

ALESSANDRA SVERBERI CARVALHO

**ANÁLISE, POR MEV, DA EFETIVIDADE DE SOLUÇÕES
IRRIGADORAS E SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES NA
LIMPEZA DE CANAIS RADICULARES E ESTUDO COMPLEMENTAR
DA INTERFERÊNCIA DESTA LIMPEZA NA PENETRAÇÃO DO
CIMENTO OBTURADOR NOS TÚBULOS DENTINÁRIOS**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de São
José dos Campos Universidade
Estadual Paulista, como parte dos
requisitos para a obtenção do título
de MESTRE pelo Programa de
Pós-Graduação em
ODONTOLOGIA
RESTAURADORA, Especialidade
em Endodontia.

ALESSANDRA SVERBERI CARVALHO

**ANÁLISE, POR MEV, DA EFETIVIDADE DE SOLUÇÕES
IRRIGADORAS E SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES NA
LIMPEZA DE CANAIS RADICULARES E ESTUDO COMPLEMENTAR
DA INTERFERÊNCIA DESTA LIMPEZA NA PENETRAÇÃO DO
CIMENTO OBTURADOR NOS TÚBULOS DENTINÁRIOS**

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Endodontia.

Orientador Prof. Dr. Carlos Henrique Ribeiro Camargo
Co-orientadora Prof^a Adj. Marcia Carneiro Valera

São José dos Campos
2007

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

Bellini AB. Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico. São José dos Campos: FOSJC/UNESP, 2006.

Carvalho, Alessandra Sverberi

Análise, por MEV, da efetividade de soluções irrigadoras e substâncias químicas auxiliares na limpeza de canais radiculares e estudo complementar da interferência desta limpeza na penetração do cimento obturador nos túbulos dentinários/ Alessandra Sverberi Carvalho; orientador Carlos Henrique Ribeiro Camargo; co-orientadora Marcia Carneiro Valera. _ São José dos Campos, 2007.

Carvalho, Alessandra Sverberi

127p ; IL.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, Especialidade em Endodontia) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007.

1. Irrigantes do canal radicular – 2. Hipoclorito de sódio – 3. Clorexidina - 4. EDTA – 5. Obturação do canal radicular - 6. Microscopia Eletrônica de Varredura.

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 12/06/2007.

Assinatura :

e-mail:alesverberi@uol.com.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Carvalho AS. Análise, por MEV, da efetividade de soluções irrigadoras e substâncias químicas auxiliares e estudo complementar da interferência desta limpeza na penetração do cimento obturador nos túbulos dentinários [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP; 2007.

São José dos Campos, 22 de agosto de 2007

Banca examinadora

1 Prof^a Adj Marcia Carneiro Valera

Titulação: Livre-docente

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP

2) Prof Dr Cláudio Antonio Talge de Carvalho

Titulação: Doutor

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP

3) Prof Assoc Alexandre Augusto Zaia

Titulação: Livre-docente

Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos aqueles que amo!

Em primeiro lugar a Deus, porque o amo acima de todas as coisas e porque é Nele que me fortaleço diariamente!

Aos meus pais, Paulo César Reis Carvalho e Sheila Sverberi Carvalho, por acreditarem em mim, por se esforçarem e se sacrificarem sempre em prol do meu crescimento, não só profissional, mas acima de tudo como ser humano.

Tudo o que espero é, cada dia mais, poder retribuir todo apoio e amor que recebi nesses anos de minha vida! Este trabalho é acima de tudo de vocês!

Muito obrigada!

Aos meus irmãos Benedito, Rosylaine e César Augusto, pelo companheirismo nas horas de alegria ou de tristeza. Por terem compartilhado comigo o verdadeiro significado das palavras solidariedade e amizade. Por podermos juntos aplicarmos os valores aprendidos em família. Dedico também a vocês este trabalho, acompanhado de todo meu amor!

À minha avó Rosina de Moraes Sverberi (*in memoriam*), pelas belíssimas lições de vida, pelo exemplo de bondade e de respeito e amor ao próximo.

Serei sempre muito grata a Deus por ter me permitido conviver com uma alma tão iluminada. Se um dia, minha avózinha, eu me tornar um ser humano semelhante a ti, serei uma mulher realizada! Saudades!

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu orientador, Prof. Dr Carlos Henrique Ribeiro Camargo, pela orientação, confiança, paciência e disposição em ajudar. Por me fazer acreditar que sou capaz de ser melhor a cada dia e por tornar-se além de um grande orientador, um verdadeiro amigo. Deixo registrada a minha admiração! Muito obrigada por tudo!

À minha Co-orientadora Professora Adj. Marcia Carneiro Valera, pelo incentivo à minha carreira, pelo conhecimento, pela amizade e pelo exemplo de amor ao ensino e à pesquisa. Muito obrigada por ter assumido minha co-orientação com tanto carinho e me ajudado sempre de forma brilhante, amiga e acolhedora. Minha eterna gratidão, admiração e os meus agradecimentos!

Às colegas do curso de Pós-Graduação, disciplina de Endodontia, Elaine Faga Iglecias, Giovana Ribeiro de Martins, Lecy Schwantes Lório, Manuela Bafini Fonseca, Mariana Pretti, Paula Elaine Cardoso e, em especial a Lilian Eiko Maekawa e Selma Maria Santos Moura Brito. Muito obrigada a todas pela amizade e companheirismo! Com certeza nosso convívio tornou o nosso curso menos penoso e acima de tudo, inesquecível!

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP, pela minha formação profissional durante a Graduação e no curso de Mestrado.

Ao diretor e Professor Adjunto Paulo Villela Santos Júnior e ao Vice-Diretor, Professor Doutor José Roberto Rodrigues.

Ao Professor Adjunto Clóvis Pagani, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Odontologia.

Ao Professor Ivan Balducci, pelo incentivo, orientação e auxílio na análise estatística dos dados.

Às secretárias da seção de pós-graduação Erena, Rosemary, Maria Aparecida e Lilian, por todas as informações e pela colaboração durante o Curso de Mestrado.

Aos professores da disciplina de Endodontia: Prof Dr Carlos Henrique Ribeiro Camargo, Prof Adj Marcia Carneiro Valera, Prof Dr Cláudio Antonio Talge Carvalho, Profa Dra Ana Paula Martins Gomes, Prof Dr Alberto Siqueira e Silva, Profa Dra Simone Helena Gonçalves de Oliveira, pela colaboração em todos os momentos, pela amizade e por todo o conhecimento compartilhado no dia-a-dia.

A todos os professores do Departamento de Odontologia Restauradora, em especial ao Prof Dr João Cândido de Carvalho, pelas palavras de apoio, pela

amizade sincera e pelo exemplo de amor à Odontologia e de respeito ao próximo. Grande Doutor, serei sua eterna admiradora!

À Profa Dra Maria Nadir Gasparotto Mancini, da disciplina de Bioquímica, pela disponibilidade e colaboração na elaboração das soluções químicas utilizadas no experimento.

Ao Prof Dr José Benedito de Oliveira Amorim, pelo exemplo de perseverança, pela amizade, apoio, companheirismo e pelos conselhos sempre tão sábios nos momentos de desespero!

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, disciplina de Dentística Restauradora: Alessandro Caldas Travassos, Ângela Kimie Marimoto, Daniel Maranha da Rocha, Fernanda Mollica, Gisela Castanho e João Maurício Ferraz da Silva, pelo convívio amigável durante as disciplinas de crédito e durante todo o curso de mestrado.

Aos colegas do curso de Doutorado em Odontologia Restauradora, disciplina de Dentística, Leily Firoozmand, Júlio Tadashi Murakami e Lia Alves da Cunha.

Às minhas amigas do coração Patrícia Regina de Oliveira e Yadira Raquel Passos, por serem pessoas tão especiais em minha vida!

Às amigas Karine Tenório Landim, Juliana Paiva Castro Ferreira, Carolina Ferraz Ribeiro, Carla Sayuri Shibata e Viviane Cigagna Moreno, pela amizade e pela confiança em meu trabalho.

Ao amigo Walter Cruz, pela amizade e apoio por todos estes anos de convívio.

Às secretárias do Departamento de Odontologia Restauradora, Rosângela e Nair, pela disposição e boa vontade em ajudar.

Às técnicas Josiana e Michele, pela amizade, companheirismo e disposição durante todo o curso de pós-graduação.

À Dona Marinete, pelo sorriso amigável e pelo cafezinho nosso de cada dia.

À Professora Dra Valéria A. Pinheiro Carvalho, da disciplina de Farmacologia, por acreditar no meu potencial como pesquisadora e como profissional.

À Maria das Dores Nogueira, funcionária da Biblioteca de nossa unidade, pela colaboração na aquisição de artigos e principalmente pela disponibilidade em ajudar, sempre de forma gentil e educada.

A todos os colegas da Disciplina de Clínica Integrada, em especial ao Prof Dr Antonio Braulino, pelo convite a participar da disciplina. Tem sido de grande valia o aprendizado no convívio com todos vocês!

A todos os colegas da Clínica Odontológica Bela Vista, pela companheirismo e principalmente por compreenderem minha ausência durante a realização do curso de mestrado!

À Maria Lúcia Brison de Mattos, funcionária do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela atenção, paciência e colaboração na

obtenção das imagens em microscopia eletrônica de varredura.

A Carlos Alberto Guedes, pela colaboração e esclarecimentos das dúvidas relacionadas às Agências de Fomento.

À FAPESP, pelo apoio financeiro oferecido durante a elaboração deste trabalho.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram durante a execução deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

“...Que eu jamais me esqueça que Deus me
ama infinitamente!

Que um pequeno grão de alegria e
esperança dentro de cada um é capaz de
mudar e transformar qualquer coisa, pois a
vida é construída nos sonhos e concretizada
no amor!"

(Chico Xavier)

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍGLAS.....	13
RESUMO.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1 Remoção da smear layer (EDTA).....	21
2.2 Soluções irrigadoras.....	33
2.3 Cimentos endodônticos resinosos.....	44
3 PROPOSIÇÃO.....	62
4 MATERIAL E MÉTODO.....	63
4.1 Limpeza promovida pelo preparo do canal: análise por MEV.....	69
4.2 Obturação dos canais radiculares e análise por MEV....	72
5 RESULTADOS	76
5.1 Limpeza promovida pelo preparo do canal.....	76
5.2 Análise dos resultados obtidos após a obturação dos canais radiculares.....	91
6 DISCUSSÃO.....	103
6.1 Da metodologia.....	103

6.2	Dos resultados.....	109
7	CONCLUSÃO.....	117
8	REFERÊNCIAS.....	118
ANEXO A		127
ANEXO B		128
<i>ABSTRACT</i>		129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – Graus Celsius

CDTA – Ácido cliclohexanodiaminotetracético

CLX – clorexidina

CO₂ – Dióxido de carbono

EDS – Espectroscopia de energia dispersiva

EDTA – Ácido etilenoaminotetracético

EDTA-T – EDTA acrescido de lauril-éter-sulfato de sódio 1,25%

EGTA – Ácido etilenoglicol-bis-(beta-amino-etil-éter) tetracético

HEMA – Hidroxi-etil-metacrilato

hs – horas

H₂O₂ – Água oxigenada

Lima K – lima tipo Kerr

LPS – lipopolissacarídeo

MD – mésio-distal

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

MPa – mega Pascal

µm – micrometro

min - minuto

ml – mililitro

mm – milímetro

mm² – milímetro quadrado

mm³ – milímetro cúbico

NaOCl – Hipoclorito de sódio

PBM – Preparo Biomecânico

% - porcentagem

s – segundos

SDH – Dehidrogenase succínica

VL – vestibulo-lingual

Carvalho AS. Análise, por MEV, da efetividade de soluções irrigadoras e substâncias químicas auxiliares na limpeza de canais radiculares. Estudo complementar da interferência desta limpeza na penetração do cimento obturador nos túbulos dentinários [dissertação]. São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007.

