 dentes terceiros molares humanos, onde as

câmaras pulpares de 20 dentes foram restauradas com sistema adesivo e resinas compostas após irrigação com NaOCl a 5%, e os outros dentes restaurados sem tratamento com NaOCl a 5%. Três barras retangulares foram obtidas da parede mesial da câmara pulpar por meio de seccionamento horizontal, e em seguida, submetida a ensaio mecânico de microtração. Os autores constataram que a aplicação do hipoclorito de sódio reduziu os valores de resistência adesiva dos agentes de união. Os autores especulam que a remoção das fibrilas colágenas da superfície da dentina pelo NaOCl impediram formação de camada híbrida consistente, resultando na redução dos valores de resistência adesiva.

Ari *et al.* (2004), realizaram estudo para avaliar o efeito do gluconato de clorexidina como solução irrigante endodôntica na microdureza e rugosidade da dentina radicular, comparado com soluções extensamente utilizadas para irrigação. Noventa dentes mandibulares anteriores tiveram suas coroas removidas na junção cimento-esmalte e seccionados longitudinalmente em dois segmentos, resultando total de 180 amostras, divididas em seis grupos (n=30) de acordo com a solução irrigadora utilizada: NaOCl a 5,25%, NaOCl a 2,5%, H₂O₂ a 3%, EDTA a 17%, gluconato de clorexidina a 0,2% e água destilada (controle). Cada grupo foi dividido em 2 subgrupos (n=15) e submetidos aos testes de microdureza Vickers e rugosidade de superfície. Os resultados indicaram que todas as soluções irrigadoras, com exceção da clorexidina, diminuíram significativamente os valores de microdureza da dentina do canal radicular. H₂O₂ a 3% e gluconato de clorexidina a 0,2% não apresentaram efeito sobre a rugosidade da dentina do canal radicular. Os autores concluíram que apesar de existir outros fatores a serem avaliados na seleção da solução irrigadora, de acordo com os resultados deste estudo, o gluconato de clorexidina parece ser solução irrigante endodôntica apropriada, por não apresentar efeito na microdureza e rugosidade da dentina do canal radicular.

Erdemir *et al.* (2004), relataram que a utilização de algumas substâncias durante tratamento endodôntico, pode interferir na resistência adesiva dos materiais restauradores adesivos, sendo estes materiais os de

escolha para restauração de dentes tratados endodonticamente. Os autores realizaram estudo *in vitro* para avaliar o efeito de várias medicações endodônticas na resistência adesiva, utilizando ensaio mecânico de microtração. Quatorze dentes unirradiculares humanos tiveram suas coroas e tecidos pulpaes removidos, canais radiculares instrumentados e divididos em sete grupos (n=2). As paredes dentinárias do canal radicular foram tratadas com hipoclorito de sódio a 5%, peróxido de hidrogênio a 3%, associação de H₂O₂ e NaOCl, ou gluconato de clorexidina 0,2% (60s); ou hidróxido de cálcio; ou formocresol (24h). Os dentes do grupo controle foram irrigados com água. Os canais radiculares foram obturados utilizando Metabond C&B, após 24 horas de armazenamento em água destilada. As amostras foram seccionadas em cortes seriados de 1,0mm, obtendo-se aproximadamente 12 amostras por grupo. Os resultados indicaram que tratamento com NaOCl, H₂O₂, ou associação de NaOCl e H₂O₂ diminuíram significativamente a resistência adesiva da dentina do canal radicular. Os dentes tratados com solução de clorexidina apresentaram valores de resistência adesiva mais elevados. Os autores concluíram que a clorexidina é solução irrigante apropriada para o tratamento do canal radicular que serão restaurados por técnicas adesivas.

Giannini *et al.* (2004), realizaram estudo sobre a resistência máxima de tração da estrutura dentária, onde avaliaram o esmalte, dentina e junção esmalte/dentina de dentes 3° molares humanos. Inicialmente as estruturas foram preparadas em forma de ampulheta por meio de um corte inicial, obtendo fatias que foram desgastadas com auxílio de ponta diamantada sobre refrigeração em água, para que fossem testadas áreas de 0,5mm². As estruturas dentárias foram testadas de acordo com a orientação dos prismas, paralelo ou transversal. Foi utilizado ensaio mecânico de microtração, que possibilita avaliar diferentes regiões individuais de uma mesma estrutura, à velocidade de 0,5mm/min, em máquina de ensaio universal. Os autores concluíram que a resistência à microtração das estruturas dentárias é dependente da localização e natureza do substrato. Também que as propriedades da dentina e do esmalte são influenciadas pela orientação dos prismas e distância da junção dentina/esmalte respectivamente.

Ari & Erdemir (2005), avaliaram o índice mineral da dentina do canal radicular após tratamento com diversas soluções irrigantes endodônticas. Sessenta dentes anteriores mandibulares extraídos por razões periodontais foram utilizados. As coroas e tecidos pulparem dos dentes foram removidos e os canais radiculares ampliados com brocas *gates-glidden* (número 1, 2 e 3). As raízes foram divididas aleatoriamente em 6 grupos (n=10): grupo 1, gluconato de clorexidina a 0,2% por período de 15 minutos; grupo 2, H₂O₂ a 3% por 15 minutos; grupo 3, EDTA a 17% por 15 minutos; grupo 4, NaOCl a 5,25% por 15 minutos; grupo 5, NaOCl a 2,5% por 15 minutos; e grupo 6 água destilada (controle). Os fragmentos de dentina foram obtidos utilizando brocas *gates-glidden* (número 4, 5 e 6). Os níveis de cinco elementos, cálcio, fósforo, magnésio, potássio e enxofre de cada espécime foram analisados utilizando técnica de ICP-AES. Os resultados foram estatisticamente analisados por meio dos testes ANOVA e Tukey. Os autores observaram diminuição significativa nos níveis de cálcio e fósforo após tratamento com todas as soluções irrigantes, com exceção do NaOCl a 5,25%, quando comparado com grupo controle. As mudanças dos níveis de magnésio, potássio e enxofre não foram significativas. Os autores concluíram que as soluções irrigadoras endodônticas apresentam efeito sobre os índices minerais da dentina radicular.

Santos *et al.* (2006), realizaram estudo com objetivo de avaliar a influência de substâncias irrigantes endodônticas na resistência de união de dentina da câmara pulpar. Setenta coroas de incisivos bovinos foram seccionadas, para exposição da câmara pulpar e divididas em 7 grupos, de acordo com a solução irrigante utilizada: NaOCl a 5,25%, solução de clorexidina a 2,0%, gel de clorexidina a 2,0% e EDTA a 17%. A área da câmara pulpar de cada coroa foi irrigada com 10mL de cada irrigante por período de 30 minutos, sendo renovada a cada três minutos. Para os grupos que utilizaram EDTA, 1ml da solução foi aplicada por 5 minutos imediatamente após 30 minutos da irrigação com a solução primária. Em seguida foi aplicado sistema adesivo (Clearfil SE Bond) e resina (Z250 Filtek) na dentina da câmara pulpar. Seis barras retangulares foram obtidas de cada espécime e a interface dentina/resina foi testada por meio de ensaio mecânico de microtração. Os autores observaram que o NaOCl causou decréscimo significativo na

resistência de união estando associado ou não a utilização do EDTA, visto que a irrigação com clorexidina não influenciou diferentemente a resistência adesão da dentina da câmara pulpar.

Qing *et al.* (2006), realizaram estudo com objetivo de avaliar o efeito da irrigação do canal com água eletrolítica ácida forte (SAEW), NaOCl a 5,25%, H₂O₂ a 3% e EDTA a 15% na limpeza e na propriedade de microdureza das paredes do canal radicular. Quarenta e três raízes unirradiculares de dentes humanos foram instrumentados utilizando técnica de recuo progressivo, sendo a irrigação realizada com água destilada, NaOCl a 5,25%, H₂O₂ a 3%, SAEW e EDTA a 15%. As amostras foram examinadas por meio de microscópio eletrônico de varredura (MEV) e máquina de ensaio de dureza Vickers. Os autores concluíram que o efeito de limpeza com utilização combinada de SAEW e solução de NaOCl como irrigante do canal radicular foi equivalente àquele do grupo com EDTA associados ao NaOCl, e que quando SAEW foi utilizado por 1 minuto sob a vibração ultra-sônica, não apresentou redução nos valores de dureza da dentina no interior do canal radicular.

As propriedades flexural de pinos endodônticos e dentina radicular humana foram analisadas por Plotino *et al.* (2006). Os autores relataram que a resistência flexural constitui parâmetro para determinar a força de resistência máxima ao dobramento de um corpo antes que ocorra fratura, e ela é determinada pela carga máxima que o corpo pode suportar.

Proposição

3 - PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes irrigantes endodônticos e associações, na resistência coesiva e flexural da dentina radicular, por meio de ensaios mecânicos de flexão de 3-pontos e microtração, utilizando:

- Solução fisiológica - Cloreto de sódio a 0,9% (Controle);
- Hipoclorito de sódio a 1%;
- Hipoclorito de sódio a 5,25%;
- Hipoclorito de sódio a 1% associado à EDTA a 17%;
- Hipoclorito de sódio a 5,25% associado à EDTA a 17%;
- Solução de gluconato de clorexidina a 2,0%;
- Gel de gluconato de clorexidina a 2,0%;
- Solução de gluconato de clorexidina a 2,0% associado à EDTA a 17%;
- Gel de gluconato de clorexidina a 2,0% associado à EDTA a 17 %;
- EDTA a 17%.

