

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**



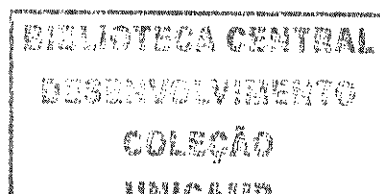
IVANA LINS SANTOS

**Avaliação da capacidade de remoção da *smear layer* das paredes
de canais instrumentados utilizando diferentes substâncias
químicas auxiliares ao preparo químico-mecânico.**

Estudo *in vitro*.

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, para
obtenção do título de mestre em
Clínica Odontológica. Área de
Endodontia.

**PIRACICABA
-2005-**



IVANA LINS SANTOS
Cirurgiã-dentista

**Avaliação da capacidade de remoção da *smear layer* das paredes
de canais instrumentados utilizando diferentes substâncias
químicas auxiliares ao preparo químico-mecânico.**

Estudo *in vitro*.

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, para
obtenção do Título de Mestre
em Clínica Odontológica. Área
de Endodontia.

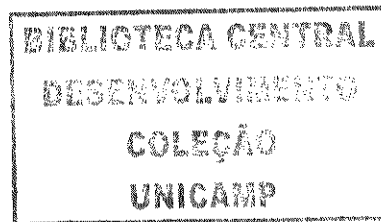
Orientador: Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz

Banca Examinadora:
Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia
Prof. Dr. Milton Fernando de Andrade Silva

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a resolução CCPG 036/83.
CPG, R. 13, 2005

Assinatura do Orientador

PIRACICABA
-2005-



UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	TIVN/CAMP Sa 59a
V	EX
TOMBO BC/	05778
PROC.	16-88-05
C	☐
D	☒
PREÇO	11,90
DATA	30/9/05
Nº CPD	

Bib id 365649

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

Sa59a Santos, Ivana Lins.
Avaliação da capacidade de remoção da *smear layer* das paredes de canais instrumentados utilizando diferentes substâncias químicas auxiliares ao preparo químico-mecânico. Estudo *in vitro*. / Ivana Lins Santos. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.

Orientador: Caio Cezar Randi Ferraz.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Clorexidina. 2. Microscopia eletrônica de varredura. I. Ferraz, Caio Cezar Randi. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em inglês: *In vitro* assessment of the ability to remove the *smear layer* in instrumented root canals with different irrigating substances

Palavras-chave em inglês (*Keywords*): 1. Chlorhexidine. 2. Microscopy, electron, scanning

Área de concentração: Endodontia

Titulação: Mestre em Clínica Odontológica

Banca examinadora: Caio Cezar Randi Ferraz, Alexandre Augusto Zaia, Milton Fernando de Andrade Silva

Data da defesa: 18/07/2005



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, em sessão pública realizada em 18 de Julho de 2005, considerou a candidata IVANA LINS SANTOS aprovada.

PROF. DR. CAIO CÉZAR RANDI FERRAZ

PROF. DR. MILTON FERNANDO DE ANDRADE SILVA

PROF. DR. ALEXANDRE AUGUSTO ZAIA

200521641

Dedico este trabalho aos meus pais, **IVANILDO e ADELBA**, pelo apoio e anos de empenho para proporcionar o melhor para minha formação.

Às minhas irmãs, **IONE e IVONE**, por todo carinho e cuidado.

Às minhas sobrinhas, **DANIELLEN, NAYARA e DÉBORA**, pelas quais lutamos por um futuro digno e feliz.

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, fonte inesgotável de amor, perseverança e luz, que em todos os meus caminhos sempre foi guia.

Ao Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz pelo entusiasmo e competência que atribui em todas as suas atividades.

À Direção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, nas pessoas do Diretor **Prof Dr. Thales Rocha de Mattos Filho** e Vice-diretor **Prof. Dr. Mário Fernando de Góes**.

À Universidade Federal de Alagoas na pessoa da **Magnífica Reitora Ana Dayse Rezende Dórea** e do Vice-reitor **Prof. Eurico de Barros Lobo Filho**, berço de toda minha formação profissional e a qual sonho poder contribuir para o desenvolvimento da ciência.

Ao **Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen**, coordenador geral dos cursos de Pós-Graduação da FOP/UNICAMP e **Prof. Dr. Roger William Fernandes Moreira**, coordenador do curso de Pós-graduação em Clínica Odontológica.

À **Profa. Dra. Altair Antoninha Del Bel Cury** que proporcionou a oportunidade do Minter entre esta Faculdade e a Universidade Federal de Alagoas.

Ao **Prof. Dr. Milton Fernando de Andrade Silva**, coordenador do mestrado interinstitucional FOP/UNICAMP com a UFAL.

Ao **Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia**, responsável pela área de Endodontia da FOP UNICAMP.

À **Profa. Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes**, **Prof. Dr. Alexandre Zaia**, **Prof. Dr. Francisco José de Souza-Filho**, **Prof. Dr. Luiz Valdrighi**, professores da disciplina de Endodontia da FOP - UNICAMP.

Aos participantes da Banca para o Exame de Qualificação desta dissertação:
Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia, Prof. Dr. Joélis Pupo e Dra. Éricka Tavares Pinheiro.

Aos amigos do curso de pós-graduação em Clínica Odontológica da Endodontia FOP/UNICAMP.

Em especial aos Doutorandos da Endodontia **Fábio Dametto e Juliana Nascimento** pelo apoio e colaboração inestimável.

Aos estimados amigos do MINTER-FOP/UNICAMP – UFAL, **José Lécio Machado, Rosa Virgínia da Matta, Marcelo Costa, Walter Murta, Cinthya, Lorena, Fernando Camello, Mônica Canuto e Larissa Fragoso** pelos momentos de harmonia e descontração.

Aos técnicos **Eliene Orsini N. Romani e Adriano L. Martins**, responsáveis pelo Centro de Microscopia Eletrônica de Varredura da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP.

Aos funcionários da Disciplina de Endodontia **Denize L. de Pinho, Maria Aparecida Buscariol, Rubens Marques Payão e Adailton dos Santos Lima**, sempre atenciosos e prontos a ajudar.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1 Considerações sobre a <i>Smear Layer</i>	7
2.2 Substâncias Químicas Auxiliares à remoção da <i>smear layer</i> .	15
2.3 Clorexidina como substância química auxiliar ao preparo químico- mecânico.	34
3 PROPOSIÇÃO	41
4 MATERIAL E MÉTODOS	42
4.1 Seleção e coleta da amostra	42
4.2 Preparo químico-mecânico dos canais radiculares	42
4.3 Procedimento de clivagem	46
4.4 Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura	46
4.5 Análise estatística	53
5 RESULTADOS	54
5.1 Dados obtidos após análise dos espécimes no TERÇO CERVICAL.	54

5.2 Dados obtidos após análise dos espécimes no TERÇO MÉDIO	62
5.3 Dados obtidos após análise dos espécimes no TERÇO APICAL	69
5.4 Dados obtidos após análise dos espécimes considerando os terços cervical, médio e apical.	76
6 DISCUSSÃO	78
7 CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS	85
ANEXO	92

RESUMO

O presente trabalho avaliou, *in vitro*, a capacidade de remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares após o preparo químico-mecânico realizado com diferentes substâncias químicas auxiliares. Selecionou-se 54 dentes humanos unirradiculares, com canais retos e ápices formados, divididos em grupos seguindo o protocolo de irrigação: G1: NaOCl 5,25% + EDTA 17%; G2: solução fisiológica 0,9%; G3: clorexidina (CLX) gel 2% pH neutro + solução fisiológica 0,9%; G4: CLX gel 2% pH neutro + solução fisiológica 0,9% + EDTA 17%; G5: CLX gel a 2% pH ácido + solução fisiológica 0,9% e G6: CLX gel a 2% pH ácido + solução fisiológica 0,9% + EDTA 17%. Os grupos foram instrumentados utilizando técnica manual híbrida, sendo analisadas quatro áreas distintas em cada terço do canal radicular: apical, médio e cervical, através do microscópio eletrônico de varredura (MEV) atribuindo escores de 0 a 3 de acordo com Gaberogllio & Becce (1994), considerando a capacidade de limpeza de cada substância. A análise estatística utilizou o software SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) e o teste não paramétrico de *Mann-Whitney*. Concluímos que a combinação das soluções de NaOCl a 5,25% e irrigação final com EDTA a 17% foi mais efetiva na remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares quando comparado com as demais soluções testadas ($p < 0,05$). O uso do gluconato de clorexidina gel a 2% com pH ácido + EDTA a 17% foi mais efetivo apenas quando comparado com a solução fisiológica e o gel de gluconato de clorexidina a 2% com pH neutro + solução fisiológica ($p < 0,05$). A clorexidina gel neutra + solução fisiológica foi a que apresentou pior condição de limpeza das paredes dos canais radiculares. O terço apical apresentou condições de limpeza estatisticamente inferiores, independente das soluções testadas.

Palavras-chaves: Substâncias químicas auxiliares; clorexidina; microscopia eletrônica de varredura.

ABSTRACT

This in vitro study evaluated the effects of 2% chlorhexidine gel with acid pH on *smear layer* removal after chemomechanical debridement as endodontic irrigating solution. Fifty-four single-root extracted of human teeth were separated into six groups: G1: 5.25% NaOCl + 17% EDTA; G2: saline solution; G3: 2% chlorhexidine gel (CHX) neutral pH + saline solution; G4: 2% CHX gel neutral pH + saline solution + EDTA 17%; G5: 2% CHX gel acid pH + saline solution and G6: 2% CHX gel acid pH + Saline solution + EDTA 17%. After instrumentation using the respective irrigants, the root canals were examined by scanning electron microscopy in four different areas in each third of the canal: apical, middle and coronal. The areas photographed were evaluated according to the rating system developed by Gaberoglio & Becce (1994). The data were analyzed using the Mann-Whitney test to determine whether there was any significant difference in the ability of the irrigating regimens to remove the *smear layer*. In the coronal and middle thirds, 5.25% NaOCl + 17% EDTA effectively removes the *smear layer* when compared with the others substances ($p < 0.05$). In the coronal third, the 2% CHX gel acid pH + EDTA 17% were statistically more effective in removing the *smear layer* than with saline solution; 2% CHX gel neutral; 2% CHX gel acid pH ($p < 0.05$). In the middle third, this irrigant had the same result, except when compared with the 2% CHX gel acid pH alone. In the apical third, the difference was significant and better to the group flushed with 5.25% NaOCl + 17% EDTA compared with saline solution and 2% CHX gel neutral pH + saline solution.

Keywords: Irrigating substances; chlorhexidine; microscopy electron scanning.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de canais radiculares pode abrigar diversas espécies de bactérias, suas toxinas e seus subprodutos, por sua vez a morfologia dos canais radiculares é muito complexa e durante o preparo mecânico dos canais existem áreas inacessíveis aos instrumentos endodônticos (Torabinejad *et al.*, 2002).

As bactérias desempenham um papel determinante no desenvolvimento e manutenção das patologias endodônticas, sendo necessário o uso de irrigantes com ação antibacteriana que reduza ou elimine os microrganismos presentes nos canais infectados, favorecendo, desse modo, o processo de cicatrização dos tecidos periapicais.

Diante desse quadro, apenas o tratamento endodôntico é capaz de restabelecer o equilíbrio e proporcionar a cura dos tecidos periapicais. Sabe-se que o sucesso do tratamento endodôntico envolve uma seqüência de etapas interligadas, podendo assim ser apresentado: seleção da técnica de instrumentação, o procedimento de irrigação e a escolha adequada da substância auxiliar e por fim a obturação do canal com a íntima adaptação às paredes dos canais dos materiais seladores, bem como o tratamento restaurador. Todas as etapas, acima descritas, tem por objetivo a completa desinfecção dos sistemas de canais radiculares.

Porém as técnicas de instrumentação utilizadas para a modelagem dos canais radiculares, sejam estas manuais, com uso de limas endodônticas, ou mecânicas, com uso de instrumentos rotatórios, produzem uma camada residual de dentina que fica aderida as paredes dos canais ou impactada nos túbulos dentinários. Essa camada, denominada de *smear layer* é composta por partículas orgânicas, como remanescente de tecido pulpar, processos odontoblásticos e microrganismos, e partículas inorgânicas de tecidos calcificados (Mader *et al.*, 1984; Baumgartner & Mader, 1987).

A remoção desta camada, denominada de *smear layer*, das paredes dos canais radiculares, pode reduzir a quantidade de microrganismos e toxinas presente nos canais, aumentando a capacidade seladora dos materiais obturadores e diminuindo o potencial de sobrevivência e reprodução das bactérias (Czonstkowsky *et al.*, 1990; Gutiérrez *et al.*, 1990; Şen *et al.* 1995).

A limpeza dos canais radiculares envolve além da eliminação dos microrganismos, a remoção das raspas de dentina produzidas pela instrumentação endodôntica. De acordo com Gaberoglio & Becce (1994) a *smear layer* dos canais infectados deve ser removida e o material adequado para este propósito deve ser biocompatível com os tecidos periapicais e causar uma limitada desmineralização dos túbulos dentinários.

A irrigação do sistema de canais radiculares é uma etapa obrigatória da terapêutica endodôntica. Para isso, o emprego de substâncias químicas para obtenção da limpeza e desinfecção deste sistema é necessário. Conseqüentemente, a busca de uma solução irrigadora efetiva tem merecido atenção da comunidade científica (Goldman *et al.*, 1982).

Podemos listar uma série de requisitos necessários a uma substância química ideal como: atividade antimicrobiana, de preferência de amplo espectro haja vista a diversidade de espécies que podem ser detectadas nas culturas de canais infectados (Gomes *et al.*, 2003); biocompatibilidade, estudos como o de Ferraz *et al.* (2001) comprovam que tanto os debrís como a substância auxiliar podem atingir os tecidos periapicais durante a instrumentação endodôntica sendo imprescindível que esta seja compatível com os tecidos orgânicos; baixa tensão superficial, para proporcionar o contato da solução as paredes dos canais radiculares; suspensão dos fragmentos, a fim de facilitar a remoção dos debrís do lúmen do canal (Lopes *et al.*, 1999); lubrificante para facilitar o uso dos instrumentos endodônticos; solvente de tecido orgânico para atuar nas regiões inacessíveis aos instrumentos endodônticos; ação rápida e duradoura, visto que o procedimento de irrigação é de curta duração.

Com o propósito de alcançar os objetivos do tratamento endodôntico e as propriedades anteriormente citadas, várias substâncias têm sido estudadas como o hipoclorito de sódio, a clorexidina, EDTA, ácido cítrico, peróxido de hidrogênio e outras, porém até o presente momento nenhuma delas, quando empregadas isoladamente, apresentaram todos os requisitos necessários para o sucesso desta etapa do tratamento endodôntico.

Tanomaru *et al.* (2002) afirmam que as soluções irrigadoras podem atingir o tecido periapical durante o preparo biomecânico, daí a importância da biocompatibilidade das mesmas com os tecidos orgânicos. Destacaram, ainda, que soluções irrigadoras com atividade antibacteriana e biocompatibilidade como a clorexidina tem sido proposta como substância auxiliar ao tratamento de canais radiculares infectados. Podemos acrescentar, também, de acordo com estudos de Gomes *et al.* (2003) que a substantividade atribuída a clorexidina tem um efeito positivo, pois permite que a atividade antibacteriana da mesma tenha efeito por um período de tempo superior as demais soluções examinadas, como o hipoclorito de sódio.

Contudo já está comprovado que a clorexidina tanto na sua formulação gel ou aquosa, é incapaz de dissolver tecidos orgânicos, ao contrário com o que é observado com a solução de hipoclorito de sódio diante de sua capacidade de dissolução tecidual, variando sua velocidade de dissolução de acordo com a concentração da mesma (Okino et al., 2004).

Várias substâncias químicas podem ser empregadas, nas diferentes etapas do preparo do canal radicular, como auxiliares do preparo químico-mecânico. A escolha de uma substância química coadjuvante da instrumentação baseia-se na análise de suas qualidades físicas, químicas e biológicas, de tal ordem a atendermos objetivos do preparo do canal. As substâncias químicas auxiliares da instrumentação desempenham ações químicas e físicas, concomitantemente com a ação mecânica dos instrumentos endodônticos. Persegue-se o ideal de obter uma substância que não seja tóxica aos tecidos

vivos, que estimule o reparo tissular e possua ação antimicrobiana inespecífica (Barbosa, 1999; Lopes *et al*, 1999, Ramos e Bramante, 2001).

Com o intuito de se obter uma substância com as qualidades anteriormente citadas, sugerimos a análise da clorexidina gel, conhecida pela sua atividade antibacteriana de amplo espectro e pela sua compatibilidade aos tecidos orgânicos, modificando seu pH a fim de auxiliar na remoção da *smear layer*.

Segundo Ramos & Bramante (2001) uma das principais características de uma adequada substância química auxiliar está na biocompatibilidade. Sendo este o fundamento eliminatório do que pode ou não ser usado como auxiliar dos instrumentos no preparo do canal, pois o objetivo final de toda terapêutica endodôntica é a cura e o reparo dos tecidos periapicais. Concluindo-se que a tolerância tecidual é o divisor de águas entre o sucesso e o insucesso do tratamento endodôntico.

Nosso estudo avaliou a capacidade de remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares com a utilização de diferentes substâncias químicas auxiliares ao tratamento endodôntico.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Considerações sobre a *Smear Layer*

Abou-Rass *et al.* (1982) investigaram o efeito de quatro métodos de irrigação do canal radicular na remoção da *smear layer*. Este estudo foi realizado para determinar qual dos quatro métodos seguintes foi mais efetivo na remoção dos debris dos canais: irrigação embebendo a câmara pulpar e introduzindo lima nº 15 no canal; irrigação com agulha de 23 mm e seringa de irrigação *Endo Lock*; irrigação com agulha de 30 mm e seringa anestésica; ação efervescente pela interação do peróxido de hidrogênio e hipoclorito de sódio. Quarenta e oito raízes mesiais foram selecionadas, após a instrumentação foi preparada uma solução contendo raspas de dentina coletadas de dentes extraídos para simular os debris no canal radicular misturadas com 5 mL de contraste radiopaco (Renografin-60) e levado para o interior do canal. Cada raiz foi irrigada utilizando um dos quatro métodos descritos, radiografias foram realizadas para checar a ação dos irrigantes. As radiografias foram examinadas com lentes de aumento e atribuídas escores de acordo com o nível de contraste remanescente do canal após a lavagem. Radiograficamente, o canal radicular foi dividido em terços para avaliação dos escores. Os resultados obtidos indicaram que a seringa deve ser aproximada intimamente no terço apical para melhor remoção dos debris. Canais estreitos preparados com o diâmetro mínimo #25 podem ser efetivamente limpos se ampliado o suficiente para permitir que a seringa seja localizada no terço apical do canal. O uso alternado de soluções de peróxido de hidrogênio e hipoclorito de sódio não foi mais efetivo que o uso de água e solução anestésica. Como conclusão, os autores relataram: a proximidade da seringa de irrigação no ápice é fundamental durante a irrigação para maior efetividade na limpeza; canais estreitos preparados com um mínimo de diâmetro de #25 pode ser efetivo na remoção de debris quando o terço cervical e médio são modelados para permitir a localização da seringa irrigação no terço apical do canal; o uso de seringa

anestésica com agulha 30mm é mais efetivo que o uso de seringa endodôntica com agulha 23mm ou o uso de limas para ativação dos irrigante nos canais radiculares; o uso de soluções alternadas de peróxido e hipoclorito de sódio não foi mais efetivo que outros métodos testados.

Segundo Gwinnet (1984), a *smear layer* compreende um componente orgânico e inorgânico formado durante o corte e abrasão dos tecidos dentários. Contudo, a camada existe independente do tipo de instrumentação e da técnica utilizada. A qualidade e quantidade desta camada são influenciadas pelas condições operatórias, como por exemplo abrasivos diamantados, uso de refrigeração entre outros. A maioria dos instrumentos rotatórios cria alterações nas superfícies como fendas a qual, juntamente com os debris, obliteram as características estruturais normais do tecido dentário. Esta superfície não é adequada para retenção e para melhor adesão com os materiais restauradores, sendo necessário modificá-la com o uso de agentes biocompatíveis.

Pashley (1984) afirma que a presença ou ausência da *smear layer* é de interesse não apenas da dentística, mas da endodontia. Onde existir dentina, a *smear layer* é produzida na sua superfície. Se a *smear layer* contém bactérias ou produtos bacterianos é possível sua proliferação dentro da câmara pulpar ou canal radicular, transformando-se em um reservatório de potencial irritante. A remoção da *smear layer* da superfície da dentina na câmara pulpar ou canal radicular tem sido tema de inúmeras investigações.

Brännström (1984) concluiu que em cavidade ou superfícies de dentina preparadas para restaurações, a *smear layer* superficial deve ser removida. As vantagens desse procedimento são: 1) melhor adaptação dos materiais adesivos e cimentos; 2) há uma redução no risco de multiplicação bacteriana na *smear layer*. Limpadores desmineralizantes que removem a *smear plugs* e aumentam as aberturas dos túbulos devem ser evitados. A dentina nessa situação, ficará com uma superfície úmida permitindo a invasão bacteriana nos túbulos dentinários. Posteriormente, a superfície se torna muito mais permeável a difusão de toxinas para o canal radicular. O problema é similar para a camada produzida pela

instrumentação dos canais, considerando que a remoção da *smear plugs* com soluções demineralizadoras pode ter ambos efeitos negativo e positivo; dependendo da situação de infecção do canal, da morfologia da dentina radicular e da maneira que o tratamento é apresentado.

Czonstkowsky *et al.* (1990) em uma revisão da literatura, investigaram a importância da camada residual em endodontia. Segundo esses autores vários produtos são lançados no mercado e os cirurgiões-dentistas devem ser capazes de avaliar o potencial de sucesso destes produtos na integração com seus procedimentos. Esta avaliação deve ser baseada nos conhecimentos destes novos produtos relacionando com a formação da *smear layer* ao longo do canal radicular. Diferentes quantidades e qualidades de *smear layer* podem ser produzidas pelas várias técnicas de instrumentação. Essa camada formaria uma barreira para o selamento. As soluções irrigadoras mais indicadas para a limpeza das superfícies seriam solução de NaOCl a 5,25% e EDTA a 17%. Os autores afirmaram que, em endodontia, a necessidade de remoção da camada residual está se tornando inequívoca.

Cengiz *et al.* (1990) observaram o efeito da orientação dos túbulos dentinários na formação da *smear layer* de canais artificiais e compararam com a *smear layer* que ocorre em canais radiculares naturais. Cinco dentes molares recém extraídos foram utilizados. O esmalte dos dentes foi removido com broca diamantada em alta rotação. Depois de cortadas as raízes com discos diamantados, três orifícios foram preparados em cada remanescente do bloco de dentina coronária com um mandril e uma broca de fissura sob refrigeração em alta velocidade. Cada bloco foi cortado em três partes e confeccionado 15 canais artificiais. Os canais foram alargados em todo comprimento, utilizando solução salina como irrigante, com limas tipo K #70. Quinze dentes unirradiculares anteriores foram utilizados e a cavidade de acesso preparada em cada dente. Os canais naturais foram seqüencialmente alargados com lima tipo K # 40 irrigando com solução salina. Após o preparo, os espécimes foram divididos em três grupos, cada grupo incluía cinco canais artificiais e cinco naturais. Todos irrigantes foram

dispensados utilizando agulha de 25mm e seringa de 10 mL. Os espécimes foram irrigados com as seguintes soluções: Grupo 1: solução fisiológica; Grupo: 2 Solução de EDTA 15%; Grupo 3: solução de EDTA 15% e NaOCl 5,25%. Os resultados mostraram que no Grupo 1, a solução salina não teve nenhum efeito na *smear layer* dos canais artificiais. Além de que, quando comparado aos canais naturais, a orientação dos túbulos dentinários não teve efeito visível ou detectável na formação da *smear layer*. No grupo 2 a *smear layer* superficial foi removida em ambos canais, artificial e natural. A orientação dos túbulos dentinários não teve nenhum efeito visível na remoção da *smear layer*. No grupo 3 a *smear layer* superficial foi totalmente removida em todos os espécimes. Como nos grupos 1 e 2, a orientação dos túbulos dentinários não teve nenhum efeito na remoção da *smear layer*. As seguintes conclusões foram obtidas desse estudo: a orientação dos túbulos dentinários não teve nenhum efeito na formação e remoção da *smear layer*, solução fisiológica não teve nenhum efeito na remoção da *smear layer* nos canais artificiais e naturais, irrigação com EDTA e NaOCl remove a *smear layer* mais efetivamente que a solução de EDTA sozinha. Os autores relataram em seus estudos que a *smear layer*, a qual é resultante dos processos de corte, pode ser observado em um canal artificial após instrumentação endodôntica. Segundo os autores a impactação da *smear layer* nos túbulos dentinários pode teoricamente ser explicada por um dos seguintes mecanismos: resultado do movimento de instrumentação linear; resultante da instrumentação rotacional e resultante da ação de capilaridade. Os primeiros dois mecanismos não explicam totalmente o fenômeno de impactação dos túbulos dentinários, porque nenhuma diferença na penetração foi encontrada com as diferentes orientações dos túbulos.

Gutiérrez *et al.*, em 1990, questionaram a importância da remoção da camada residual, avaliando a irrigação final com EDTA e a relação com o aumento da penetração de cimentos endodônticos e difusão bacteriana nos túbulos dentinários. Após instrumentação, obturação e selamento provisório das cavidades, os grupos experimentais foram inoculados com *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus epidermidis* e *Corynebacterium hofmannii*. As leituras em MEV,

para avaliar a infiltração bacteriana, foram feitas nas seguintes áreas: na altura do selamento coronário da cavidade, altura da junção amelodentinária (limite da obturação), 1/3 médio e 1/3 apical da raiz. Os autores concluíram que todos os dentes apresentaram infiltração bacteriana coronária e apical, esta última, em menor quantidade. A influencia da camada residual, na infiltração bacteriana não foi conclusiva.

Garberoglio & Becce (1994) compararam, *in vitro*, a ação de vários irrigantes endodônticos na remoção da *smear layer* e *smear plugs* das aberturas dos túbulos. Cinquenta e três raízes foram utilizadas em dois experimentos distintos. Os irrigantes avaliados foram: NaOCl a 1 e 5%; ácido fosfórico a 24% e ácido cítrico a 10%; EDTA 0,2%, 17% e 3%. Após a instrumentação e tratamento com os respectivos irrigantes, os canais radiculares foram examinados no MEV para determinar a presença ou ausência de *smear layer*. As duas soluções de hipoclorito de sódio não removeram a *smear layer*, mesmo quando hipoclorito de sódio a 5% foi friccionado nas paredes dos canais. A solução de EDTA 0,2% foi mais efetiva que o hipoclorito de sódio, mas não removeu completamente a *smear layer*, especialmente nos orifícios dos túbulos dentinários. As outras três soluções removeram efetivamente a *smear layer*, mas nenhuma diferença significativa foi encontrada entre elas. A solução de EDTA a 3% foi tão efetiva quanto o ácido fosfórico e EDTA 17%. O EDTA, entretanto, não apresentou marcas de desmineralização nas paredes dentinárias como quando da utilização de solução ácida. Com este trabalho, Garberoglio & Becce concluíram que o NaOCl usado como irrigante final em canais instrumentados não remove a *smear layer*, a combinação de ácido fosfórico-cítrico, EDTA 17%, EDTA 3% foram efetivos na remoção *smear layer* quando usados como irrigação final em canais radiculares instrumentados, mas nenhuma diferença significativa foi encontrada entre eles; soluções ácidas desmineralizaram a dentina e podem ter efeito adverso no tecido do periápice; EDTA foi efetivo, mas desmineralizou menos e foi mais seguro que as soluções ácidas, devido sua baixa concentração, EDTA 3% deve ser menos irritante aos tecidos perirradiculares que EDTA 17%.