RESUMO

A proposta deste estudo foi avaliar, através de MEV, a capacidade de limpeza de diferentes combinações de soluções irrigadoras e substâncias químicas auxiliares ao preparo biomecânico e a penetração de dois cimentos no interior dos túbulos dentinários. Foram utilizados 48 dentes unirradiculados humanos que tiveram seus canais instrumentados de forma padronizada, variando a solução irrigadora utilizada (n=12): G1– Preparo Biomecânico (PBM) com NaOCl 2,5% + EDTA 17%; G2– PBM com gel de Clorexidina 2% + EDTA 17%; G3– PBM com Canal Mais (Septodont) + NaOCl 2,5%; G4– PBM com soro fisiológico + EDTA 17% (controle). Terminadas as instrumentações, 8 dentes de cada grupo foram clivados e preparados para leitura em MEV, com aumento de 2000X, avaliando a limpeza dos terços cervical, médio e apical. A área analisada foi quantificada pelo total de túbulos dentinários presentes, pela porcentagem de túbulos abertos da região avaliada. Os dados relativos à porcentagem de túbulos abertos foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA e Tukey (p=0,05). Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes, com maior quantidade de túbulos abertos nos grupos G1 e G3 e menor quantidade nos grupos G2 e G4. Em ordem decrescente a capacidade de limpeza das soluções foi a seguinte: Canal Mais > NaOCl 2,5% > Clorexidina gel 2% > solução salina fisiológica. Foi possível observar grande erosão dentinária peritubular e intertubular nos dentes instrumentados com o Canal Mais. Em todos os grupos a limpeza obtida no terço cervical foi superior à alcançada nos terços médio e apical, com diferença estatisticamente significativa apenas no grupo da clorexidina. Com caráter ilustrativo e qualitativo, as quatro raízes remanescentes em cada grupo foram subdivididas em dois grupos de duas raízes cada e obturadas, pela técnica da condensação lateral, com cones de guta-percha e os cimentos Acroseal (G1a, G2a, G3a e G4a) e Epiphany (G1b, G2b, G3b, G4b). Em seguida, foram seccionados no sentido vestibulo-lingual e levados para análise por MEV para verificação da penetração dos cimentos. Em apenas um espécime instrumentado com NaOCl 2,5% e obturado com cimento Epiphany foi possível observar a formação de tags de resina no interior dos túbulos dentinários. Conclui-se que a irrigação do canal com Canal + e NaOCl seguido pela remoção da camada residual com EDTA é mais efetiva na limpeza das paredes radiculares, podendo favorecer a penetração dos cimentos obturadores no interior dos túbulos dentinários.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigantes do canal radicular, hipoclorito de sódio, clorexidina, EDTA, obturação do canal radicular, microscopia eletrônica de varredura.

1 INTRODUÇÃO

Para o sucesso do tratamento endodôntico, todas as etapas devem ser realizadas de forma criteriosa. Entretanto, a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares é um dos principais objetivos a serem alcançados. Para isto, é necessária a utilização de meios mecânicos, físicos e químicos que atuem sobre a matéria orgânica, neutralizando e dissolvendo os produtos tóxicos e sobre os microrganismos e seus produtos (Cohen e Burns¹⁵).

As substâncias químicas auxiliares utilizadas como soluções irrigadoras durante o preparo biomecânico, além da ação antimicrobiana e solvente tecidual, devem possuir capacidade de lubrificação e limpeza das paredes do canal radicular, permitindo melhor ação da medicação intracanal e adequada união do material obturador às paredes dentinárias (Ari et al.³).

Dentre as substâncias químicas auxiliares ao preparo biomecânico, o hipoclorito de sódio e, mais recentemente, a clorexidina são as substâncias mais utilizadas, principalmente por suas conhecidas propriedades antimicrobianas (Carson et al.¹¹, Dametto et al.¹⁶, Vianna et al.⁷²).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é a solução irrigadora mais difundida na endodontia, principalmente no tratamento de dentes com polpa infectada, devido a sua baixa tensão superficial, capacidade de dissolver matéria orgânica, e ações desodorizante, alvejante, lubrificante e antimicrobiana. (Lopes e Siqueira Jr³⁵). O efeito antimicrobiano e a capacidade solvente do NaOCl são diretamente proporcionais à sua concentração (Estrela et al.²⁰).

A atividade antimicrobiana do NaOCl é devida ao seu alto

pH, interferindo na integridade da membrana citoplasmática com inibição enzimática irreversível, alteração no metabolismo celular e degradação de fosfolipídios através da peroxidase lipídica (Estrela et al.²⁰). Por sua vez, a dissolução dos tecidos orgânicos ocorre pela reação de saponificação, quando o hipoclorito de sódio se decompõe em ácidos graxos e lipídios (Estrela et al.²⁰).

A clorexidina gel também é uma substância química utilizada por sua atividade antibacteriana de amplo espectro, efeito residual (substantividade), e por ser menos irritante aos tecidos do que o hipoclorito de sódio (Lopes e Siqueira Jr³⁵; Tanomaru et al.⁶⁴; Siva et al.⁵⁹). No entanto, não possui capacidade de dissolver tecidos (Okino et al.⁴³), permitindo que os debrís permaneçam aderidos às paredes dentinárias (Delany et al.¹⁷), obstruindo a entrada dos túbulos dentinários (Menezes et al.³⁹; Yamashita et al.⁷⁴). Inicialmente, essa substância foi utilizada durante o preparo biomecânico na forma líquida, mas a sua incapacidade de dissolver a polpa, mantendo um precipitado nas paredes radiculares após o preparo biomecânico, levou a uma substituição da forma líquida pela forma gel. A clorexidina em gel de natrosol (hidroxietil celulose), promove maior limpeza, uma vez que o natrosol é solúvel em água, não iônico, inerte, e abriga, durante o preparo, partículas de debrís. Assim, durante a irrigação com solução salina ou água destilada, o gel é removido do canal juntamente com os debrís com conseqüente limpeza (Dametto et al.¹⁶).

Quanto à atividade antimicrobiana, diversos trabalhos comprovam a eficiência da clorexidina sobre microrganismos dos canais radiculares (Delany et al.¹⁷, Jeansonne e White²⁷). Tanomaru et al.⁶⁴, avaliaram *in vitro* a atividade antimicrobiana da clorexidina 1% e 2%, nas formas gel e líquida, comparadas às soluções de hipoclorito de sódio 2,5% e 5,25%, verificando maior efetividade da clorexidina na forma líquida e gel nas concentrações estudadas e do hipoclorito de sódio 5,25%.

Dametto et al.¹⁶, encontraram superioridade da clorexidina gel 2% sobre o NaOCl 5,25%, quanto à sua capacidade

antimicrobiana sobre *Enterococcus faecalis* após 7 dias da realização do preparo biomecânico.

Também Vianna et al.⁷², investigaram a atividade antimicrobiana da clorexidina nas concentrações 0,2%, 1% e 2%, nas formas gel e líquida, sobre patógenos endodônticos, comparando os resultados aos obtidos pelo NaOCl, nas concentrações de 0,5%, 1%, 2,5%, 4% e 5,25%. Verificaram que a clorexidina gel 2%, e a formulação líquida na mesma concentração, eliminaram *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans* em 15 segundos, enquanto a formulação em gel eliminou *Enterococcus faecalis* em 1 minuto. Todos os irrigantes testados eliminaram *Porphyromonas endodontalis*, *Porphyromonas gingivalis* e *Prevotella intermedia* em 15 segundos. Concluíram que, todas as concentrações de NaOCl ou de clorexidina nas formas líquida e gel, podem ser usadas como irrigantes por suas propriedades antimicrobianas, exceto a clorexidina gel a 0,2%, que não foi efetiva na eliminação do *E faecalis*.

A limpeza dos canais radiculares é essencial para que ocorra difusão dos medicamentos intracanaís utilizados, bem como boa aderência dos cimentos endodônticos às paredes dentinárias. Entretanto, durante o preparo biomecânico ocorre a formação de uma camada residual, conhecida como *smear layer*, composta por *debris*, material orgânico e microrganismos que se aderem às paredes do canal radicular obstruindo a entrada dos túbulos dentinários. Esta camada deve ser removida com o uso de substâncias químicas auxiliares, resultando em um aumento considerável da permeabilidade dentinária (Menezes et al.³⁹, Scelza et al.⁵², Teixeira et al.⁶⁷).

Dentre as substâncias químicas auxiliares ao preparo biomecânico, o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) é o quelante mais utilizado após a instrumentação. Sua ação na remoção dos componentes inorgânicos da *smear layer* é bastante conhecida e divulgada. Entretanto, seu uso por tempo prolongado, ou sua associação ao hipoclorito de sódio

em altas concentrações, como o NaOCl 5,25%, causam excessiva erosão dentinária peritubular e intertubular (Çalt e Serper¹⁰; Hayashi et al.²⁶; Medici e Fröner³⁸), diminuindo excessivamente a microdureza da dentina (Saleh e Ettman⁵⁰; Niu et al.⁴²). De acordo com Garberoglio e Becce²³, o uso prolongado do EDTA aumenta o diâmetro dos túbulos dentinários, amolece a dentina e desnatura as fibras colágenas, dificultando a adaptação dos materiais obturadores às paredes radiculares.

Diversos estudos comprovam que a remoção da *smear layer* permite maior união dos cimentos endodônticos às paredes dentinárias (Eldeniz et al.¹⁸, Kokkas et al.²⁹, Sevimay e Kalayci⁵⁶), com penetração do cimento nos túbulos dentinários (Mannocci e Ferrari³⁶; Saleh et al.⁵¹; Sevimay e Dalat⁵⁵; Aptekar e Ginnan²).

A capacidade de se adaptar às paredes do canal é uma propriedade importante e necessária a um cimento endodôntico. No entanto, é importante que essa propriedade esteja associada à atividade antibacteriana e à biocompatibilidade. Levando em consideração a evolução dos materiais restauradores, mais especificamente os sistemas adesivos, a endodontia vem pesquisando cimentos obturadores com maior capacidade adesiva. Assim, apesar do conhecimento científico e clínico da efetividade destes sistemas adesivos quanto à capacidade adesiva alcançada, seu uso no interior dos canais radiculares requer ainda alguns estudos quanto à real efetividade adesiva e sua compatibilidade biológica.

Frente a todas essas considerações, propusemo-nos a verificar a eficiência de substâncias químicas auxiliares ao preparo biomecânico, associadas ao EDTA, na limpeza e remoção da camada residual e realizar um estudo complementar e ilustrativo da penetração de cimentos endodônticos no interior dos túbulos dentinários após a obturação dos canais radiculares, preparados com as substâncias químicas auxiliares propostas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será feita uma revisão, em ordem cronológica, sobre: remoção da *smear layer*, soluções irrigadoras e cimentos endodônticos resinosos.