Materiais e Métodos

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 – Seleção e preparo dos dentes

Foram selecionados, por meio da padronização da anatomia radicular interna e externa e da idade, cem dentes incisivos inferiores bovinos de animais adultos, recém-extraídos que foram armazenados em solução aquosa tamponada de timol a 0,2%. Os dentes foram limpos com lâmina de bisturi nº15 e removidos tecidos mole e/ou ósseo aderidos à superfície radicular. Posteriormente, a porção coronária e parte da radicular foram removida com disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil), sob refrigeração em água, sendo realizado corte perpendicular ao longo eixo do dente, resultando em remanescente radicular de 17 mm a partir da porção apical de cada raiz (Figura 1). O tecido pulpar foi removido do canal radicular por meio de limas endodônticas (Dentsply-Malleiffer, Ballaigues, Suíça) sob irrigação com solução fisiológica para suspensão da matéria orgânica.

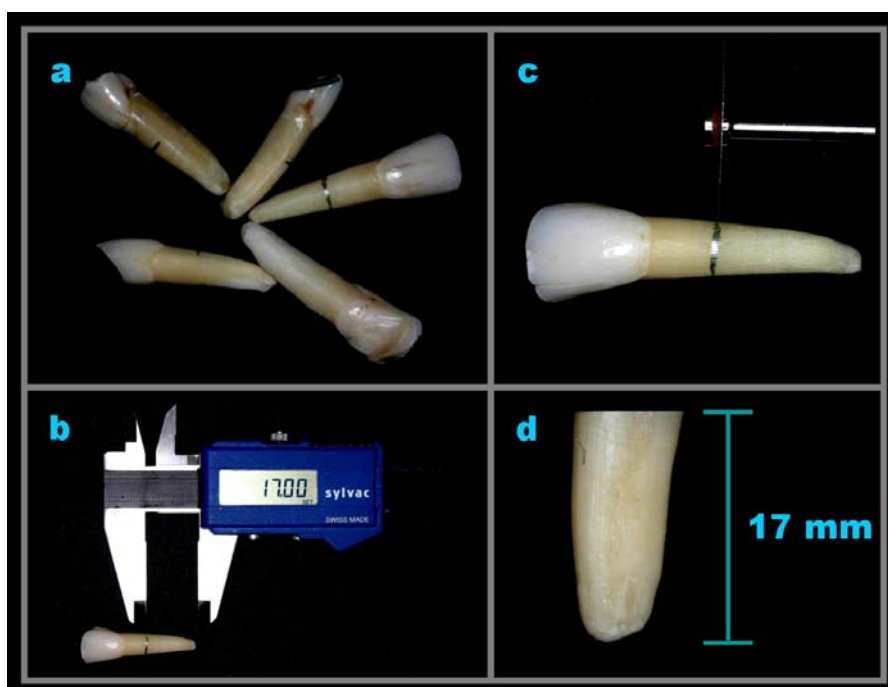


Figura 1 – (a) Padrão dos dentes selecionados; (b) demarcação para realização do seccionamento dos dentes; (c) seccionamento com disco diamantado e (d) remanescente radicular com 17 mm de comprimento.

4.2 – Preparo dos canais radiculares

Para regularização e padronização do diâmetro do canal radicular foi realizada instrumentação pela técnica clássica até a lima K nº80 (Figura 2). O comprimento real de trabalho dos canais foi definido visualmente por meio de lima endodôntica, a partir do recuo de 1,0mm após atingir o forame apical. Os canais foram irrigados com 5mL de solução fisiológica a cada troca de lima, durante toda instrumentação, por meio de seringa descartável e agulha com dimensões 0,55 X 20 (BD, Curitiba, Brasil).



Figura 2 – Instrumentação do canal pela técnica clássica com lima tipo K até nº 80 sob constante irrigação com solução fisiológica.

4.3 – Divisão dos grupos experimentais

Após preparo dos canais radiculares, as raízes foram divididas aleatoriamente em dez grupos (n=10), de acordo com o irrigante endodôntico utilizado (Figura 3), mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Grupos experimentais com respectivas substâncias irrigadoras e tempo de aplicação.

Grupos	Substância irrigadora*	Tempo de Aplicação
Controle	Cloreto de sódio a 0,9%	2 h
N1	Hipoclorito de sódio a 1,0% ¹	2 h
N5	Hipoclorito de sódio a 5,25% ¹	2 h
N1EDTA	Hipoclorito de sódio a 1,0% + EDTA a 17%	2 h + 5 min
N5EDTA	Hipoclorito de sódio a 5,25% + EDTA a 17%	2 h + 5 min
Sclx	Solução de gluconato de clorexidina a 2,0% ¹	2 h
Gclx	Gel de gluconato de clorexidina a 2,0% ¹	2 h
SclxEDTA	Solução de gluconato de clorexidina a 2,0% + EDTA a 17%	2 h + 5 min
GclxEDTA	Gel de gluconato de clorexidina a 2,0% + EDTA a 17%	2 h + 5 min
EDTA	EDTA a 17% ²	5 min

*Fabricante

¹ Biofarma, Uberlândia, Brasil.

² Biodinâmica, Paraná, Brasil.



Figura 3 – Soluções irrigadoras testadas.

4.4 – Preparo das amostras

As raízes foram fixadas em placa acrílica de 20mm X 20mm por meio de adesivo a base de cianoacrilato (Super Bonder, Loctite, SP, Brasil), para viabilizar o corte das amostras. Inicialmente as raízes foram seccionadas axialmente utilizando disco diamantado de dupla face (4" x 0,12 x 0,12, Extec, Enfield, CT, USA) montado em cortadeira de precisão (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA), com velocidade de corte de 250 rpm, obtendo-se duas metades por raiz. Uma das metades foi utilizada para confecção das amostras do ensaio mecânico de microtração e a outra para confecção das amostras do ensaio mecânico de flexão de 3-pontos (Figura4).



Figura 4 – Preparo das amostras: secção axial da raiz utilizando cortadeira de precisão, obtendo-se duas fatias por raiz.

4.4.1 – Preparo das amostras para ensaio mecânico de resistência flexural

Para o preparo das amostras do ensaio mecânico de flexão 3-pontos (Figura 5), uma das metades da raiz foi novamente seccionada no sentido longitudinal por meio de dois cortes (Figura 5b), resultando em fatia central de 1,0 mm de espessura (Figura 5c). Novo seccionamento foi realizado por meio de dois cortes laterais (Figura 5d), obtendo-se barra de dentina radicular com dimensões de 1x1x17 mm (Figura 5e). Posteriormente foram realizados dois cortes perpendiculares nas extremidades das barras, priorizando a porção regular e central da raiz, para obtenção de amostras com dimensões de 1x1x12 mm (Figura 5f).

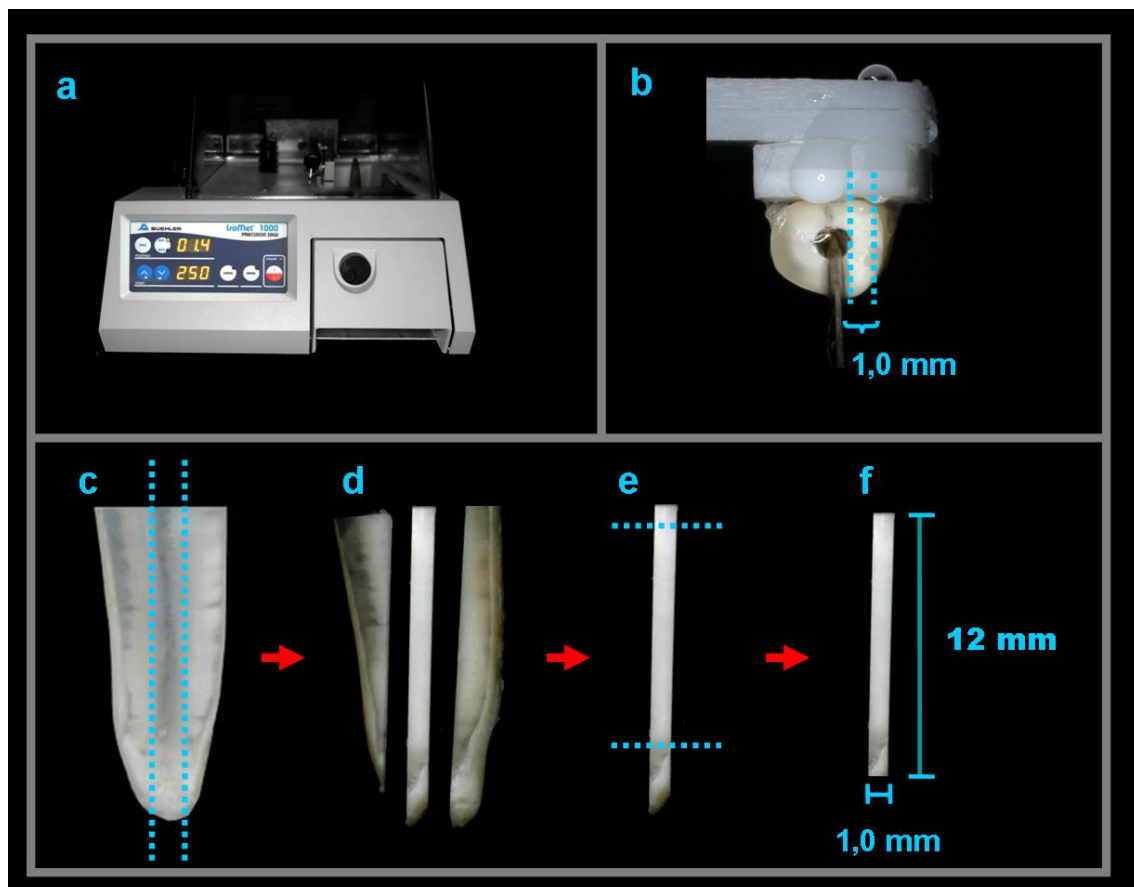


Figura 5 – (a) Cortadeira de precisão para preparo das amostras do ensaio mecânico de resistência flexural: (b) após corte inicial, mais dois cortes no sentido longitudinal foram realizados; (c) resultando em fatia central de 1,0mm de espessura. (d) A fatia foi novamente seccionada por meio de dois cortes laterais, (e) obtendo-se uma barra de 1x1x17 mm. (f) Posteriormente foram realizados dois cortes nas extremidades das barras para obtenção de amostras 1x1x12 mm.