Dautel-Morazin *et al.*, 1994 investigaram a influência de três procedimentos de irrigação na composição, estrutura e aspecto da *smear layer* nos canais radiculares. Três grupos homogêneos foram preparados sem irrigação, com soro fisiológico ou com Dakin. A solução irrigante foi dispensada com seringa e agulha de irrigação endodôntica. Modificações foram observadas no microscópio eletrônico de varredura usando imagem de elétrons secundários e imagens de elétrons retroespalhados como uma organização compacta de componentes orgânicos e inorgânicos. A instrumentação utilizando Dakin promoveu paredes de canais que continham menos *smear layer* e as áreas de debris remanescentes foram menores em tamanho do que usando solução fisiológica. Quando os canais radiculares foram irrigados, a *smear layer* apresentou como uma camada dupla, uma superficial e outra profunda. As camadas foram predominantemente inorgânicas com Dakin.

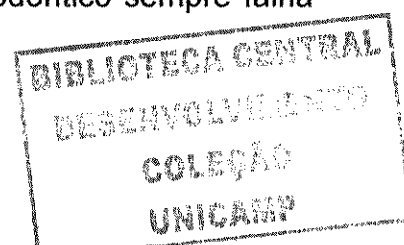
Şen *et al.* (1995) apresentaram uma revisão da literatura sobre a *smear layer* e destacaram em seu trabalho que quando os canais radiculares são instrumentados durante a terapêutica endodôntica, uma camada de material composta de dentina, remanescente de tecido pulpar e processos odontoblastos, e algumas bactérias, é sempre formada nas paredes dos canais. Essa camada tem uma aparência amorfa, irregular e granular quando examinada ao microscópio eletrônico de varredura (MEV). Segundo os autores, as vantagens e desvantagens da presença da *smear layer*, e se ela deveria ser removida ou não dos canais radiculares instrumentados, são ainda controversos. Tem sido mostrado que esta camada não é uma completa barreira para bactérias e ela pode retardar, mas não elimina a ação dos desinfetantes endodônticos. A *smear layer* endodôntica também atua como barreira física interferindo na adesão e penetração dos materiais seladores nos túbulos dentinários. Ela pode afetar a eficiência do selamento da obturação do canal. Quando não removida, a durabilidade do selamento apical e coronário deveria ser avaliada por um longo período. Se for indicada a remoção da *smear layer* EDTA e solução de NaOCl tem se mostrado eficiente, entre várias soluções irrigantes e técnicas, incluindo o ultrassom, que

têm sido testadas. Uma vez removida, deve-se ter em mente que existe o risco de reinfecção dos túbulos dentinários se o selamento falhar. Posteriores estudos são necessários para estabelecer a importância clínica da presença ou ausência da *smear layer*.

Barbosa (1999) concorda que a irrigação dos canais radiculares, realizada durante a instrumentação, é passo obrigatório no tratamento endodôntico. Visando remover material orgânico, debris e microrganismos do interior dos canais radiculares, contribuindo para sua limpeza e desinfecção. A manutenção deste material leva ao insucesso do tratamento endodôntico. Não deve ser entendido que o uso de solução específica seja critério básico para o sucesso do tratamento endodôntico. A remoção de todo material necrótico e limpeza das feridas é princípio básico da cirurgia e não deve ser esquecido nesse tipo especial de microcirurgia que é o tratamento dos canais radiculares. As demais fases da terapêutica, bem como as prévias, desempenham um papel de igual importância para o sucesso do tratamento. Persegue-se o ideal de obter uma substância que não seja tóxica aos tecidos vivos, que estimule o reparo tissular e possua ação antimicrobiana inespecífica.

Ramos & Bramante (2001) afirmam que o uso de substâncias químicas durante a instrumentação é imprescindível para a completa remoção do conteúdo pulpar. O preparo químico-mecânico visa criar um canal cirúrgico com características e formas apropriadas à obturação. Isto implica na ressecção de dentina e limpeza das paredes do canal. A limpeza se caracteriza por eliminar restos orgânicos, contaminados ou não, remover as aparas de dentina e adequar a parede do canal às normas de desinfecção. Vale ressaltar a necessidade de desempenhar as funções mencionadas sem lesar o periodonto apical. O exposto até agora aclara que uma substância química coadjuvante da instrumentação baseia-se na análise de suas qualidades físicas, químicas e biológicas, de tal ordem a atender os objetivos do preparo do canal.

Siqueira, em 2001, em uma revisão de literatura sobre a etiologia das falhas do tratamento radicular relata que o tratamento endodôntico sempre falha



quando o tratamento é realizado inadequadamente. Entretanto, existem alguns casos nos quais o tratamento segue um alto padrão e ainda resulta em falhas. Na maioria dos casos, a falha endodôntica resulta de infecção intraradicular persistente ou secundária. Infecções extra radiculares podem também estar implicada em falhas em alguns casos. Além disso, tem sido relatado que poucos casos podem falhar por fatores não microbianos intrínsecos ou extrínsecos.

Torabinejad *et al.* (2002) apresentaram uma revisão atualizada a respeito das implicações clínicas da *smear layer* em endodontia, de acordo com seus estudos os autores concluíram que os métodos de instrumentação dos canais radiculares produzem uma camada de material orgânico e inorgânico (*smear layer*) a qual pode conter bactérias e seus subprodutos. Esta camada cobre as paredes instrumentadas podendo impedir a penetração da medicação intracanal nos túbulos dentinários, além de afetar a íntima adaptação entre o material de preenchimento radicular e as paredes da dentina radicular. Considerando as observações acima, parece razoável para os autores sugerirem que a remoção da *smear layer* pode resultar em maior desinfecção dos sistemas de canais radiculares e dos túbulos dentinários, o qual promoveria uma melhor adaptação entre o material de obturação e as paredes dos canais radiculares. Métodos atuais de remoção da *smear layer* incluem químicos, ultrassônicos e laser. Nenhum desses métodos foi totalmente efetivo ou tem recebido aceitação universal. Relatos conflitantes existem a respeito da remoção da *smear layer* antes da obturação do canal radicular. Uma linha de opinião acha prudente, devido ao seu potencial de contaminação, remover a *smear layer* dos dentes com infecção dos canais radiculares, a fim de permitir a penetração da medicação intracanal nos túbulos dentinários. Após desinfecção dos sistemas de canais radiculares, se adverte, outra linha de opinião em recriar uma nova *smear layer* pelo preenchimento manual com limas ou com uso de instrumentos rotatórios. Para efetiva desinfecção dos sistemas de canais radiculares, um irrigante ou medicação intracanal com as seguintes características deveriam ser usados: 1) ser capaz de remover completamente a *smear layer*; 2) Desinfetar a dentina e

seus túbulos; 3) efeito antibacteriano sustentado após uso; 4) permitir a penetração dos agentes antimicrobianos presentes nas soluções nos túbulos dentinários; 5) ser antigênico, não tóxico e não carcinogênico para células dos tecidos ao redor do dente; 6) não possuir efeito adverso nas propriedades físicas da dentina exposta; 7) nenhum efeito adverso na capacidade de selamento dos materiais de preenchimento; 8) não descolorir o dente; 9) conveniente aplicação e 10) relativamente acessível.

Çobankara *et al.* (2004) determinaram o efeito da *smear layer* na infiltração apical e coronária em canais obturados com os cimentos AH26® ou RoekoSeal®. Foram utilizados 160 dentes unirradiculares. As raízes foram preparadas com instrumentos rotatórios utilizando a técnica coroa-ápice. Foram criados oito grupos com todas as possibilidades de combinações dos três fatores: *smear layer* (presente/ausente), medição da infiltração (apical/coronária) e cimento utilizado (AH26®/RoekoSeal®). Todos os dentes foram obturados usando a técnica de condensação lateral com gutta-percha. De acordo com os resultados desse estudo, os grupos com presença de *smear layer* apresentaram maior infiltração apical e coronária do que aqueles grupos sem *smear layer* com ambos cimentos testados. Não houve diferença significativa na infiltração coronária e apical entre os cimentos utilizados, independente da presença ou ausência da *smear layer*. Entretanto, infiltração apical foi significativamente maior que a infiltração coronária para ambos os cimentos utilizados nesse estudo. Os resultados indicaram que a remoção da *smear layer* tem um efeito positivo na redução da infiltração apical e coronária para ambos cimentos endodônticos.

2.2 Substâncias Químicas Auxiliares à remoção da *Smear Layer*.

Goldman *et al.* (1981) usaram uma agulha perfurada para irrigação com objetivo de testar um volume máximo (20 c.c.) de irrigação final em canais radiculares instrumentados. Três soluções: TEGO 1%, NaOCl 5.25% e REDTA® foram testados. As raízes foram divididas longitudinalmente e preparadas para

examinar ao microscópio eletrônico de varredura imediatamente após o preparo químico-mecânico e lavagem final. Outros grupos foram preparados e irrigados da mesma maneira, mas após divisão as raízes foram embebidas nas respectivas soluções por 3 horas e então examinadas. Os resultados indicaram que a *smear layer* é causada pela instrumentação, que ela não é removida pelo TEGO ou NaOCl, e que ela é removida pelo REDTA®. A *smear layer* é uma sujeira da limagem da dentina; REDTA® não remove tecido orgânico. Todas soluções produziram um canal quase livre de debris; entretanto, nenhum dos irrigantes testados foi completamente satisfatório por si só.

Goldman *et al.* (1982) testaram a capacidade de duas soluções irrigantes, utilizadas sozinhas ou em combinações para limpeza de todo comprimento do canal, observado na microscopia eletrônica de varredura. Quarenta dentes unirradiculares recém extraídos foram selecionados para o estudo. As raízes foram padronizadamente instrumentadas e irrigadas de acordo com os seguintes regimes: G1 - NaOCl usado durante a instrumentação seguida de 20 mL de REDTA; G2 – REDTA usado durante a instrumentação seguida por 20 mL de NaOCl; G3 – NaOCl usado durante a instrumentação seguida de 10 mL de NaOCl e 10 mL de REDTA; G4 – REDTA usado durante a instrumentação seguida de 10 mL de REDTA e 10 mL de NaOCl. Após a instrumentação os espécimes foram preparados para o MEV. Os espécimes foram examinados do terço coronário ao apical em vários aumentos para determinar a quantidade de tecido orgânico e debris de tecidos duros e para confirmar a presença ou ausência de *smear layer*. Como resultados os autores relataram que a seqüência do uso dos irrigantes é um fator importante para limpeza completa do canal. Os G2 e G4, que utilizaram NaOCl para lavagem final, obtiveram os melhores resultados. Quando REDTA® foi usado como lavagem final, remanescente de uma fina camada de *smear layer* era claramente visível. Os autores especularam que pode ser devido a presença de um componente de natureza orgânica na *smear layer*, logo, quando o agente quelante remove o tecido duro, haveria uma pequena quantidade de tecido orgânico deixado para trás. Quando a lavagem final é com

NaOCl, o resíduo de tecido orgânico não era evidente, e toda parede do canal parecia mais limpa e os túbulos eram mais visíveis. Os autores concluíram que a *smear layer* pode ser removida pela combinação de irrigantes; existindo um componente orgânico na *smear layer*, quando a lavagem final foi NaOCl, os resultados demonstraram maior efetividade na remoção da *smear layer* e quando utilizado durante a instrumentação, o NaOCl limpa o canal mais efetivamente que o REDTA®.

Yamada *et al.* (1983) compararam a capacidade de várias soluções quelantes na limpeza dos canais radiculares após completa instrumentação. A lavagem final foi tanto com solução quelante sozinha (20 mL) ou 10 mL da solução quelante seguida de 10 mL de solução de hipoclorito de sódio a 5.25%. Foram utilizados dentes unirradiculares humanos com canais retos. As soluções irrigantes usadas neste estudo foram: solução fisiológica, NaOCl a 5.25%, EDTA a 17% e 8.5% (pH 7.7), e ácido cítrico a 25% (pH 1.6). Após completa instrumentação e irrigação, os dentes foram preparados para a microscopia eletrônica da varredura. Segundo um padrão de varredura, todo comprimento do canal foi examinado e fotomicrografias de áreas representativas foram realizadas dos terços coronário, médio e apical com aumento de X50 e X700. As fotomicrografias foram codificadas e avaliadas qualitativamente considerando a presença ou ausência de debris de tecido mole, remanescente de tecido duro e *smear layer* por três examinadores. Os resultados desse estudo mostraram a necessidade da combinação da atividade química de irrigantes com aumento direto do volume de irrigante após a instrumentação ter sido completada. As soluções quelantes podem remover a *smear layer* e o hipoclorito de sódio os debris superficiais, mas nenhuma dessas soluções utilizadas foi capaz de remover sozinha ambos elementos completamente. Portanto, para obter máximo efeito após a instrumentação, é necessário o uso de agentes quelantes seguido por um solvente de tecidos. Os autores concluíram que a solução salina não limpa efetivamente o canal; o NaOCl (5.25%) sozinho produz uma limpeza superficial do canal, mas falha na remoção da *smear layer*, as soluções quelantes sozinha

efetivamente remove a *smear layer*, mas deixa quantidades variáveis de debris superficiais; o uso combinado de 10 mL de EDTA a 17% seguido de 10 mL de NaOCl 5.25% produz o melhor resultado de todos na remoção de debris e *smear layer*.

Mader *et al.* (1984) utilizaram o microscópio eletrônico de varredura para investigar as características morfológicas da *smear layer* em dentes que foram endodonticamente instrumentados com limas Tipo K e irrigados com solução de NaOCl a 5,25%. Em sua metodologia Mader *et al.* (1984) utilizaram 5 dentes humanos extraídos, com história clínica desconhecida, estocados em glutaraldeído a 2%. Após o acesso coronário aberto e a preparação do canal a cada troca da lima, o canal foi irrigado com 3 mL de solução de NaOCl a 5,25% e deixado embebido no canal até a instrumentação subsequente. O irrigante foi levado ao canal com seringa endodôntica e agulha de 23 mm. A quantidade do irrigante foi cuidadosamente controlada com objetivo de obter um volume total de 30 mL para cada canal. Após a instrumentação, o canal foi irrigado com 3 mL de água destilada para eliminar qualquer ação solvente do NaOCl e/ou para remover qualquer precipitado que poderia formar da própria solução. Os canais foram secos com pontas de papel e preparados para análise no MEV. A *smear layer* foi examinada em duas diferentes perspectivas. Primeiro, o MEV foi utilizado para examinar a *smear layer* e avaliar a superfície desta camada. Segundo, a *smear layer* foi observada por uma vista lateral ou perfil. Observando a *smear layer* na superfície, foram obtidos os seguintes achados: (a) a anatomia normal da parede do canal estava irreconhecível em áreas que tinham sido instrumentadas; (b) a superfície da *smear layer* era tipicamente amorfa, irregular e granular; (c) em algumas áreas a *smear layer* estava mais pronunciada que em outras; (d) fendas ocasionais foram observadas na *smear layer* e eram presumidamente resultante de vácuo utilizado para preparo e visualização dos espécimes; (e) alguns debris foram observados na parede do canal; e (f) áreas foram vistas que aparentemente tinham sido inadvertidamente deixada sem instrumentação. Essas áreas não instrumentadas não apresentavam *smear layer*, entretanto, porções ocasionais de

debris foram vistas em suas superfícies. A textura da superfície desse material e a profundidade a qual estava impactada nos túbulos variavam. Em alguns lugares, o material apresentou impactado densamente nos túbulos em uma distância de até 40 µm. As seguintes conclusões foram feitas dos resultados desse estudo: 1) a camada de material, a qual resulta da instrumentação endodôntica com limas tipo K e irrigação com NaOCl a 5,25%, deve ser distingüida em dois componentes: uma fina camada de *smear layer* na superfície da parede do canal e a *smear layer* impactada nos túbulos dentinários; 2) a *smear layer* na superfície da parede do canal era tipicamente encontrada numa espessura de 1 a 2 µm; 3) a *smear layer* nos túbulos dentinários estavam impactadas em alguns túbulos numa distância de até 40 µm; 4) a freqüência atual como o fenômeno de impactação ocorre, e a profundidade que isso tipicamente acontece, não pôde ser determinada nesse estudo; 5) a *smear layer* que resulta da instrumentação endodôntica, parece ser friável e apenas fracamente aderida aos túbulos dentinários.

Byström & Sundqvist (1985) estudaram, através de métodos bacteriológicos, a atividade antibacteriana das soluções irrigantes em canais infectados. Soluções de hipoclorito de sódio a 0,5 e 5% foram avaliadas clinicamente. Os resultados indicaram que não houve diferença significativa entre o efeito antibacteriano dessas duas soluções. A combinação do uso de EDTA e solução de hipoclorito de sódio a 5% foi mais efetiva do que o uso de hipoclorito de sódio sozinho. Uma outra observação dos autores é que bactérias que sobrevivem a instrumentação e irrigação rapidamente aumentam de número em canais radiculares sem medicação nos períodos entre as sessões. Contudo, a eficiência antimicrobiana das medicações intracanaais deveriam ser avaliada.

Baumgartner & Mader (1987) avaliaram a capacidade de debridamento de quatro regimes de irrigação em superfícies de canais radiculares instrumentados e não instrumentados. Os autores testaram as seguintes soluções irrigantes: solução fisiológica 0,9% sozinha e combinada com solução de NaOCl a 5,25%; EDTA 15% e a combinação de solução de NaOCl a 5,25% e EDTA 15%

usadas alternadamente em ambas superfícies das paredes de canais instrumentados e não instrumentados. Os autores observaram uma típica *smear layer* nas superfícies instrumentadas dos espécimes irrigados com solução salina e NaOCl. EDTA desmineralizou a *smear layer* das superfícies instrumentadas e expôs os orifícios de alguns túbulos dentinários. NaOCl removeu todo remanescente pulpar e pré-dentina das superfícies não instrumentadas dos canais radiculares, enquanto EDTA e solução salina deixaram remanescente pulpar e pré-dentina nas superfícies não instrumentadas. A combinação de NaOCl e EDTA usada alternadamente removeu completamente a *smear layer* das superfícies dos canais instrumentados bem como o remanescente pulpar e pré-dentina das superfícies não instrumentadas. Além do mais, a combinação de NaOCl e EDTA causou exposição de calcosferito nas superfícies não instrumentadas. Os autores concluíram: todos os regimes de irrigantes usados no estudo foram efetivos na prevenção do acúmulo de debris nas paredes dos canais; quando a solução salina ou a solução de NaOCl foi usada como único irrigante, uma típica *smear layer* amorfa foi encontrada somente nas metades das paredes que tinham sido instrumentadas; quando EDTA foi usado como único irrigante, a desmineralização da *smear layer* nas metades instrumentadas deixou uma camada de material com textura fibrosa e cobrindo a maior parte do canal; quando a solução salina ou EDTA foi usado como único irrigante, nem o remanescente pulpar nem a pré-dentina foram removidas das metades não instrumentadas das paredes dos canais; quando NaOCl foi usado como único irrigante, todo remanescente pulpar e pré-dentina foram removidas das metades não instrumentadas dos canais radiculares; quando a combinação de NaOCl e EDTA foi usada em conjunto, todo remanescente pulpar e predentina foram removidas das metades não instrumentadas das paredes dos canais radiculares. Além disso, a superfície de calcosferito exposta teve uma aparência de erosão.

Ciucchi *et al.* (1989) compararam a efetividade de diferentes procedimentos de irrigação na remoção da *smear layer*, 40 canais curvos foram manualmente preparados *in vitro* sob copiosa irrigação com NaOCl 3%. Dez

canais serviram como controle. Os 30 dentes remanescentes foram igualmente distribuídos em três grupos experimentais e subsequentemente irrigados da seguinte forma: ultra-som com NaOCl a 3%; EDTA; ultra-som com EDTA a 15%. No microscópio eletrônico de varredura, a aparência da *smear layer* foi avaliada de acordo com a distribuição das aberturas dos túbulos dentinários nos terços coronário, médio e apical dos canais. O grupo I (controle) apresentou nas superfícies coronária, média e apical o mesmo padrão: nenhuma superfície livre de resíduos, porém uma *smear layer* não dissolvida. Grupo II (NaOCl a 3% com ultra-som) a nível coronário, 35% das superfícies estavam livres de resíduos. Nos terços médio e apical, a proporção caiu para 27 e 13% respectivamente, porém sem diferença significativa. No grupo III (EDTA a 15%) o terço coronário e médio apresentaram 100 e 94 % de superfícies livres de resíduos, respectivamente. No terço apical a incidência caiu para 70 %; apenas os resultados coronários e apicais diferiram significativamente e o Grupo IV (EDTA a 15% com ultra-som) todos os níveis apresentaram menos resíduos livres que aquele grupo do EDTA a 15%. A incidência caiu para 91% de superfícies livres de resíduos e a nível coronário para 78 e 47% respectivamente nos terços médio e apical; apenas os resultados nos terços coronal e apical diferiram significativamente. Este estudo demonstrou que a irrigação é crítica nos canais estreitos e curvos. Nem NaOCl e EDTA, nem suas combinações com ultra-som sucedeu em uma completa remoção da *smear layer* apicalmente nos canais.

Aktener *et al.* (1989) avaliaram o efeito dos reagentes ativos de superfícies na profundidade de penetração da *smear layer* nos túbulos dentinários, nesse trabalho foram utilizados trinta dentes humanos recém extraídos, unirradiculares anteriores. Esses dentes foram divididos em 3 grupos e instrumentados com limas tipo K#10 a 50. Durante a instrumentação, as limas K do primeiro grupo foram associadas com a solução fisiológica, no segundo grupo com solução de Dodecylbenzenosulfonato de sódio a 50% (Solução de Henkel) e no terceiro grupo com Solução de Sulfapon 27%. Após a instrumentação, os espécimes foram avaliados no microscópio eletrônico de varredura. O resultado obtido no grupo 1:

uma típica *smear layer* foi observada nas paredes dos canais instrumentados. Quando observado de perfil, a maioria das aberturas dos túbulos dentinários estavam fechados e em algumas áreas a *smear layer* estava impactada nos túbulos por uma distancia de até 50µm. No grupo 2 também foi observado *smear layer*, porém a aparência dessa camada era diferente, provavelmente devido ao efeito efervescente da solução de Dodecylbenzenesulfonato. Examinando os espécimes no lado da fratura revelou uma penetração difusa da camada residual nos túbulos dentinários. Em algumas área a profundidade de penetração foi de 80 a 100 µm. No grupo 3 a aparência da *smear layer* foi similar ao ocorrido no grupo 2. Penetração difusa da camada residual nos túbulos dentinários foi observado nesse grupo e em algumas áreas a profundidade de penetração do material residual foi de 90 a 110 µm . Os autores chegaram as seguintes conclusões: quando utilizado durante a instrumentação, os reagentes de superfície causam maior profundidade de penetração da camada residual nos túbulos dentinários; os resultados confirmam a hipótese que a impactação da *smear layer* nos túbulos dentinários é devido à ação de capilaridade e dinâmica dos fluidos; se uma solução irrigadora com baixa atividade de superfície é utilizada durante a instrumentação, pode causar maior penetração da *smear layer* nos túbulos dentinários; com o objetivo de se obter uma ótima penetração, os materiais de preenchimento devem ter uma baixa atividade de superfície ou um adequado agente de superfície deve ser adicionada ao mesmo.

Baumgartner & Cuenin (1992) através do microscópio eletrônico de varredura examinaram as superfícies instrumentadas e não instrumentadas no terço médio dos canais radiculares seguindo o uso de várias concentrações de NaOCl (5,25%, 2,5%, 1,0% e 0,5%). NaOCl foi levado com seringa de irrigação endodôntica ou um aparelho de ultra-som. Todas as concentrações de NaOCl, independente do sistema de irrigação, foram efetivas na remoção dos debris dos canais radiculares. Presença de *smear layer* com algumas áreas de exposições dos túbulos dentinários foram observadas em todas as superfícies instrumentadas, independente da concentração de NaOCl ou sistema de irrigação. NaOCl em

concentrações de 5,25%, 2,5% e 1% removeu completamente o remanescente pulpar e pré-dentina das superfícies não instrumentadas. Entretanto NaOCl 0.5% removeu a maioria do remanescente pulpar e pré-dentina das superfícies não instrumentadas deixando algumas fibrilas na superfície, que parece serem remanescente de pré-dentina na superfície.

Drake *et al.*, em 1994, utilizando modelo experimental *in vitro*, estudaram o efeito da camada residual na colonização bacteriana em canais radiculares. Foram utilizadas raízes de dentes humanos cujos canais radiculares foram preparados e divididos em dois grupos testes. Um deles recebeu irrigação final com soro fisiológico e o outro com EDTA a 10% seguido da solução de NaOCl a 2.5% (com o objetivo de remover a camada residual). Na sequência foram inoculados com *S. anginosus* e incubados por 2 horas, sendo então seccionados para análise microbiológica (cultura e MEV). Os resultados desse estudo sugeriram que a *smear layer* pode inibir a colonização bacteriana, talvez pelo bloqueio da entrada de bactérias nos túbulos dentinários.

Türkün & Cengiz (1997) investigaram a eficácia do hipoclorito de sódio e do hidróxido de cálcio na dissolução de tecido necrótico e limpeza dos canais radiculares. Na primeira parte do estudo, solução de NaOCl 0,5%, solução de Ca(OH)_2 e a pasta de Ca(OH)_2 foram testados com amostras de músculo bovino necrótico em diferentes técnicas de tratamento e por diferentes períodos. O tecido necrótico foi pesado antes e após o teste e a percentagem do peso alterado calculado. Na segunda parte do estudo, quarenta dentes humanos unirradiculares extraídos foram instrumentados manualmente e então submetidos a diferentes regimes de irrigantes. A eficácia de limpeza dos canais radiculares com NaOCl 0,5% e com pré-tratamento de Ca(OH)_2 e ultrassom foi examinada usando o microscópio eletrônico de varredura. Solução de NaOCl a 5% foi significativamente mais efetivo do que NaOCl a 0,5% como solvente de tecido necrótico. Hidróxido de cálcio foi um efetivo solvente para tecido necrótico como pasta mas não como solução. Pré-tratamento de tecido necrosado com Ca(OH)_2 aumentou sua solubilidade em NaOCl 0,5%. Enquanto a irrigação com NaOCl 5% mais ultrassom

produziu uma maior limpeza nas paredes dos canais radiculares nos terços médio e apical, NaOCl 0,5% usado com a mesma técnica não alcançou limpeza do canal radicular. Portanto, pré-tratamento dos canais radiculares com pasta de Ca (OH)₂ aumentou a efetividade da irrigação com NaOCl 0,5% mais ultrassom, exceto no terço coronário do canal radicular.