2.1 – Remoção da *smear layer* (EDTA)

Kouvas et al.³⁰, 1998, estudaram em MEV a influência da *smear layer* na profundidade de penetração, nos túbulos dentinários, de três cimentos endodônticos: Sealapex (SybronEndo Corporation, Orange, CA), Roth 811 (Kerr Corporation, Orange, CA) e CRCS (Coltène Whaledent, Switzerland). Foram utilizados 40 dentes unirradiculados humanos que tiveram suas coroas removidas e os canais radiculares preparados até a lima K60. Em seguida os dentes foram aleatoriamente divididos em 2 grupos (A e B). Em todos os espécimes do grupo A, a *smear layer* foi removida com o uso de EDTA 15% por 3 minutos e irrigação final com 3ml de hipoclorito de sódio 1%. Os espécimes do grupo B receberam apenas uma aplicação de 3ml de hipoclorito de sódio 1%. Ambos os grupos foram, por fim, irrigados com 3ml de água destilada e secos com cones de papel. Os grupos foram então subdivididos em 3 subgrupos de 6 raízes cada, de acordo com o cimento utilizado para obturação. Seis canais radiculares de cada grupo foram obturados com Sealapex, seis com CRCS e seis com Roth 811; todas as obturações foram realizadas pela técnica de condensação lateral da guta-percha. As raízes foram seccionadas longitudinalmente e devidamente preparadas

para observação em microscópio eletrônico de varredura. A remoção da *smear layer* permitiu a penetração dos 3 cimentos dentro dos túbulos, com profundidade variando entre 35-80 μm com diferenças estatisticamente significantes entre todos os cimentos avaliados. O cimento Sealapex apresentou melhor profundidade de penetração no interior dos túbulos dentinários, seguido pelo CRCS e por fim pelo Roth 811. Nas raízes com *smear layer* a penetração dos cimentos foi prejudicada. Os autores concluíram que a presença de *smear layer* obstrui a entrada dos túbulos dentinários, dificultando a penetração de todos os cimentos testados no interior dos mesmos.

Sousa-Neto et al.⁶², 2002, realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar o efeito do EDTA, EGTA e CDTA na adesividade da dentina humana e a microinfiltração com o uso de diferentes cimentos endodônticos: Sealer 26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil), Sealapex (SybronEndo Corporation, Orange, CA), N-Rickert e Endofill (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil). Foi avaliado também se havia ou não correlação entre os testes de adesividade e microinfiltração. Foram utilizados para o teste de adesividade um total de oitenta molares superiores e inferiores, que tiveram suas coroas seccionadas na superfície oclusal até que uma superfície dentinária plana fosse obtida. Os dentes foram divididos em 4 grupos de acordo com o tratamento realizado: grupo 1 – água destilada, grupo 2 – EDTA, grupo 3 – EGTA e grupo 4 – CDTA. Foram feitas cinco repetições em cada grupo e as superfícies por fim lavadas por 1 minuto com água destilada e deionizada e secas com jato de ar. Cilindros de alumínio com 10mm de altura e 6mm de diâmetro foram manufaturados e fixados sobre a dentina preparada. As amostras foram então levadas à uma máquina de testes universal Instron 4444 e os valores de tensão em MPa foram registrados no momento da ruptura do cilindro. A microinfiltração foi avaliada em 160 caninos superiores após a instrumentação dos canais e obturação. Após o preparo dos canais

radiculares, os dentes foram divididos em 4 grupos: grupo 1 – irrigado com água destilada; grupo 2 – irrigado com 2,0ml de hipoclorito de sódio entre as limas e 10ml como irrigação final recebendo, em seguida 2,0ml de EDTA por 5 min e 10ml de água destilada e deionizada. Os grupos 3 e 4 receberam o mesmo regime de irrigação do grupo 2, mas os quelantes utilizados foram EGTA 1% e CDTA 1% respectivamente. Os dentes foram então obturados com um dos cimentos pela técnica de condensação lateral da guta-percha, impermeabilizados e imersos em corante nanquim por 37°C por 96hs. A penetração do corante foi medida com o auxílio de um estereomicroscópio. Os melhores resultados foram encontrados para o Sealer 26 e EDTA tanto na análise da adesividade quanto da microinfiltração. No teste de adesão, o teste de Tukey não mostrou nenhuma diferença estatisticamente significativa entre as médias do Endofill, N-Rickert e Sealapex. Entretanto, o Sealer 26 apresentou melhores valores de adesão e microinfiltração, diferindo estatisticamente dos outros 3 cimentos ($p < 0.01$). O EDTA foi estatisticamente melhor que o CDTA e EGTA. De acordo com os autores, não foi possível fazer correlação entre o teste de adesividade e o de microinfiltração.

Çalt e Serper¹⁰, 2002, avaliaram o efeito do EDTA na remoção da *smear layer* na estrutura dentinária após 1 e 10 minutos de aplicação. Os canais foram preparados utilizando-se NaOCl 5% como solução irrigadora. Após a instrumentação, os terços apical e cervical da cada raiz foram removidos, deixando um remanescente de 5 mm de terço médio que foi, em seguida, cortado longitudinalmente em dois segmentos iguais. Cada metade recebeu 10ml de solução de EDTA 17% por 1 e 10 minutos respectivamente e todos os espécimes foram, em seguida, irrigados com 10ml de NaOCl 5%. Após esse procedimento, os espécimes foram preparados para análise em MEV. Foram comparadas as metades de uma mesma raiz e regiões equivalentes das mesmas. Os resultados mostraram que a irrigação com EDTA por 1 minuto é efetiva na remoção da *smear layer* e que a aplicação por 10 minutos causa excessiva erosão

dentinária peritubular e intertubular.

Clark-Holke et al.¹³, 2003, realizaram um estudo para avaliar a penetração bacteriana pelo canal principal de dentes tratados endodonticamente na presença ou ausência de *smear layer*. Especificamente, os autores focaram este estudo na determinação do efeito da *smear layer* na magnitude da penetração bacteriana direto para o forame apical. Foram utilizados 30 incisivos centrais e laterais superiores aleatoriamente distribuídos em 3 grupos de 10 dentes cada: (1) remoção da *smear layer*, (2) *smear layer* presente, (3) controle negativo. Todos os canais foram preparados e obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha e cimento AH-26. A remoção da *smear layer* foi realizada com irrigação com EDTA 17%. O modelo consistia numa câmara aberta presa à junção cimento-esmalte e outra câmara abaixo do ápice do dente. Suspensões bacterianas contendo *Fusobacterium nucleatum*, *Campylobacter rectus* and *Peptostreptococcus micros* foram inoculados dentro da câmara superior. Os modelos foram incubados anaerobicamente a 37°C. Em vários períodos de tempo até no máximo 60 dias, as amostras foram analisadas quanto ao número e tipo de bactéria presente na solução da câmara inferior. Os resultados apontaram maior contaminação na solução do grupo em que a *smear layer* foi mantida. Portanto, de acordo com os resultados encontrados pelos autores, a remoção da *smear layer* reduz significativamente a infiltração de bactérias ao longo do sistema de canais radiculares.

Menezes et al.³⁹, 2003, realizaram um estudo, através de MEV, para avaliar a capacidade de limpeza e remoção de *smear layer* e debris das paredes de canais radiculares. Foram utilizados cinquenta dentes unirradiculados humanos extraídos que tiveram suas coroas clínicas removidas e os canais preparados até o instrumento 45. Os grupos foram divididos de acordo com as soluções avaliadas: Grupo1: NaOCl a 2,5% (10 raízes); Grupo 2: NaOCl a 2,5% seguido de irrigação com EDTA a 17% por 2 minutos (10 raízes); Grupo 3: Clorexidina líquida a

2% (10 raízes); Grupo 4: Clorexidina líquida a 2% e EDTA 17% por 2 minutos (10 raízes); Grupo 5: soro fisiológico (5 raízes); Grupo 6: soro fisiológico e EDTA a 17% por 2 minutos (5 raízes). Nos grupos que receberam EDTA, a neutralização deste foi realizada com irrigação final com 5 ml da solução utilizada durante a instrumentação. Após o preparo, os canais foram irrigados com as soluções em teste, e as raízes cortadas no sentido vestibulo-lingual para avaliação por MEV, nos terços cervical, médio e apical, verificando-se a presença de “smear layer” e debris. Os dados relativos aos escores atribuídos foram avaliados estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p=5\%$) e os resultados mostraram que o uso do EDTA diminuiu significativamente a presença de *smear layer* para todas as soluções avaliadas em todos os terços, sendo que, exceto para a clorexidina, o uso do EDTA diminuiu significativamente a quantidade de debris. Foi confirmado neste estudo, portanto, a necessidade da utilização do EDTA para promover melhor limpeza das paredes dos canais radiculares.

Çobankara et al.¹⁴, 2004, avaliaram a influência da *smear layer* na capacidade de selamento apical de dois cimentos: AH26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) e RoekoSeal (Wilcos do Brasil Indústria e Comércio Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Foram utilizados no total 160 dentes humanos extraídos, que tiveram suas coroas removidas na junção amelocementária e os canais radiculares preparados com o auxílio do sistema rotatório Profile taper.06 Série 29, irrigados com 1ml de NaOCl 5,25%. Divididos em dois grupos, de acordo com a presença ou ausência de *smear layer*. Nas raízes em que a *smear layer* foi mantida, os canais foram irrigados com 10ml de NaOCl 5,25% apenas. Nas demais em que a *smear layer* foi removida, 10ml de EDTA 17% seguido por 10ml de NaOCl 5,25% foram utilizados. Tanto as raízes com ou sem permanência de *smear layer* foram aleatoriamente subdivididas em 4 grupos de 20 dentes cada, de acordo com o cimento utilizado. Em cada grupo foram avaliadas as infiltrações cervical e apical

na presença ou ausência de *smear layer*. Os grupos 1, 2, 3 e 4 foram obturados com AH26 e os grupos 5, 6, 7 e 8 foram obturados com o cimento RoekoSeal, utilizando para todas as obturações a técnica de condensação lateral da guta-percha. Foi utilizado para avaliação da infiltração apical e coronária o método de filtração de fluido. De acordo com os resultados, os grupos com *smear layer* apresentaram maior infiltração apical e coronária em relação aos grupos sem *smear layer*, para ambos os cimentos utilizados. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada na infiltração apical ou coronária entre RoekoSeal e AH26, na presença ou na ausência de *smear layer* ($p < 0.05$). No entanto, a infiltração apical foi significativamente maior que a coronária para ambos os cimentos ($p < 0.05$). Segundo os autores a remoção da *smear layer* apresentou um efeito positivo na redução da infiltração apical e coronária independente do cimento avaliado.