4.4.2 – Preparo das amostras para ensaio mecânico de microtração

No preparo das amostras do ensaio mecânico de microtração, a outra fatia da raiz foi novamente fixada na placa de acrílico com adesivo a base de cianoacrilato, com a superfície interna da raiz em contato com a placa e seccionada por meio de cortes seriados no sentido perpendicular ao longo eixo do dente, obtendo-se duas fatias com 1,0 mm de espessura para cada terço da raiz (cervical, médio e apical) (Figura 6), totalizando 60 amostras por grupo (600 amostras para teste de microtração). As fatias das extremidades das raízes foram descartadas. Posteriormente, foi utilizada ponta diamantada cilíndrica (nº 1090, KG Sorensen, Baurueri, SP, Brasil) em alta rotação sob refrigeração constante, e realizada constricção na porção externa da raiz em direção ao canal radicular, resultando em amostras com forma de ampulheta e área de teste de 1mm².

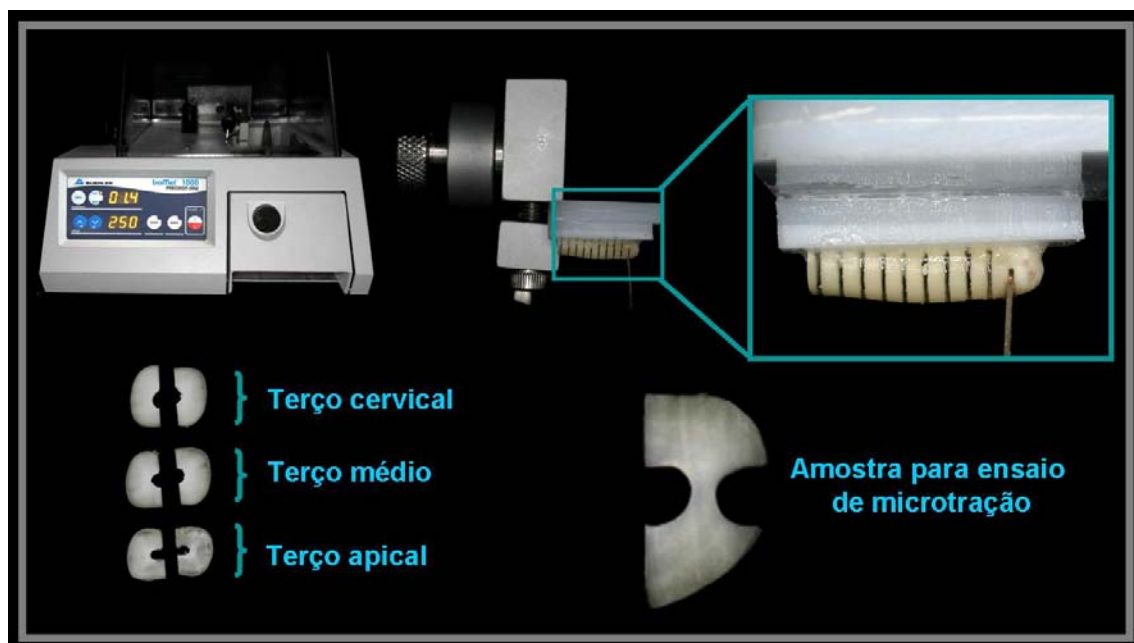


Figura 6 – Preparo das amostras para o ensaio de microtração.

As amostras foram armazenadas individualmente em frascos plásticos imersos em água destilada a 37°C por 24 horas (Figura 7).



Figura 7 – Armazenagem em água destilada.

4.5 – Tratamento das amostras

As amostras foram imersas nas substâncias irrigadoras a serem testadas, sob ação de ultra-som (Figura 8) por período de duas horas, com exceção do EDTA, que foi utilizado por 5 minutos seguindo as instruções do fabricante, como mostrado na Tabela 1. Todos os grupos tratados com soluções de hipoclorito de sódio e solução e gel de gluconato de clorexidina tiveram as substâncias trocadas a cada 15 minutos, para evitar a saturação das mesmas (Grigoratos *et al.*, 2001), até completar o tempo total de duas horas, resultando oito trocas por grupo, com exceção do EDTA, que as amostras foram imersas única vez por período de 5 minutos. Após tratamento, as amostras foram removidas dos recipientes plásticos e as substâncias irrigadoras neutralizadas por meio de lavagem abundante com trocas consecutivas de água destilada. Em seguida as amostras foram imediatamente submetidas aos respectivos ensaios mecânicos.



Figura 8 – Amostras imersas na solução irrigadora testada sob agitação em aparelho de ultrassom.

4.6 – Ensaio mecânico de resistência flexural

Para ensaio mecânico de resistência flexural foi utilizado dispositivo metálico específico para este teste, com base metálica em aço inoxidável contendo duas barras suspensas com 2,0 mm de diâmetro, dispostas paralelamente entre si e distantes 8,0 mm, onde foram apoiadas as amostras. A ponta de aplicação de carga, em forma de lâmina de faca com espessura de 0,3 mm, foi fixada à célula de carga de 20Kgf, que possibilitou o teste flexural de 3-pontos (Figura 9).

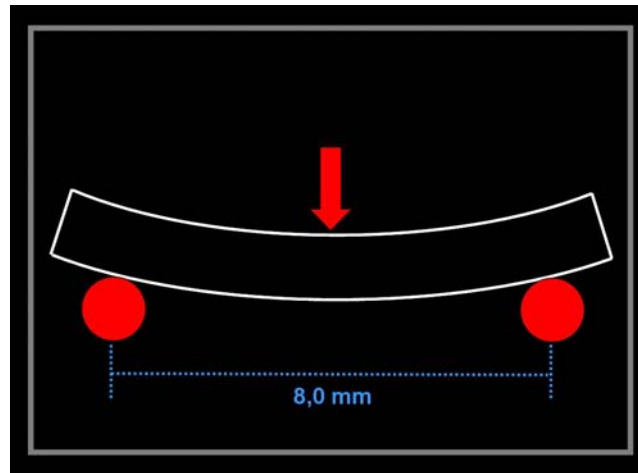


Figura 9 – Desenho esquemático do ensaio de flexão de 3-pontos.

Após o dispositivo ser acoplado a máquina de ensaio mecânico (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil), utilizando célula de carga de 20Kgf (Figura 10a), as amostra foram posicionadas centralizada sobre as duas barras do dispositivo. Na porção central da amostra foi aplicado carregamento de compressão com velocidade de 0,5 mm/minuto até a fratura (Figura 10b). O valor de carga máxima (N) foi dividido pela área da secção transversal da barra, para obtenção dos valores de resistência flexural, calculados por meio da seguinte equação:

$$\sigma = \frac{3 PL}{2bh^2}$$

Onde σ é a resistência flexural, P carga máxima até o momento da fratura (N), L distância entre os suportes (8,0 mm), b largura da amostra testada e h altura da amostra testada.