Lopes *et al.* (1999) afirmaram que a capacidade de dissolução de matéria orgânica é uma propriedade necessária na escolha da substância química auxiliar da instrumentação, sendo de particular importância no preparo químico-mecânico do canal radicular, visando à remoção de tecido pulpar vivo ou necrosado. Devido à complexidade da morfologia interna dos canais radiculares, que formam verdadeiro sistema de canais mecanicamente inacessíveis, há necessidade de se explorar a capacidade de dissolução tecidual da solução química auxiliar da instrumentação. Todo tecido pulpar, mesmo vivo e não infectado, deve ser eliminado no momento do tratamento endodôntico, para não servir de substrato a uma proliferação bacteriana.

Tatsuta *et al.* (1999) observaram através do microscópio eletrônico de varredura a superfície das paredes de canais instrumentados e não instrumentados expostos ao hidróxido de cálcio e quatro diferentes regimes de irrigantes. Após o debridamento químico-mecânico, um dente de cada par foi medicado com hidróxido de cálcio. Após uma semana, os dentes foram irrigados e separados longitudinalmente para avaliação. Quando não foi usado o hidróxido de cálcio, pré-dentina e debris pulpares cobriram os túbulos dentinários das superfícies não instrumentadas em espécimes irrigadas com água ou EDTA, mas estava ausente nas superfícies não instrumentadas em espécimes irrigadas com NaOCl ou NaOCl e EDTA. Uma típica *smear layer* estava ausente nos espécimes instrumentados e irrigados com NaOCl e EDTA, mas coberto os túbulos dentinários das superfícies instrumentadas dos espécimes irrigados com EDTA (parcialmente) e os espécimes irrigados com água ou NaOCl (completamente). Calcosferitos ou seus remanescentes foram observados nas paredes dos canais não instrumentados dos espécimes irrigados com NaOCl ou NaOCl e EDTA,

respectivamente. O uso de hidróxido de cálcio não alterou a superfície dos espécimes irrigados com água, EDTA ou NaOCl, mas pareceu erodir a dentina intertubular em espécimes irrigados com NaOCl e EDTA. Todos os irrigantes pareceram remover efetivamente maioria do hidróxido de cálcio.

Çalt & Serper (2000), propuseram avaliar através do MEV, a capacidade de remoção da *smear layer* do EGTA e EDTA. Foram utilizados quinze dentes humanos unirradiculados extraídos. Após instrumentação, três dentes formaram o grupo controle irrigado com 10 mL de solução de hipoclorito de sódio, e os demais divididos em dois grupos que receberam irrigação final com 10 mL de EDTA ou EGTA. O processo de irrigação final durou 10 min. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e encaminhados a MEV. Os resultados mostraram que ambos os grupos foram capazes de apresentar superfícies livres de *smear layer*, mostrando os túbulos dentinários desobstruídos. Porém no grupo que utilizou o EDTA, houve erosão desses túbulos. Não é claro se essas erosões possam ter algum efeito deletério, e os autores sugerem a utilização do EGTA como um quelante alternativo para a remoção da *smear layer*.

Di Lenarda *et al.* (2000) avaliaram *in vitro* a capacidade de limpeza e remoção da *smear layer* na irrigação alternada do canal com ácido cítrico e NaOCl. Oitenta e um dentes foram divididos em três grupos baseado no tipo de instrumentação, classificadas em: manual com limas flexofile, Profile.04 taper ou MACXim e NT Engine file. Os grupos foram posteriormente divididos com base no protocolo de irrigação: NaOCl a 5% sozinho, NaOCl alternado com 1 mol L⁻¹ solução de ácido cítrico ou uma combinação de EDTA 15% e solução Cetrimide. Após a secção longitudinal, as paredes dentinárias foram microfotografadas no MEV nos aumentos de 300X e 1000X. Avaliações da limpeza qualitativa e quantitativamente foram obtidas utilizando software de análise de imagem computadorizada. A avaliação qualitativa em 300X e 1000X mostraram nenhuma diferença significativa na capacidade de limpeza entre o ácido cítrico, EDTA e grupos de NaOCl. Avaliação quantitativa da remoção da *smear layer*, medida como a razão entre túbulos abertos/total de superfície de dentina mostrou que 1

mol L⁻¹ solução de ácido cítrico foi comparável ao EDTA; em amostras instrumentadas com Profile .04, ácido cítrico foi mais efetivo, enquanto que o grupo tratado com instrumentação manual EDTA e Cetrimide foram os mais efetivos. Espécimes irrigados com NaOCl 5% demonstraram significativamente maior limpeza que aqueles obtidos nos outros dois grupos. Os autores concluíram que 1 mol L⁻¹ solução de ácido cítrico foi tão efetivo na remoção da *smear layer* quanto o EDTA, porém foi superior nos espécimes instrumentados com ProFile .04.

Ferraz *et al.* (2001) avaliaram o peso de debris e o volume de irrigantes extruídos apicalmente de dentes extraídos *in vitro* após instrumentação endodôntica usando técnica de força balanceada, técnica de instrumentação manual híbrida, e três técnicas motoras utilizando instrumentos de níquel-titânio (Profile®.04, Quantec® 2000 e Pow-R®). Cinco grupos de 20 dentes humanos extraídos com canais únicos foram instrumentados usando uma ou outra das cinco técnicas: força balanceada, híbrida, Quantec 2000, Profile .04 ou Pow-R. Os debris extruídos do forame apical durante a instrumentação foram coletados em um tubo de 1.5 mL previamente pesado. Após a instrumentação, o volume de irrigante extruído foi determinado pela comparação visual em tubos preenchidos com 0.25 mL de água destilada. O peso dos debris de dentina extruídos seco foi também estabelecido. Todas as técnicas motoras extruíram menos debris que as técnicas manuais. Entretanto, não houve diferença significativa entre a técnica de força balanceada e os métodos rotatórios. O volume de irrigante extruído através do ápice estava diretamente associado com o peso de debris extruídos, exceto com o grupo Profile® .04. A técnica híbrida estava associada com a maior extrusão de ambos debris e irrigante. Todos sistemas rotatórios de níquel-titânio estavam associados a menor extrusão apical.

Ahlquist *et al.* (2001) compararam através do microscópio eletrônico de varredura a limpeza das paredes dos canais radiculares após uma técnica de instrumentação de canal manual ou rotatória. A hipótese era que uma técnica rotatória produziria uma maior limpeza do canal radicular. A técnica manual foi

realizada em 10 dentes extraídos usando limas S-files (Sjödings, Sendoline, Sweden). A técnica rotatória foi realizada em 10 dentes extraídos usando Profile® limas de níquel-titânio rotatória com peça de mão (250 r.p.m.) de acordo com instruções do fabricante. Solução de hipoclorito de sódio foi utilizada como irrigante. As raízes foram cortadas longitudinalmente e as paredes dos canais foram examinadas pela presença de debris e *smear layer* nos terços apical, médio e coronal. Como resultado observou-se que significativamente menos debris foi encontrado na região apical usando a técnica manual ($p<0.05$); nenhuma diferença significativa pode ser observada em outros níveis. Contudo, significativamente menos debris foi observado nas paredes dos canais radiculares usando a técnica manual quando os dados dos três níveis foram comparados ($p<0.05$). Os autores concluíram que a técnica manual empregada nesse estudo produziu maior limpeza nas paredes dos canais radiculares do que a técnica rotatória com Profile®.

Doğan & Çalt (2001) avaliaram o efeito do uso combinado e isolado do EDTA, RC-Prep e NaOCl no conteúdo mineral da dentina radicular usando o microscópio eletrônico de varredura e microanálise da dispersão de energia espectrométrica. O estudo utilizou dezoito incisivos maxilares recém extraídos. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente nos seguintes grupos: G1 – EDTA 17% por 15 min seguido de 10 mL de NaOCl 2.5%; G2 – RC-Prep por 15 min seguido de 10 mL de NaOCl 2.5%; G3 – EDTA 17% por 15 min e lavagem com 10 mL de solução salina; G4 – RC- Prep por 15 min e lavagem com 10 mL de solução salina; G5 – 10 mL de NaOCl a 2.5%; G6 – 10 mL de solução salina. Os resultados foram obtidos pela razão entre Ca/P e o nível de Mg na dentina radicular. EDTA seguido pela irrigação com NaOCl e o NaOCl sozinho alteraram a razão Ca/P significativamente quando comparado com o grupo controle ($p<0.05$). O uso de agente quelante combinado com irrigação de NaOCl mudou o nível de Mg na dentina radicular significativamente quando comparado com o uso de agentes quelantes sozinho e o grupo controle ($p<0.05$). Portanto, os autores afirmaram nesse estudo que o uso combinado de EDTA e NaOCl alteraram o

conteúdo mineral da dentina radicular, enquanto o uso de EDTA e RC-Prep sozinho não mudou significativamente e concluíram que o uso de irrigação com NaOCl como lavagem final altera a efetividade do agente quelante na superfície da dentina radicular. O uso de EDTA e RC-Prep sozinho não alterou significativamente o conteúdo mineral da dentina radicular. Os resultados foram obtidos de uma porção de superfície dentinária diretamente acessível para o teste do material. Sob condições *in vivo* a razão de mineralização pode ser afetada pela complexa morfologia do sistema de canais radiculares.

Niu *et al.* (2002) examinaram a erosão dentinária causada pela irrigação final com EDTA e NaOCl. Vinte e cinco dentes humanos unirradiculares foram preparados com instrumentos de níquel-titânio rotatório Series 29 Profile®. Os dentes foram divididos em cinco grupos e submetidos à irrigação final como se segue: grupo A: irrigado com NaOCl a 6% (3mL) por 2 min; grupo B: EDTA 15% (3mL) por 1 min; grupo C: EDTA 15% (3mL) por 1 min, seguido por NaOCl a 6% (3mL) por 2 min; grupo D: EDTA 15% (3mL) por 3 min e grupo E: EDTA 15% (3mL) por 3 min, seguido por NaOCl a 6% (3mL) por 2 min. Fotomicrografias das paredes dentinárias foram produzidas usando um microscópio eletrônico de varredura (X3000) a 1, 3 e 6 mm do ápice. A quantidade de debris e diâmetro dos túbulos dentinários foram avaliados e os valores foram analisados estatisticamente. Os seguintes resultados foram obtidos: quando o canal radicular foi irrigado apenas com EDTA 15%, a dentina tinha uma aparência macia e plana, e os orifícios dos túbulos dentinários eram regular e separados. Quando o canal radicular foi irrigado com EDTA seguido por NaOCl a dentina estava erodida e os orifícios dos túbulos dentinários eram irregular e rugoso. O diâmetro do túbulo dentinário aumento de $3.43 \pm 0.44 \mu\text{m}$ no grupo C e de $3.93 \pm 0.44 \mu\text{m}$ no grupo E. Diferença significativa foi observada entre os grupos D e E ($p < 0.05$). Entretanto, mais debris foram removidos pela irrigação com EDTA seguido por NaOCl do que apenas com EDTA ($p < 0.05$). Os autores concluíram que a irrigação final com NaOCl acelera a erosão dentinária seguido pelo tratamento com EDTA 15%.

Guerisoli *et al.* (2002) avaliaram a remoção da *smear layer* pelo EDTAC e hipoclorito de sódio com uso do ultra-som. Vinte incisivos inferiores, com canais únicos foram divididos em quatro grupos iguais. Cada grupo foi irrigado com água destilada, hipoclorito de sódio a 1% sozinho ou associado com EDTAC 15% entre cada instrumento. O grupo final não foi instrumentado, mas irrigado com hipoclorito de sódio e EDTAC 15%. Uma lima 15 ativada pelo ultra-som foi utilizada com pequena amplitude de movimentos contra a parede do canal em todos os grupos. Os dentes foram separados longitudinalmente e as raízes medidas para obter três secções de mesmo tamanho (cervical, médio e apical). Amostras foram examinadas sob microscópio eletrônico de varredura e avaliado pela quantidade de *smear layer* por três examinadores independentes e calibrados. O sistema de escores variou de 1 (ausência de *smear layer*) ao 4 (toda área coberta de *smear layer*). Os resultados obtidos foram que as paredes do canal estavam cobertas com *smear layer* no grupo irrigado apenas com hipoclorito de sódio 1% e o grupo irrigado com água destilada. Canal irrigado com hipoclorito de sódio a 1% associado com EDTAC 15% apresentou menos *smear layer* em toda parte do canal ($p < 0.001$). Não houve diferença estatística da quantidade de *smear layer* encontrada nos terços cervical, média e apical quando cada grupo foi analisado separadamente. Os autores concluíram que sob agitação ultrassônica, hipoclorito de sódio associado com EDTAC removeu a *smear layer* das paredes dos canais radiculares, enquanto a irrigação somente com água destilada ou hipoclorito de sódio não removeu a *smear layer*.

Çalt & Serper (2002) avaliaram o efeito do EDTA na remoção da *smear layer* e sob a estrutura de dentina após 1 e 10 min de contato com as paredes do canal radicular. Para este estudo, os autores utilizaram seis dentes unirradiculares permanentes humanos. Usando 10 mL de EDTA 17% (pH 7.4), metades pertencentes a mesma raiz foram irrigadas por 1 e 10 min, respectivamente. Todos espécimes foram submetidos a irrigação com 10 mL de NaOCl a 5%. Após estes procedimentos, os espécimes foram preparados para avaliação no MEV. Observações foram feitas nas metades obtidas da mesma raiz e cuidado foi

tomado para comparar a mesma região da superfície relativa a cada metade. Os resultados mostraram que 1 min de irrigação com EDTA é efetivo na remoção da *smear layer*. Entretanto a aplicação de 10 min de EDTA causou excessiva erosão na dentina peritubular e intertubular. De acordo com estes estudos, para impedir a erosão da dentina, a solução de EDTA não deve ser aplicada por mais de 1 min.

Grawehr *et al.* (2003) avaliaram a interação do ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) com o hipoclorito de sódio (NaOCl). Soluções consistindo de EDTA 8.5% e NaOCl a 0.5% foram comparados com 1:1 da mistura de EDTA 17% e NaOCl 1% em suas propriedades de dissolução tecidual e antimicrobianas. A quantidade de cloro disponível foi determinada na solução de EDTA/NaOCl com método de trituração de iodo/tiosulfato. A capacidade de quelação do cálcio foi triturada com uma solução de cálcio pura usando como indicador. O peso perdido da porção palatal dos espécimes incubados nas soluções teste foi medido. O potencial antimicrobiano da solução pura e sua combinação foram registrados usando o teste de difusão em Agar em pratos incubados com *Enterococcus faecalis* ou *Candida albicans*. A presença de hipoclorito teve pouco efeito na capacidade quelante do cálcio ou no potencial antimicrobiano do EDTA. O conteúdo de cloro disponível diminuiu para 0.06% nas soluções combinadas de EDTA-NaOCl comparada com 0.50% em uma solução equivalente de NaOCl misturada com água deionizada. A solução EDTA-NaOCl não dissolveu mais tecido que a equivalente solução de EDTA pura em qualquer tempo ($p>0.05$). Com isso, os autores concluíram que o ácido etilenodiaminotetracético diminuiu sua capacidade quando misturado com NaOCl, mas EDTA causou no NaOCl perda da sua capacidade de dissolução tecidual e virtualmente nenhum cloro livre foi detectado nas combinações. Clinicamente, isto sugere que o EDTA e NaOCl deveriam ser usados separadamente. Em um regime de irrigação alternado, quantidade copiosa de NaOCl deveria ser administrada para remover o remanescente de EDTA.

Torabinejad *et al.* (2003a), investigaram o efeito de várias concentrações de hipoclorito de sódio (NaOCl) como irrigante intracanal antes do

uso de MTAD como uma lavagem final para remoção da *smear layer*. Dez operadores, usando uma combinação da técnica *step-back* passiva e pontas rotatórias 0.04, limas níquel-titânio, prepararam 80 dentes humanos uni e multirradiculares. Água destilada, quatro diferentes concentrações de NaOCl e MTAD foram usados como irrigante intracanal. Os canais foram, então, tratados por 2 min com 5mL de uma das seguintes soluções como lavagem final: NaOCl a 5.25%, água destiladas estéril, EDTA a 17% ou MTAD. A presença ou ausência de *smear layer* e o volume de erosão das superfícies das paredes dos canais radiculares nas porções coronária, média e apical de cada canal foram examinadas através do microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que apesar do MTAD remover a maioria da *smear layer* quando usado como irrigante intracanal, algum remanescente de componente orgânico da *smear layer* permaneceu disperso na superfície das paredes dos canais radiculares. A efetividade do MTAD para remover completamente a *smear layer* é aumentada quando baixas concentrações de NaOCl é usada como um irrigante intracanal antes do uso do MTAD como lavagem final. Segundo os autores, este regime não pareceu mudar significativamente a estrutura dos túbulos dentinários.

Lim et al. (2003) avaliaram a efetividade do Glyde™ File Prep® na remoção da *smear layer* em conjunto com a irrigação com hipoclorito de sódio durante a instrumentação radicular. Foram utilizadas 39 raízes, divididas em três grupos. Cada grupo foi tratado por um dos três regimes de irrigantes e condicionamento durante a instrumentação radicular. Grupo A: 0.5 mL de NaOCl a 1% após cada lima com irrigação final de 10 mL de NaOCl a 1%; Grupo B: 0.5 mL de NaOCl a 1% após cada lima e irrigação final com 10mL de EDTA a 17%; Grupo C: camada de Glyde™ File Prep® a cada lima combinado com 0.5 mL de NaOCl a 1% e irrigação final com 10 mL de NaOCl a 1%. Os dentes foram seccionados e os canais radiculares avaliados pelo MEV e pelo microscópio óptico. Os resultados apresentados foram que os canais tratados com EDTA e Glyde™ File Prep® estavam significativamente mais limpos do que aqueles irrigados apenas com NaOCl. A região apical dos canais radiculares apresentou maior quantidade de

smear layer, mas a diferença não foi significativa. Os autores concluíram que o uso em conjunto de NaOCl com Glyde™ File Prep® foi efetivo na remoção da *smear layer* produzida durante a instrumentação dos canais radiculares.

Haznedaroğlu (2003) estudou a eficácia de várias concentrações de ácido cítrico em diferentes valores de pH na remoção da *smear layer* superficial das superfícies dentinárias através do uso do microscópio eletrônico de varredura. Cinquenta dentes extraídos foram irrigados com hipoclorito de sódio (NaOCl) , durante a instrumentação. Soluções de ácido cítrico a 50%, 25%, 10% e 5% foram preparadas. Além disso, soluções similares de ácido cítrico foram tamponadas em pH 6. Soluções de ácido cítrico com valores de pH original e tamponado foram utilizadas como lavagem final. Água bidistilada e NaOCl foram usados como grupo controle. Como resultados o autor encontrou que baixas concentrações com baixos valores de pH removeram *smear layer* mais eficientemente do que aquelas com alto valores de pH ($p < 0.05$), enquanto nenhuma diferença significativa para altas concentrações foi detectada entre os valores alto e baixo de pH. Entretanto, maior destruição de dentina peritubular foi observada em concentrações maiores com baixo valor de pH. Considerando os limites deste estudo, o autor concluiu que as menores concentrações de ácido cítrico com seu pH original foi tão efetivo quanto as maiores concentrações na remoção da *smear layer* superficial.

Hulsmann *et al.* (2003) relatam em suas revisão da literatura sobre agentes quelantes que o mesmo foi introduzido como irrigante endodôntico na preparação de canais estreitos e calcificados em 1957 por Nygaard-Østby. A solução líquida de etilenodiaminotetracético foi idealizada para amolecer a dentina radicular e dissolver a *smear layer*, bem como para aumentar a permeabilidade dentinária. Entretanto a eficácia do EDTA em amolecer a dentina radicular tem sido debatida, as preparações quelantes têm ganhado popularidade recentemente. A maioria dos fabricantes de instrumentos de níquel-titânio recomenda seu uso como um lubrificante durante os preparos dos canais radiculares. Adicionalmente, uma irrigação final com solução de EDTA a 15-17% para dissolver a *smear layer* é recomendada em muitos livros textos.

Scelza *et al.* (2003) determinaram a eficácia de EDTA 17% mais lauril éter sulfato de sódio (EDTA-T) 1.25%, ácido cítrico 10% e EDTA 17% com relação a extração de Ca^{++} . Os canais radiculares de noventa caninos humanos extraídos foram instrumentados utilizando a técnica do *step-back*. Os dentes foram aleatoriamente dividido em 9 grupos de 10 dentes cada de acordo com solução e o intervalo de tempo envolvido (3, 10 e 15 minutos). Os resultados obtidos no intervalo de 3 minutos, não houve diferença significativa entre Ca^{++} extraídos pelo ácido cítrico 10% e EDTA 17% ($P>0.05$). EDTA-T teve mínima eficácia na extração de Ca^{++} ($P<0.05$). Em 10 minutos e 15 minutos, não houve diferença significativa entre ácido cítrico 10% e EDTA 17% ou entre EDTA-T e EDTA 17% ($P>0.05$). Entretanto, ácido cítrico 10% foi significativamente melhor que EDTA-T em termos de extração de Ca^{++} ($P<0.05$). Os autores concluíram que tanto o ácido cítrico e EDTA 17% foram bons agentes descalcificantes quando a técnica *step-back* foi utilizada.

Vários ácidos orgânicos, aparelhos de ultra-som e lasers têm sido utilizados na remoção da *smear layer* dos canais instrumentados. Torabinejad *et al.* (2003b) investigaram o efeito da mistura da tetraciclina, um ácido e um detergente (MTAD) como irrigação final na superfície dos canais instrumentados. Quarenta e oito dentes humanos unirradiculares foram preparados usando a combinação da técnica *step-back* e instrumentos rotatórios 0.04 de níquel-titânio. Água destilada ou hipoclorito de sódio a 5.25% foram utilizados como irrigante intracanal. Os canais foram, então, tratados com 5 mL de uma das seguintes soluções como irrigante final: água destilada, hipoclorito de sódio a 5.25%, EDTA a 17% ou MTDA. A presença ou ausência de *smear layer* e a quantidade de erosão na superfície das paredes dos canais radiculares nas porções coronária, média e apical de cada canal foram examinadas no microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que MTDA foi uma solução efetiva na remoção da *smear layer* e não alterou significativamente a estrutura dos túbulos dentinários quando os canais foram irrigados com hipoclorito de sódio e seguido a uma lavagem final com MTDA.

2.3. Clorexidina como substância química auxiliar ao preparo químico-mecânico.

Segundo Jeansonne & White, em 1994, o hipoclorito de sódio, como irrigante endodôntico, possui problemas que incluem toxicidade, odor e descoloração dos itens operatórios. Um efeito equivalente, mas seguro é desejável. Esses autores compararam *in vitro* a atividade antimicrobiana do gluconato de clorexidina a 2% e da solução de NaOCl a 5.25% em uso endodôntico. Utilizando dentes com necrose pulpar recém extraído, esses foram instrumentados e irrigados com as soluções propostas e solução salina. Amostras microbiológicas foram avaliadas do canal imediatamente após o acesso ao canal, após a instrumentação e irrigação e após permanência em atmosfera anaeróbia por 24h. Ambas soluções testadas reduziram significativamente o número das unidades formadoras de colônias em relação a solução salina. O número de cultura positiva após irrigação e o número de unidades formadoras de colônias obtidas dos dentes tratados com clorexidina foram menores que os números obtidos com dentes tratados com hipoclorito de sódio, porém não houve diferença significativa entre elas.

Şen *et al.*, em 1999, investigaram *in vitro* a atividade de soluções de NaOCl e clorexidina sobre dentina inoculada com *Candida albicans*. Os canais com e sem camada residual, foram inoculados e incubados por 10 dias. Depois foram tratados com as soluções de NaOCl a 1% e 5% e clorexidina a 0.12%, durante 1 min, 5min, 30min e 1h, para então serem novamente incubados. Os resultados mostraram que, na presença da camada residual, foi observada atividade antifúngica, após 1h em todos os grupos. No caso de ausência desta camada, somente a solução de NaOCl a 5% mostrou alguma atividade no período de 30 min. Os autores concluíram que as condutas de ação antifúngica, nos tratamentos endodônticos, principalmente em pacientes predispostos a candidíase oral, devem ser reavaliadas.

Komorowsky *et al.*, em 2000, avaliaram o efeito residual ou substantividade da clorexidina por um período de 21 dias. Utilizando 60 fragmentos padronizados de dentina bovina, livres de *smear layer*, foram divididas em três grupos experimentais, esses foram imersos nas seguintes soluções: salina estéril, NaOCl a 2.5% e clorexidina a 0.2%. Metade dos espécimes foi tratada por 5 min e outra metade por 7 dias. Os fragmentos tratados foram incubados em meio de cultura contendo *E faecalis*. Após 21 dias a superfície dentinária foi raspada com uma broca estéril e as raspas levadas a um meio de cultura. Os resultados mostraram que os espécimes tratados com clorexidina por um período de 7 dias, demonstraram significativamente menor colonização pelo *E faecalis* que os outros grupos, concluindo ser este, um potente medicamento intracanal, se utilizado por um período de 7 dias.

Gomes *et al.*, em 2001, avaliaram *in vitro* a efetividade de várias concentrações de NaOCl (0.5%, 1%, 2.5%, 4% e 5.25%) e duas formas de gluconato de clorexidina (gel e líquida) em três concentrações (0.2%, 1% e 2%) na eliminação de *E. faecalis*. Todos os irrigantes foram efetivos na eliminação do *E. faecalis*, mas em diferentes tempos. Clorexidina na forma líquida em todas as concentrações testadas (0.2%, 1% e 2%) e NaOCl (5.25%) foram os irrigantes mais efetivos. Entretanto, o tempo requerido pela clorexidina líquida a 0.2% e clorexidina gel a 2% para promover uma cultura negativa foi apenas de 30 s e 1 min, respectivamente. Os autores concluíram que todos os irrigantes testados possuíram atividade antibacteriana, porém o tempo requerido para eliminação do *E. faecalis* depende da concentração e do tipo de irrigado usado.

Ferraz *et al.*, em 2001, avaliaram o gel de gluconato de clorexidina como irrigante endodôntico. Primeiro a capacidade da clorexidina gel em desinfetar canais radiculares contaminados *in vitro* com *Enterococcus faecalis* foi investigada. O microscópio eletrônico de varredura foi também utilizado para avaliar a capacidade de limpeza comparando com irrigantes endodônticos comumente utilizados, como o hipoclorito de sódio e gluconato de clorexidina líquida. Os resultados indicaram que a clorexidina gel produziu uma limpeza das

superfícies dos canais radiculares e teve uma capacidade antimicrobiana comparável com obtida com aquelas obtidas com outras soluções testadas. Os autores concluem que gluconato de clorexidina na forma gel tem potencial para se usada como irrigante endodôntico.