Kokkas et al.²⁹, 2004, avaliaram, *in vitro*, o efeito da *smear layer* na profundidade de penetração de 3 diferentes cimentos endodônticos dentro dos túbulos dentinários. Foram utilizados neste estudo 64 dentes unirradiculados que, após o preparo biomecânico foram divididos em dois grupos. A *smear layer* permaneceu intacta no grupo A, enquanto a completa remoção da *smear layer* foi realizada no grupo B com 3 ml de EDTA 17% por 3 minutos, seguida por 3 ml de solução de NaOCl 1%. Dez raízes de cada grupo foram obturadas pela técnica da condensação lateral com cones de guta-percha e cimentos AH Plus (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil), Apexit (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein), e Roth 811 (Kerr Corporation, Orange, CA), respectivamente. A análise em MEV revelou que a *smear layer* impediu a penetração de todos os cimentos nos túbulos dentinários. Em contraposição, a remoção da *smear layer* permitiu a penetração de todos os cimentos com profundidades variadas. Os resultados foram submetidos à análise estatística ANOVA a 1 fator. No grupo B, situação em que havia total ausência de *smear layer*, houve grande variação da profundidade de

penetração no interior dos túbulos dentinários. O AH Plus e o Apexit mostraram profundidade máxima média de 59µm e 65µm, respectivamente. Ao contrário, a máxima profundidade de penetração do Roth 811 limitou-se a 21µm. Diferenças estatisticamente significantes foram encontradas entre a máxima profundidade de penetração do Roth 811 para os outros dois cimentos e também entre os cimentos AH Plus e Apexit. Isto permitiu aos autores concluir que a remoção da *smear layer* tem um importante papel no selamento dos túbulos dentinários após a obturação.

Pinheiro et al.⁴⁷, 2004, avaliaram a penetração na dentina radicular, de substâncias auxiliares do preparo dos canais radiculares: EDTA a 15%, clorexidina a 0,2% e água destilada (controle). Foram utilizados 21 dentes unirradiculados humanos que foram divididos em três grupos experimentais, todos preparados com lima tipo K manual até o nº 45 a 1mm aquém do ápice radicular: G1 - utilização de clorexidina a 0,2%; G2 - utilização de EDTA a 15%; e G3 - utilização da água destilada, todos os grupos acrescidos de azul de metileno a 2% por aproximadamente 20 minutos. As raízes foram incluídas em resina transparente e depois cortadas em micrótomo de tecido duro em três cortes transversais de 4mm cada (um corte na região cervical, um corte na região média e um corte na região apical). Os cortes corados tiveram suas imagens digitalizadas e trabalhadas em computador, com o programa Imagelab para mensuração das áreas do canal marcadas pelo corante e do total da área de dentina por região. Nenhuma diferença estatística significativa entre as soluções testadas foi encontrada, com exceção da clorexidina e do EDTA no terço cervical e do EDTA e da água destilada no terço apical. A clorexidina 0,2% apresentou maior difusão na dentina do que o EDTA 15% quando se fez uma avaliação numérica e, a menor penetração das substâncias ocorreu no terço apical.

Scelza et al.⁵², 2004, estudaram *in vitro* o efeito de três diferentes períodos de tempo de irrigação com EDTA-T, EDTA 17% e

ácido cítrico 10% na remoção da *smear layer* de canais dentinários após a irrigação final por 3, 10 ou 15 minutos. Um total de 90 caninos permanentes humanos com ápices completos e canal único foram utilizados, estes foram preparados e 2ml de NaOCl 5% foi utilizado para irrigação a cada troca de instrumento. Os dentes foram divididos aleatoriamente entre 9 grupos de 10 dentes cada, de acordo com a solução e o tempo usado na irrigação final: grupo 1, 20 ml de EDTA-T por 3 minutos; grupo 2, 20ml de EDTA 17% por 3 minutos; grupo 3, 20ml de ácido cítrico 10% por 3 minutos; grupo 4, 20ml de EDTA-T por 10 minutos; grupo 5, 20ml de EDTA 17% por 10 minutos; grupo 6, 20ml de ácido cítrico 10% por 10 minutos; grupo 7, 20 ml de EDTA-T por 15 minutos; grupo 8, 20ml de EDTA 17% por 15 minutos; grupo 9, 20ml de ácido cítrico 10% por 15 minutos. Os dentes foram seccionados ao meio e uma metade de cada raiz foi selecionada e dividida em terços cervical, médio e apical. Cada terço foi examinado e fotomicrografias MEV em aumento de 350X. O número de túbulos dentinários por unidade de área foi quantificado pelo programa KS400. Os dados obtidos pelo número de túbulos por mm^2 foram avaliados estatisticamente. Os resultados mostraram que o melhor resultado foi alcançado pelo ácido cítrico 10% por 3 minutos se comparado com 10 e 15 minutos, e quando a irrigação com EDTA por 3 minutos foi comparada com a de 15 minutos. Em todos os casos, a irrigação por 3 minutos mostrou um grande número de túbulos dentinários abertos. Diferenças significantes foram encontradas entre as irrigações por 3 e 10 minutos, assim como entre 3 e 15 minutos para o ácido cítrico 10%. No tempo de 10 minutos, houve diferença significativa entre o ácido cítrico 10% e o EDTA 17%. Todos os irrigantes testados foram efetivos por todos os tempos avaliados.

Eldeniz et al.¹⁸, 2005, estudaram a resistência ao cisalhamento de três cimentos endodônticos resinosos à dentina com e sem *smear layer*. Foram utilizados neste estudo 90 terceiros molares humanos, que tiveram 2/3 de suas porções coronárias removidas. Todos

os dentes tiveram, a *smear layer* da superfície dentinária removida com lavagem por 3 minutos com EDTA 17% seguida por NaOCl 5,25% e, após este procedimento foram aleatoriamente divididos em 2 grupos. No primeiro grupo (n=45), foi reproduzida a *smear layer* com lixa de papel de granulação 600 e irrigação com água abundante. As superfícies de todos os dentes foram então lavadas com água por 60 s e secas. Cada grupo de 45 dentes foi subdividido em 3 subgrupos (n=15), de acordo com o cimento utilizado: Diaket (3M ESPE, Germany), AH Plus (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) e Endo-REZ (Ultradent Products, Inc, USA). Tubos de polietileno padronizados foram usados para aplicação do cimento sobre a dentina, as amostras foram levadas ao teste de cisalhamento em uma máquina de teste universal (Micro 500) a uma velocidade constante de 0,5 mm/min. Os valores de cisalhamento obtidos em MPa, foram submetidos a análise estatística ($p < 0,05$). Os resultados encontrados mostraram diferenças estatísticas entre os grupos, o cimento AH Plus apresentou a maior resistência adesiva na superfície dentinária quando a *smear layer* foi removida. Logo, segundo os resultados alcançados pelos autores, o pré-tratamento com EDTA/NaOCl afeta a resistência adesiva do AH Plus. Este cimento apresentou os maiores valores de resistência adesiva tanto na presença quanto na ausência de *smear layer*.

Perez e Rouqueyrol-Pourcel⁴⁶, 2005, avaliaram por MEV, a capacidade da solução de EDTA 8% de remover debris e *smear layer* produzidos durante o preparo dos canais radiculares. Vinte e sete dentes unirradiculados humanos foram utilizados neste estudo e tiveram suas coroas removidas. Durante o preparo dos canais foram utilizadas as seguintes soluções irrigadoras: A= 15ml de NaOCl a 3,5%; B= EDTAT (15% de solução de EDTA + cloridrato de benzalconio + água destilada); C= SALVIZOL – EDTA (8% de EDTA solução + cloridrato de benzalconio + água destilada). As raízes foram divididas aleatoriamente entre 6 grupos: G1, controle (n=2), A+ irrigação final com 3ml de solução salina;

G2 (n=5), A + B (3ml, 1minuto) + irrigação final com 3ml de solução salina; G3 (n=5), A + B (3ml, 1 minuto) + secagem com cones de papel; G4 (n=5), A + C (3ml, 1 minuto) + irrigação final com 3ml de solução salina; G5 (n=5), A + C (3ml, 1 minuto) + secagem com cones de papel; G6 (n=5), A + C (3ml, 3 minutos) + secagem com cones de papel. Em seguida, as raízes foram seccionadas transversalmente e analisadas em MEV. Os dados obtidos pelos escores foram submetidos à análise estatística. Os melhores resultados para debris e *smear* foram obtidos no grupo 2 (1 minuto com EDTAT 15%) e no grupo 6 (3 minutos com EDTAT 8%), seguido pelo grupo 5 (1 minuto com EDTAT 8%). Além disso, os resultados mostraram que nas condições em que o estudo foi realizado, 3 minutos de irrigação com EDTA a 8% é tão efetivo quanto a irrigação com EDTA a 15%.

Teixeira et al.⁶⁶, 2005, avaliaram em MEV, o efeito do tempo de aplicação do EDTA e NaOCl na remoção da *smear layer* intracanal. Foram utilizados 21 dentes humanos unirradiculados, que tiveram seus canais radiculares preparados e ao final 18 dentes foram divididos entre 3 grupos e irrigados com 3ml de EDTA a 15% seguido por 3ml de NaOCl a 1%, usando diferentes tempos de permanência de cada solução dentro dos canais: 1minuto (grupo 1), 3 minutos (grupo 2) e 5 minutos (grupo 3). As coroas foram removidas e as raízes separadas em 2 metades. A dentina dos terços cervical, médio e apical foi observada quanto à ausência ou presença de *smear layer*, sendo analisadas também as entradas dos túbulos dentinários. Fotomicrografias da condição predominante em cada terço e da limpeza foram obtidas. Os escores foram atribuídos da seguinte forma: 0= ausência de *smear layer*, túbulos dentinários abertos, livre de debris; 1= *smear layer* moderada, túbulos dentinários visíveis ou parcialmente obliterados, com debris; 2= presença de *smear layer* e túbulos dentinários totalmente obliterados. Os escores atribuídos foram tabulados e submetidos à análise estatística. Os resultados mostraram que a associação do EDTA com a solução de

NaOCl foi efetiva na remoção da *smear layer* nos terços cervical e médio para todos os tempos de aplicação avaliados (1, 3 e 5 minutos). Já no terço apical a eficiência da remoção da *smear layer* diminuiu, diferindo estatisticamente das outras regiões, particularmente no grupo 1. Logo, neste estudo laboratorial foi possível concluir que os canais irrigados com EDTA e NaOCl por 1, 3 e 5 minutos foram igualmente efetivos na remoção da *smear layer* dos canais radiculares.

Paqué et al.⁴⁴, 2006, avaliaram, através da penetração de corante, a influência da remoção da *smear layer* e da esclerose dentinária de canais radiculares preparados. Foram utilizados no experimento 80 pré-molares inferiores humanos unirradiculados, que tiveram seus canais instrumentados com o sistema Profile sob irrigação com NaOCl 1%, até o instrumento 45.04. Ao final do preparo todos os canais foram irrigados com 10ml de água para remover o NaOCl remanescente. Em seguida, todos os dentes foram divididos aleatoriamente em 8 grupos de 10 dentes cada, que receberam irrigação de EDTA 17% ou de água, e subsequente, uma irrigação final de solução de corante azul de metileno a 2%. A divisão dos grupos foi: GI – Água (10ml/2 min), Solução corante (10ml/2 min); GII – Água (10ml/2 min), Solução corante (10ml/10 min); GIII- Água (10ml/10min), Solução corante (10ml/2min); GIV- Água (10ml/10min), Solução corante (10ml/10min); GV- EDTA (10ml/2min), Solução corante (10ml/2min); GVI- EDTA (10ml/2min), solução corante (10ml/10 min); GVII- EDTA (10ml/10min), Solução corante (10ml/2min); GVIII- EDTA (10ml/10min), Solução corante (10ml/10min). Os dentes foram seccionados horizontalmente a 3, 6 e 9mm do ápice. As secções foram fotografadas digitalmente e a penetração de corante foi calculada de acordo com porcentagem da área total de dentina, utilizando o programa Image J. Os valores obtidos foram comparados em análise estatística ($p < 0.05$). A penetração de corante foi significativamente maior no terço cervical, seguido pelo terço médio e por fim pelo terço apical. Quando observada microscopicamente, a penetração do irrigante ocorreu

independente da presença de *smear layer*, mas ocorreu bastante em função da esclerose tubular. Assim, de acordo com os autores, a esclerose tubular, fenômeno fisiológico que se inicia na terceira década de vida na região apical e avança coronariamente com a idade, foi o principal fator de influência da menor infiltração na dentina radicular.