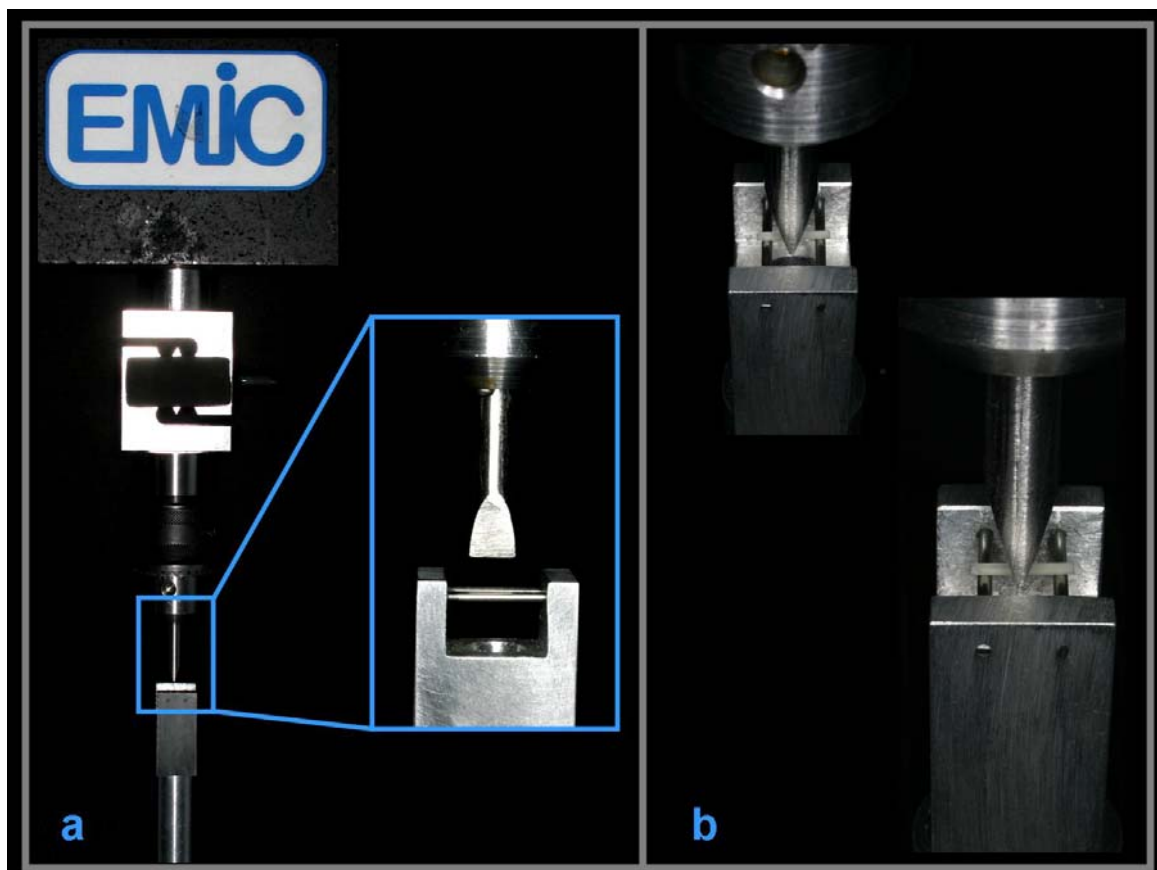


Figura 10 – (a) Dispositivo do ensaio de flexão 3-pontos acoplado a EMIC e (b) amostra em carregamento de compressão.

4.7 – Ensaio mecânico de microtração

Para ensaio mecânico de microtração foi utilizado dispositivo metálico específico para este teste (Figura 11), acoplado a máquina de ensaio mecânico EMIC DL 2000 com adaptação de célula de carga de 20 Kgf. As amostras foram apreendidas com auxílio de pinça e suas extremidades fixadas ao dispositivo por meio de adesivo a base de cianoacrilato (Superbond Gel, Loctite, SP, Brasil) e acelerador de presa (Flashtec, NHP Co., Inc Lowell, MA, USA), de modo a posicionar a constrição paralela ao longo eixo de carregamento de tração (Figura 12a).

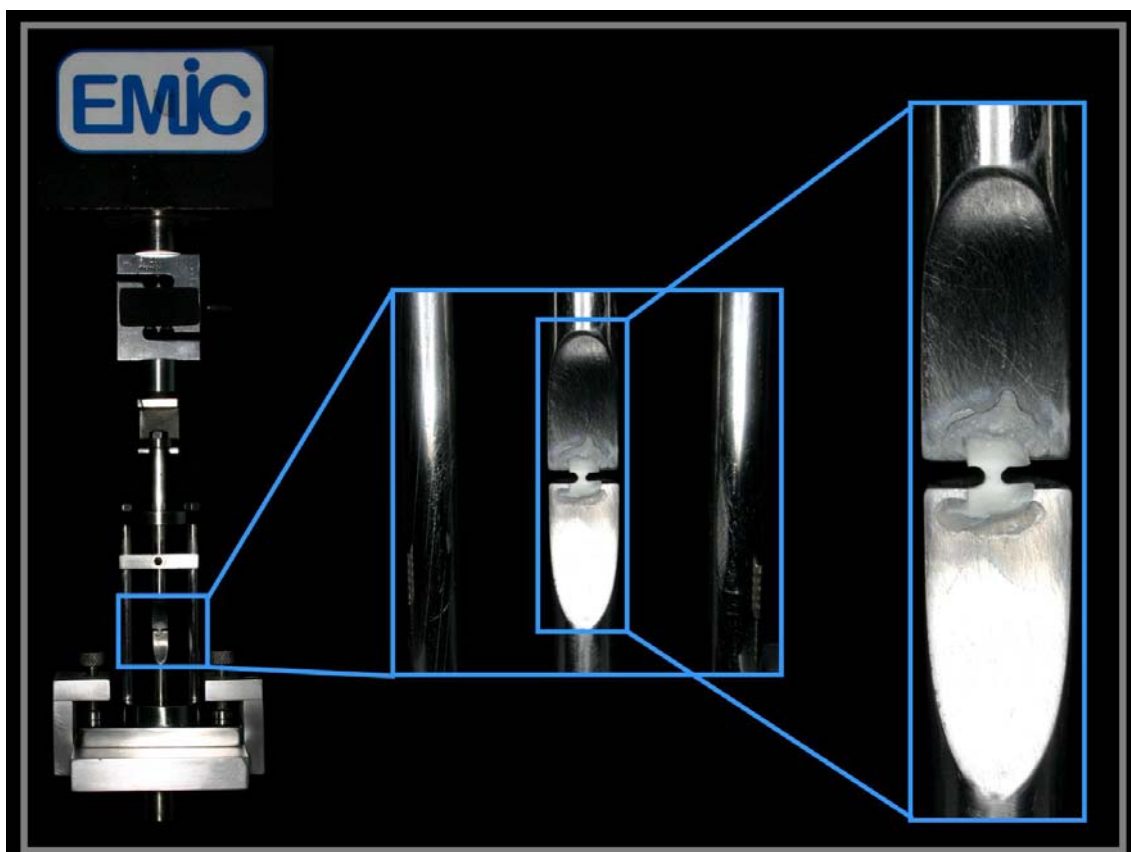


Figura 11 – Dispositivo do ensaio de microtração acoplado a EMIC com amostra já fixada para o teste.

Em seguida foi aplicado carregamento de tração com velocidade de 0,5 mm/minuto, até a fratura da amostra. No momento da fratura os dados foram coletados para posterior análise (Figura 12b). As amostras foram removidas do dispositivo e a secção transversal medida utilizando-se paquímetro digital (Digimess, São Paulo, Brasil). Os valores finais da resistência coesiva foram calculados dividindo-se os valores da resistência de ruptura pela área das secções transversais das amostras, determinando a resistência máxima coesiva (MPa).

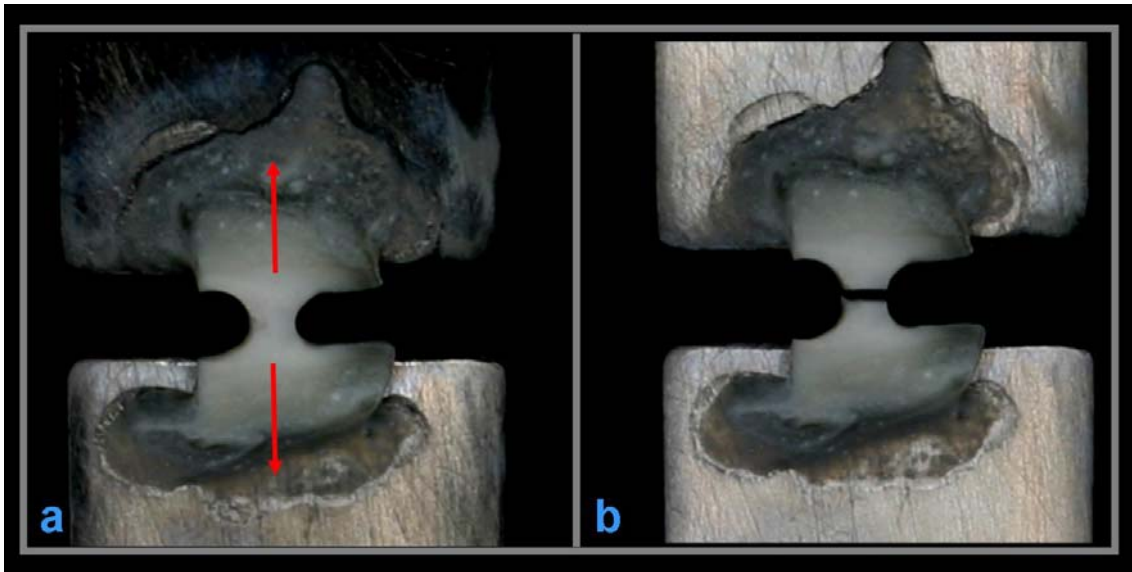


Figura 12 – (a) Amostra fixada ao dispositivo antes e (b) após fratura.

4.8 – Análise estatística

Os dados foram tabulados e analisados por meio do software SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) e empregado análise de variância em fator único para o ensaio de resistência flexural, e parcela subdividida para ensaio de microtração, seguido do teste de Tukey. Foi utilizado nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Resultados

5 – RESULTADOS

5.1 – Ensaio mecânicos de resistência flexural

Os valores médios e desvio padrão de resistência flexural estão descritos na Tabela 3 e Gráfico 1. A análise de variância demonstrou diferença significativa entre os grupos ($P>0,05$). O teste de Tukey demonstrou que os valores médios dos grupos ScIx, Gclx, ScIxEDTA, GclxEDTA e EDTA não diferiram entre si e do grupo controle. Os grupos tratados com hipoclorito de sódio apresentaram valores estatisticamente inferiores em relação ao grupo controle. A associação de EDTA com solução de hipoclorito de sódio a 1,0% potencializou a redução da resistência flexural da dentina radicular. O fator concentração do hipoclorito de sódio e formulação do gluconato de clorexidina, não alterou os valores de resistência flexural.