Vivacqua-Gomes *et al.* 2002 examinaram *in vitro* a microinfiltração coronária em dentes humanos extraídos após tratamento radicular, usando diferentes irrigantes endodônticos. Para esse trabalho foram utilizados cinquenta dentes unirradiculares preparados e obturados com técnica de condensação lateral com *gutta-percha* e selamento com Endomethasone. Preparo do canal consistiu em modelagem inicial dos dois terços coronários com brocas *Gates-Glidden*, tamanho 2 e 3, seguido pelo preparo do batente apical e *step-back* com limas manuais. Cada grupo (n=10) foi irrigado com as seguintes soluções: I – NaOCl a 1%, II – NaOCl a 1% + EDTA 17%, III – clorexidina gel a 2%, IV – clorexidina gel a 2% + NaOCl a 1% e V – água destilada. Após a obturação do canal, os dentes foram incubados a 37° C por 10 dias seguidos imersos em saliva humana e por mais 10 dias em tinta da Índia. Os dentes foram clareados e secos e a penetração foi determinada digitalmente em milímetros. Obteve-se como resultados que mínima infiltração ocorreu com NaOCl a 1% + EDTA a 17% (2.62mm) e clorexidina gel 2% (2.78 mm) ($p>0.05$). NaOCl (3.21mm), água destilada (6.10mm) e clorexidina gel 2% + NaOCl 1% (9.36 mm) teve um aumento na infiltração com diferença significativa quando comparado com NaOCl + EDTA a 17% e clorexidina gel a 2% ($p<0.05$). Os autores concluíram que nas condições desse estudo, o método de irrigação durante o tratamento do canal influenciou a microinfiltração coronária. NaOCl + EDTA e clorexidina gel permitiram melhor selamento após a obturação.

Tanomaru *et al.* (2002) analisaram a resposta inflamatória do hipoclorito de sódio 0.5% e clorexidina 2% injetada na cavidade peritoneal de ratos. Sessenta ratos receberam injeções intraperitoneais de 0.3 mL de hipoclorito de sódio, digluconato de clorexidina 2.0% ou solução salina. Cinco animais de cada grupo foram sacrificados com 4, 24, 48 horas e 7 dias após a injeção. Líquido da

cavidade peritoneal de cada animal foi coletado para contagem diferencial de células inflamatória e proteínas de ligação. O grupo de solução de hipoclorito de sódio a 0.5% teve maior migração de neutrófilos e células mononucleares para cavidade peritoneal em 48 a 168 horas. Houve um aumento significativo na proteína de ligação para cavidade peritoneal, após 4 a 48 horas no grupo de hipoclorito de sódio comparado com o grupo controle. Proteína de ligação foi similar em todos os grupos em 168 horas. O grupo de clorexidina teve resultados similares ao grupo controle em todos os períodos. Os autores concluíram que a solução de hipoclorito de sódio 0.5% causou irritação tecidual e apresentou maior resposta inflamatória enquanto que o digluconato de clorexidina 2% foi biocompatível, sugerindo seu uso como alternativa ou complemento do hipoclorito de sódio durante a irrigação.

Zamany *et al.* (2003) avaliaram se adição de clorexidina a 2% no protocolo convencional de tratamento aumenta a média de sucesso na desinfecção do sistema radicular *in vivo*. Os pacientes selecionados para o trabalho não deveriam apresentar: (1) uso de antibióticos por mais de 2 semanas, (2) dente inadequado para um bom isolamento, (3) o canal em questão tivesse sido medicado, (4) apresentasse um trato fistuloso, (5) a cultura inicial resultou em nenhum crescimento. Vinte e quatro dentes foram tratados com técnica convencional na qual utilizou NaOCl 1% como irrigante. Metades dos casos receberam uma irrigação adicional com clorexidina a 2%. Os canais foram secos com cones de papel absorvente e as amostras do conteúdo dos canais foram examinadas. As culturas com tioglicolato foram incubadas a 37°C e visualmente inspecionadas diariamente nos primeiros 7 dias, após isso as culturas foram observadas semanalmente por mais 3 semanas. Como resultados foram observados: o espaço pulpar dos 24 dentes continha bactéria no início do tratamento; no final da primeira sessão, após 4 semanas de incubação, amostras irrigadas com clorexidina obtiveram um campo de crescimento menor quando comparado com o grupo controle. Essa diferença foi significativa. Todas culturas obtidas após a instrumentação com hipoclorito de sódio a 1% mostraram

freqüência similar e média de crescimento. A diferença ocorreu após o dente experimental ter sido tratado com clorexidina ao invés da solução salina, a qual foi utilizado no grupo controle. Os resultados do presente estudo mostraram que, ao final da primeira sessão, clorexidina 2% foi significativamente mais efetiva do que a solução salina do grupo controle. Entretanto, total desinfecção do sistema de canais de todos os dentes não foi alcançada.

Ferguson *et al.* (2003) determinaram se o gluconato de clorexidina (0.12%), usado como solução irrigadora endodôntica, afetaria o selamento apical de três cimentos de canais radiculares. Cem dentes humanos unirradiculares foram divididos em 9 grupos experimentais de dez dentes cada, além de um grupo controle positivo e negativo com 5 dentes cada. Os dentes foram instrumentados com técnica padronizada e irrigados com solução salina, NaOCl a 5.25% ou gluconato de clorexidina a 0.12%. Os canais foram obturados utilizando três cimentos endodônticos: Roth's® 811, AH® 26 ou Sealapex®. Após a obturação a infiltração apical foi medida em 270 e 360 dias de observação usando o método de filtração de fluido. Os resultados mostraram que a combinação solução salina e Sealapex® tiveram significativamente maior infiltração ($p < 0.05$) que o Peridex-Sealapex® ou solução salina-Roth's® em 270 dias. Nenhuma outra diferença foi notada entre a combinação de qualquer cimento selador e irrigantes em 270 dias. A combinação de solução salina e Sealapex® tiveram significativamente maior infiltração que a combinação de solução salina-Roth's® em 360 dias. Nenhuma outra diferença significativa foi notada em 360 dias. Os autores concluíram que o irrigante de gluconato de clorexidina não afetou adversamente o selamento apical dos três cimentos seladores de canais em 270 e 360 dias.

Gomes *et al.*, em 2003, avaliaram a efetividade do gel de gluconato de clorexidina a 2% e hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) como medicamentos intracanaís contra *Enterococcus faecalis*. Cento e oito tubos de dentina preparados de incisivos bovinos foram infectados com *E. faecalis*. Os espécimes foram divididos em quatro grupos de acordo com o medicamento usado: grupo 1: gel gluconato de clorexidina 2%; grupo 2: hidróxido de cálcio em veículo viscoso (polietilenoglicol

400); grupo 3: gel gluconato de clorexidina + hidróxido de cálcio e grupo 4: *Brain Heart Infusion* (grupo controle). Os medicamentos foram colocados na luz do canal e deixado por períodos de 1, 2, 7, 15 e 30 dias. Após cada período, foi realizada irrigação com solução salina para remoção do medicamento e os canais foram secos com pontas de papel estéril. Porções de dentina foram removidas dos canais com brocas. As amostras obtidas com cada broca foram imediatamente coletadas em tubos testes separados contendo BHI. Os tubos foram incubados a 37°C e diariamente observado o crescimento bacteriano. Os resultados mostraram que o gel de clorexidina sozinho inibiu completamente o crescimento de *E. faecalis* após 1, 2, 7 e 15 dias. Hidróxido de cálcio permitiu crescimento bacteriano em todos os períodos do experimento. A combinação de clorexidina e Ca(OH)_2 foi efetiva após 1 e 2 dias, demonstrando 100% ação antibacteriana; entretanto, sua atividade antibacteriana reduziu entre 7 e 15 dias. Os autores concluíram que o gel de clorexidina a 2% sozinho foi mais efetivo contra *E. faecalis* do que hidróxido de cálcio. Entretanto, sua atividade antibacteriana dependeu de quanto tempo permaneceu dentro do canal.

Yamashita *et al.*, em 2003, avaliaram *in vitro* a limpeza das paredes dos canais radiculares após irrigação com diferentes irrigantes. Um total de 36 dentes humanos foram divididos em quatro grupos experimentais de acordo com a solução irrigadora utilizada: salina; clorexidina 2%; hipoclorito de sódio 2.5% e hipoclorito de sódio + EDTA. A limpeza dos terços apical, médio e coronal dos canais radiculares foi examinada usando 4 scores. O melhor resultado de limpeza foi obtido usando hipoclorito de sódio a 2.5% + EDTA, seguido por hipoclorito de sódio sozinho, o qual a limpeza foi similar a clorexidina apenas no terço cervical. A limpeza com solução salina e clorexidina 2% foram as piores do que os outros dois grupos e foi similar em todos os terços. Melhor limpeza foi encontrada nos terços cervical e médio para todos os grupos com o pior resultado para o terço apical. O terço apical dos canais radiculares não estavam tão limpo quanto o terço médio e cervical. A limpeza com clorexidina e solução salina foi inferior comparado com a limpeza do hipoclorito de sódio com ou sem EDTA.

Okino *et al.* (2004) avaliaram a atividade de vários irrigantes radiculares em tecidos pulpare de dentes bovinos. Os irrigantes testados foram: hipoclorito de sódio a 0.5, 1.0 e 2.5%; solução aquosa de digluconato de clorexidina a 2.0%; digluconato de clorexidina gel a 2% (Natrosol™) e água destilada como controle. Fragmentos de tecido pulpar de dentes bovinos foram pesados e colocados em contato com 20 mL de cada substância testada em uma centrífuga a 150r.p.m. até completa dissolução. A velocidade de dissolução foi calculada pela divisão do peso pulpar pelo tempo de dissolução. Os resultados obtidos com água destilada e ambas soluções de clorexidina não dissolveram o tecido pulpar com 6h. A principal velocidade de dissolução para 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 a água destilada. Os resultados para solução de hipoclorito de sódio, soluções de clorexidina e água destilada foram estatisticamente diferentes (P>0.01). Pode-se concluir que ambas preparações de clorexidina e água destilada não foram capazes de dissolver o tecido pulpar. Todas soluções de hipoclorito de sódio foram eficientes na dissolução do tecido pulpar, a velocidade de dissolução variou com a concentração da solução.

3. PROPOSIÇÃO.

Este trabalho propõe avaliar, *in vitro*, a capacidade de remoção da *smear layer* das paredes de canais radiculares após o preparo químico-mecânico realizado com diferentes substâncias químicas auxiliares, sendo assim consideradas: NaOCl a 5,25% + EDTA a 17%; solução fisiológica; clorexidina gel a 2% com pH neutro e solução fisiológica; clorexidina gel a 2% com pH neutro e EDTA a 17%; clorexidina gel a 2% pH ácido e solução fisiológica e clorexidina gel a 2% pH ácido e EDTA a 17%.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho foi baseada nos estudos de diversos autores, que utilizaram o microscópio eletrônico de varredura para avaliação da limpeza dos canais radiculares utilizando diversas soluções irrigadoras. Dentre estes autores citamos Goldman *et al.* 1982, Yamada *et al.* 1983, Mader *et al.* 1984, Baumgartner & Mader 1987, Ciucchi *et al.* 1989, Cengiz *et al.* 1990, Gaberoglio & Becce 1994, Di Lenarda *et al.* 2000.

4.1 Seleção e coleta da amostra.

Para este estudo foram selecionados 54 dentes unirradiculares humanos com canais únicos e retos, ápices formados e comprimento médio da raiz de 14 mm. A coleta do material foi realizada em clínicas odontológicas particulares através de doação por profissionais graduados em odontologia. Os exames clínico e radiográfico, a indicação e orientação do procedimento cirúrgico foram realizados sob a supervisão e responsabilidade dos profissionais envolvidos. Para realização deste trabalho o projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – FOP/UNICAMP (Processo 083/2004 em anexo).

Os elementos dentários selecionados foram armazenados sob refrigeração em solução de timol a 0,2% até a realização dos procedimentos de instrumentação dos canais radiculares, alguns critérios foram considerados para seleção dos dentes como por exemplo: raízes com diâmetro no forame apical igual ou superior a lima K#25 foram excluídos do estudo, presença de canal único e reto, dentes sem obstrução, curvatura, e comprimento radicular médio de 14 mm.

4.2 Preparo químico-mecânico dos canais radiculares.

As coroas dos elementos dentários foram seccionadas na junção amelo-cementária, com a utilização de um disco diamantado, em baixa rotação com refrigeração, permanecendo todas as raízes com comprimento padrão de 14 mm (Figura 1).

O procedimento de instrumentação e irrigação foi realizado *in vitro*, através de técnica manual híbrida (Valdrighi *et al.*, 1998), sendo realizada por um único operador. Durante a instrumentação as raízes foram envolvidas com gaze umedecida para evitar a desidratação e para simular o refluxo da solução irrigadora e prevenir o fluxo do irrigante através do forame as raízes foram envolvidas com cera utilidade (Figura 3).

Antes de iniciar a instrumentação, todas raízes foram irrigadas com 5 mL de solução fisiológica. O comprimento de trabalho do canal foi obtido visualmente com lima tipo K #10 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), a partir do recuo de 1mm após atingir o forame apical, determinando-se assim o comprimento de trabalho (Figura 2). Os canais foram mantidos preenchidos com a solução irrigadora durante a instrumentação.

A primeira parte do tratamento foi realizada instrumentando os dois terços iniciais da raiz com limas Tipo K # 15, 20, 25, 30 e 35, irrigando a cada troca do instrumento, logo após com uso progressivo de brocas *gates-glidden* de números 5, 4, 3 e 2 neste mesmo comprimento, promovendo assim um alargamento e o preparo inicial dos terços coronário e médio. A lima K#10 foi utilizada para recaptulação com 1 mm além do comprimento de trabalho entre cada instrumentação para manter a patência do canal. Os terços apicais foram instrumentados manualmente com limas tipo K até o diâmetro da lima # 35 (instrumento memória) estabelecendo o batente apical. Em seguida, realizou-se o escalonamento com recuo progressivo programado de 1 mm, até a lima tipo K número 50. A cada troca do instrumento foi utilizado 1 mL da solução irrigadora, sendo o canal copiosamente irrigado utilizando agulha BD Plastipak® 20X5,5 e seringa BD Plastipak® de 5 mL *Luer-Lock* (Omega, Brasil), posicionado o mais próximo possível do terço apical, mantendo um volume constante da solução a cada troca do instrumento de 1mL da solução irrigadora (Figuras 4-6).

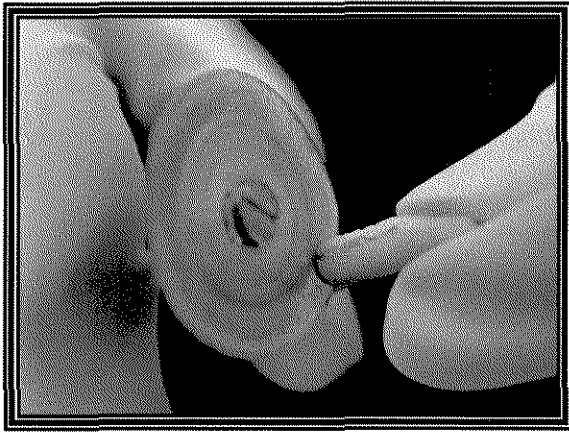


Figura 1 – Secção coronária com disco diamantado.

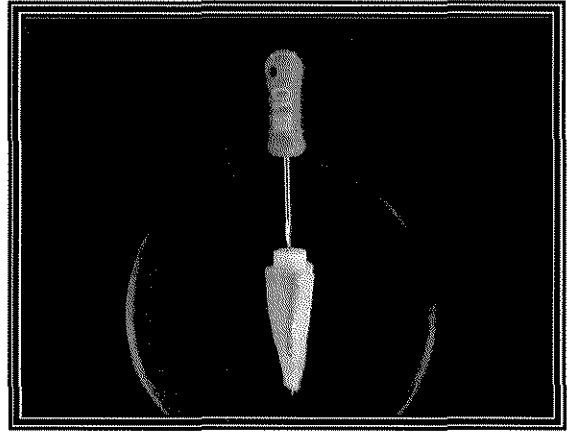


Figura 2 – Determinação do CT com limaK#10.

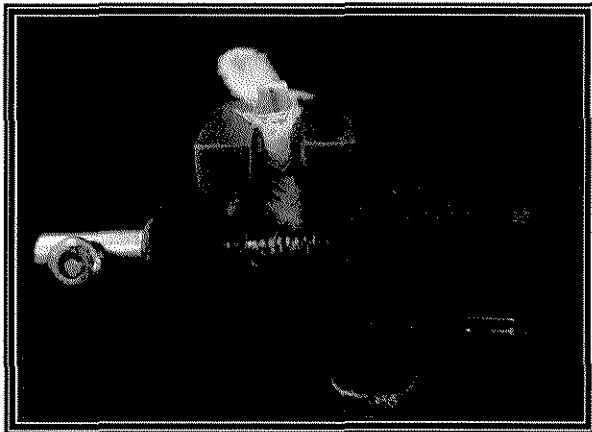


Figura 3 – Raiz adaptada no torno para instrumentação.

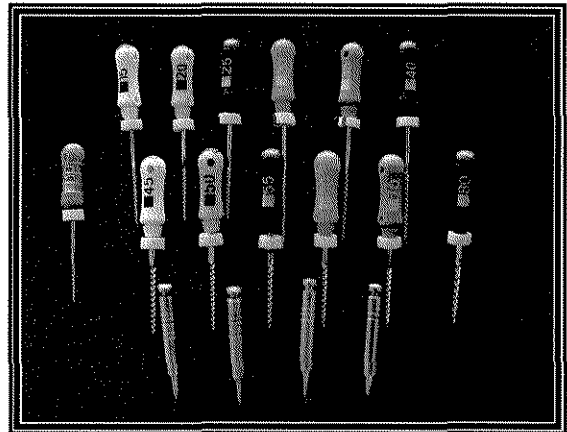


Figura 4 – Limas da 1ª e 2ª série tipo K.

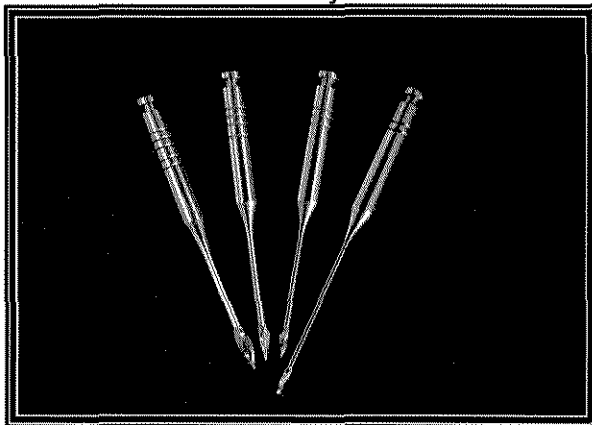


Figura 5 – Brocas Gates-glidden para instrumentação.

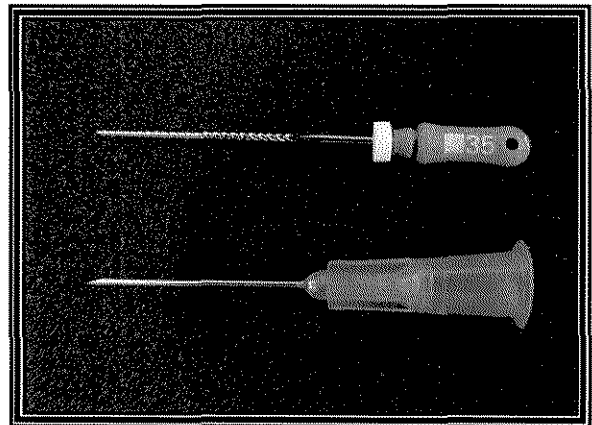


Figura 6 – Agulha BD 20 X 5,5 e lima K#35 como instrumento memória.

Os grupos que utilizaram o EDTA a 17% foram irrigados com 1mL dessa solução ao final da instrumentação endodôntica, deixando-a em contato com as paredes do canal por 1 minuto, seguindo-se então a irrigação final com 5 mL de solução fisiológica.

O pH do gluconato de clorexidina gel a 2% em sua composição ácida foi de 4.89 (25°C) e a clorexidina neutra apresentou pH 7.68 (25°C).

A irrigação com clorexidina gel foi combinada em 0.5 mL da solução gel, durante a instrumentação dos canais e irrigação com 0.5 mL de solução fisiológica para remoção do excesso do gel de clorexidina.

A irrigação final foi realizada com 5 mL de solução fisiológica. O objetivo desta irrigação final foi a eliminação de resíduos das soluções utilizadas, os quais poderiam precipitar ou causar qualquer alteração superficial das paredes dos canais radiculares por efeitos residuais.

As raízes instrumentadas foram fixadas com solução de glutaraldeído a 2.5% e mantidas refrigeradas até o preparo para o MEV.

As substâncias químicas testadas estão descritas Quadro 1.

Quadro 1

Distribuição dos grupos experimentais em relação à solução irrigadora utilizada.

GRUPO	SOLUÇÃO IRRIGADORA	DENTES
Grupo 1	NaOCl a 5,25% + EDTA a 17%	9 dentes
Grupo 2	Solução fisiológica a 0,9%	9 dentes
Grupo 3	Clorexidina gel a 2% com pH neutro + Solução fisiológica	9 dentes
Grupo 4	Clorexidina gel a 2% com pH neutro + EDTA a 17%	9 dentes
Grupo 5	Clorexidina gel a 2% com pH ácido + Solução fisiológica	9 dentes
Grupo 6	Clorexidina gel a 2% com pH ácido + EDTA a 17%	9 dentes

NaOCl a 5,25% manipulado pela PRODERMA (Farmácia de Manipulação) Piracicaba/SP.
 EDTA a 17% manipulado no Laboratório de Endodontia da FOP na proporção de 200g de EDTA para 22g de hidróxido de sódio para 1 L de solução (pH = 7,4).
 Clorexidina gel a 2% com pH ácido e neutro – amostras cedidas pela Biodinâmica® produtos odontológicos.

4.3 Procedimento de clivagem.

Após instrumentação das raízes, estas foram clivadas. Para realização deste procedimento foram realizadas fendas longitudinais nas faces vestibular e lingual das raízes com disco diamantado, cujo objetivo foi criar um guia de orientação para direcionar a clivagem das mesmas, após esta etapa utilizando um cinzel, as raízes foram separadas em duas metades. A metade de cada raiz que se apresentasse mais íntegra foi selecionada para a microscopia eletrônica de varredura (Figuras 7-9).

4.4 Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura.

Os espécimes foram fixados, imediatamente após o preparo biomecânico e clivagem, em solução de glutaraldeído a 2,5% e mantidos sob refrigeração até o momento do preparo para o MEV.

As metades das raízes selecionadas foram desidratadas em soluções de concentração crescente de álcool a 25%, 50%, 75% e 90% sendo realizada imersões sucessivas de 20 minutos em cada uma das soluções e álcool absoluto por 1 hora.

Os espécimes foram montados nos suportes metálicos, os *stubs* e levados para secagem em estufa por 24 horas para posterior processo de metalização, no aparelho Denton Vacuum, Modelo – Desk II, Moorestown/NJ/USA, com uma camada de aproximadamente 100-200 Å de liga áurea (Figuras 10-11).

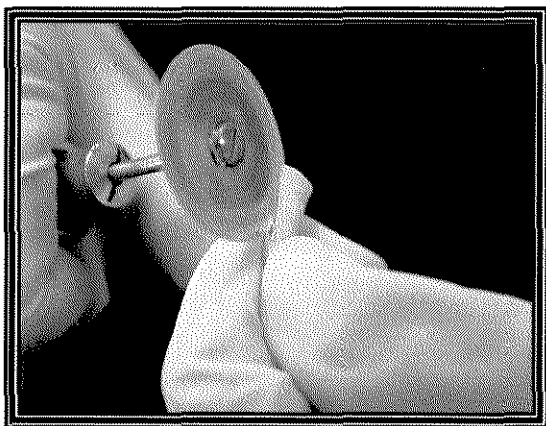


Figura 7 – Confecção das fendas longitudinais nas faces vestibular e lingual da raiz.

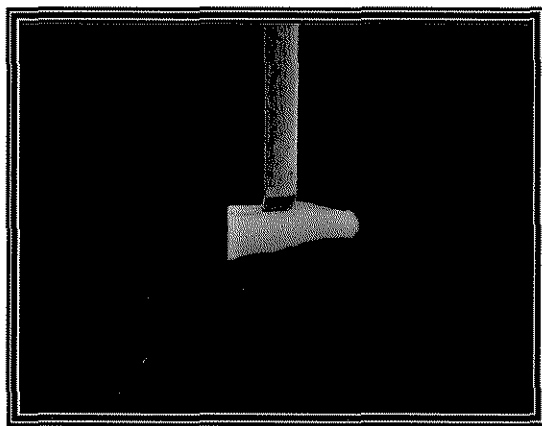


Figura 8 – Clivagem da raiz com cinzel cirúrgico.

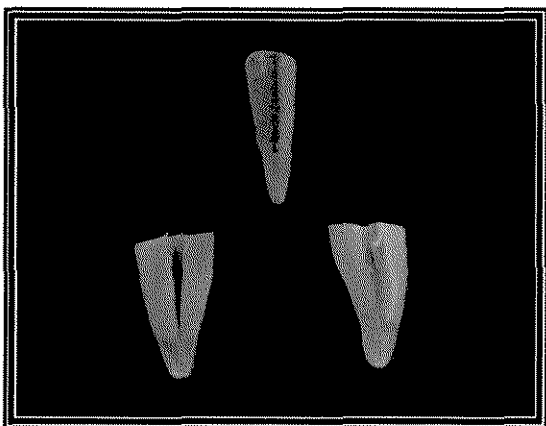


Figura 9 – Seleção da metade mais integra para avaliação no MEV.



Figura 10 - Raízes metalizadas.



Figura 11 – Raízes montadas nos *stubs*.

O Microscópio Eletrônico de Varredura (Jeol, Modelo JSM5600 LV, Fabricante – Noran Instruments, USA) foi utilizado para produzir as imagens observadas nesse estudo. Buscando avaliar a limpeza das paredes dos canais, quatro áreas em cada terço do canal de cada espécime, foram analisadas, através do MEV, sob aumento de 500X, com a finalidade de registrar as características de limpeza, remanescentes de resíduos nas paredes e visibilidade dos túbulos dentinários.

Seguindo esse padrão de varredura, todo o comprimento do canal foi registrado através de fotomicrografias. As imagens obtidas foram analisadas por três examinadores calibrados para atribuição de escores, que variaram de 0 a 3 estabelecendo uma avaliação qualitativa, como descrito no Quadro 2 (Garberoglio & Becce 1994).

Quadro 2

Escores utilizados na avaliação qualitativa das fotomicrografias nos terços coronário, médio e apical.

ESCORES	DESCRIÇÃO
0	Ausência de <i>smear layer</i> , túbulos dentinários abertos e livres de debris.
1	<i>Smear layer</i> presente somente nas aberturas dos túbulos dentinários.
2	Fina <i>smear layer</i> cobrindo a superfície, circundando os túbulos dentinários, abertura dos túbulos cobertos com debris, localização do túbulo indicado por uma fenda.
3	Espessa <i>smear layer</i> , cobrindo as aberturas dos túbulos.

As figuras de 11 a 14 representam as fotomicrografias dos escores utilizados como referência para avaliação das demais imagens obtidas no MEV.