Shemesh et al.⁵⁷, 2006, realizaram uma análise da infiltração apical de canais radiculares obturados com e sem presença de *smear layer*, usando dois modelos de análise diferentes: o modelo de transporte de fluido e o modelo de penetração de glicose. Cento e vinte dentes unirradiculados humanos foram selecionados, decoronados até que as raízes ficassem com 15mm de comprimento e divididos em 2 grupos de 60 dentes para cada tipo de modelo de análise. Todas as raízes foram igualmente preparadas e os 60 dentes de cada um dos 2 grupos experimentais foram divididos em 3 subgrupos de 20 dentes cada e receberam os seguintes tratamentos: 1- (n=20) Presença de *smear layer* + obturação com cones de guta-percha e cimento AH26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ); 2- (n=20) Remoção da *smear layer* com EDTA 17% por 3 minutos + obturação com cones de guta-percha e cimento AH26; 3- (n=20) Remoção da *smear layer* com EDTA 17% por 3 minutos + Obturação com o sistema Resilon-Epiphany (Pentron Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA). A porção coronária das obturações foi removida mantendo-se apenas 4mm de obturação remanescente nos canais. Todos os espécimes foram mantidos em estufa a 37°C e 100% de umidade por 1 semana. A infiltração de glicose foi avaliada medindo-se a concentração nos períodos de uma semana até um período total de 56 dias, através do modelo de penetração de glicose. O transporte de fluido foi avaliado medindo-se o movimento de uma bolha de ar, usando o modelo de transporte de fluido, após 1 e 8 semanas da realização da obturação dos canais. As diferenças entre os grupos da concentração de glicose e transporte de fluido foram analisadas estatisticamente com nível de significância de 5%. Os resultados

encontrados pelos autores mostraram que a penetração de glicose foi significativamente diferente nos 3 grupos nos primeiros 8 dias, sendo que o Resilon apresentou maior infiltração por todo o período de análise. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os dois grupos obturados com guta-percha durante todo o intervalo de tempo estudado. No modelo de transporte de fluido, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada entre os 3 grupos experimentais no período de 1 ou 8 semanas após a obturação. Frente aos resultados alcançados, os autores concluíram que o modelo de penetração de glicose foi mais sensível à detecção de infiltração pelas raízes obturadas. A remoção da *smear layer* antes da obturação não melhorou o selamento nos 4mm finais de obturação.

2.2 Soluções irrigadoras

Delany et al.¹⁷, 1982, avaliaram o efeito da irrigação com gluconato de clorexidina sobre a flora microbiana de canais de dentes recentemente extraídos e necrosados. Quarenta dentes humanos com polpa necrosada foram tratados endodonticamente, simulando as condições clínicas e mantendo o meio asséptico. Amostras bacteriológicas foram obtidas antes, durante, imediatamente após, e 24hs após a instrumentação, irrigação e medicação com gluconato de clorexidina 0,2% ou com solução salina estéril, e diluídas em suspensão bacteriológica. Os resultados mostraram um aumento significativo na redução de microrganismos dos dentes tratados com clorexidina após os procedimentos de instrumentação e irrigação. No entanto, não foi observada nenhuma alteração significativa desses microrganismos após a permanência da clorexidina por 24hs. Os dentes tratados com solução

salina apresentaram uma diminuição generalizada na flora após os procedimentos biomecânicos. Entretanto, houve um aumento no número de microrganismos de 80% para dentes unirradiculados e 50% para multirradiculados na ausência de limpeza dos canais. É possível concluir que a solução de gluconato de clorexidina 0,2% pode ser um efetivo agente antimicrobiano quando usado como solução irrigadora intracanal, pois reduz a flora bacteriana presente no sistema de canais radiculares necrosados.

Ringel et al.⁴⁹, 1982, realizaram um estudo *in vivo* comparando a efetividade da irrigação com solução de gluconato de clorexidina 0,2% com a solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5% durante o tratamento endodôntico de dentes unirradiculados humanos necrosados. Cinquenta e dois pacientes, num total de 60 dentes necrosados, participaram da pesquisa. A necrose pulpar foi determinada pela presença de rarefação óssea apical, ou pela resposta negativa ao teste de vitalidade. Trinta dentes foram aleatoriamente escolhidos para o grupo experimental e outros 30 designados para o grupo controle. A clorexidina 0,2% foi utilizada como solução irrigadora do grupo experimental, enquanto o NaOCl 2,5% foi a solução utilizada no grupo controle. Amostras microbiológicas foram obtidas de cada canal e o efeito de cada irrigante avaliado para bactérias aeróbias e anaeróbias, em amostras obtidas em cones de papel esterilizados levados ao canal antes e ao final de cada tratamento endodôntico realizado. Ao final de 7 dias de incubação, os tubos de cultura foram observados quanto à presença ou ausência de turbidez, interpretada como presença de bactérias no meio, e os resultados tabulados. Não foram encontradas diferenças significantes entre a clorexidina 0,2% e o hipoclorito de sódio 2.5%, quando usados como irrigantes em polpas necrosadas.

Jeansonne e White²⁷, 1994, realizaram um estudo comparativo para avaliar a eficiência antimicrobiana de duas soluções irrigadoras. Foram selecionados para o estudo canais de dentes

unirradiculados, raízes distais de molares inferiores ou canais palatinos de molares superiores. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos, de acordo com a solução irrigante: 1- solução de gluconato de clorexidina 2%; 2- solução de hipoclorito de sódio 5,25% (Clorox, Oakland, CA) e; 3- solução salina fisiológica estéril. Espécimes microbianos foram cultivados em 10ml de caldo tioglicolato e as culturas foram cultivadas a 37°C por 72hs em uma incubadora anaeróbica. Após a remoção das polpas, estas foram levadas ao meio de cultura, constituindo a cultura antes da instrumentação. Em seguida, os canais radiculares foram instrumentados pela técnica coroa-ápice, utilizando-se 1ml de irrigante a cada troca de lima e 3ml de irrigante após a última lima utilizada. Os canais foram então secos com cones de papel e preenchidos, com ajuda de uma seringa, com caldo tioglicolato que, após a agitação sônica dos canais por 5s, foi removido com uma seringa estéril e aplicado na superfície do ágar, constituindo a cultura pós-irrigação. A análise de variância, teste de comparação de Kruskal-Wallis, foi realizada para avaliar a diferença entre a atividade antimicrobiana e os diferentes irrigantes. Os resultados mostraram que tanto a irrigação com clorexidina, quanto com hipoclorito de sódio, reduzem significativamente o número de culturas bacterianas pós-irrigação, não havendo diferença significativa entre as duas soluções avaliadas.

Saleh e Ettman⁵⁰, 1999, estudaram o efeito de algumas soluções irrigadoras utilizadas em endodontia na microdureza da dentina presente no canal radicular. Dezoito incisivos superiores extraídos tiveram suas coroas seccionadas na junção cimento-esmalte e seus canais instrumentados até a lima de nº50, irrigados com solução salina. As raízes preparadas foram, em seguida, divididas igualmente entre dois grupos de nove raízes cada e cada raiz foi seccionada transversalmente nos segmentos cervical, médio e apical. As três secções obtidas de cada raiz foram montadas separadamente em um mandril de metal com resina acrílica e tiveram suas superfícies dentinárias polidas e submetidas à

análise de microdureza da dentina. Em seguida, as porções dos canais dos segmentos radiculares incluídos no primeiro grupo foram irrigadas com 3% de H₂O₂ e 5% de NaOCl usadas alternadamente, enquanto o EDTA a 17% foi usado na irrigação do segundo grupo. Um milímetro de cada solução foi colocada em contato com a superfície por 60 segundos. Após a irrigação, a microdureza dentinária foi reavaliada e comparada aos valores obtidos antes da irrigação. Os dados foram analisados estatisticamente e os resultados mostraram que a irrigação com H₂O₂/NaOCl ou EDTA diminuem significativamente os valores de microdureza da dentina radicular.

Niu et al.⁴², 2002, examinaram a erosão causada pela irrigação com EDTA e NaOCl. Foram instrumentados 25 dentes humanos e divididos entre 5 grupos de acordo com a irrigação final dos canais radiculares. Assim, os grupos foram divididos da seguinte forma: A - irrigação com NaOCl 6% (3ml) por 2 min; B- EDTA 15% (3ml) por 1 min; C- EDTA 15% (3ml) por 1min, seguido por NaOCl 6% (3ml) por 3 min; D- EDTA 15% (3ml) por 3 min e grupo E, EDTA 15% (3ml) por 3 min, seguido por NaOCl 6% (3ml) por 2 min. Fotomicrografias da dentina foram obtidas através de microscopia eletrônica de varredura (aumento de 3000x), a 1, 3 e 6 mm do ápice. Foram avaliadas: a quantidade de debris e o diâmetro dos túbulos dentinários. De acordo com os resultados alcançados, os canais irrigados com EDTA 15% sozinho, apresentaram uma dentina regular, com uma aparência plana, e orifícios tubulares regulares e separados. A irrigação com EDTA seguida pela irrigação com NaOCl, no entanto, apresentou uma dentina erosionada e com orifícios tubulares irregulares e rugosos. O diâmetro dos túbulos aumentou para $3.43 \pm 0,23\mu\text{m}$ no grupo C e para $3.93 \pm 0,44\mu\text{m}$ no grupo E. ($p < 0.05$). Entretanto, maior quantidade de debris foi removida na irrigação com EDTA seguida por NaOCl. De acordo com os resultados obtidos pelos autores, é possível concluir que a irrigação final com NaOCl 6% após o tratamento com EDTA 15% acelera a erosão dentinária .