Tabela 2. Média e desvio padrão da Resistência Flexural.

Grupos	Médias	DP	Categoria estatística Teste Tukey
GclxEDTA	3,71E+09	5,77E+08	A
Controle	3,51E+09	7,11E+08	A
EDTA	3,45E+09	6,01E+08	A
Gclx	3,4E+09	6,7E+08	A
ScIx	3,26E+09	6,86E+08	A
ScIxEDTA	3,15E+09	5,38E+08	A
N1	2,07E+09	7,24E+08	B
N5	1,76E+09	3,92E+08	BC
N5EDTA	1,57E+09	2,97E+08	BC
N1EDTA	1,46E+09	2,8E+08	C

Médias seguidas de letras diferem entre si para o teste de Tukey ($p<0,05$).

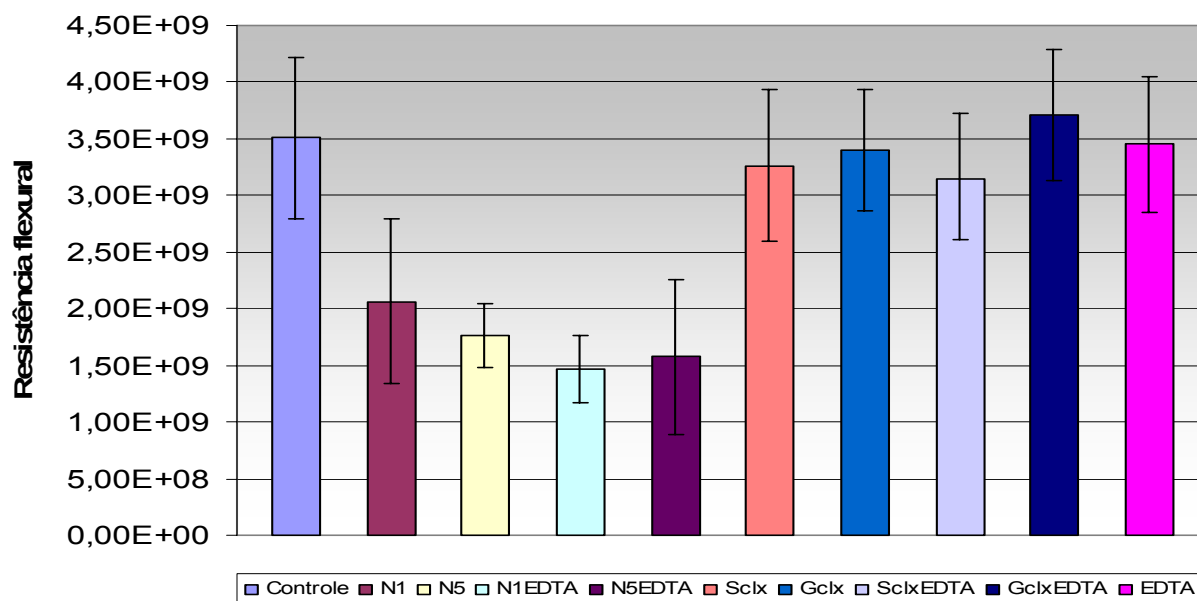


Gráfico 1 – Valores médios de resistência máxima flexural e desvio padrão.

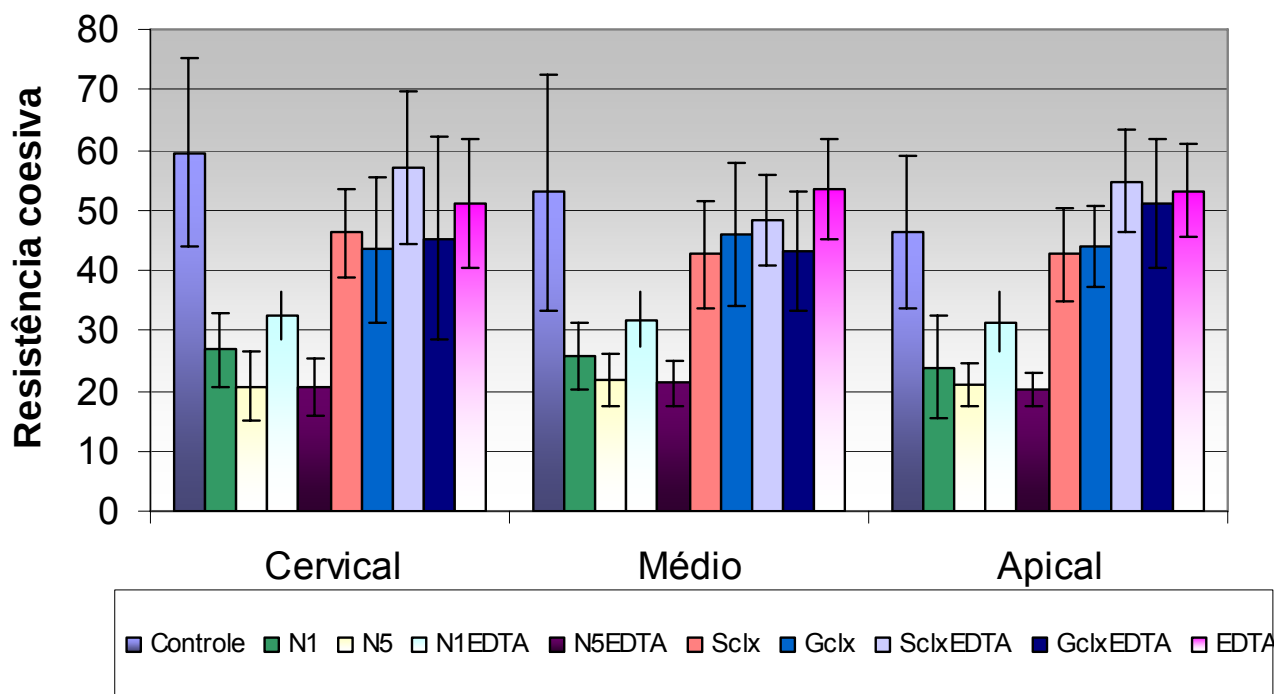
5.2 – Ensaio mecânicos de resistência coesiva

Os valores médios de resistência máxima coesiva e desvio padrão estão descritos na Tabela 4 e Gráfico 2. Não foi encontrada diferença significativa entre os terços avaliados para nenhum dos grupos estudados ($p=0,70$). O fator substância irrigadora resultou em diferença significativa ($p<0,0001$), independente do fator região, e a interação entre estes fatores não foi significativa ($p= 0,1121$). Os grupos Sclx, SclxEDTA, EDTA, Gclx e GclxEDTA não diferiram dos valores obtidos para o grupo controle. Os valores obtidos para os grupos N1, N5 e N5EDTA foram inferiores ao grupo controle. A concentração do hipoclorito de sódio não influenciou nos valores de resistência coesiva da dentina. O fator formulação do gluconato de clorexidina (gel ou solução), não influenciou as propriedades mecânicas da dentina. A associação do EDTA com hipoclorito de sódio independente da concentração, e gluconato de clorexidina independente da formulação não resultou em alteração da resistência máxima coesiva da dentina.

Tabela 3. Média (desvio padrão) da resistência coesiva (MPa) em função dos grupos e dos terços.

Grupos	Região			Média geral por grupo
	Cervical	Médio	Apical	
Controle	59,6(15,8)	53,0 (19,6)	46,2(12,7)	52,9(6,7) ^a
ScIxEDTA	57,1(12,7)	48,3 (7,6)	54,7(8,6)	53,4(4,6) ^a
EDTA	51,2(10,7)	53,6(8,4)	53,2(7,7)	52,7(1,3) ^a
ScIx	46,2(7,2)	42,6(8,7)	42,7(7,7)	43,8(2,0) ^a
GclxEDTA	45,2(16,8)	43,1 (9,8)	50,9(10,7)	46,4(4,1) ^a
Gclx	43,5(12,0)	46,1(11,8)	43,9(6,7)	44,5(1,4) ^{ab}
N1EDTA	32,5(3,9)	31,8(4,6)	31,5(4,9)	31,9(0,5) ^b
N1	26,7(5,9)	25,7(5,6)	23,9(8,4)	25,5(1,4) ^c
N5	20,8(5,6)	21,8 (4,5)	21,1(3,6)	21,2(0,5) ^c
N5EDTA	20,6(4,6)	21,2(3,9)	20,1(2,7)	20,6(0,5) ^c
Média geral por região	40,3(14,4) ^A	21,2(3,9) ^A	20,1(2,7) ^A	

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras maiúsculas representam análise entre regiões - horizontal e letras minúsculas representam análise entre irrigantes - vertical.



Discussão

6 – DISCUSSÃO

A hipótese foi confirmada, pois tanto a resistência máxima coesiva quanto a resistência flexural da dentina radicular foram influenciadas pela utilização do hipoclorito de sódio como substância irrigadora endodôntica.