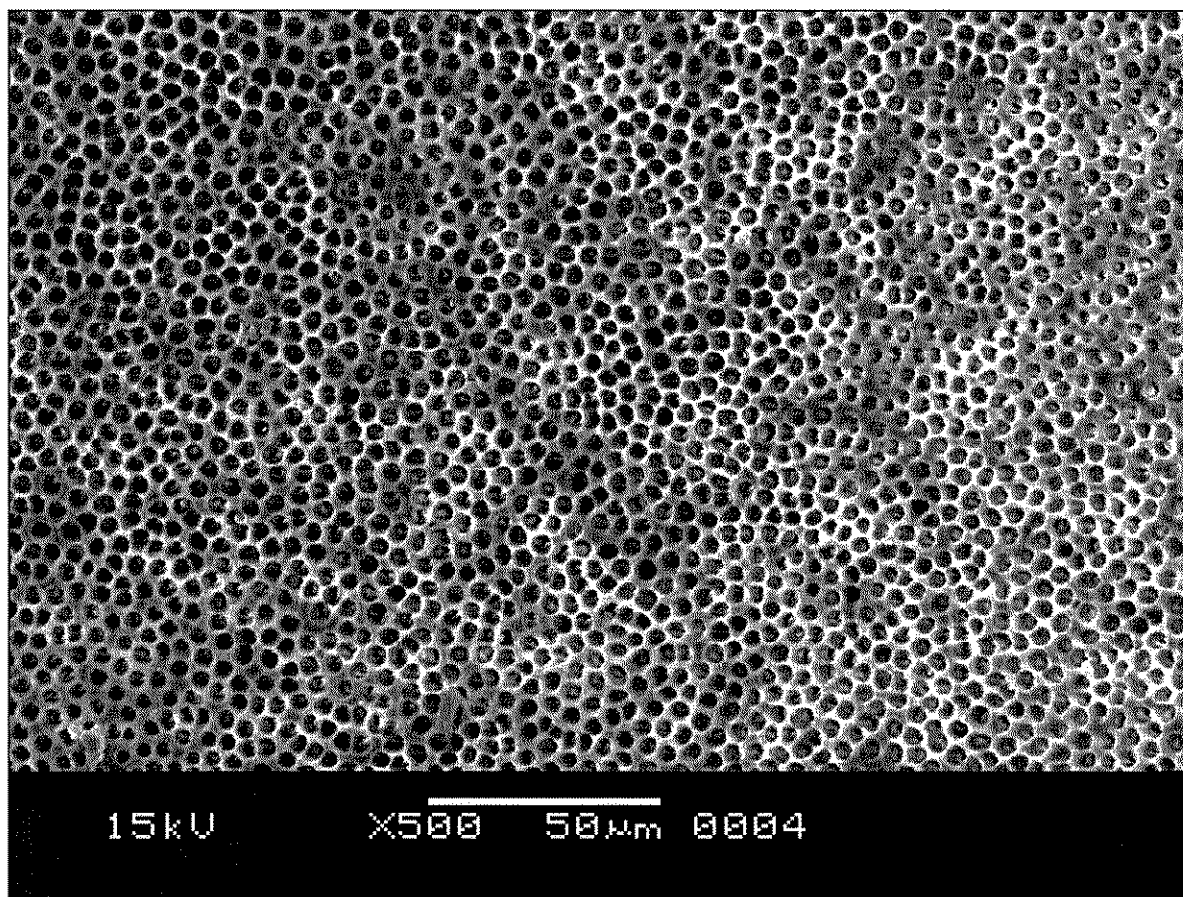


Figura 11 – Fotografia representativa do escore 0 de limpeza das paredes do canal radicular.

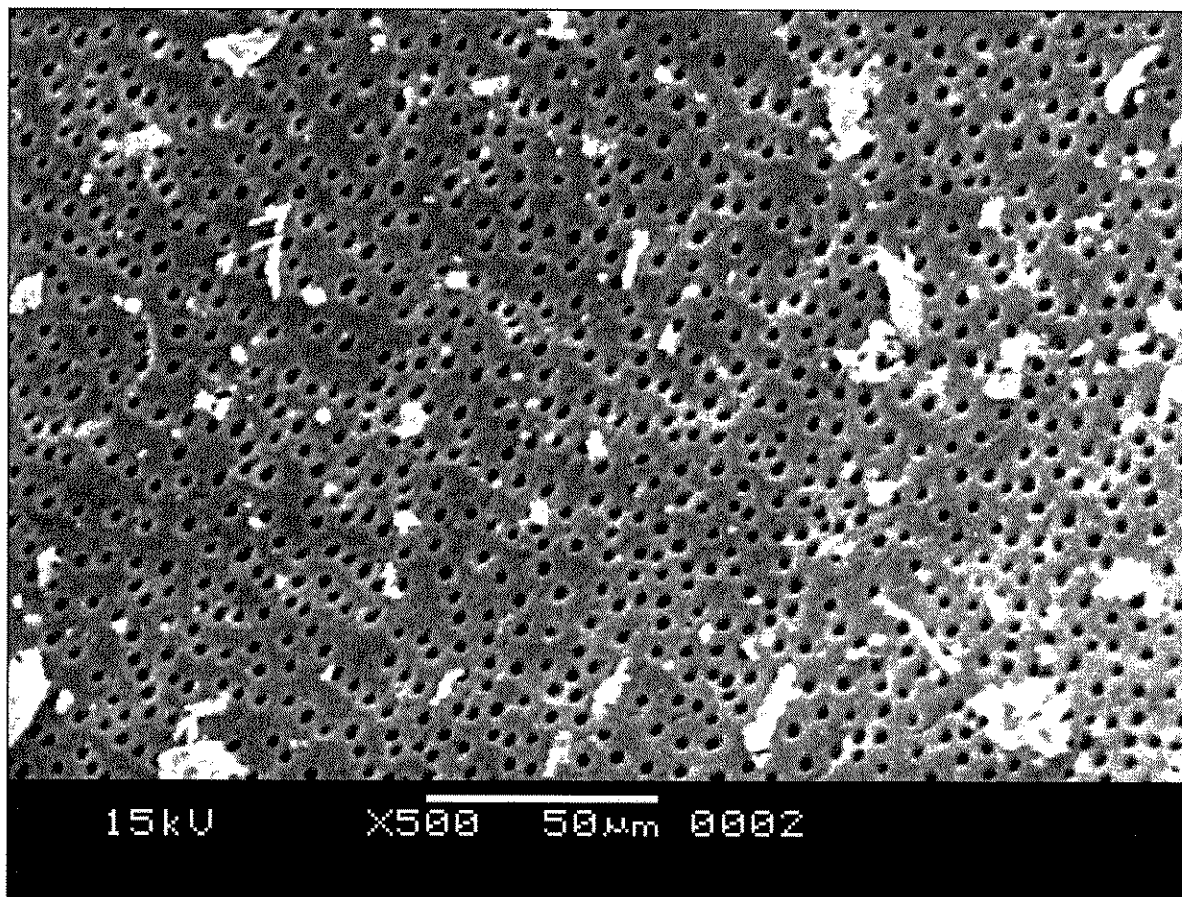


Figura 12 – Fotografia representativa do escore 1 de limpeza das paredes do canal radicular.

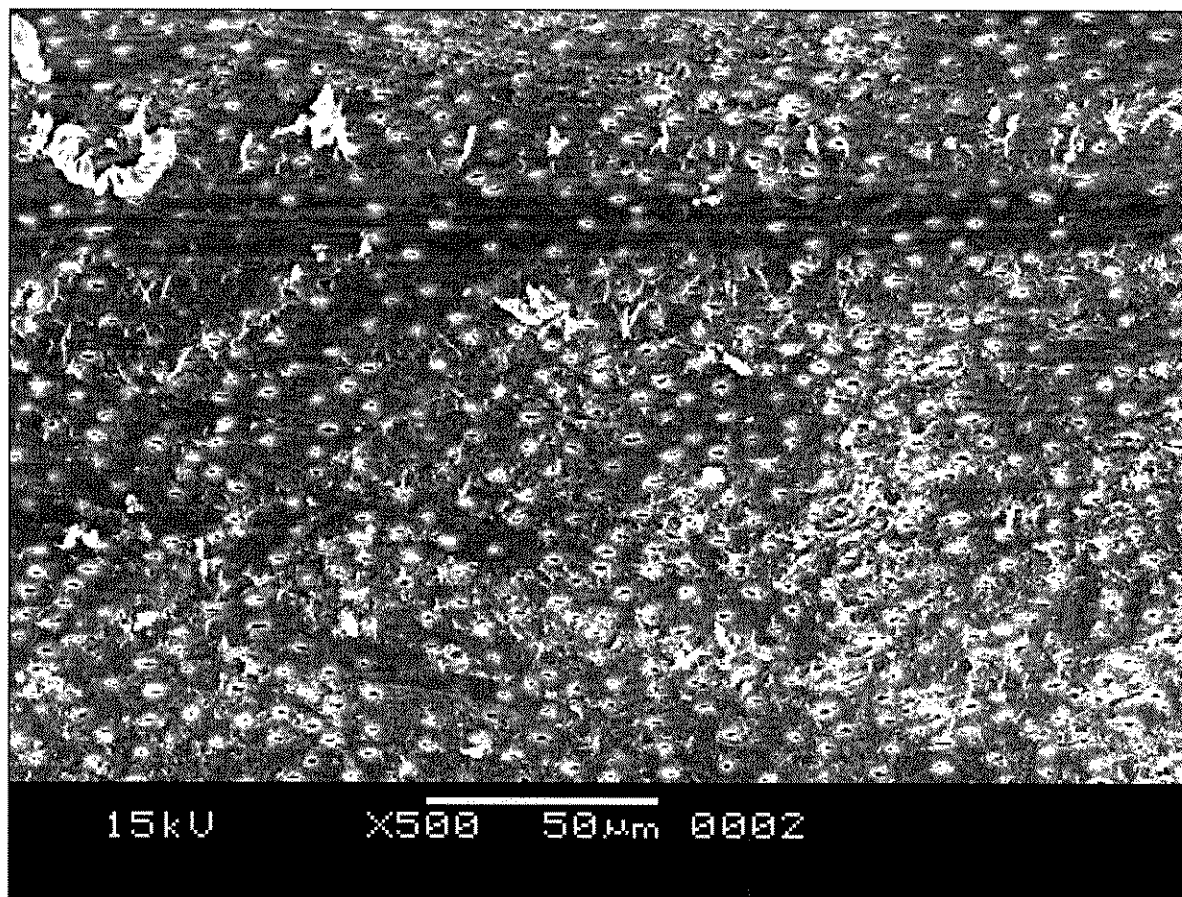


Figura 13 – Fotografia representativa do escore 2 de limpeza das paredes do canal radicular.

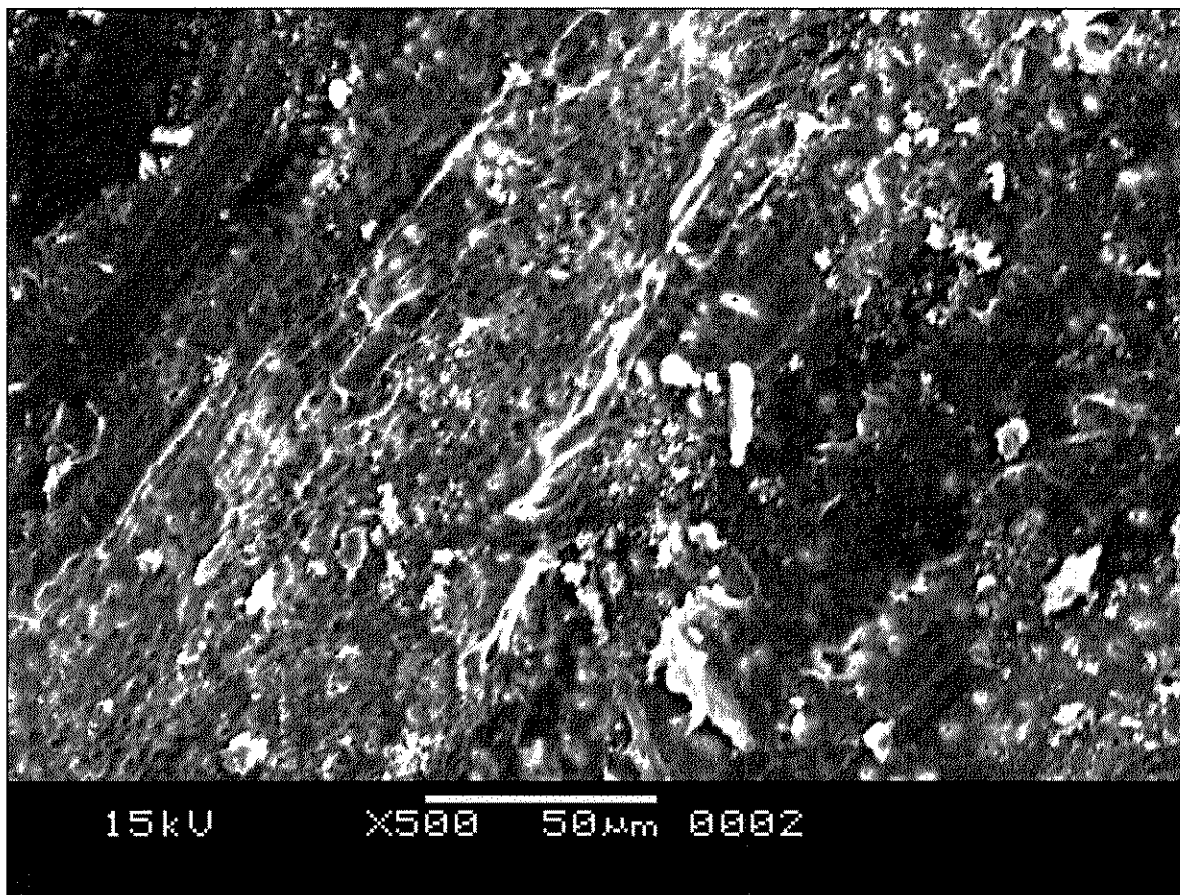


Figura 14 – Fotografia representativa do escore 3 de limpeza das paredes do canal radicular.

4.5 Análise estatística.

Para análise estatística dos dados observados foi utilizado o software SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*). Foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney, adotando-se o nível de significância de 5%, para testar se os grupos de estudo eram independentes. A única exigência deste teste é a de que as observações sejam medidas em, pelo menos escala ordinal. O teste de Mann-Whitney está baseado na diferença entre as somas dos postos para os dois grupos que estão sendo comparados. Com o objetivo de evitar a perda de informação, foi considerado como medida do grau de limpeza dos terços cervical, médio e apical a soma dos escores dados pelos 3 avaliadores nas quatro amostras de cada terço. Com isso a escala de limpeza dos canais passou a ser de 0 a 36. Os valores médios das somas dos escores procuram apenas determinar a ordenação entre a melhor e a pior condição de limpeza dos grupos.

5. RESULTADOS

Os dados obtidos desse trabalho estão dispostos nas Tabelas a seguir, onde temos a média da soma dos escores; distribuídos nos seis grupos experimentais (G1: NaOCl a 5,25% + EDTA a 17%; G2: Solução fisiológica a 0,9%; G3: Clorexidina gel a 2% com pH neutro + solução fisiológica a 0,9%; G4: Clorexidina gel a 2% com pH neutro + EDTA a 17%+ solução fisiológica a 0,9%; G5: Clorexidina gel a 2% com pH ácido + solução fisiológica; G6: Clorexidina gel a 2% com pH ácido + EDTA a 17% + solução fisiológica)

Os valores obtidos foram distribuídos de acordo com as regiões avaliadas, ou seja, terço cervical (C), médio (M) e apical (A).

5.1 Dados obtidos após análise dos espécimes no TERÇO CERVICAL.

Na Tabela 1, apresentamos as médias da soma dos escores e o respectivo desvio padrão, considerando apenas o terço cervical de cada grupo experimental, analisado separadamente.

Tabela 1

Postos médios e desvio padrão nos escores de limpeza, no terço cervical.

	G1C	G2C	G3C	G4C	G5C	G6C
Média da soma	6,67 ^a	16,22 ^b	16,44 ^b	14,44 ^{bc}	15,22 ^b	12,67 ^c
desvio padrão	±4,36	±2,28	±3,97	±4,33	±1,79	±3,28

Médias da soma acompanhadas por letras diferentes possuem diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Considerando o grupo experimental G1C(NaOCl a 5.25% + EDTA a 17%) observamos que o mesmo apresentou melhor condição de limpeza no terço cervical quando comparado com os demais grupos, sendo esta diferença significativa para os grupos em análise ($p < 0,05$).

Os grupos experimentais G2C (Solução fisiológica a 0.9%), G3C (CLX gel a 2% com pH neutro + solução fisiológica a 0.9%) e G5C (CLX gel a 2% com pH ácido + solução fisiológica) obtiveram condição de limpeza semelhante com diferença significativa apenas quando comparados com os G1C e o G6C (CLX gel a 2% com pH ácido + EDTA a 17% + solução fisiológica), sendo que estes grupos apresentaram melhor condição de limpeza do que aqueles.

O grupo G4C (CLX gel a 2% com pH neutro + EDTA a 17%+Solução fisiológica a 0.9%) não apresentou diferença significativa ($p>0.05$) entre os demais grupos, exceto quando comparado com o grupo G1C o qual apresentou melhor condição de limpeza ($p<0,05$).

O grupo G6C foi o que obteve diferença significativa com melhor condição de limpeza quando comparado com os grupos G2C, G3C e o G5C, porém quando comparado com o grupo G1C, este apresentou melhor atuação ($p<0.05$). De acordo com a análise obtida pôde-se ordenar os grupos, onde o melhor aspecto de limpeza foi observado na seguinte seqüência: G1C, seguidos pelos grupos, G6C, G4C, G5C, G2C e G3C quando observado apenas o terço cervical da raiz.

As figuras de 1 a 6 representam fotomicrografias representativas das imagens obtidas apresentam áreas de limpeza representativas de cada grupo no terço cervical.

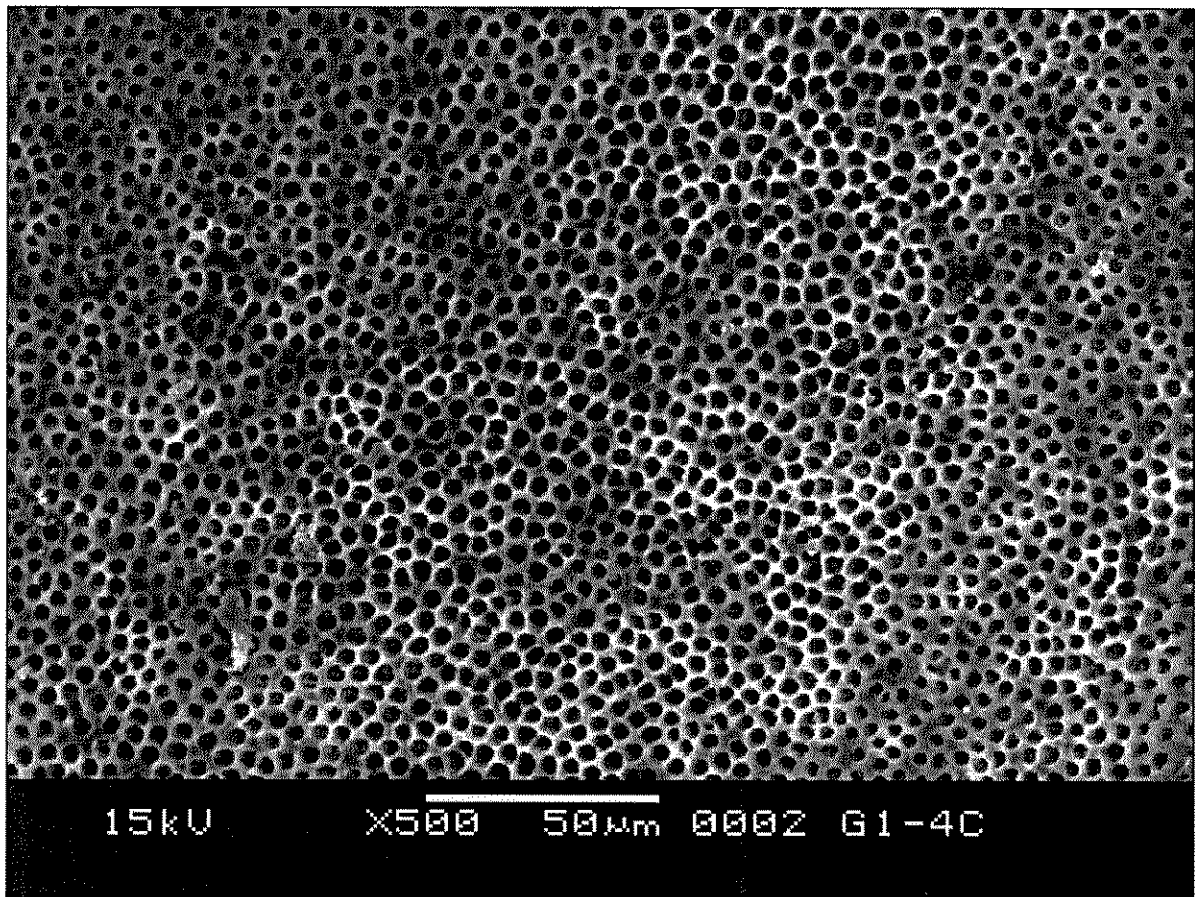


Figura 1 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G1C, no terço cervical. Nos grupos irrigados com NaOCl 5,25% + EDTA a 17% a superfície do canal no terço cervical apresentou, em sua maioria, os orifícios dos túbulos dentinários abertos, ausência de debris e *smear layer*.

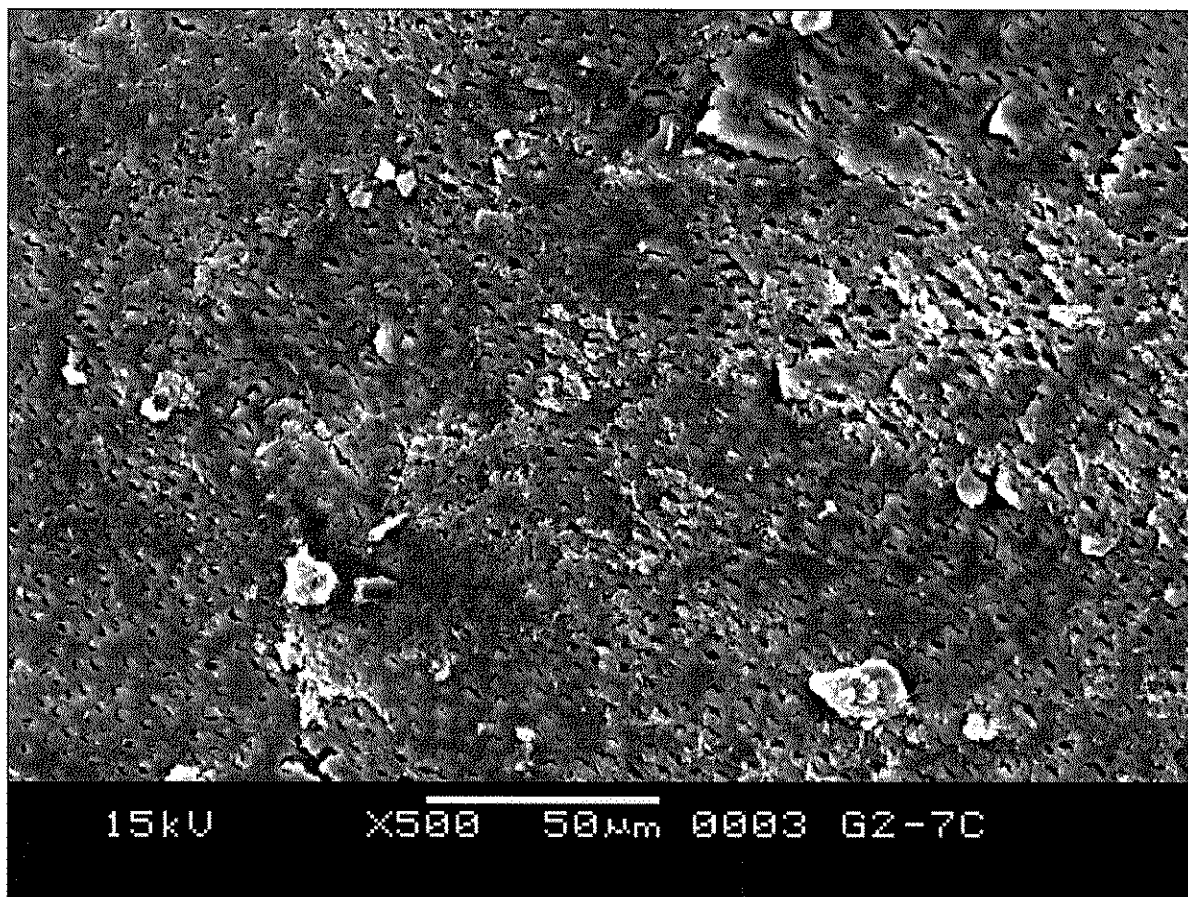


Figura 2 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G2C, no terço cervical. O grupo irrigado com solução fisiológica apresentou espessa camada de *smear layer*, presença de debris, orifícios dos túbulos cobertos por *smear layer*.

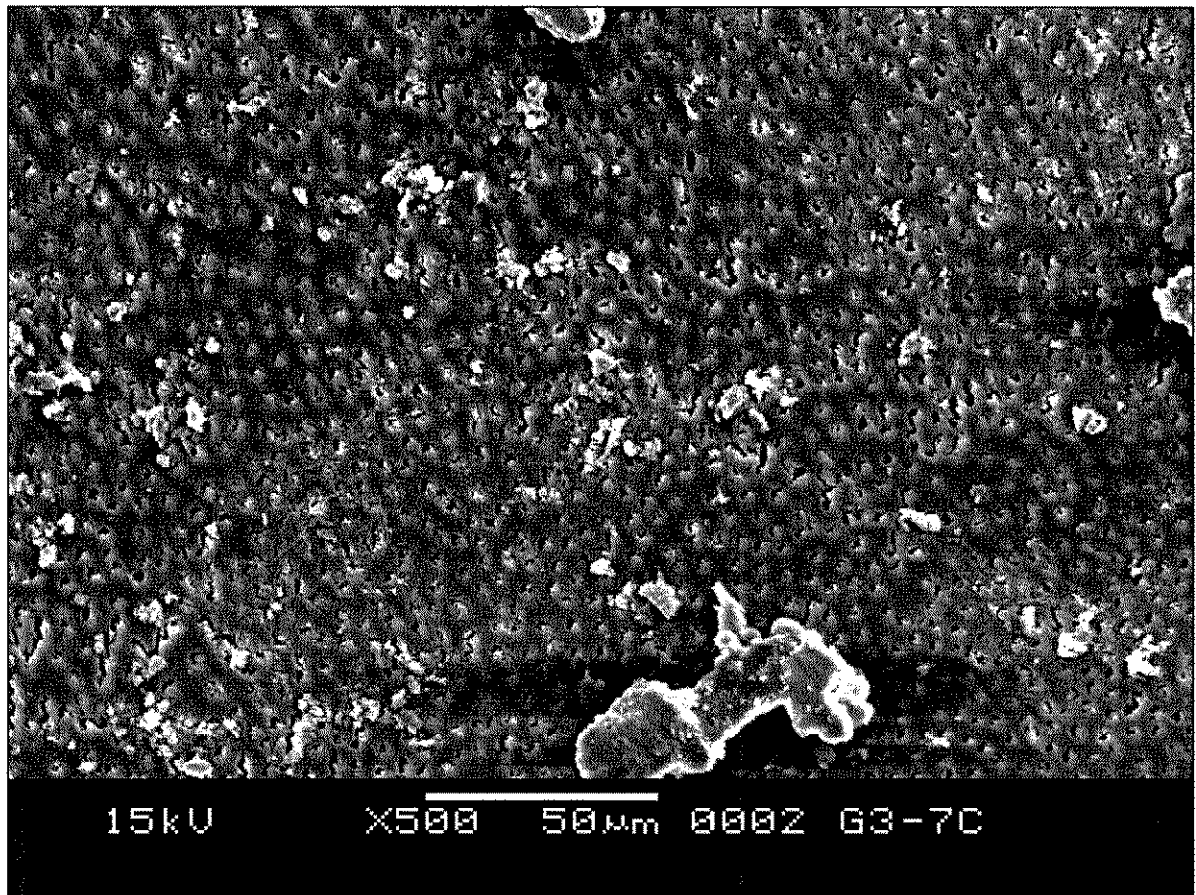


Figura 3 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G3C, no terço cervical. No grupo irrigado com clorexidina gel a 2% com pH neutro observamos camada de *smear layer*, presença de debris, orifícios dos túbulos cobertos por *smear layer*, semelhante ao grupo irrigado com solução fisiológica.