Yamashita et al.⁷⁴, 2003, estudaram através de MEV a capacidade de limpeza da clorexidina como irrigante de canal radicular, comparando-a com outras soluções irrigadoras comumente utilizadas na terapia endodôntica. Para o experimento, 36 dentes humanos foram divididos da seguinte maneira: 1 - solução salina; 2 – solução de digluconato de clorexidina 2%; 3 – hipoclorito de sódio 2,5%; e 4 – hipoclorito de sódio 2,5% + EDTA. Através de análise em MEV, a limpeza dos terços cervical, médio e apical foram comparadas, para cada grupo estudado, e os valores atribuídos por escores foram levados à análise estatística. Os escores atribuídos foram: 0 = superfície livre de debris e resíduos, túbulos dentinários expostos totalmente abertos; 1= superfície radicular coberta por resíduos apenas na entrada dos túbulos dentinários, na maior parte da região analisada; 2= superfícies radiculares cobertas por resíduos, com túbulos visíveis apenas em poucas regiões; 3= superfície totalmente coberta por debris com túbulos dentinários abertos não visíveis. Quatro áreas de cada terço foram estudadas. Para um terço de cada espécime apenas um escore foi atribuído, correspondendo à média dos 4 escores obtidos. Os resultados mostraram que a associação do NaOCl 2,5% com EDTA promoveu a melhor limpeza, seguida pelo NaOCl 2,5% sozinho, com uma limpeza semelhante obtida pela clorexidina apenas no terço cervical. Os resultados alcançados pela clorexidina 2% e pela solução salina foram piores do que os outros dois grupos e semelhantes em todos os terços. Os terços cervical e médio apresentaram melhor limpeza em todos os grupos, enquanto os piores resultados foram obtidos no terço apical. Independente da solução utilizada não foi possível obter uma limpeza tão eficiente no terço apical, quando comparados aos terços médio e cervical. Dentre as soluções avaliadas, a clorexidina e a solução salina foram inferiores ao NaOCl sozinho ou associado ao EDTA.

Ari et al.³, 2004, compararam, *in vitro*, o efeito da clorexidina 0,2%, na microdureza e na rugosidade do canal dentinário

radicular, comparada a outras soluções irrigadoras normalmente utilizadas em endodontia. Noventa dentes anteriores extraídos tiveram suas coroas removidas na junção cimento-esmalte e as raízes separadas longitudinalmente em dois segmentos, embebidas em resina acrílica e polidas. Os 180 espécimes obtidos foram, em seguida, divididos entre 6 grupos de 30 dentes cada, de acordo com a solução irrigadora utilizada: grupo 1 – NaOCl 5,25% por 15 minutos; grupo 2 – NaOCl 2,5% por 15 minutos; grupo 3 – H₂O₂ 3% por 15 minutos; grupo 4 – EDTA 17% por 15 minutos; grupo 5 - gluconato de clorexidina 0,2% por 15 minutos; grupo 6 – água destilada (controle). Cada grupo foi então dividido em 2 subgrupos de 15 espécimes cada: 1a, 2a, 3a, 4a, 5a e 6a foram submetidas ao teste de microdureza Vickers; e 1b, 2b, 3b, 4b, 5b e 6b foram usadas para avaliar a rugosidade da dentina radicular. Os resultados obtidos mostraram que todas as soluções irrigadoras, exceto a clorexidina, diminuíram significativamente a microdureza do canal dentinário ($p < 0,05$). H₂O₂ 3% e clorexidina 0,2% não afetaram a rugosidade do canal dentinário ($p > 0,05$). De acordo com os resultados deste estudo, a clorexidina 0,2% pode ser uma solução irrigadora apropriada por não interferir na microdureza e a rugosidade do canal dentinário.

Okino et al.⁴³, 2004, estudaram a capacidade de dissolução da polpa em digluconato de clorexidina em solução aquosa e na forma de gel. Foram utilizadas polpas bovinas e os irrigantes testados foram: NaOCl nas concentrações de 0.5, 1 e 2.5%, solução de digluconato de clorexidina 2%; digluconato de clorexidina 2% na forma de gel (Natrosol); e água destilada como controle. Os fragmentos pulpares bovinos foram pesados e colocados em contato com 20ml de cada substância testada, em uma centrífuga a 150 r.p.m. até a total dissolução. A velocidade de dissolução foi calculada pela divisão do peso da polpa pelo tempo de dissolução. Os valores obtidos dessa divisão foram submetidos ao teste estatístico de Kruskal-Wallis para a obtenção dos resultados. A água destilada e ambas as soluções de clorexidina não

dissolveram o tecido pulpar dentro de 6 horas. A média de velocidade de dissolução para o NaOCl 0.5, 1 e 2.5% foram 0.31, 0.43 e 0.55 mg/min, respectivamente. A capacidade solvente da solução de clorexidina foi semelhante à da água. Houve diferenças estatisticamente significantes nos resultados das soluções de NaOCl, clorexidina e água destilada. Assim, é possível concluir que ambas as formas de clorexidina e a água destilada não possuem capacidade de dissolução do tecido pulpar, enquanto todas as soluções de NaOCl testadas foram eficientes na dissolução do tecido pulpar, com a velocidade de dissolução variando de acordo com a concentração da solução.

Silva et al.⁵⁹, 2004, realizaram um estudo histológico dos efeitos de algumas soluções irrigadoras sobre endotoxinas bacterianas em cães. O objetivo do trabalho foi avaliar histopatologicamente a efetividade do preparo biomecânico dos canais radiculares usando diferentes soluções irrigadoras em dentes de cães contaminados com LPS após a pulpectomia. Foram utilizados 120 canais radiculares de 6 cães e as soluções irrigadoras utilizadas foram testadas: solução salina fisiológica, NaOCl 1%, 2.5% e 5%, e clorexidina 2%. No grupo controle nenhuma irrigação foi realizada. Após 60 dias os animais foram sacrificados e os dentes fixados e desmineralizados. Em seguida algumas lâminas foram coradas com hematoxilina e eosina, e Tricômio de Mallory para análise histopatológica e Brown-Brenn para verificação de contaminação bacteriana. Os resultados obtidos mostraram que nenhuma das soluções utilizadas para irrigação dos canais com polpa necrosada e lesão periapical crônica inativaram o LPS bacteriano. Nenhuma diferença estatística foi encontrada na dentina, cemento, reabsorção óssea ou espessura do ligamento periodontal entre os grupos. Entretanto, infiltrados inflamatórios significativamente menores foram encontrados nos grupos do NaOCl 0,5% e clorexidina 2%, quando comparados aos demais grupos.

Vianna et al.⁷², 2004, investigaram *in vitro* a atividade antimicrobiana do gluconato de clorexidina gel e líquido nas

concentrações 0,2%, 1% e 2%, sobre patógenos endodônticos e compararam com os resultados encontrados para o NaOCl nas concentrações 0,5%, 1%, 2,5%, 4% e 5,25%. Um meio de cultura teste foi selecionado, e o tempo para os irrigantes matarem as células microbianas foi cronometrado para que os dados fossem, em seguida, analisados estatisticamente. Ambas as formas de clorexidina 2% (gel e líquido) eliminaram *Staphylococcus aureus* e *Cândida albicans* em 15 segundos, sendo que a formulação em gel matou *Enterococcus faecalis* em 1 minuto. Todos os irrigantes avaliados eliminaram *Porphyromonas endodontalis*, *Porphyromonas gingivalis* e *Prevotella intermedia* em 15 segundos. O tempo utilizado para clorexidina 1% e 2%, na forma líquida, para eliminar todos os microrganismos foi o mesmo utilizado pelo NaOCl 5,25%. A ação antimicrobiana está relacionada ao tipo, concentração e forma de apresentação dos irrigantes, assim como a susceptibilidade microbiana.

Carson et al.¹¹, 2005, compararam a atividade antimicrobiana de seis soluções irrigadoras sobre patógenos endodônticos primários. Foram comparados o NaOCl a 3% e 6%, o gluconato de clorexidina a 0,12% e 2% (CHX), e a doxyciclina 0,01% e 0,005% (Doxy) sobre quatro microrganismos associados à infecções endodônticas primárias. O teste de difusão em agar foi utilizado para medir a atividade antimicrobiana desses agentes irrigantes sobre *Peptostreptococcus micros*, *Prevotella intermedia*, *Streptococcus sanguis*, e *Lactobacillus acidophilus*. A concentração inibitória mínima foi obtida utilizando-se o método da macrodiluição. Para três dos quatro microrganismos, a ordem de efetividade antimicrobiana foi Doxy 0,01% > Doxy 0,005% > NaOCl 6% > NaOCl 3% > CHX 2% > CHX 0,12%. Para o *L. acidophilus*, a ordem de efetividade foi NaOCl 6% > NaOCl 3% > CHX 2% > Doxy 0,01% > Doxy 0,005% > CHX 0,12%. O NaOCl a 6% mostrou zonas de inibição significativamente maiores do que NaOCl a 3% para todos os patógenos testados.

Dametto et al.¹⁶, 2005, realizaram um estudo *in vitro* para

testar a atividade antimicrobiana do gel de clorexidina a 2% sobre *Enterococcus faecalis*, comparado a outros irrigantes utilizados em endodontia: clorexidina líquida 2% e hipoclorito de sódio 5,25%. Oitenta raízes de pré-molares inferiores humanos foram preparadas para a técnica de instrumentação seriada, autoclavadas e contaminadas por 7 dias com culturas puras de *E. faecalis*. As raízes foram então divididas entre 5 grupos de acordo com a solução irrigadora utilizada durante o preparo biomecânico. Para a avaliação da atividade antimicrobiana das soluções irrigadoras 3 amostras microbianas foram tomadas: inicial (antes do preparo biomecânico); pós-tratamento (imediatamente após o preparo biomecânico), e final (7 dias após o preparo biomecânico). As amostras microbiológicas foram contadas quanto às unidades formadoras de colônia. De acordo com os resultados, o preparo biomecânico e a irrigação com todas as substâncias testadas reduziram significativamente o número de bactérias nos canais radiculares. Os espécimes tratados com água destilada ou gel de natrosol também demonstraram redução significativa no número de bactérias do canal radicular, nenhuma diferença estatística foi encontrada entre os grupos 1, 2 e 3 ($p > 0,05$). No entanto, a redução bacteriana observada no grupo 3 (NaOCl 5,25%) não foi diferente estatisticamente se comparada ao grupo controle com água destilada, imediatamente após a instrumentação. A clorexidina gel 2% e a clorexidina líquida 2% reduziram significativamente as unidades formadoras de colônia do *E. faecalis* nas amostras do pós-tratamento e final. O NaOCl 5,25% também reduziu as unidades formadoras de colônia do *E. faecalis* imediatamente após a instrumentação dos canais, mas isso não foi observado na amostra final. No entanto, o gel de clorexidina 2% foi mais efetivo que o NaOCl 5,25% na diminuição das unidades formadoras de colônia do *E. faecalis* por 7 dias após o preparo biomecânico.

Hayashi et al.²⁶, 2005, estudaram o efeito da irrigação endodôntica na resistência ao cisalhamento de cimentos resinosos à dentina radicular. Doze incisivos humanos extraídos foram utilizados neste

estudo e tiveram suas coroas removidas na junção cimento-esmalte e as raízes seccionadas longitudinalmente em duas metades, sendo ambas as metades utilizadas no experimento. As superfícies internas das raízes foram lixadas com lixas de papel sob irrigação abundante para a obtenção de uma superfície plana e apenas os terços cervicais foram utilizados no experimento. Em seguida as raízes foram aleatoriamente distribuídas: 1- EDTA 17% por 60s; 2- EDTA 17% por 60s seguido por 10ml de NaOCl 5% por 15s; 3- 10ml de NaOCl 5% por 15s; 4- grupo controle, sem nenhum tipo de tratamento. Foram preparados 6 espécimes para cada grupo que após receberem os tratamentos foram desidratados, secos e metalizados com ouro-paládio para observação em MEV, sob aumento de 3500x.