Dentes humanos extraídos foram utilizados em ensaios laboratoriais por vários anos. No entanto, com a evolução da odontologia preventiva, objetivando preservação do elemento dentário e a evolução dos materiais odontológicos, torna-se cada vez mais difícil obtenção destes dentes, dificultando sua utilização em pesquisas. Dentes bovinos são estudados e utilizados (Slutzky-Goldberg *et al.*, 2004; Okino *et al.* 2004; Santos *et al.*, 2006) como substituto aos dentes humanos em pesquisas, por apresentar semelhança com dentes humanos, facilidade de coleta, possibilidade de padronização da maturação do tecido dentário e menor risco de transmissão de doenças infecciosas.

A resistência flexural constitui parâmetro para determinar a resistência máxima ao dobramento de um corpo antes que ocorra ruptura deste (Plotino *et al.*, 2006). Esta propriedade é determinada pela carga máxima que um corpo pode suportar, sendo esta influenciada pela configuração geométrica do espécime (Plotino *et al.*, 2006). Já a resistência coesiva, é determinada pela resistência máxima de tração de um corpo à fratura (Sano *et al.*, 1994). A relevância clínica do estudo destas propriedades é determinada, sobretudo, pelo ato da mastigação, quando ocorrem diferentes esforços mastigatórios que induzem vários tipos de tensões ao substrato dentário (Sabbagh *et al.*, 2002).

O ensaio mecânico de microtração foi utilizado para avaliar a resistência máxima coesiva da dentina radicular. Este ensaio permite avaliar pequenas áreas das estruturas testadas, além de promover melhor distribuição das tensões ao longo do corpo-de-prova, possibilitando que a fratura dos mesmos ocorra próximo ao real limite de resistência máxima (Sano *et al.*, 1994). Além disso, permite avaliar diferentes regiões individuais de uma mesma estrutura (Giannini *et al.*, 2004), que viabiliza análise do fator

localização da dentina radicular em função da profundidade. Para ensaio de microtração, pode ser confeccionadas amostras com formato de palito ou ampulheta. Neste estudo, foi utilizado amostras com formato de ampulheta, pois desta forma, a quantidade de corte para as amostras foi reduzida, minimizando a influência da variável concentração de tensões, durante etapa de confecção das mesmas. Além disso, com a constricção é possível especificar melhor a área a ser analisada no teste. Cuidado foi observado na etapa de confecção das constricções, realizadas com pontas diamantadas, onde estas foram realizadas perpendiculares ao longo eixo das amostras e ambas com mesmo alinhamento. Outro aspecto importante foi durante a etapa de fixação das amostras no dispositivo, onde foram fixadas de tal forma que a cola não escorresse até a área de constricção testada, o que permitiria falsos resultados, derivados da soma da resistência máxima de tração da amostras de dentina com a da cola. Ainda na etapa de fixação, foi observado o posicionamento das amostras ao dispositivo, sendo as constricções posicionadas paralelas ao eixo de tração, minimizando a ocorrência de outras tensões que não de tração.

Para calcular a resistência flexural, foi utilizado ensaio mecânico de flexão de 3-pontos em dispositivo específico, cuja ponta de aplicação de carga posicionava-se centralizada nas amostras de dentina radicular. Foram utilizadas apenas amostras que apresentavam superfícies planas, uma vez que, caso houvesse alguma área irregular as tensões seriam mais susceptíveis a concentrar-se nas arestas e depressões induzindo a fratura nestas regiões, proporcionando resultados questionáveis.

A irrigação endodôntica é o método mais eficaz para remoção de tecidos remanescentes e “debris” de dentina (Ari & Erdemir, 2005) uma vez que, mesmo com cauteloso preparo biomecânico, microrganismos podem não ser alcançados pelo instrumento endodôntico (Biffi & Rodrigues, 1989; Torabinejad *et al.*, 2002). O procedimento de irrigação proporciona significativa redução dos depósitos bacterianos, auxiliam na lubrificação, remoção da *smear layer*, desinfecção e dissolução do tecido pulpar necrosado (Hauman & Love, 2003). Várias substâncias irrigadoras são utilizadas com este objetivo, entre

elas destacam-se o hipoclorito de sódio, solução fisiológica, ácido etileno diamino tetracético (EDTA), gluconato de clorexidina e outras. No entanto, nenhuma substância irrigadora quando empregadas isoladamente, apresenta todas propriedades físico-químicas necessárias para o sucesso desta etapa do tratamento endodôntico.

O hipoclorito de sódio constitui solução química irrigadora bastante utilizada na terapia endodôntica, por proporcionar debridamento, desinfecção, lubrificação e dissolução dos tecidos presentes no canal radicular (Spanberg, 1973), característica esta que faz deste irrigante de escolha para tratamento dos sistemas de canais radiculares. Os resultados deste estudo demonstraram que esta solução nas concentrações avaliadas (1,0% e 5,25%), quando utilizados separadamente ou em associação ao EDTA influenciam negativamente na resistência flexural e coesiva da dentina radicular, resultados confirmados por estudos anteriores (Sim *et al.*, 2001; Grigoratos *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2006). Sabe-se também que esta substância química influencia em outras propriedades mecânicas da dentina, como módulo de elasticidade (Sim *et al.*, 2001; Grigoratos *et al.*, 2001) e microdureza (Saleh & Ettman, 1999; White *et al.*, 2002; Ari *et al.*, 2004; Slutzky-Goldberg *et al.*, 2004; Qing *et al.*, 2006). Os resultados deste estudo confirmam a influência destas substâncias no módulo de elasticidade, uma vez que os valores de resistência flexural foram alterados, e estes mantêm relação direta com módulo de elasticidade. A possível explicação para estas alterações, é que esta substância também altera propriedades químicas da dentina. Estas alterações são causadas pela redução nos índices de mineral, principalmente pela alteração da proporção cálcio/fosfato (Dogan & Çalt, 2001; Ari & Erdemir, 2005) e promove ainda perda da matriz orgânica da dentina, por meio da degradação do colágeno (Sim *et al.* 2001). Estes mesmos autores relataram que o hipoclorito de sódio 5,25% reduz significativamente os valores de resistência flexural e módulo de elasticidade. Ainda avaliando tais propriedades Grigoratos *et al.* (2001) observaram também, redução significativa na resistência flexural e módulo de elasticidade da dentina associada ao uso do hipoclorito de sódio a 3% e 5,25%. Embora os resultados deste estudo tenham mostrado que o fator concentração da solução de hipoclorito de sódio não apresenta diferença estatística

significativa quando comparadas entre si, outros estudos correlacionam o efeito do hipoclorito de sódio com a concentração da solução utilizada (Spangberg *et al.* 1973, Okino *et al.* 2004). Autores mencionam relação direta entre concentração do hipoclorito de sódio e eficácia, onde quanto maior a concentração mais potente a solução (Spangberg *et al.* 1973, Okino *et al.* 2004). Estudos demonstram que esta solução na concentração de 0,5% e 1,0% apresenta-se segura e efetiva em relação à desinfecção do canal radicular (Byström & Sundqvist, 1983; Okino *et al.*, 2004), entretanto quando em altas concentrações o hipoclorito de sódio é altamente tóxico (Spangberg *et al.* 1973), e tende a induzir inflamações aos tecidos (Tanomaru Filho *et al.* 2002). A capacidade do hipoclorito de sódio em remover *smear layer* tem se mostrado deficiente, uma vez que, durante ou após a instrumentação endodôntica, age apenas sobre a camada mais superficial da *smear layer* (Baumgartner & Mader, 1987). A remoção de tecido orgânico e da *smear layer* tem sido obtida satisfatoriamente com uso do hipoclorito de sódio alternado com EDTA (Cengiz *et al.*, 1990; Yamashita *et al.*, 2003).

O gluconato de clorexidina passou a ser utilizado na endodontia como substância irrigadora, devido sua capacidade de inibição do crescimento de bactérias comumente encontradas nas infecções endodônticas (Cervone *et al.*, 1990), efeito residual (White *et al.*, 1997; Leonardo *et al.*, 1999) e biocompatibilidade (Jeansonne & White, 1994; Tonomaru Filho *et al.*, 2002). Esta substância pode ser utilizada como irrigante endodôntico na formulação líquida (Jeansonne & White, 1994) ou gel, onde este apresenta melhores resultados para remoção da *smear layer*, devido sua viscosidade (Ferraz *et al.*, 2001). Neste estudo, tratamento com gluconato de clorexidina, tanto na forma líquida quanto gel, apresentou valores médios de resistência flexural e coesiva semelhantes ao grupo controle. Isto indica que tal substância quando utilizada como irrigante endodôntico, não altera as propriedades mecânicas da dentina radicular (Ari *et al.*, 2004; Ari & Erdemir, 2005). No entanto, esta substância não apresenta algumas propriedades inerentes ao hipoclorito de sódio, como a importante capacidade de dissolução tecidual, que torna o hipoclorito, substância de primeira escolha para irrigação dos canais radiculares (Jeansonne & White, 1994).