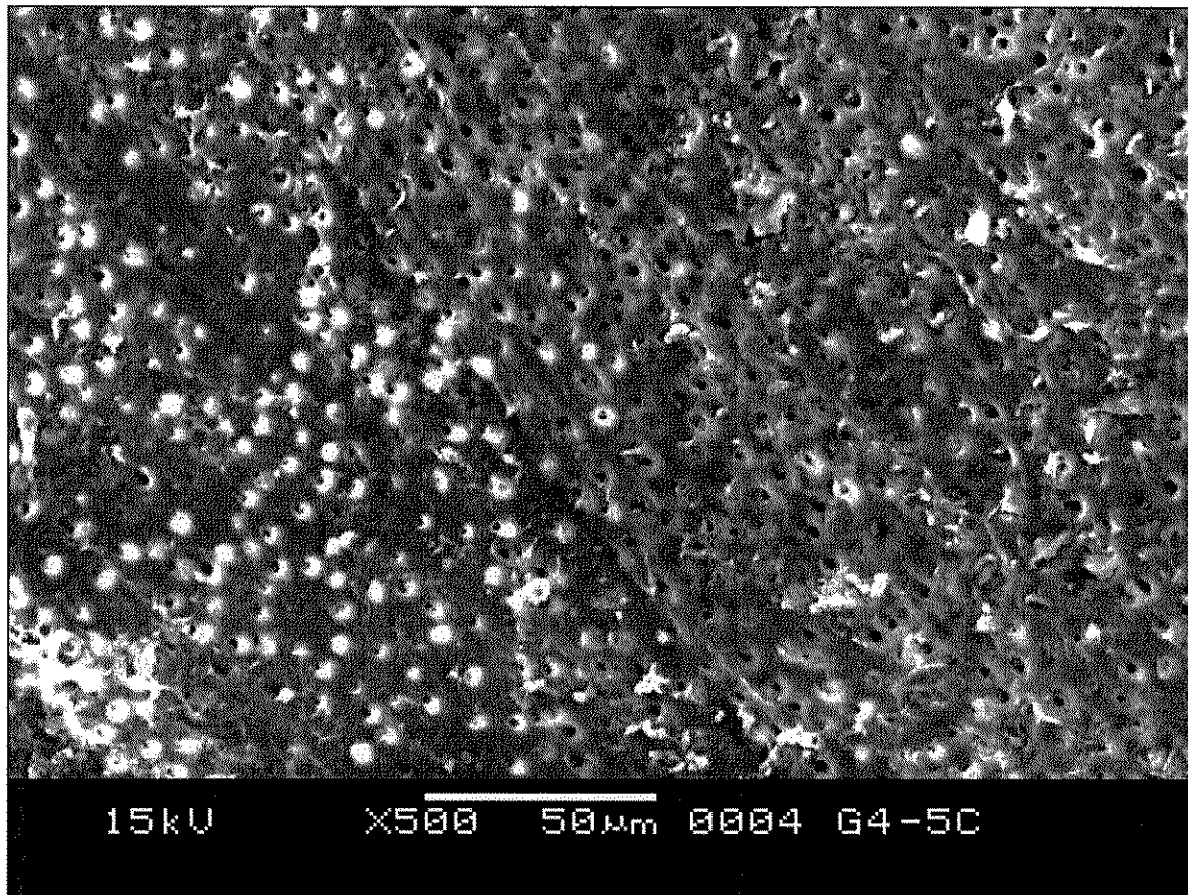


Figura 4 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G4C, no terço cervical. O grupo irrigado com clorexidina gel a 2% com pH neutro + EDTA a 17% como irrigante final apresentou camada de *smear layer*, orifícios tubulares abertos e alguns obstruídos.

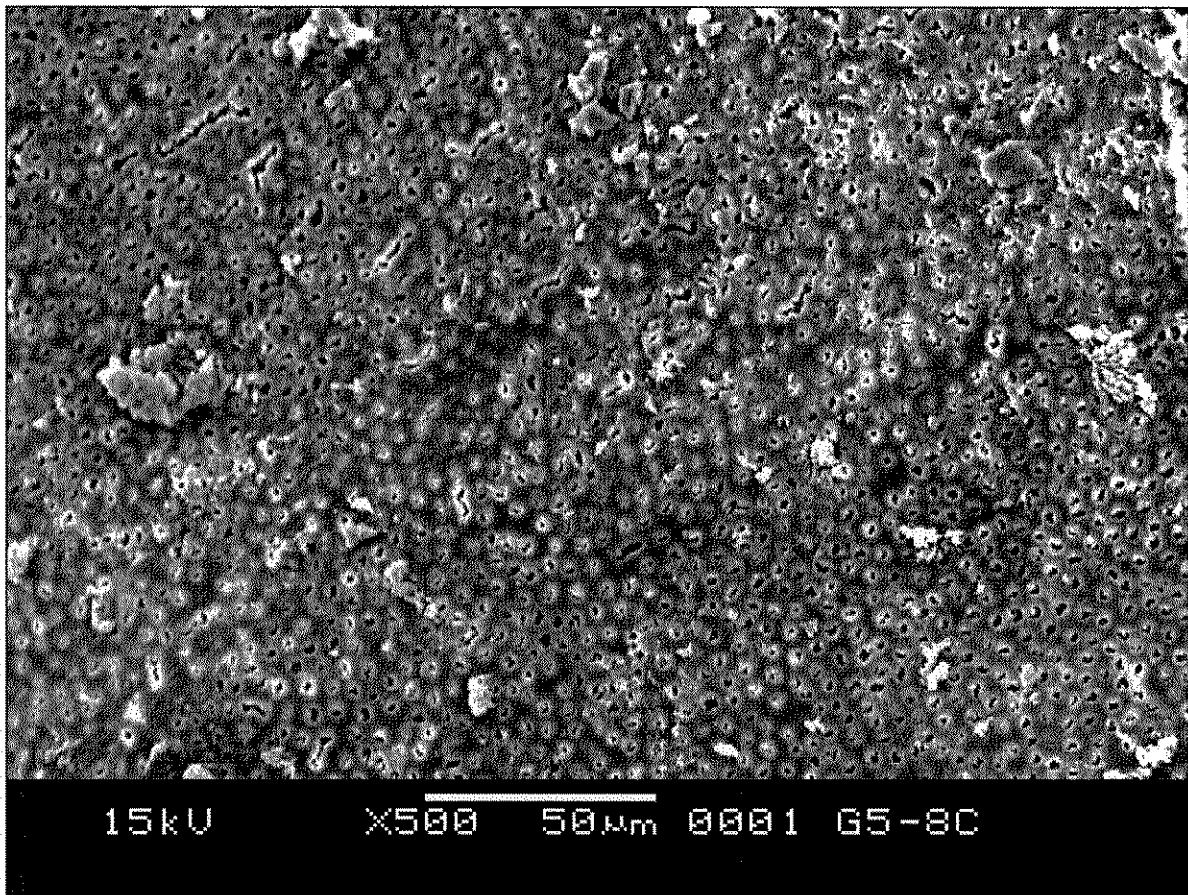


Figura 5 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G5C, no terço cervical. Na imagem acima das superfícies irrigadas com CLX gel com pH ácido, observamos presença de debris circundando os orifícios dos túbulos.

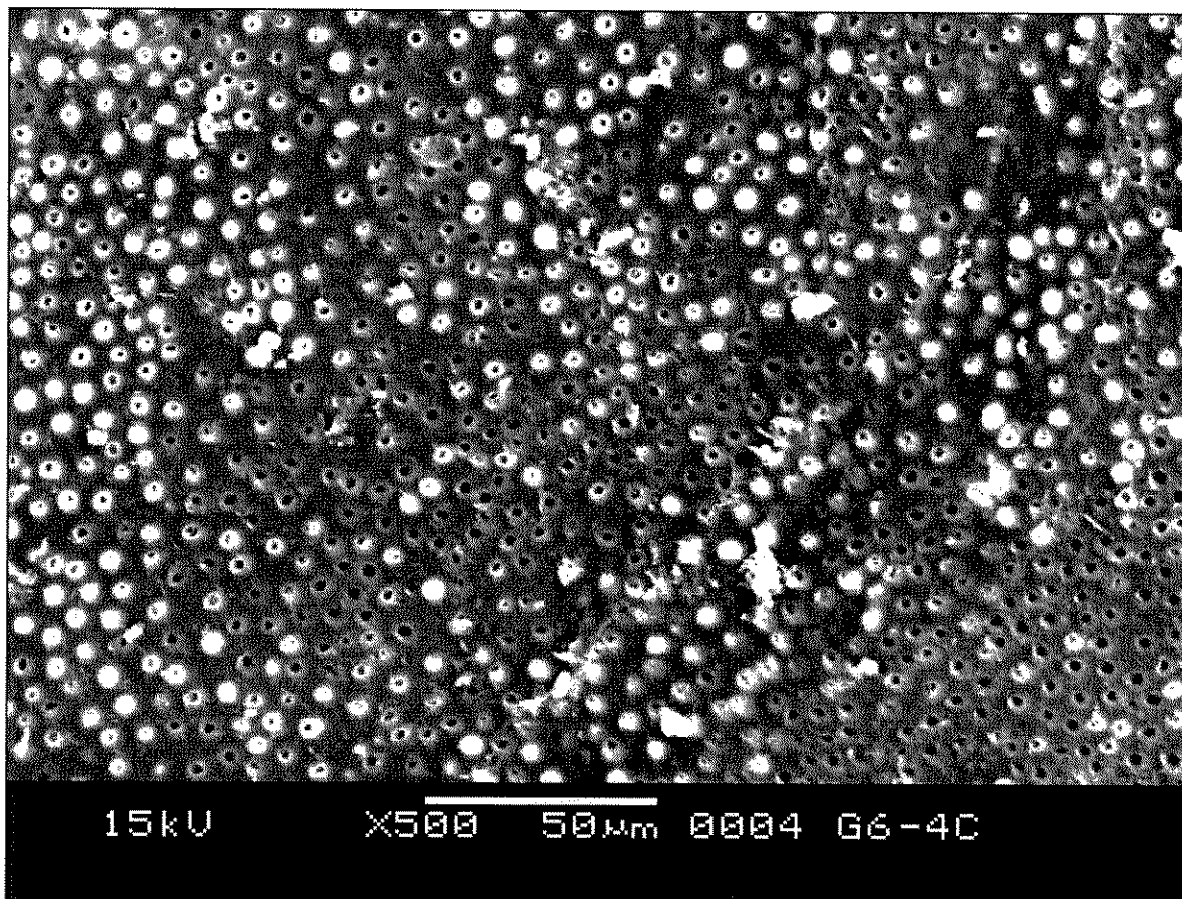


Figura 6 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G6C, no terço cervical. No grupo irrigado com CLX gel a 2% com pH ácido + EDTA a 17% observamos orifícios dos túbulos abertos e algumas áreas com debris.

5.2 Dados obtidos após análise dos espécimes no TERÇO MÉDIO.

A Tabela 2 apresenta a média da soma dos escores e desvio padrão obtido na análise do terço médio das raízes de cada grupo experimental estudado.

Tabela 2

Postos médios e desvio padrão nos escores de limpeza, no terço médio.

	G1M	G2M	G3M	G4M	G5M	G6M
Média da soma	12,56 ^a	26,67 ^b	25,11 ^b	23,78 ^{bc}	23,22 ^{bc}	19,56 ^c
desvio padrão	±3,5	±5,72	±5,06	±6,72	±4,47	±5,61

Médias da soma acompanhadas por letras diferentes possuem diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

O grupo G1M obteve a melhor condição de limpeza entre todos os grupos analisados quando considerando o terço médio, com diferença significativa entre todos os grupos comparados.

Os grupos G2M e G3M apresentaram comportamento semelhante quando comparados com os demais grupos analisados, exceto quando comparados com os grupos G1M e G6M que obtiveram melhor condição de limpeza ($p < 0,05$).

Com a análise dos grupos G4M e G5M observou-se comportamento semelhante quando comparado com os demais grupos, exceto quando comparado com o grupo G1M que obteve melhor condição de limpeza ($p < 0,05$).

O grupo G6M apresentou melhor condição de limpeza quando comparado com os grupos G2M e G3M ($p < 0,05$). Contudo, o grupo G1M foi melhor que o G6M, sendo significativa a diferença.

De acordo com a análise obtida pôde-se ordenar os grupos, onde o melhor aspecto de limpeza foi observado pelo G1M, seguidos pelos grupos G6M, G5M, G4M, G3M e G2M, quando considerado o terço médio.

As figuras de 7 a 12 representam fotomicrografias representativas das imagens obtidas de cada grupo no terço médio.

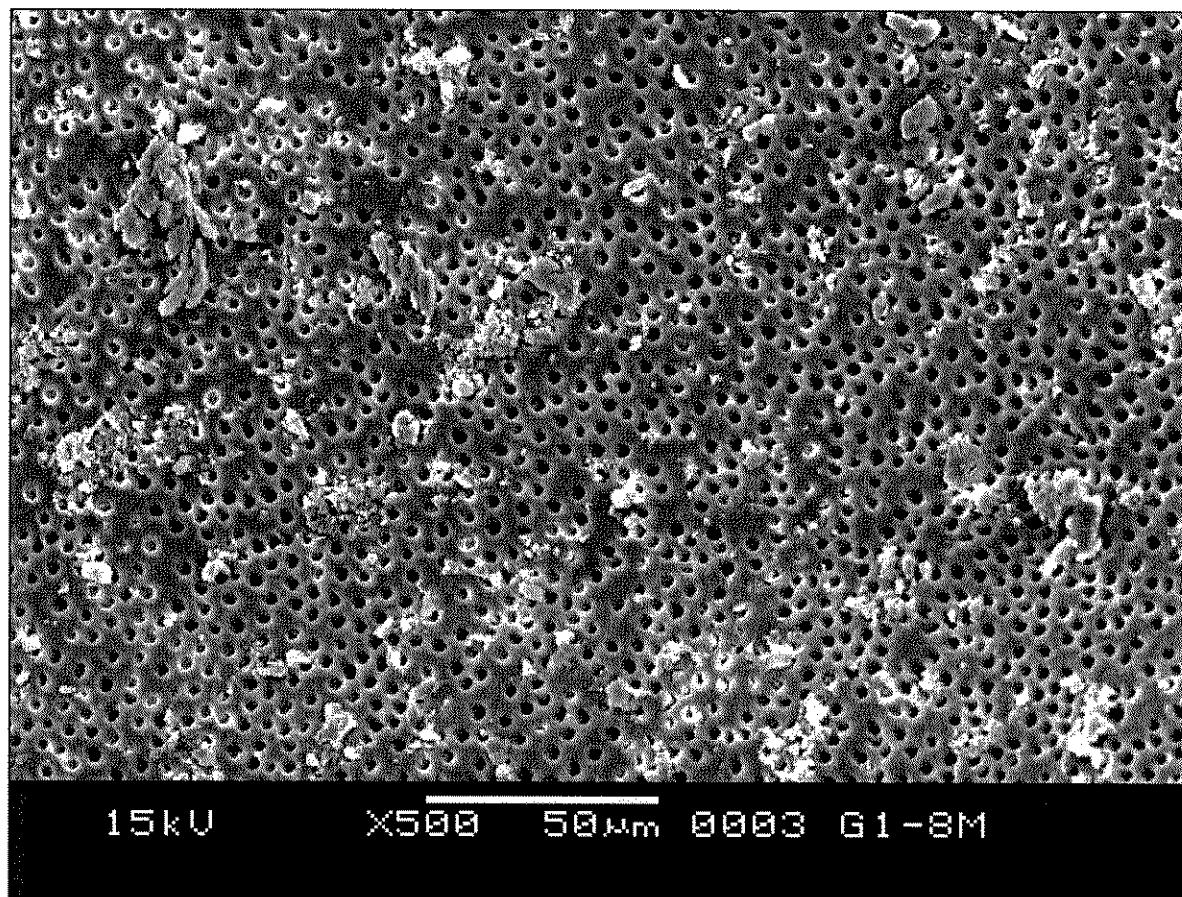


Figura 7 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G1M, no terço médio. Nos grupos irrigados com NaOCl 5,25% + EDTA a 17% a imagem acima apresentou fina camada de *smear layer*, algumas áreas com debris, orifícios dos túbulos abertos.

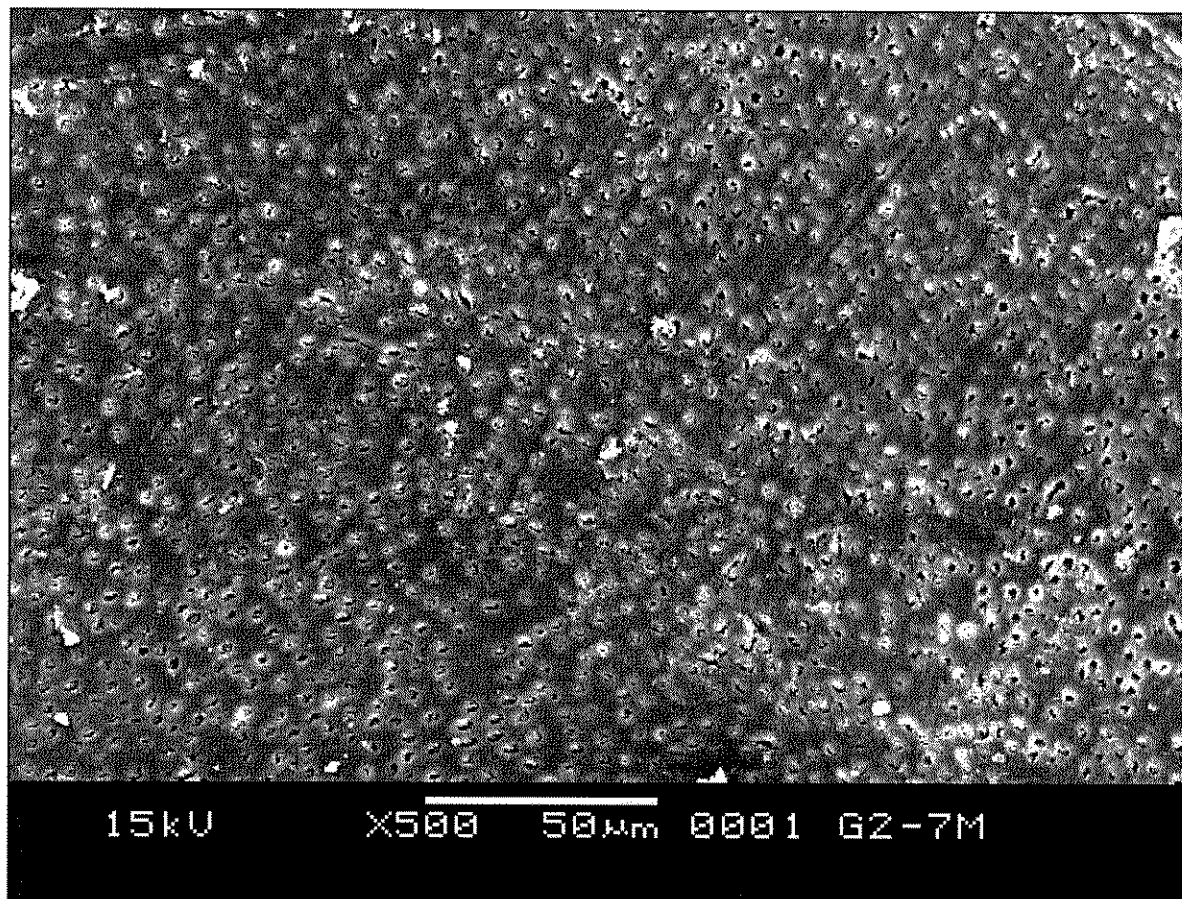


Figura 8 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G2M, no terço médio. Nos grupos irrigados com solução fisiológica a 0,9%. A imagem acima apresentou fina *smear layer* cobrindo a superfície, circundando os túbulos dentinários, abertura dos túbulos cobertos obstruídos, localização do túbulo indicado por uma fenda.

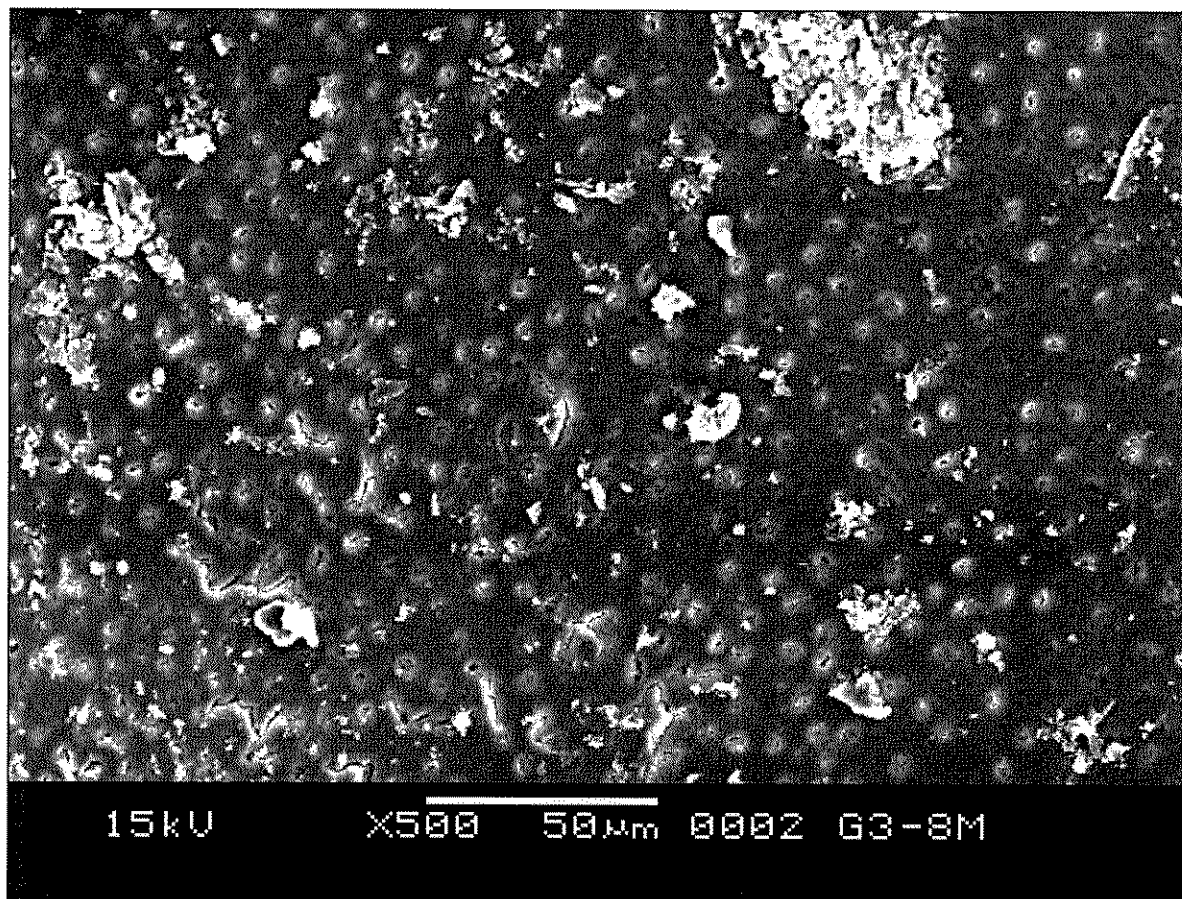


Figura 9 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G3M, no terço médio.

O grupo irrigado com clorexidina gel a 2% com pH neutro + solução fisiológica apresentou *smear layer*, orifícios tubulares obstruídos, áreas de debris dispersas na superfície do canal.

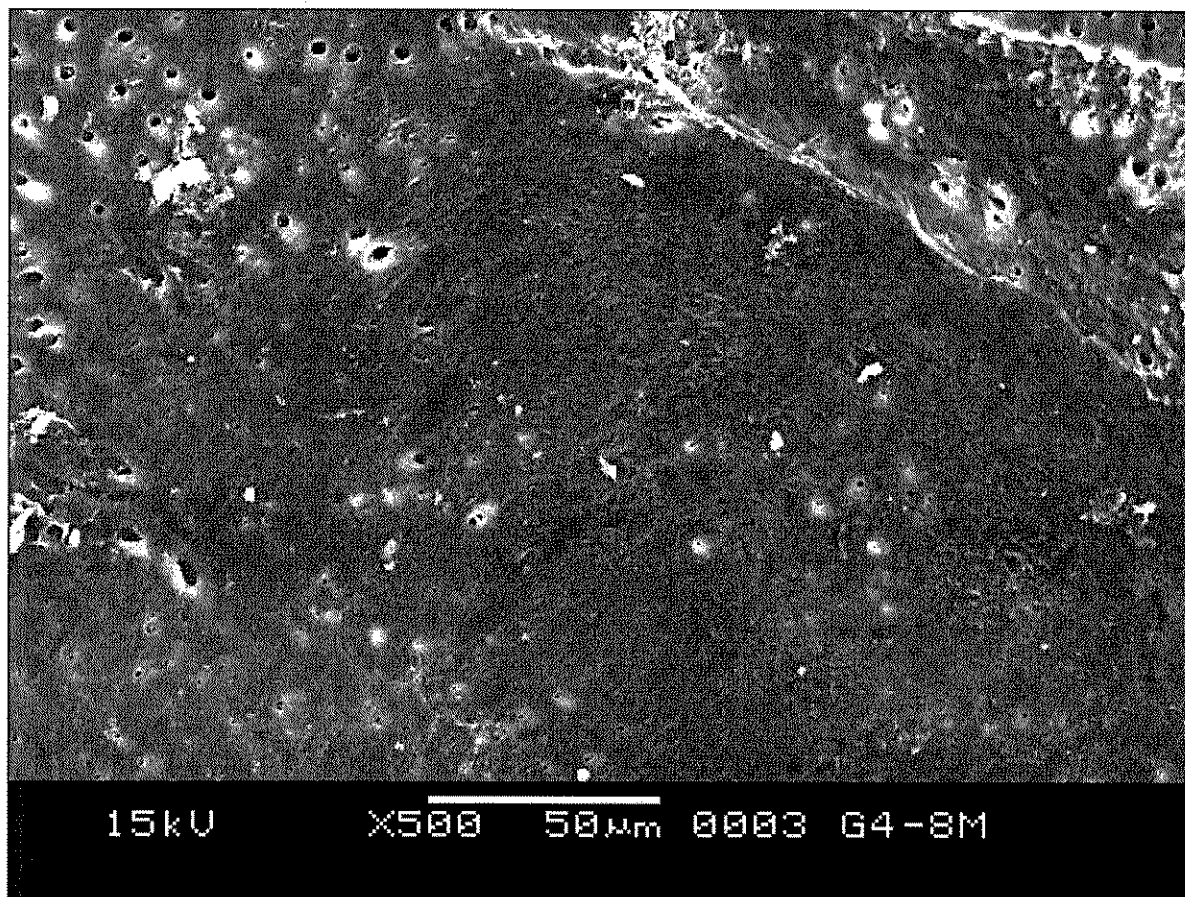


Figura 10 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G4M, no terço médio. O grupo irrigado com clorexidina gel a 2% com pH neutro + EDTA a 17% apresentou imagem com espessa camada de *smear layer*, orifícios dos túbulos obstruídos.