Para o teste de cisalhamento também realizado neste mesmo estudo, 20 incisivos humanos foram selecionados e seccionados longitudinalmente da mesma forma que para a observação morfológica. Em seguida foram obtidos quatro blocos de dentina de aproximadamente 5x5 mm, da metade coronária de cada secção radicular, obtendo-se assim 80 espécimes que foram aleatoriamente divididos entre os quatro grupos de irrigantes estudados. Após o tratamento de irrigação endodôntica, fitas adesivas com aberturas circulares de 2mm de diâmetro foram coladas na superfície plana da dentina radicular, padronizando assim a área adesiva. Em seguida os grupos foram novamente subdivididos entre dois tipos de sistemas adesivos: Uni-Etche (Bisco), primer + adesivo; e One Step Plus (Bisco), sistema autocondicionante. Após a aplicação do adesivo, um bloco de resina de 3mm de diâmetro e 2mm de altura fabricados com uma resina dual (Bis-Core, Bisco), foi unido à dentina radicular com um cimento resinoso e fotopolimerizado por 40s. Dez espécimes foram preparados para combinação irrigante-sistema adesivo, e armazenados a 37°C, 100% de umidade por 24 hs. Os testes de cisalhamento foram realizados usando uma máquina de testes universal, sob velocidade de 0,5mm/min. Os valores obtidos no momento da fratura registrados pela máquina foram levados à análise estatística. Com o sistema adesivo de dois frascos, a

resistência ao cisalhamento no grupo do EDTA/NaOCl, nos quais foram observados túbulos abertos e penetração de tags de resina dentro dos túbulos dentinários, foi significativamente maior no que nos grupos do EDTA e controle. No entanto, com o sistema adesivo de frasco único, a resistência ao cisalhamento do grupo do EDTA foi significativamente menor do que nos grupos EDTA/NaOCl e controle. Portanto, os autores concluem que os efeitos da irrigação endodôntica na adesão de cimentos resinosos dependem do sistema adesivo utilizado. A desmineralização e a desproteinização facilitam a penetração dos tags de resina no interior dos túbulos e contribuem com o aumento da resistência com o uso de um sistema condicionante. Ao contrário, uma excessiva desmineralização causada pela irrigação endodôntica pode ser evitada quando se constrói uma interface resina-dentina tratadas com adesivos autocondicionantes.

Medici e Fröner³⁸, 2006, avaliaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), a efetividade dos irrigantes endodônticos na remoção da *smear layer* das paredes dos canais radiculares instrumentados. Foram utilizados no estudo os seguintes irrigantes endodônticos: solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1%; solução de NaOCl a 1% seguida por EDTAC a 17%; gel de clorexidina a 2% e gel de *Ricinus communis*. Após as instrumentações as raízes foram seccionadas e as amostras levadas à análise em MEV, com fotomicrografias obtidas dos terços médio e apical. As imagens obtidas foram avaliadas com o auxílio do software Fotoscore – versão 2.0, com os escores atribuídos de 1 (ausência de *smear layer* com os orifícios dos túbulos dentinários abertos) a 4 (orifícios dos túbulos dentinários completamente obliterados pela *smear layer*). Os dados foram submetidos à análise estatística. Os resultados indicaram que a associação do hipoclorito de sódio com o EDTAC removeu eficientemente a *smear layer* das paredes dentinárias, enquanto os demais irrigantes endodônticos avaliados não foram tão eficientes na limpeza dos canais. O teste de Wilcoxon mostrou que, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi

observada entre os terços médio e apical das raízes, independente da solução utilizada.

2.3 – Cimentos endodônticos resinosos

Leonard et al.³³, 1996, compararam o selamento apical e coronário obtido em canais radiculares obturados com adesivo dentinário e cimento resinoso a outras obturadas com cimento de ionômero de vidro. Cinquenta caninos humanos uniradiculados foram utilizados e suas coroas removidas e seus canais radiculares preparados e irrigados com solução de hipoclorito de sódio 5,25% a cada troca de instrumento. As raízes foram divididas em 2 grupos experimentais de 24 dentes cada, sendo os 2 dentes remanescentes utilizados como controle. O primeiro grupo (n=2) teve a *smear layer* removida pela aplicação de REDTA 17%, seguida pela irrigação com 10ml de NaOCl 5,25% e por fim 10ml de água deionizada. Os canais foram secos com pontas de papel e condicionados com ácido cítrico-férrico clorídrico ativador 10:3 por 10 segundos. Em seguida foram lavados com 10ml de água deionizada e secos para receberem o agente adesivo 4-META, espalhado nos canais com o auxílio de pontas de papel. A obturação foi então realizada com uma resina radiopaca, C & B Metabond (Parkell, Inc. Edgewood, NY, USA), misturada de acordo com as recomendações do fabricante e levadas ao interior dos canais com o auxílio de um condensador de número 35 acoplado à baixa rotação. No segundo grupo, a *smear layer* foi removida dos canais com REDTA 17% e NaOCl 5,25% como no grupo anterior, mas nenhum condicionador dentinário foi utilizado neste grupo. Os dentes foram então obturados pela técnica do cone único com guta-percha e cimento Ketac-Endo (3M ESPE, Germany), levado aos canais com o auxílio de lentulos de nº 40 em baixa rotação. Imersos em tinta nankin, por 90 dias, os espécimes foram

desmineralizados em ácido nítrico a 10% por 72hs, desidratados em concentrações ascendentes de álcoois e clareados em salicilato de metila. A análise estatística mostrou diferença estatisticamente significativa na infiltração entre os grupos comparados. A comparação entre as infiltrações coronárias mostrou maior discrepância entre os grupos, sendo que os dentes que receberam agente adesivo dentinário apresentaram melhor selamento do que aqueles obturados com cone único e cimento de ionômero de vidro. Dois espécimes foram observados em microscópio eletrônico de varredura para verificação da presença de camada híbrida, penetração de resina dentro dos túbulos dentinários, e presença de gaps de resina-dentina. Nenhuma diferença significativa foi encontrada no selamento apical e coronário entre os dois grupos.

Mannocci e Ferrari³⁶, 1998, compararam o selamento apical de raízes obturadas com guta-percha, cimento resinoso epóxi AH26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ) e dois tipos de agentes adesivos dentinários, ao selamento alcançado por um cimento resinoso e guta-percha sem agente adesivo dentinário. Trinta e dois dentes tiveram seus canais preparados e foram divididos em 3 grupos experimentais de 12 dentes cada. Grupo 1 – obturação com guta-percha, cimento resinoso AH26 e adesivo All-Bond 2 (Bisco, Inc., Schaumburg); Grupo 2 – obturação com guta percha, cimento resinoso AH26 e adesivo Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M ESPE, Germany) e; Grupo 3 – guta-percha e cimento resinoso AH26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ). Todos os espécimes foram obturados pela técnica da condensação lateral. Realizadas as obturações, os acessos coronários foram fechados com cimento Cavit (3M ESPE, Germany) e os dentes armazenados em solução salina a 37°C por 4 semanas e imersas em solução corante de azul de metileno (37°C, pH 7) por 48 horas. Com as raízes seccionadas longitudinalmente. O grupo 3 infiltrou significativamente mais do que os outros 2 grupos. O material mais freqüentemente observado nos ápices do grupo 1 foi o

adesivo dentinário, e no grupo 2 a guta-percha. A formação de camada híbrida foi visível nos grupos 1 e 2 quando examinados no microscópio eletrônico de varredura. Um contato íntimo entre resina e dentina foi observado em todas as regiões avaliadas, mas apenas ocasionalmente foi observada a penetração de adesivo nos túbulos dentinários.

Mannocci et al.³⁷, 1999, realizaram um estudo comparativo de infiltração de corante e estudo em MEV de raízes obturadas com Thermafill e agente adesivo dentinário com e sem o uso de hipoclorito de sódio como solução irrigadora. Foram utilizadas como controle raízes obturadas com Thermafill e cimento de óxido de zinco e eugenol. Trinta e dois pré-molares e raízes palatinas de primeiros molares extraídos por motivos periodontais foram selecionados para este estudo. As raízes foram divididas em 2 grupos experimentais de 12 dentes cada (grupos 1 e 2) e outro grupo de 10 dentes (grupo 3). As raízes de todos os grupos foram preparadas com a mesma técnica. Nos grupos 1 e 3 a irrigação foi realizada com 1ml de hipoclorito de sódio 2,5% a cada troca de instrumento. No grupo 2 os canais foram irrigados na mesma frequência de troca de solução com 1ml de solução salina. Ao término dos preparos todos os canais foram irrigados com 10ml de água deionizada e secos com pontas de papel e antes da obturação, a *smear layer* foi removida com solução de EDTA 17% por 1 minuto. Os dentes do grupo 1 foram obturados com Thermafill e agente adesivo dentinário All Bond 2 Primer A e B (Bisco, Inc., Schaumburg) usando hipoclorito de sódio como irrigante. Os dentes do grupo 2 foram obturados da mesma maneira, mas solução salina foi utilizada como irrigante. Os dentes do grupo 3 foram então obturados com Thermafill e cimento de óxido de zinco e eugenol. Terminadas as obturações, os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno 2%. As raízes dos grupos 1 e 2 infiltraram significativamente mais do que as raízes do grupo 3, mas nenhuma diferença estatística foi encontrada entre o grupo 1 e 2. Os espécimes levados para análise em microscopia eletrônica de varredura mostraram a

formação de camada híbrida. Um contato íntimo entre resina e dentina estava presente no grupo 2, mas a interface resina-dentina foi observada apenas ocasionalmente. Logo, de acordo com os resultados encontrados pelos autores, o uso de adesivo dentinário e a formação de camada híbrida não aumenta o selamento em canais obturados com o sistema Thermafill.

Lee et al.³², 2002, avaliaram *in vitro*, quatro classes de cimentos endodônticos quanto à sua capacidade de adesão à dentina e à guta-percha. Os cimentos avaliados foram: Kerr (cimento à base de óxido de zinco e eugenol); Sealapex (SybronEndo Corporation, Orange, CA), cimento à base de hidróxido de cálcio; AH26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ), cimento à base de resina epóxi; e Ketac-Endo (3M ESPE, Germany); cimento à base de ionômero de vidro. Superfícies planas de dentina ou de guta-percha foram criadas para receber cilindros de alumínio previamente fabricados e estabilizados sobre as superfícies com pequenas quantidades de cera. O interior dos cilindros foi preenchido com os cimentos. Após a presa dos cimentos, os espécimes foram armazenados em 100% de umidade por 24 horas e levados à uma máquina de ensaio universal para serem submetidos ao teste de tensão para avaliação da resistência adesiva. Os valores registrados pela máquina foram submetidos à análise estatística. Os resultados mostraram que as resistências adesivas à dentina foram: Kerr 0.13 ± 0.02 ; Sealapex 0.30 ± 0.08 ; Ketac-Endo 0.80 ± 0.24 ; AH26 2.06 ± 0.53 MPa. Os dois últimos cimentos foram significativamente diferentes dos dois primeiros e entre si mesmos. As forças de adesão à guta-percha foram: Ketac-Endo 0.19 ± 0.01 ; Sealapex 0.22 ± 0.01 ; Kerr 1.07 ± 0.19 ; AH26 2.93 ± 0.29 MPa. O cimento AH26 apresentou uma adesão significativamente maior à guta-percha quando comparada aos demais cimentos.