Outro fator a ser considerado no sucesso do tratamento endodôntico é a remoção da *smear layer*, pois embora não exista consenso na literatura sobre a relação desta com o sucesso do tratamento endodôntico, a maioria dos pesquisadores acreditam que sua permanência sobre as paredes do canal e no interior dos túbulos dentinários pode atuar como barreira física interferindo na adesão e na penetração dos materiais seladores no interior dos túbulos dentinários, que aumenta a probabilidade de infiltração e conseqüentemente insucesso do tratamento endodôntico (Sen *et al.*, 1995). O EDTA a 17% tem sido utilizado com sucesso para eliminação da *smear layer*, proporcionando limpeza das paredes do canal radicular, livre de detritos e com túbulos dentinários expostos. Esta solução atua especificamente sobre tecido inorgânico, condicionando sua utilização a associação com outras substâncias que atuem sobre a matéria orgânica (Qing *et al.*, 2006). O EDTA é agente quelante, que reage com íons cálcio da dentina formando quelatos solúveis de cálcio, que facilita o debridamento químico-mecânico durante tratamento endodôntico (Dogan & Çalt, 2001; Ari & Erdemir, 2005). Neste estudo as amostras tratadas com esta substância, isoladamente ou em associação ao hipoclorito de sódio ou gluconato de clorexidina, não diferiram estatisticamente entre si para os valores de resistência máxima coesiva, por exemplo, o valor de resistência para as amostras tratadas com hipoclorito de sódio a 1% não diferiu dos valores obtidos das amostras tratadas com hipoclorito de sódio a 1% associado ao EDTA. Para os valores de resistência flexural a única exceção foi quando em associação ao hipoclorito de sódio a 1%, diferindo estatisticamente dos demais grupos tratados com NaOCl estando associado ou não ao EDTA.

Neste trabalho, a variável localização da dentina (terço cervical, médio ou apical) não influenciou na resistência máxima coesiva do substrato, confirmando os resultados do estudo de Dametto *et al.* (2006). Segundo Yamashita *et al.* (2003), a efetividade da ação de qualquer substância irrigadora endodôntica, é dependente da capacidade desta em alcançar toda extensão dos sistemas de canais radiculares, sendo a região apical, a que apresenta menor contato com estas substâncias durante a irrigação endodôntica quando comparada com as outras regiões. Neste trabalho esta variável foi controlada, uma vez que as amostras foram expostas às

substâncias endodônticas de maneira uniforme, nos três terços radiculares, não havendo deste modo limitações inerentes às condições clínicas da distribuição do irrigante, resultante do tamanho e pronunciadas curvaturas do canal radicular que impedem a ação do irrigante endodôntico em algumas regiões (Ciucchi et al., 1989). Desta forma pôde-se observar que a estrutura dentinária não sofreu alterações estruturais consideráveis em função da localização na resistência máxima coesiva.

Neste trabalho as amostras tratadas com hipoclorito de sódio e gluconato de clorexidina, foram aplicadas por período de 2 horas, por ser tempo máximo de exposição clínica da substância irrigadora endodôntica à superfície dentinária (Sim et al., 2001; Grigoratos et al., 2001). Os grupos tratados com EDTA, utilizado em associação ou isoladamente, foram aplicados por período de 5 minutos, seguindo orientações do fabricante, uma vez que não existe consenso na literatura sobre o tempo ideal de utilização do EDTA.

Outro aspecto importante a ser considerado, é o material restaurador utilizado, que em dentes com tratamento endodôntico, deve-se preferencialmente optar por utilização de materiais restauradores que apresentam características mecânicas semelhantes à estrutura dentária perdida, ou seja, materiais restauradores que biomimetizam estas estruturas (Pest et al., 2002). A maioria destes materiais é adesivo e possibilita formação de corpo contínuo entre dente/materiais restauradores, que permitem também distribuição das tensões geradas durante a mastigação de forma mais homogênea, minimizando risco de fratura da raiz. Entretanto as substâncias químicas irrigadoras utilizadas durante o tratamento endodôntico podem dissociar-se em oxigênio e água e difundir-se na matriz do colágeno e túbulos dentinários, afetando a penetração dos materiais resinosos na estrutura dentinária ou polimerização dos monômeros, e influenciar negativamente na resistência de união entre material restaurador/dentina radicular (Nikaido et al., 1999) e conseqüentemente aumentar o risco de fratura destas raízes. Outro fator que pode também interferir negativamente no processo de união é a degradação das fibras colágenas da superfície dentinária causada pela utilização dessas substâncias irrigadoras, que impedem a formação de camada

híbrida consistente (Ozturk & Ozer, 2004). A degradação provocada pelo hipoclorito de sódio, influencia na redução dos valores de união à dentina radicular (Morris *et al.*, 2001; Ari *et al.*, 2003; Erdemir *et al.*, 2004), principalmente, quando em altas concentrações, porque a ação de oxidação do hipoclorito de sódio conduz à oxidação das fibras colágenas da dentina que é crítica para a iniciação da polimerização (Morris *et al.*, 2001). Poucos são os estudos encontrados sobre o efeito do gluconato de clorexidina sobre a adesão. No entanto Erdemir *et al.* (2004), verificaram que a irrigação do canal radicular com gluconato de clorexidina a 0,2% aumenta os valores de resistência de união à dentina radicular. Os autores atribuem tal resultado à propriedade de adsorção da clorexidina, ou seja, suas moléculas apresentam carga iônica positiva que são capazes de ligar-se a outros substratos carregados negativamente, como os tecidos dentais e a própria molécula do adesivo, fortalecendo a união dentina/resina. Outro autor, concluiu que a resistência de união à dentina não foi afetada pela irrigação endodôntica com o gluconato de clorexidina a 2,0%, tanto na forma líquida quanto gel, apresentando valores médios de resistência de união semelhantes aos do grupo controle (Santos *et al.*, 2006).

Apesar dos resultados obtidos nesse estudo favorecerem uma ou outra substância, é necessária análise de outros fatores para indicar ou contraindicar a utilização destas substâncias. O hipoclorito de sódio apesar de ser tóxico em altas concentrações (Yesilsoy *et al.*, 1995) e influenciar nas propriedades mecânicas avaliada, possui excelente capacidade de dissolução tecidual (Byström & Sundqvist, 1983; Hauman & Love, 2003). Já a clorexidina, apesar de não apresentar característica de dissolução tecidual, não interfere nas propriedades mecânicas da dentina, avaliadas neste trabalho, além de apresentar efeito inibitório nas bactérias comumente encontradas nas infecções endodônticas, possuir baixa toxicidade e efeito antimicrobiano residual (Jeansonne & White, 1994; Yesilsoy *et al.*, 1995; Leonardo *et al.*, 1999). O EDTA apesar de atuar especificamente sobre tecidos inorgânicos da dentina e ser utilizado apenas em associação com outras substâncias irrigadoras, em geral não interfere nas propriedades mecânicas da dentina, como as avaliadas neste trabalho e apresenta capacidade de remoção da *smear layer* (Qing *et al.*,

2006). Desta forma novos estudos devem ser realizados com objetivo de avaliar qual o tempo máximo que estas substâncias podem permanecer em contato com a estrutura dentinária, sem que haja alterações destas propriedades mecânicas e avaliar também a influência destas soluções irrigadoras em outras propriedades mecânicas da dentina radicular e na capacidade de interação com materiais adesivos empregados nos procedimentos restauradores de dentes tratados endodonticamente.

Conclusão

7 – CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia utilizada neste estudo foi possível concluir que:

- 1- O hipoclorito de sódio nas concentrações 1% e 5,25% reduz significativamente a resistência flexural e resistência coesiva máxima da dentina radicular, quando utilizado separadamente ou em associação com EDTA a 17%.
- 2- O EDTA associado ao hipoclorito de sódio a 1,0% potencializou a redução da resistência flexural da dentina radicular;
- 3- A localização da dentina não influenciou na resistência máxima coesiva do substrato.
- 4- O gluconato de clorexidina a 2% na forma líquida ou gel, e o EDTA a 17% não influenciaram nas propriedades mecânicas de resistência flexural e coesiva da dentina radicular.

Referências bibliográficas*

* Referências definidas em acordo com as normas de Vancouver modificada pela FOUFU

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. **J Endod.** 2004 Nov;30(11):792-5.
2. Ari H, Erdemir A. Effects of endodontic irrigation solutions on mineral content of root canal dentin using ICP-AES technique. **J Endod.** 2005 Mar;31(3):187-9.
3. Ari H, Yasar E, Belli S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. **J Endod.** 2003 Apr;29(4):248-51.
4. Barbosa SV, Safavi KE, Spangberg SW. Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentine. **Int Endod J.** 1994 Nov;27(6):309-12.
5. Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. **J Endod.** 1992 Dec;18(12):605-12.
6. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. **J Endod.** 1987 Apr;13(4):147-57.
7. Biffi JCG, Rodrigues HH. Ultrasound in endodontics: a quantitative and histological assessment using human teeth. **Endod Dent Traumatol.** 1989 Feb;5(1):55-62.
8. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1983 Mar;55(3):307-12.
9. Cengiz T, Aktener BO, Piskin B. Effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron

- microscopic study. **Int Endod J.** 1990 May;23(3):163-71.
10. Cervone F, Tronstad L, Hammond B. Antimicrobial effect of chlorhexidine in a controlled release delivery system. **Endod Dent Traumatol.** 1990 Feb;6(1):33-6.
 11. Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. **Int Endod J.** 1989 Jan;22(1):21-8.
 12. Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Saquy PC, Pecora JD. Evaluation of the effect of EDTAC, CDTA, and EGTA on radicular dentin microhardness. **J Endod.** 2001 Mar;27(3):183-4.
 13. Doğan H, Çalt S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. **J Endod.** 2001 Sep;27(9):578-80.
 14. Edemir A, Ari H, Gungunes H, Belli S. Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. **J Endod.** 2004 Feb;30(2):113-16.
 15. Ferraz CC, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. **J Endod.** 2001 Jul;27(7):452-5.
 16. Giannini M, Soares CJ, de Carvalho RM. Ultimate tensile strength of tooth structures. **Dent Mater.** 2004 May;20(4):322-9.
 17. 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.** 2001 Mar;34(2):113-9.
 18. Haikel Y, Gorce F, Allemann C, Voegel JC. In vitro efficiency of endodontic irrigation solutions on protein desorption. **Int Endod J.** 1994 Jan;27(1):16-