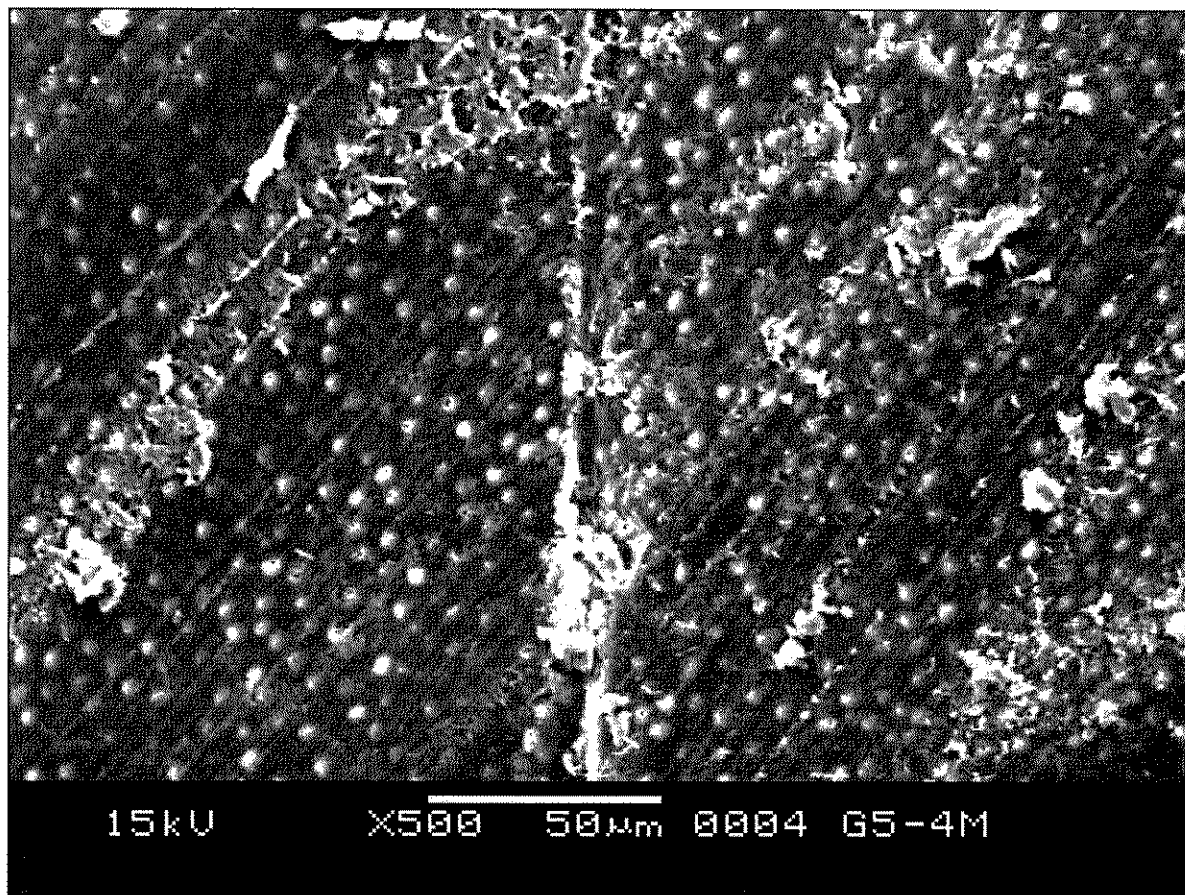


Figura 11 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo 5 no terço médio. Nos grupos irrigados com clorexidina gel a 2% com pH ácido+ solução fisiológica, observamos presença de debris, orifícios dos túbulos cobertos circundados por *smear layer*.

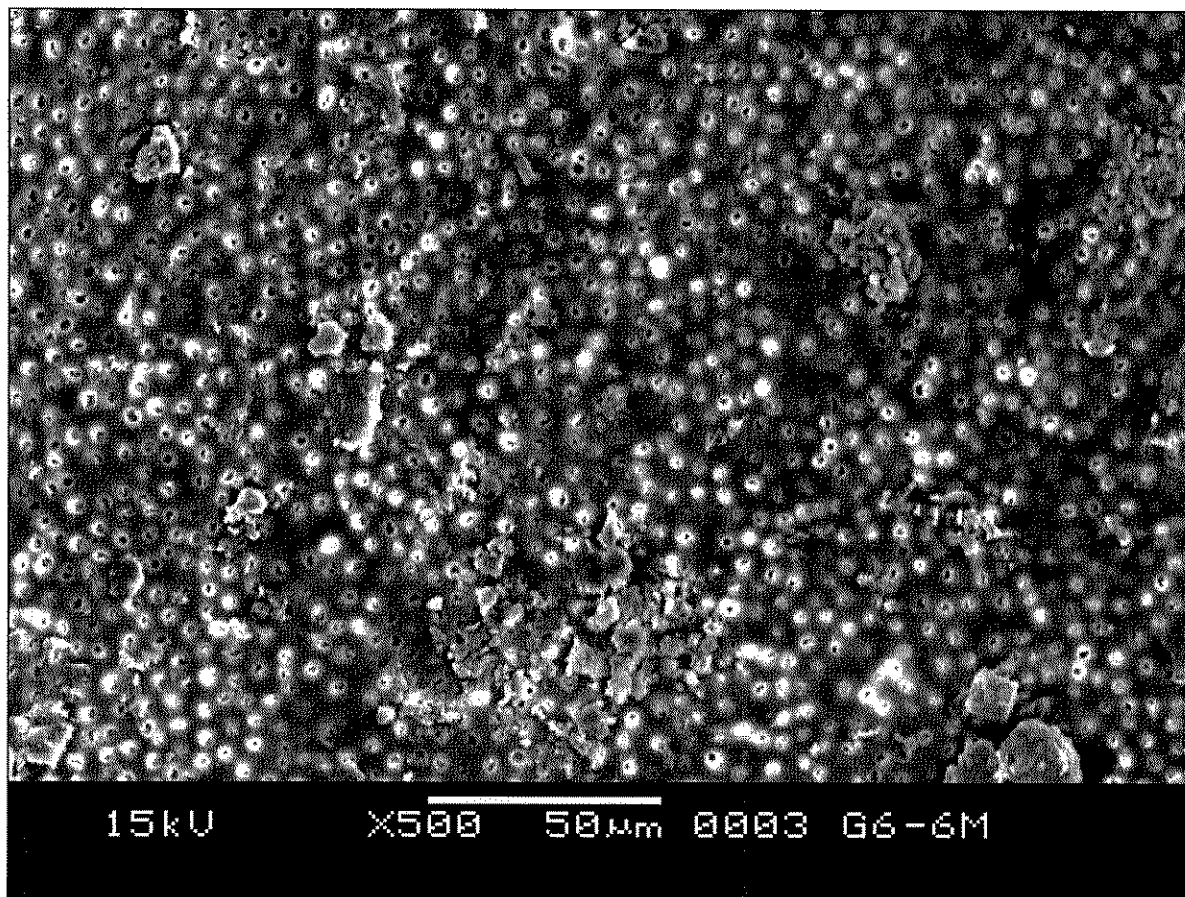


Figura 12 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G6M, no terço médio. No grupo irrigado com clorexidina gel a 2% com pH ácido + EDTA a 17%, observamos uma camada fina de *smear layer*, presença de debris, orifícios tubulares obstruídos.

5.3 Dados obtidos após análise dos espécimes no TERÇO APICAL.

A Tabela 3 apresenta a média da soma dos escores e desvio padrão obtido na análise do terço apical das raízes de cada grupo experimental estudado.

Tabela 3

Postos médio e desvio padrão nos escores de limpeza, no terço apical.

	G1A	G2A	G3A	G4A	G5A	G6A
Média da soma	22,11 ^a	31,67 ^b	31,44 ^b	27,44 ^{ab}	28,56 ^{ab}	28 ^{ab}
desvio padrão	±9,13	±4,74	±4,88	±6,93	±7,26	±5,55

Médias da soma acompanhadas por letras diferentes possuem diferença estatisticamente
significante ($p < 0,05$).

O grupo G1A, quando comparado com os grupos G2A e G3A, obteve um comportamento melhor na limpeza das paredes dos canais ($p < 0,05$).

Quando observado os grupos G2A e G3A obtivesse um comportamento semelhante com os demais grupos sem diferença significativa, excetuando pelo grupo G1A que obteve melhor condição de limpeza ($p < 0,05$).

Os grupos G4A, G5A e G6A quando comparados obteve comportamento semelhante, sem diferença significativa na condição de limpeza.

De acordo com a análise obtida pode-se ordenar os grupos, onde o melhor aspecto de limpeza foi observado pelo G1A, seguidos pelos grupos G4A, G6A, G5A, G3A e G2A, para o terço apical.

As figuras de 13 a 18 representam fotomicrografias representativas das imagens obtidas de cada grupo no terço apical.

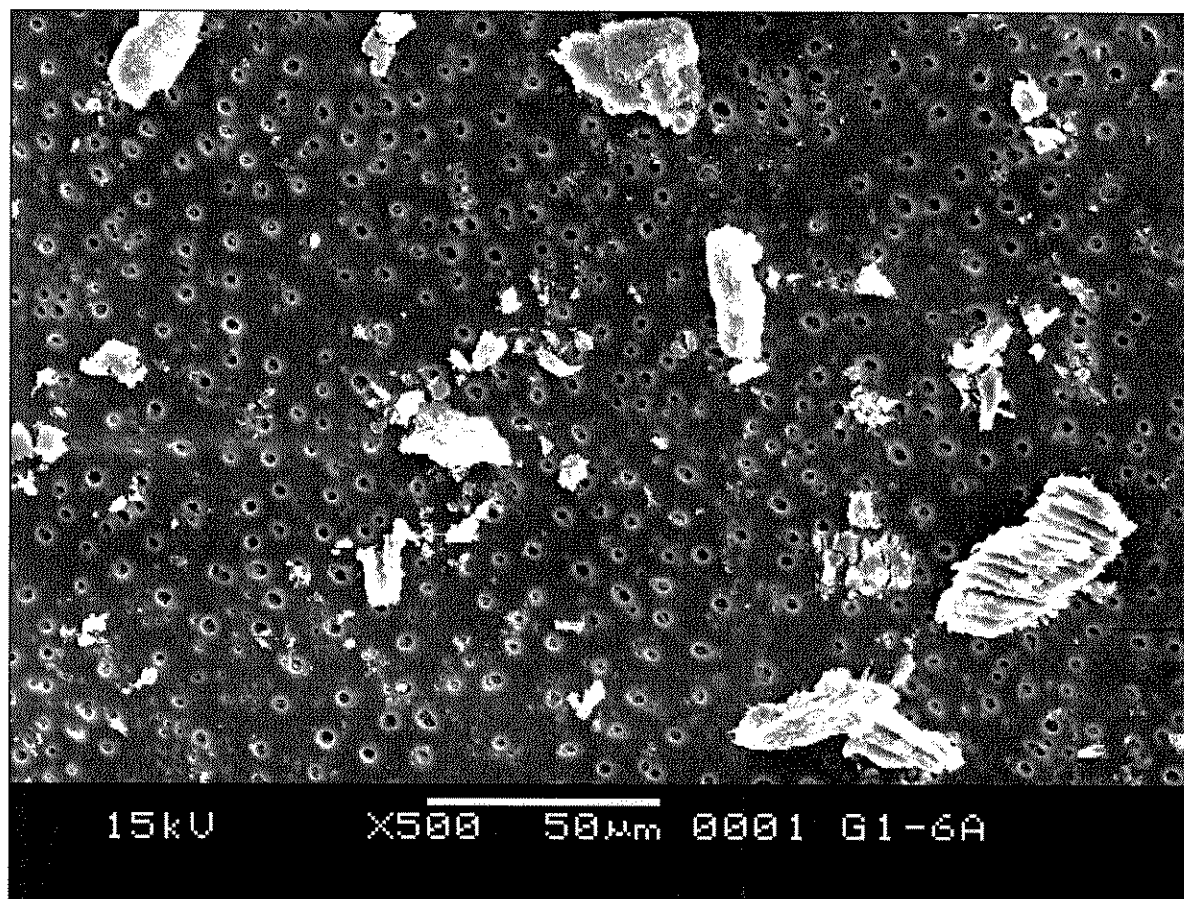


Figura 13 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G1A irrigado com NaOCl a 5,25% + EDTA a 17%, no terço apical. Presença de debris e *smear layer* circundando os orifícios dos túbulos dentinários.

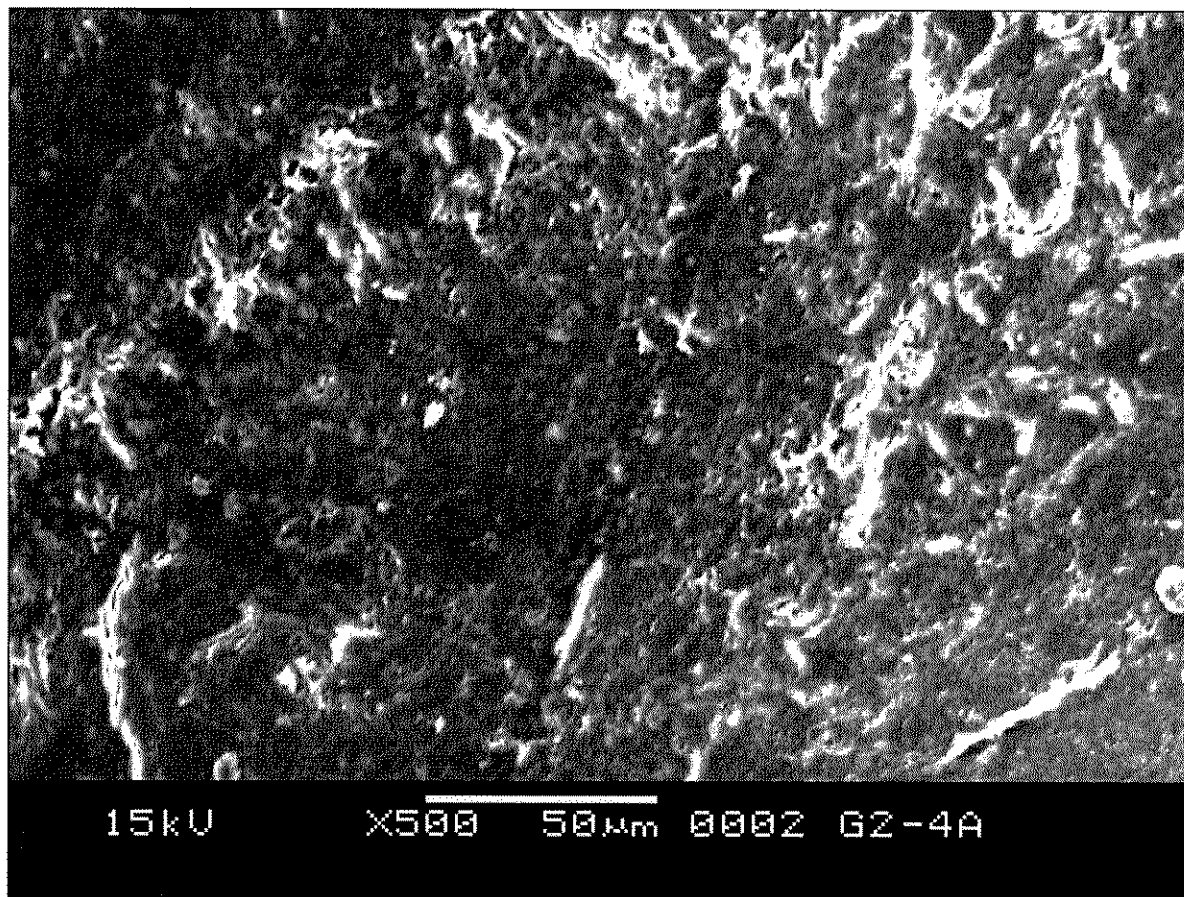


Figura 14 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G2A, utilizando solução fisiológica a 0,9% como irrigante, no terço apical. Espessa camada de *smear layer*, obstruindo os orifícios dos túbulos dentinários.

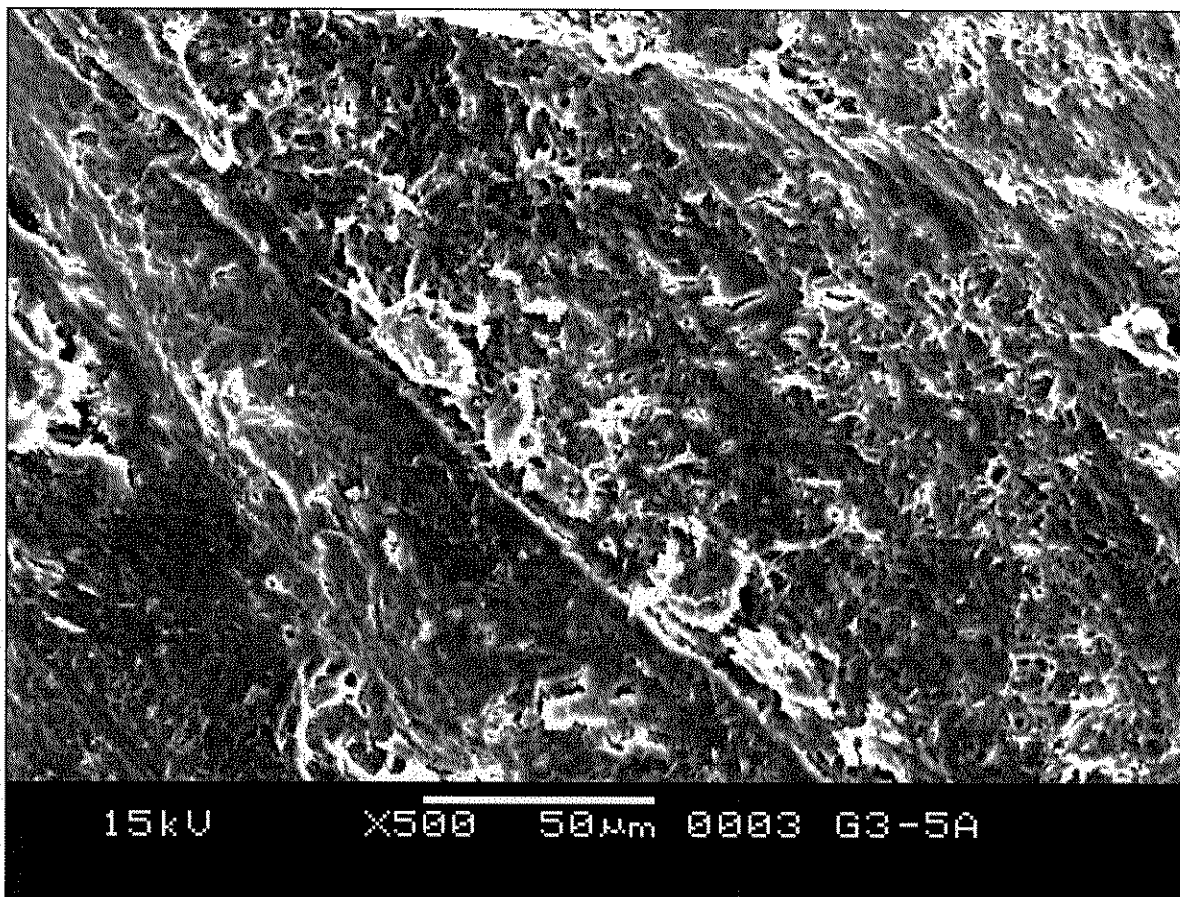


Figura 15 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G3A, irrigada com clorexidina gel a 2% com pH neutro + solução fisiológica, no terço apical. Espessa camada de *smear layer*, obstruindo os orifícios dos túbulos dentinários, semelhante ao grupo irrigado com solução fisiológica.

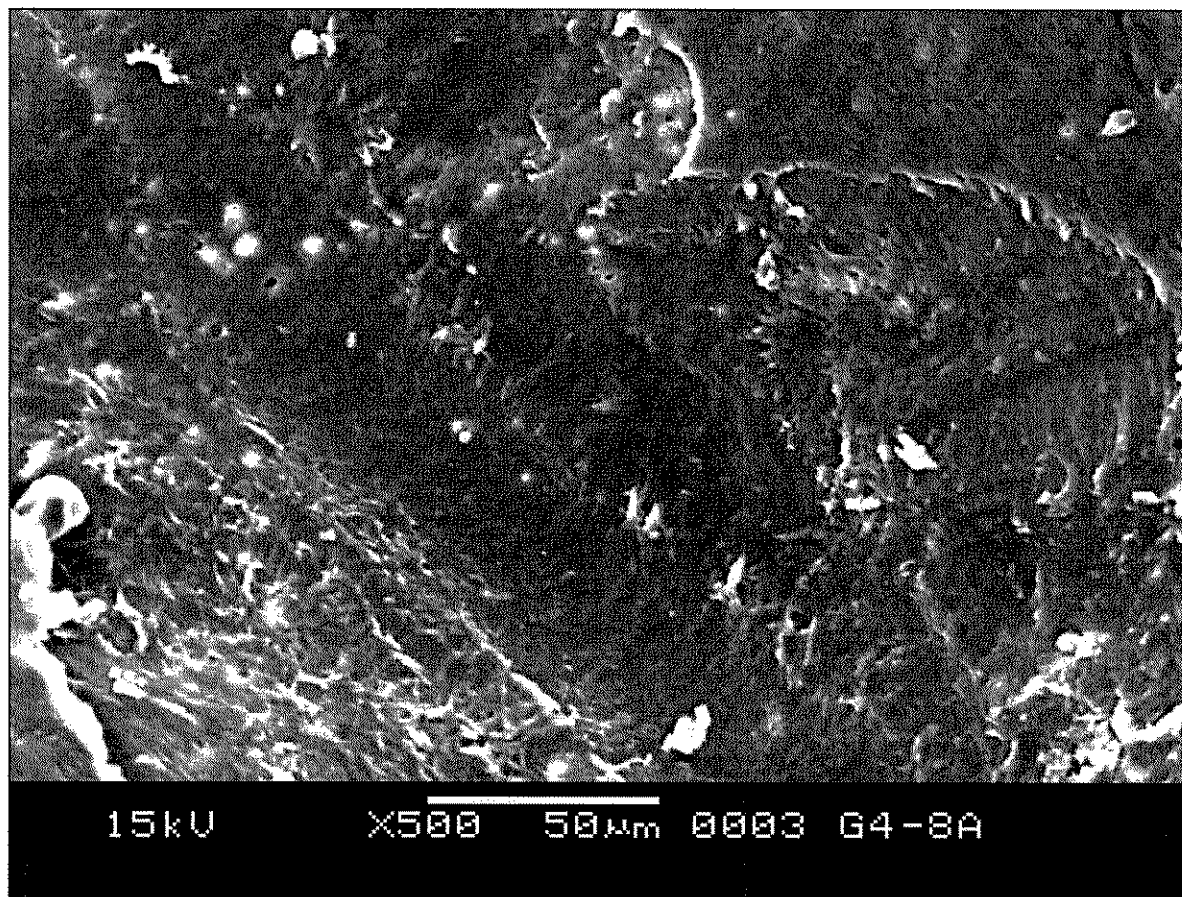


Figura 16 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G4A, irrigado com clorexidina gel a 2% com pH neutro + EDTA a 17%, no terço apical. Espessa camada de *smear layer*, obstruindo os orifícios dos túbulos dentinários, semelhante ao grupo irrigado com solução fisiológica.



Figura 17 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G5A, irrigado com clorexidina gel a 2% com pH ácido + solução fisiológica, no terço apical. Espessa camada de *smear layer*, obstruindo os orifícios dos túbulos dentinários, semelhante ao grupo irrigado com solução fisiológica.

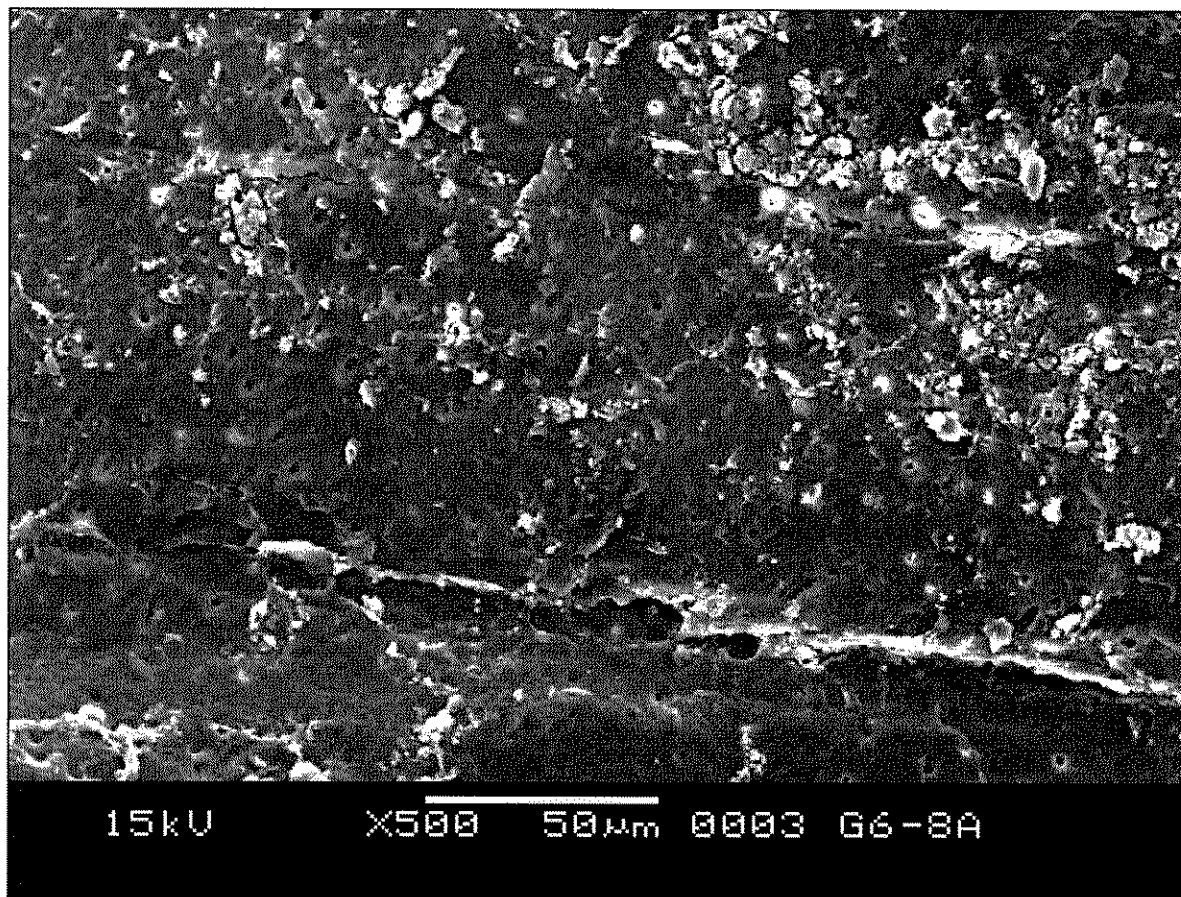


Figura 18 – Fotomicrografia em MEV (500X) representativa do grupo G6A, irrigado com clorexidina gel a 2% com pH ácido + EDTA a 17%, no terço apical. Espessa camada de *smear layer*, obstruindo os orifícios dos túbulos dentinários, semelhante ao grupo irrigado com solução fisiológica.