- 20.
19. Hauman CH, Love RM. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. **Int Endod J**. 2003 Feb;36(2):75-85. Review.
20. Ishizuka T, Kataoka H, Yoshioka T, Suda H, Iwasaki N, Takahashi H, Nishimura F. Effect of NaClO treatment on bonding to root canal dentin using a new evaluation method. **Dent Mater J**. 2001 Mar;20(1):24-33.
21. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. **J Endod**. 1994 Jun;20(6):276-8.
22. Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA, Nelson Filho P, Bonifacio KC, Ito IY. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. **J Endod**. 1999 Mar;25(3):167-71.
23. Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. **J Endod**. 2001 Dec;27(12):753-7.
24. Nikaido T, Takano Y, Sasafuchi Y, Burrow MF, Tagami J. Bond strengths to endodontically-treated teeth. **Am J Dent**. 1999 Aug;12(4):177-80.
25. Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JAP. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. **Int Endod J**. 2004 Jan;37(1):38-41.
26. Ozturk B, Ozer F. Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. **J Endod**. 2004 May;30(5):362-65.
27. Pest L B, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic

- restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. **Dent Mat.** 2002 Dec;18(8):596-602.
28. Plotino G, Grande NM, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. **Dent Mater.** 2006 Nov 18; [Epub ahead of print].
29. Qing Y, Akita Y, Kawano S, Kawazu S, Yoshida T, Sekine I. Cleaning efficacy and dentin micro-hardness after root canal irrigation with a strong acid electrolytic water. **J Endod.** 2006 Nov;32(11):1102-6.
30. Sabbagh J, Vreven L, Leloup G. Dynamic and static moduli of elasticity of resinbased materials. **Dent Mat.** 2002 Jan;18(1):64-71.
31. Safavi KE, Spangberg LS, Langeland K. Root canal dentinal tubule disinfection. **J Endod.** 1990 May;16(5):207-10.
32. Saleh AA, Ettman WM. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. **J Dent.** 1999 Jan;27(1):43-6.
33. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent Mater.** 1994 Jul;10(4):236-40.
34. Santos JN, Carrilho MR, Goes MF, Zaia AA, Gomes BPA, Souza-Filho FJ, Ferraz CCR. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. **J Endod.** 2006 Nov;32(11):1088-90.
35. Segura JJ, Jimenez-Rubio A, Guerrero JM, Calvo JR. Comparative effects of two endodontic irrigants, chlorhexidine digluconate and sodium hypochlorite, on macrophage adhesion to plastic surfaces. **J Endod.** 1999

Apr;25(4):243-6.

36. Seltzer S, Farber PA. Microbiologic factors in endodontology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1994 Nov;78(5):634-45. Review.
37. Sen BH, Wesselink PR, Turkun M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **Int Endod J.** 1995 May;28(3):141-8.
38. Sim TP, Knowles JC, NG Y-L, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. **Int Endod J.** 2001 Mar;34(2):120-32.
39. Slutzky-Goldberg I, Maree M, Liberman R, Heling I. Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. **J Endod.** 2004 Dec;30(12):880-2
40. Spangberg L, Engstrom B, Langeland K. Biologic effects of dental materials. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1973 Dec;36(6):856-71.
41. Takahashi K. Microbiological, pathological, inflammatory, immunological and molecular biological aspects of periradicular disease. **Int Endod J.** 1998 Sep;31(5):311-25.
42. Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Silva LA, Anibal FF, Faccioli LH. Inflammatory response to different endodontic irrigating solutions. **Int Endod J.** 2002 Sep;35(9):735-9.
43. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2002 Dec;94(6):658-66.
44. White JD, Lacefield WR, Chavers LS, Eleazer PD. The effect of three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root

dentin. **J Endod.** 2002 Dec;28(12):828-30.

45. White RR, Hays GL, Janer LR. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. **J Endod.** 1997 Apr;23(4):229-31.
46. Yamashita JC, Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Rossi MA, Silva LA. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. **Int Endod J.** 2003 Jun;36(6):391-4.
47. Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. **J Endod.** 1995 Oct;21(10):513-5.

ANEXOS

SAIDA DO PROGRAMA SAS

The GLM Procedure

Level of Grupo	Level of Tercos	N	-----Rescoesiva----- Mean	Std Dev
1	1	10	26.7420389	5.9561854
1	2	10	25.6826016	5.6036218
1	3	10	23.9550485	8.4131072
2	1	10	20.7626375	5.5950161
2	2	10	21.8054639	4.4553026
2	3	10	21.0972816	3.6179485
3	1	10	32.4611165	3.8952775
3	2	10	31.7605466	4.6259738
3	3	10	31.4853076	4.8752855
4	1	10	20.6200189	4.5932572
4	2	10	21.2378889	3.8673134
4	3	10	20.1106738	2.6818156
5	1	10	46.2139091	7.2353638
5	2	10	42.5928767	8.7371878
5	3	10	42.7129943	7.6888939
6	1	10	43.4897432	12.0082309
6	2	10	46.0934934	11.8436590
6	3	10	43.9188986	6.7183770
7	1	10	57.0404705	12.6752317
7	2	10	48.3074631	7.5730268
7	3	10	54.7268412	8.5790046
8	1	10	45.1669840	16.8208023
8	2	10	43.1049664	9.8157899
8	3	10	50.9798028	10.7573429
9	1	10	59.5865110	15.7979371
9	2	10	52.9997591	19.6320018
9	3	10	46.2293942	12.7532667
10	1	10	51.1931315	10.6620109
10	2	10	53.5531771	8.3762826
10	3	10	53.2271251	7.7723625

The GLM Procedure

Class Level Information											
Class	Levels	Values									
Grupo	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amostra	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tercos	3	1	2	3							

Number of observations 300

The GLM Procedure

Dependent Variable: Rescoesiva

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	119	0.04981523	0.00041862	14.94	<.0001
Error	180	0.00504523	0.00002803		
Corrected Total	299	0.05486046			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Rescoesiva Mean
0.908035	17.46100	0.005294	0.030320

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Grupo	9	0.04028870	0.00447652	159.71	<.0001
Grupo*Amostra	90	0.00877348	0.00009748	3.48	<.0001
Tercos	2	0.00001989	0.00000995	0.35	0.7018
Grupo*Tercos	18	0.00073316	0.00004073	1.45	0.1121

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Grupo	9	0.04028870	0.00447652	159.71	<.0001
Grupo*Amostra	90	0.00877348	0.00009748	3.48	<.0001
Tercos	2	0.00001989	0.00000995	0.35	0.7018
Grupo*Tercos	18	0.00073316	0.00004073	1.45	0.1121

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for Grupo*Amostra as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Grupo	9	0.04028870	0.00447652	45.92	<.0001

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Rescoesiva

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	90
Error Mean Square	0.000097
Critical Value of Studentized Range	4.58833
Minimum Significant Difference	0.0083

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Grupo
A	0.049664	30	4
A			
A	0.049348	30	2
A			
A	0.041990	30	1
B	0.031974	30	3
B			
C	0.023907	30	6
C			
C	0.023528	30	5
C			
C	0.023351	30	8
C			
C	0.020553	30	9
C			
C	0.019504	30	10
C			
C	0.019385	30	7

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Rescoesiva

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	180
Error Mean Square	0.000028
Critical Value of Studentized Range	3.34223
Minimum Significant Difference	0.0018

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Tercos
A	0.0306748	100	3
A	0.0302157	100	2
A	0.0300707	100	1

The GLM Procedure

Level of Grupo	N	-----flexural----- Mean	Std Dev
1	10	2066174329	724322173
2	10	1760585388	391505657
3	10	1461658100	280264269
4	10	1573153693	297347804
5	10	3261355869	686419819
6	10	3404657627	670488484
7	10	3150954299	537687014
8	10	3705164262	576972937
9	10	3512761624	710746906
10	10	3449518519	601437859

The GLM Procedure

Class Level Information											
Class	Levels	Values									
Grupo	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amostra	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Number of observations 100

The GLM Procedure

Dependent Variable: flexural

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	2.39009000	0.26556556	33.15	<.0001
Error	90	0.72091655	0.00801018		
Corrected Total	99	3.11100655			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	flexural Mean
0.768269	0.951780	0.089500	9.403395

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Grupo	9	2.39009000	0.26556556	33.15	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Grupo	9	2.39009000	0.26556556	33.15	<.0001

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for flexural

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	90
Error Mean Square	0.00801
Critical Value of Studentized Range	4.58833
Minimum Significant Difference	0.1299

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Grupo
A	9.56410	10	8
A			
A	9.53771	10	9
A			
A	9.53223	10	10
A			
A	9.52458	10	6
A			
A	9.50452	10	5
A			
A	9.49276	10	7
B	9.29395	10	1
B			
C	9.23564	10	2
C			
C	9.19002	10	4
C			
C	9.15845	10	3