5.4 Dados obtidos após análise dos espécimes considerando o terço cervical, médio e apical.

A Tabela 4 apresenta a consolidação dos grupos examinados com as médias da soma dos escores em cada terço radicular, a partir desses dados avaliamos a condição de limpeza dentro do grupo em relação a cada terço radicular, considerando a substância química auxiliar utilizada.

TABELA 4

Postos médios dos escores de limpeza por grupo em cada terço.

GRUPO	G1	G2	G3	G4	G5	G6
TERÇO						
CERVICAL	6,67 ^a	16,22 ^a	16,44 ^a	14,44 ^a	15,22 ^a	12,67 ^a
MÉDIO	12,56 ^b	26,67 ^b	25,11 ^b	23,78 ^b	23,22 ^b	19,56 ^b
APICAL	22,11 ^c	31,67 ^c	31,44 ^c	27,44 ^b	28,56 ^b	28,00 ^c

Médias da soma acompanhadas por letras diferentes possuem diferença estatisticamente
significante ($p < 0,05$).

Todos os grupos examinados obtiveram o mesmo comportamento em relação à ordem de limpeza dos terços radiculares, onde o terço cervical foi melhor que o terço médio e o terço apical foi o que apresentou a pior condição em relação aos demais.

Houve diferença significativa quando comparado o terço cervical, médio e apical dentro de cada grupo, exceto nos grupos G4 e G5 a diferença entre os terços apical e médio não foi significativa.

Na Tabela 5 apresentamos a média da soma dos escores e o respectivo desvio padrão, considerando cada grupo independente do terço analisado, a fim de obtermos a ordenação entre os grupos que apresentaram melhor condição de limpeza considerando a substância auxiliar utilizada.

TABELA 5

Ordem de limpeza dos canais por grupo

GRUPO	G1	G2	G3	G4	G5	G6
SOMA	41,33 ^a	74,56 ^b	73,00 ^b	65,67 ^{bc}	67,00 ^{bc}	60,22 ^c
DESVIO PADRÃO	±13,22	±9,79	±11,54	±13,00	±10,02	±11,32

Médias da soma acompanhadas por letras diferentes possuem diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

A partir dos dados obtidos observamos que foram significativas as diferenças entre o grupo G1 e os demais grupos examinados, sendo aquele o grupo que apresentou melhor condição de limpeza, independente do terço radicular em análise.

Quando considerado os grupos G2 e G3 houve diferença significativa quando os mesmos foram comparados com o grupo G6, apresentando este melhor condição de limpeza.

Os grupos G2 e G3 quando comparados com o grupo G1 também obteve diferença significativa, sendo que o grupo G1 apresentou melhor condição de limpeza.

Considerando os dados acima, podemos ordenar os grupos, de acordo com o grau de limpeza dos canais radiculares, da seguinte forma: grupo G1, seguidos dos grupos G6, G4, G5, G3 e G2.

6. DISCUSSÃO

A *smear layer* associada ao tratamento endodôntico, consiste não apenas de dentina, como a da cavidade coronária, mas também, de remanescentes de componentes odontoblásticos, tecido pulpar e bactéria (Torabinejad *et al.*, 2002). Desse modo, apresentam, em sua composição, substâncias orgânicas e inorgânicas (Goldman *et al.*, 1982; Mader *et al.*, 1984; Şen *et al.*, 1995; Peters *et al.*, 2000).

Duas propriedades físicas que devemos considerar nas soluções irrigadoras são: tensão superficial e viscosidade. A tensão superficial das soluções irrigadoras determina a profundidade de penetração do líquido no canal radicular. Portanto, quanto menor a tensão superficial de uma substância, maior será sua capacidade de umectação e penetração, aumentando a efetividade da limpeza das paredes dos canais (Lopes *et al.*, 1999). Em nosso estudo a solução de hipoclorito de sódio associada a irrigação final com EDTA a 17% foi utilizada para comparação entre os demais grupos, haja vista sua extensa aplicação clínica e estudos *in vitro* comprovando sua eficiência na remoção da *smear layer*.

A capacidade de dissolução de matéria orgânica é também uma propriedade necessária na escolha da substância irrigadora, visando à remoção de tecido pulpar vivo ou necrosado, pois se sabe que a complexidade da morfologia interna dos sistemas de canais radiculares torna-os, em muitos casos, mecanicamente inacessíveis (Lopes *et al.*, 1999).

Vários estudos utilizando a microscopia eletrônica de varredura indicam que a irrigação com NaOCl é efetiva na remoção de debris e na remoção da matéria orgânica dos canais radiculares. (Goldman *et al.* 1981; Ciucchi *et al.*, 1989).

O hipoclorito de sódio apresenta uma série de propriedades, tais como: atividade antibacteriana, solvente de matéria orgânica, desodorante, clareadora, lubrificante e baixa tensão superficial (Barbosa, 1999; Lopes *et al.*, 1999). Desta forma, a propriedade solvente de tecido orgânico do hipoclorito de sódio faz dele

um irrigante de escolha no tratamento dos sistemas de canais radiculares (Lopes *et al.*, 1999).

No presente estudo, observamos que a irrigação com NaOCl e EDTA como irrigante final foi efetiva na remoção da *smear layer* do canal radicular, nos terços médio e cervical. Pesquisas relatam que a irrigação com hipoclorito de sódio tem mostrado remover os debris orgânicos e ter ação antibacteriana nos sistemas de canais radiculares, mas ineficaz na remoção da *smear layer* produzida pela instrumentação das paredes dos canais (Baumgartner & Mader, 1987). Assim, o uso combinado das soluções de EDTA e NaOCl tem sido recomendada para a remoção eficiente da *smear layer* das superfícies das paredes do canal radicular (Yamada *et al.*, 1983, Cengiz *et al.*, 1990, Gaberoglio & Becce 1994; Niu *et al.*, 2002).

Nos estudos de Torabinejad *et al.* (2003a) os canais radiculares irrigados com NaOCl a 5.25% e EDTA 17% se apresentaram significativamente mais limpos que aqueles irrigados com água destilada.

Os resultados do presente estudo confirmam os achados de Torabinejad *et al.* (2003a), visto que a combinação do NaOCl + EDTA foi mais efetiva nos terços cervical e médio dos canais radiculares, tendo o terço apical o pior resultado na capacidade de limpeza. Estes dados estão de acordo com pesquisas que mostraram a efetividade do uso alternado de EDTA e NaOCl na remoção da *smear layer* (Yamada *et al.*, 1983; Baumgartner & Mader 1987; Torabinejad *et al.*, 2003a), pois esta foi completamente removida do terço médio e coronal dos preparos radiculares. No entanto, essa combinação foi menos efetiva no terço apical dos canais (Torabinejad *et al.*, 2003a), este fato se deve principalmente ao inadequado volume e penetração da solução até a porção apical do canal durante a irrigação (Torabinejad *et al.*, 2003b).

Os resultados deste trabalho revelaram também que o grupo G1, cuja solução irrigadora foi a combinação do hipoclorito de sódio 5,25% e EDTA a 17% apresentaram a melhor condição de limpeza nas paredes dos canais instrumentados. Essa diferença foi significativa em relação aos grupos irrigados

com a clorexidina gel a 2% com pH ácido; clorexidina gel a 2% com pH neutro, utilizadas isoladamente ou com irrigação final com EDTA a 17%. Assim as imagens das amostras irrigadas com NaOCl 5,25% e irrigação final com EDTA a 17%, apresentaram-se, em sua maioria, sem *smear layer*, túbulos dentinários abertos e livres de debris, e ainda, outras áreas com *smear layer* dispersa nas aberturas dos túbulos.

No terço médio do grupo G1, as fotomicrografias observadas apresentaram na sua maioria presença de *smear layer* somente nas aberturas dos túbulos, contudo este grupo apresentou-se mais limpo que todos os demais grupos, sendo essa diferença estatisticamente significativa.

Os resultados do grupo irrigado com a combinação de hipoclorito de sódio a 5,25% e EDTA a 17% ratificaram aqueles obtidos por Goldman *et al.* (1982), Yamada *et al.* (1983) e Çalt & Serper (2002), observando-se que esta combinação de irrigantes NaOCl e EDTA remove os componentes orgânicos e inorgânicos da *smear layer*, respectivamente.

Algumas soluções como água destilada, solução fisiológica também são indicadas como soluções irrigadoras dos canais radiculares, porém devido a sua inatividade contra bactérias e dissolução tecidual, são indicadas apenas como irrigação final do canal radicular, portanto não representa nenhuma vantagem, além da sua ótima biocompatibilidade (Yamada *et al.*, 1983; Cengiz *et al.*, 1990; Barbosa, 1999). Nossos resultados utilizando a solução fisiológica comprovam os dos autores acima citados, pois esta solução, não apresentou nenhum efeito na capacidade de limpeza dos canais.

Sendo assim o grupo G2, o qual foi utilizada a solução fisiológica como agente irrigante, foi o que apresentou as piores condições de limpeza. Neste grupo observamos que o terço cervical, médio e apical apresentavam uma camada dentinária cobrindo a superfície, circundando os túbulos dentinários, sendo estes identificados por uma fenda. Esta observação foi semelhante aos grupos G3 (Clorexidina neutra + solução fisiológica), G4 (Clorexidina neutra + EDTA a 17%) e G5 (Clorexidina ácida + solução fisiológica).

Diversas soluções vêm sendo estudadas como substância auxiliar ao tratamento endodôntico, dentre elas o gluconato de clorexidina vem sendo extensamente testado para o uso em canais radiculares devido ao seu elevado poder antimicrobiano, semelhante ao do hipoclorito de sódio. Possui ação residual e, com isso, a condição de desinfecção dos canais é mantida por período prolongado. Em relação ao hipoclorito de sódio, apresenta a vantagem de não ser tóxico e também não possuir odor desagradável. Quanto sua capacidade de limpeza, não apresenta superioridade aos demais irrigantes (Barbosa, 1999; Komorowsky *et al.*, 2000; Gomes *et al.*, 2001; Tanomaru *et al.*, 2002; Okino *et al.*, 2004).

O gel de clorexidina, tendo o gel de Natrosol como base, aumentando sua viscosidade, pode compensar a inabilidade química do gluconato de clorexidina em dissolver tecidos orgânicos, removendo raspas de dentina e restos pulpares, além de possuir atividade antimicrobiana e promover ação lubrificante, facilitando a ação dos instrumentos endodônticos (Ferraz *et al.*, 2001b).

A formulação da clorexidina em gel tem algumas propriedades importantes, como a baixa toxicidade aos tecidos periapicais, a sua viscosidade que mantém o agente ativo em contato com as paredes dos túbulos dentinários e a solubilidade em água (Ferraz *et al.*, 2001b). Além disso, a ação lubrificante torna-o capaz de limpar e lubrificar simultaneamente, de modo a diminuir a formação da lama dentinária, reduzindo, assim, suas consequências indesejáveis (Ramos e Bramante, 2001).

Assim, os resultados obtidos demonstraram que os grupos G4 (Clorexidina neutra + EDTA a 17%) e G5 (Clorexidina ácida + solução fisiológica) a diferença não foi significativa para os terços médio e cervical, apresentando imagens com *smear layer* circundando os túbulos dentinários, aberturas tubulares cobertas por debris, imagens dos túbulos em fenda e outras com espessa *smear layer* e túbulos totalmente obstruídos. Exceto quando o grupo G5 (Clorexidina ácida + solução fisiológica) foi comparado, no terço cervical, com o grupo G6

(Clorexidina ácida + EDTA a 17%) apresentando esta melhor condição de limpeza ($p < 0,05$).

O grupo G6 apresentou ainda, nos terços cervical e médio, imagens que variavam entre presença de *smear layer* apenas nas aberturas dos túbulos e fina camada dentinária envolvendo a superfície e presença de debris, contudo apresentou-se melhor que os grupos G2 (solução fisiológica) e G3 (Clorexidina neutra + solução fisiológica) ($p < 0,05$).

Okino *et al.* (2004) concluíram em seus estudos sobre a dissolução do tecido pulpar que o digluconato de clorexidina, em sua formulação aquosa e em gel, foi incapaz de dissolver tecido pulpar sendo similar a capacidade da água destilada e estatisticamente diferente da capacidade de dissolução promovida pelo hipoclorito de sódio. No entanto, nenhum estudo verificou a capacidade do gluconato de clorexidina em gel com pH ácido na remoção da *smear layer*. Desta forma, nosso estudo fundamentado nas argumentações acima, sugeriu a alteração do pH da clorexidina gel como fator coadjuvante na remoção da *smear layer*.

A efetividade mecânica e química de qualquer tipo de regime de irrigação depende da sua capacidade de alcançar toda porção dos sistemas de canais radiculares. A pouca eficiência da irrigação no terço apical pode ser atribuída pela limitação da distribuição do irrigante; devido ao tamanho e pronunciada curvatura do canal sendo um obstáculo para a ação ótima do irrigante (Abou-Rass *et al.*, 1982; Ciucchi *et al.*, 1989). Em nossos resultados, o terço apical foi o que apresentou a pior condição de limpeza, independente da solução utilizado como auxiliar ao tratamento endodôntico, justificando os achados dos autores acima.

Em relação à capacidade de limpeza das paredes dos canais radiculares, considerando todos os terços analisados em cada grupo, observou-se que o terço cervical foi melhor que o terço médio e que o terço apical apresentou as piores condições de limpeza, sendo significativa a comparação dentro do mesmo grupo nos terços cervical, médio e apical, exceto para os grupos G4 e G5 onde a diferença entre o terço apical e médio não foi significativa.

Os resultados obtidos justificam-se pela dificuldade de preparo da região apical dos canais radiculares, por diversos fatores: anatomia da região, dificuldade de acesso resultando em uma redução no efeito da solução irrigadora. O uso de um agente irrigante com maior concentração é contra indicado por conta do risco de injúrias para os tecidos periapicais (Aktener *et al.*, 1993; Gaberoglio & Becce, 1994).

Considerando que o preparo químico-mecânico não visa apenas modelar o canal radicular com as devidas características e formas adequadas à obturação, a partir da remoção da *smear layer* de todos os terços do canal radicular, mas também promover a desinfecção do sistema de canais radiculares a partir do efeito antimicrobiano das substâncias químicas auxiliares, salientamos a necessidade de novos estudos utilizando outras variações de pH da clorexidina gel e/ou sua associação com substâncias que possam atingir o grau de limpeza desejado para o completo selamento hermético do canal radicular, principalmente no terço apical.

7. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos e de acordo com a metodologia empregada concluímos que:

- A combinação das soluções de NaOCl a 5,25% e irrigação final com EDTA a 17% foi mais efetiva na remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares quando comparado com as demais soluções testadas.
- O uso do gluconato de clorexidina gel a 2% com pH ácido + EDTA a 17% foi mais efetivo apenas quando comparado com solução fisiológica e o gel de gluconato de clorexidina a 2% com pH neutro + solução fisiológica.
- O terço apical apresentou condições de limpeza estatisticamente inferiores, independente das soluções testadas.

REFERÊNCIAS*

1. Abou-Rass M. Piccinino M. The effectieness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1982; 54: 323-8.
2. Ahlquist M., Henningsson O., Hultenby K., Ohlin J. The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canal: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J.* 2001; 34: 533-37.
3. Aktener B.O., Cengiz T., Piskin B. The Penetration of Smear Material into Dentinal Tubules during Instrumentation with Surface-Active Reagents: A scanning electron microscopic study. *J Endod.* 1989; 15(12): 588-90.
4. Barbosa S.V. Irrigação. In: Barbosa S.V. *Terapêutica Endodôntica.* São Paulo. Santos; 1999. p. 119-129. (capítulo 10)
5. Baumgartner J.C., Cuenin P.R. Efficacy of Several Concentrations of Sodium Hypochlorite for Root Canal Irrigation. *J Endod.* 1992; 18(12): 605-12.
6. Baumgartner J.C., Mader C.L. A scanning electron microscopic evaluation of Four Root Canal Irrigation Regimens. *J Endod.* 1987; 13(4): 147-57.
7. Brännström, M. Smear Layer: Pathological and Treatment Considerations. *Oper Dent.* 1984; 9 Suppl 3: 35-42.
8. Byström A., Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* 1985; 18: 35-40.
9. Çalt S., Serper A. Smear Layer Removal by EGTA. *J Endod.* 2000; 26(8): 459-61.

* De acordo com a norma UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com a Medline.

10. Çalt S., Serper A. Time-Dependent Effects of EDTA on Dentin Structures. *J Endod.* 2002; 28(1): 17-9.
11. Cengiz T., Aktener B.O., Pinsky B. The effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 1990; 23: 163-171.
12. Ciucchi B., Khattabi 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; 22: 21-8.
13. Çobankara F.K., Adanir N., Belli S. Evaluation of the Influence of Smear Layer on the Apical and Coronal sealing Ability of Two Sealers. *J Endod.* 2004; 30(6): 406-9.
14. Czonstkowsky M., Wilson E.G., Holstein F.A. The Smear Layer in Endodontics. *Dent Clin North Am.* 1990; 34(1): 13-25.
15. Dautel-Morazin A., Vulcain JM, Bonnaure-Mallet M. An Ultrastructural Study of the Smear Layer: Comparative Aspects Using Secondary Electron Image and Backscattered Electron Image. *J Endod.* 1994; 20(11): 531-4.
16. Di Lenarda R., Cadenaro M., Sbaizero O. Effectiveness of 1 mol L⁻¹ citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *Int Endod J.* 2000; 33: 46-52.
17. Doğan H., Çalt S. Effects of Chelating Agents and Sodium Hypochlorite on Mineral Content of Root Dentin. *J Endod.* 2001, 27(9): 578-80.
18. Drake D.R., Wiemann A.H., Rivera E.M., Walton R.E. Bacterial Retention in Canal Walls In Vitro: Effect of Smear Layer. *J Endod.* 1994; 20(2): 78-82.
19. Ferguson D., Marley J.T., Hartwell G.R. The effect of chlorhexidine Gluconate as an Endodontic Irrigant on the Apical Seal: Long-Term Results. *J Endod.* 2003; 29: 91-3.

20. Ferraz C.C.R., Gomes N.V., Gomes B.P.F.A., Zaia AA., Teixeira F.B., Souza-Filho F.J. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2001; 34: 354-58.
21. Ferraz C.C.R., Gomes, B.P.F.A., Zaia, A.A., Teixeira, F.B., Souza-Filho F.J. In vitro Assessment of the Antimicrobial Action and the Mechanical Ability of chlorhexidine Gel as an Endodontic Irrigant. *J Endod.* 2001; 27(7): 452-455.
22. Garberoglio R., Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants. A comparative scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1994; 18(3): 359-67.
23. Goldman L.B., Goldman M., Kronman J.H., Lin S.P. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: A scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1981; 52(2): 197-204.
24. Goldman M., Goldman L.B., Cavaleri R., Bogis J., Sun Li P. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *J Endod.* 1982; 8(11): 487-92.
25. Gomes B.P.F.A., Ferraz C.C.R., Vianna M.E., Berber V.B., Teixeira F.B., Souza-Filho F.J. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2001; 34: 424-8.
26. Gomes B.P.F.A., Souza S.F.C., Ferraz C.C.R., Teixeira F.B., Zaia, A.A., Valdrighi L., Souza-Filho F.J. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine *in vitro*. *Int Endod J.* 2003; 36: 267-275.
27. Grawehr M., Sener B., Waltimo T., Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J.* 2003; 36: 411-415.

28. Guerisoli D.M.Z., Marchesan A.D., Walmsley A.D., Lumley P.J., Pecora J.D. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J.* 2002; 35: 418-421.
29. Gutiérrez J.H., Herrera V.R., Berg E.H., Villena F. Jofré A. The risk of intentional dissolution of the smear layer after mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1990; 70(1): 96-108.
30. Gwinnett A.J. Smear Layer: Morphological Considerations. *Oper Dent.* 1984; 9 Suppl 3: 3-12.
31. Haznedaroğlu F. Efficacy of various concentrations of citric acid at different pH values for smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 96: 340-4.
32. Hülsmann M., Heckendorff M., Lennon Á. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J.* 2003; 36: 810-30.
33. Jeansonne M.J., White R.R. A Comparison of 2.0% Chlorhexidine Gluconate and 5.25% Sodium Hypochlorite as Antimicrobial Endodontic Irrigants. *J Endod.* 1994; 20(6): 276-8.
34. Komorowski R., Grad H., Yu Wu X., Friedman S. Antimicrobial Substantivity of Chlorhexidine-Treated Bovine Root Dentin. *J Endod.* 2000; 26(6): 315-7.
35. Lim T.S., Wee T.Y., Choi W.C. Light and scanning electron microscopicevaluation og Glyde™ File Prep in smear layer removal. *Int Endod J.* 2003; 36: 336-343.
36. Lopes H.P., Siqueira Jr. J.F., Elias C.N. Substâncias Químicas Empregadas no Preparo dos Canais Radiculares. In: Lopes H.P., Siqueira Jr. J.F. *Endodontia: Biologia e Técnica.* Rio de janeiro: Medsi; 1999. p. 369-96.

37. Mader C.L., Baumgartner J.C., Peters D.D. Scanning Electron Microscopic Investigation of the Smeares Layer o Root Canal Walls. *J Endod.* 1984; 10(10): 477-83.
38. Niu W., Yoshioka T., Kobayashi C., Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J.* 2002; 35: 934-9.
39. Okino L.A., Siqueira E.L., Santos M., Bombana A.C., Figueiredo J.A.P. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J.* 2004; 37: 38-41.
40. Pashley D.H. Smear Layer: Physiological Considerations. *Oper Dent.* 1984; 9 Suppl 3: 13-29.
41. Ramos C.A.S.; Bramante C.M. Irrigação e medicação Intracanal *In: Ramos C.A.S.; Bramante C.M. Endodontia Fundamentos Biológicos e Clínicos.* 2. ed. São Paulo: Santos; 2001. p. 209-24.
42. Scelza M.F.Z., Teixeira A.M., Scelza P. Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 95: 234-6.
43. Şen B.H., Safavi K.E., Spångberg S.W. Antifungal Effects of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine in Root Canals. *J Endod.* 1999; 25(4): 235-8.
44. Şen B.H., Wessekink P.R., Türkün M. The smear layer: A phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J.* 1995; 28: 141-148.
45. Tanomaru Filho M., Leonardo M.R., Silva L.A.B., Aníbal F.F., Faccioli L.H. Inflammatory response to different endodontic irrigating solutions. *Int Endod J.* 2002; 35: 735-9.

46. Tatsuta C.T., Morgan L.A., Baumgartner J.C. Adey J.D. Effect of Calcium Hydroxide and Four Irrigation Regimens on Instrumented and Uninstrumented Canal Wall Topography. *J Endod.* 1999; 25(2): 93-8.
47. Torabinejad M., Cho Y., Khademi A.A., Bakland L.K., Shabahang S. The effect of various Concentrations of Sodium Hypochlorite on the Ability of MTAD to Remove the Smear Layer. *J Endod.* 2003; 29: 233-9.
48. Torabinejad M., Handysides R., Khademi A.A., Bakland L.K. Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 94(6): 658-66.
49. Torabinejad M., Khademi A.A., Babagoli J., Cho Y., Johnson W.B., Bozhilov K., Kim J., Shabahang S. A New Solution for the Removal of the Smear Layer. *J Endod.* 2003; 29: 170-5.
50. Türkün M., Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J.* 1997; 30: 335-42.
51. Valdrighi L., Biral RR., Pupo J., Souza-Filho F.J. Técnicas de instrumentação que incluem instrumentos rotatórios no preparo biomecânico dos canais radiculares. In: *Endodontia: Tratamento de Canais Radiculares*, 3. ed. São Paulo: Medicina Pan-americana, 1998. p. 419-28.
52. Vivacqua-Gomes N., Ferraz C.C.R., Gomes B.P.F.A., Zaia A.A., Teixeira F.B., Souza-Filho F.J. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *Int Endod J.* 2002; 35: 791-795.
53. Yamada R.S., Armas A., Goldman M., Sun Kin P.A. A scanning Electron Microscopic Comparison of High Volume Final Flush with Several Irrigation Solutions: Part 3. *J Endod.* 1983; 9(4): 137-42.

54. Yamashita J.C., Tanomaru Filho M., Leonardo M.R., Rossi M.A., Silva L.A.B. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. *Int Endod J.* 2003; 36: 391-394.
55. Zamany A., Safavi K., Spångberg L.S.W. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 96(3): 578-81.

ANEXO 1



UNICAMP

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CERTIFICADO – 2ª VIA



Certificamos que o projeto de pesquisa "Avaliação em Microscopia Eletrônica de Varredura da capacidade de limpeza do gluconato de clorexidina gel a 2% com pH modificado utilizado como irrigante em Endodontia", protocolo CEP nº **083/2004**, dos *Pesquisadores Ivana Lins Santos e Caio Cesar Randi Ferraz*, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde - MS e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia – UNICAMP, em 20/08/2004.

We certify that the research project "A scanning electron microscopy assessment of cleansing effectiveness of 2% gluconate de chlorhexidine at different pH values as endodontic irrigant", register number **083/2004**, of *Ivana Lins Santos* and *Caio Cesar Randi Ferraz*, is in agreement with the recommendations of 196/96 Resolution of the National Health Committee - Brazilian Health Department and was approved by the Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas – UNICAMP, in August 20 2004.

Piracicaba - SP, Brasil, June 14 2005

Cinthia R. Machado Tabchouy
Profª. Dra. Cinthia Pereira Machado Tabchouy

Secretaria
CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior

Coordenador
CEP/FOP/UNICAMP