Tagger et al.⁶³, 2002, realizaram um estudo para medir a adesão de cimentos endodônticos à dentina. A proposta deste estudo foi

desenvolver um modelo efetivo e de fácil reprodução para este tipo de análise dos cimentos. Foram utilizados terceiros molares humanos extraídos, que tiveram 2mm de suas coroas removidas para exposição de superfícies planas de dentina. Quatro grupos de cimentos, num total de 10 marcas comerciais, foram avaliados: 1. Cimentos à base de óxido de zinco e eugenol: Roth root (Roth International Ltda) misturado com Roth Eugenol USP (Cimento de Grossman), CRCS (Hygienic, Akron), Pulp Canal Sealer (Kerr Corporation, Orange, CA); Bioseal (OGNA, Italy); 2. Cimentos resinosos epóxi: AH26 (Dentsply, Brasil); Sealer 26 (Dentsply, Brasil); 3. Salicilatos de resina: Sealapex (Kerr), Apexit (Vivadent, Liechtenstein); 4. Cimentos à base de ionômero de vidro: Ketac Endo (ESPE, Germany), Ketac Cem Aplicap (ESPE, Germany). A *smear layer* não foi removida. Em seguida, tubos de polietileno previamente fabricados e padronizados foram preenchidos com os diferentes cimentos e colocados em contato com a dentina, perpendicular à sua superfície. Após a presa dos cimentos, as amostras foram incubadas a 37°C por 72 horas, tendo sido confeccionadas dez amostras para cada cimento avaliado. Após este período os espécimes foram levados a uma máquina de ensaio universal para teste de resistência adesiva. As médias de resistência adesiva variaram de 0 a 4.9 MPa. A análise estatística (ANOVA e Tukey) confirmou que há uma diferença estatisticamente significativa entre a alta resistência obtida pelo AH 26 e o restante dos cimentos testados. Os outros 5 materiais avaliados não diferiram significativamente entre si.

Saleh et al.⁵¹, 2003, avaliaram a adesão de diferentes cimentos endodônticos através de análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV) e em espectroscopia de energia dispersiva (EDS). Foram utilizados neste estudo dentes humanos unirradiculados. Cilindros de dentina radicular de 4mm de diâmetro foram obtidos pelo corte no sentido vestibulo-lingual no ângulo à direita do longo eixo do dente. Os cilindros foram montados em suportes de metal e polidos com o ajuda de pontas abrasivas de silicone. Cilindros de guta-percha de 4mm de diâmetro foram

preparados pelo amolecimento por aquecimento do material. Semelhantemente às amostras de dentina, esses cilindros também foram montados em suportes de metal. Os espécimes dentinários foram aleatoriamente distribuídos em 4 grupos iguais e suas superfícies foram condicionadas com ácido fosfórico 37% por 30s, ácido cítrico 25% por 30s, EDTA 17% por 5 min, ou 10 ml de água destilada (controle). As superfícies condicionadas foram então lavadas com 10ml de água destilada e secas com ar por 5s. Cada grupo de espécime condicionado foi dividido em 6 grupos iguais de 4 amostras, de acordo com o tipo de cimento utilizado. Cinco tipos de diferentes composições químicas de cimento foram testados: Cimento de Grossman, Apexit (Ivoclar Vivadent AG, Liechesteinstein), Ketac-Endo (3M ESPE, Germany), AH Plus (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) e Roeko Seal auto-mistura (Wilcos do Brasil Indústria e Comércio Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), além de uma mistura primer-RoekoSeal auto-mistura. As superfícies de dentina e de guta-percha foram cobertas com uma fina camada de cimento e os cilindros imediatamente pressionados. Após a presa dos cimentos, os espécimes foram mantidos em estufa a 37°C e umidade relativa de 100%. Em seguida as amostras foram levadas a uma máquina de testes universal (Instron, UK), submetidas a teste de tensão. Os aspectos morfológicos das superfícies fraturadas foram analisados em MEV e EDS. O EDS elucidou perfeitamente os componentes de cada cimento. Alguns cimentos penetraram dentro dos túbulos dentinários quando a superfície dentinária foi previamente tratada com ácido. Estretanto, os tags remanescentes obliterando os túbulos permaneceram apenas em alguns momentos obliterando os túbulos dentinários (Cimento de Grossman, RoekoSeal auto-mistura com primer experimental e AH Plus/EDTA). Os resultados obtidos neste estudo mostraram que nem todos os cimentos penetraram dentro dos túbulos dentinários expostos e que a força adesiva não foi maior onde houve penetração nos túbulos. Assim, segundo conclusão dos autores, a penetração dos cimentos

endodônticos dentro dos túbulos dentinários quando a *smear layer* é removida não está associada a uma maior resistência adesiva.

Sevimay e Dalat⁵⁵, 2003, estudaram através de microscopia eletrônica de varredura, a penetração e adaptação de 3 diferentes cimentos endodônticos: AH 26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ), CRCS (Coltène Whaledent, Swistzerland) e RSA. Foram utilizados no experimento setenta dentes anteriores e superiores humanos recém extraídos, que tiveram suas coroas removidas na junção cimento-esmalte. Durante o preparo a cada troca de instrumento, 2ml de NaOCl 5,25% foi utilizado como solução irrigadora. Ao término dos preparos biomecânicos, os canais recebiam 10ml de EDTA 17% seguido por 10ml de NaOCl 5,25% para a remoção da *smear layer*. Os espécimes foram então divididos em 3 grupos de 5 raízes cada e 2 controles de acordo com o cimento endodôntico utilizado: Grupo 1 – AH 26 (De Trey, Switzerland); Grupo 2 – CRCS (Hygenic, Akro, USA); Grupo 3 – RSA (Roeko, Germany). Todos os canais foram obturados pela técnica da condensação lateral e os cimentos manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Em todos os grupos a guta-percha foi removida a 3 mm do limite coronário e as cavidades de acesso fechadas com cimento Cavit (ESPE, Germany). As raízes utilizadas como controle também foram obturadas e examinadas em MEV, no entanto a *smear layer* não foi removida. Todas as amostras, após a presa total dos cimentos, foram armazenadas em estufa a 37°C e 100% de umidade pelo período de uma semana sendo, em seguida, seccionadas longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual. A penetração de cimento dentro dos túbulos e a adaptação à dentina foram examinadas nos terços cervical, médio e apical, em aumentos de 1000x, 1500x e 2000x. A análise em MEV dos canais obturados com os 3 cimentos mostraram que a adaptação à dentina foi melhor coronariamente do que apicalmente. Os resultados mostraram que o AH 26 foi o cimento que melhor penetrou dentro dos túbulos e adaptou à dentina, quando comparado aos outros

dois cimentos avaliados. Tanto o CRCS quanto o RSA obliteraram os orifícios dos túbulos, mas o RSA mostrou-se inferior ao AH 26 e superior ao CRCS.

Testarelli et al.⁶⁸, 2003, avaliaram a espessura de filme obtida por 5 diferentes cimentos utilizados na obturação de canais radiculares: RSA (Roeko, Germany), Rocanal R4, N2, Bioseal e Acroseal (Septodont Brasil Ltda, SP, Brasil). O teste realizado foi o modelo preconizado pela ANSI/ADA, especificação número 57, para cimentos endodônticos. Todos os cimentos foram misturados de acordo com as especificações do fabricante e uma pequena quantidade colocada entre duas placas de vidro para serem em seguida submetidos a uma força constante aplicada verticalmente de 147N. Após 10 minutos, a espessura de cimento foi medida por um micrômetro acoplado a um estereomicroscópio. Os dados foram coletados e analisados estatisticamente. De acordo com os resultados obtidos o RSA e o Acroseal apresentaram os melhores resultados, diferindo estatisticamente dos demais cimentos avaliados. Os cimentos Bioseal e N2 apresentaram valores compatíveis com o uso clínico, enquanto Rocanal 4 apresentou valores maiores do que o mínimo preconizado pela ANSI/ADA.

Kardon et al.²⁸, 2004, estudaram a capacidade de selamento do EndoRez (Ultradent Products, Inc, USA) usando um modelo de filtrado fluido. Sessenta e quatro dentes unirradiculados tiveram suas coroas removidas, os canais radiculares preparados e as raízes divididas em 3 grupos: No grupo A, os canais foram obturados com EndoRez e um único cone de guta-percha, no grupo B com AH Plus (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) e um único cone de guta-percha, e o grupo C foi obturado com condensação vertical dos cones de guta-percha e cimento AH Plus. Todos os espécimes foram mantidos por 7 dias em 100% de umidade e 37°C. Os grupos foram comparados quanto às infiltrações usando um teste de qui-quadrado. A infiltração no grupo A foi significativamente maior do que nos outros dois grupos, sendo que

nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos B e C.

Shiper et al.⁵⁸, 2004, avaliaram a infiltração microbiana do *Streptococcus mutans* e do *Enterococcus faecalis* em raízes obturadas com um material obturador de canal à base de um polímero termoplástico sintético, usando duas técnicas durante um período de 30 dias. Cento e cinquenta e seis dentes tiveram suas coroas removidas, os canais preparados e as raízes divididas em 8 grupos. Os canais radiculares foram obturados pela técnica da condensação lateral com gutta-percha e cimento AH-26 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) (grupos 1 e 2) ou com gutta-percha e cimento Epiphany (Pentron Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA) (grupos 3 e 4). Os grupos 5 e 6 foram obturados com Resilon e Epiphany usando as técnicas de condensação vertical e lateral e, em seguida, foi colocado na câmara *S. mutans*, em contato com os canais obturados. Os grupos 7 e 8, respectivamente idênticos aos grupos 5 e 6, foram contaminados com *E. faecalis*. Os controles positivos foram obturados com Resilon (12 raízes) e gutta-percha (12 raízes) sem cimento e inoculados com bactérias, enquanto o controle negativo (12 raízes) foi selado com cera apenas. O Resilon mostrou mínima infiltração, significativamente menor que a gutta-percha que teve aproximadamente 80% dos espécimes infiltrados, com ambos os cimentos utilizados. Os resultados apontaram os grupos obturados com Resilon associado ao Epiphany superior aos grupos da gutta-percha. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos do Resilon usando *S. mutans* e *E. faecalis* (grupos 5-8). Entretanto, os grupos do Resilon com *E. faecalis* infiltraram antes dos grupos do Resilon com *S. mutans*.

Zmener e Pameijer⁷⁵, 2004, realizaram um estudo clínico e radiográfico de um cimento de canal radicular à base de resina (EndoRez – Ultradent Products, USA) em associação com a gutta-percha. Um estudo retrospectivo foi realizado com 180 pacientes que foram submetidos à terapia endodôntica, num total de 295 canais radiculares,

obturados pela técnica da condensação lateral e cimento endodôntico EndoRez. Todos os tratamentos foram realizados em sessão única e os canais preparados da mesma maneira, pela técnica coroa-ápice, comprimento de trabalho de 1 a 2 mm aquém do ápice e escalonamento com brocas de Gates Gliden de 1 a 3. Durante a instrumentação os canais eram irrigados com NaOCl 2,5% e finalizados com solução salina estéril. Terminados os preparos, todos os canais foram obturados e radiografados. Controles radiográficos foram realizados em retornos periódicos programados para 14-24 meses de pós-operatório. A porcentagem de sucesso após todo o período de avaliação foi de 91,3%. Em 110 dentes (75,7%) os canais foram adequadamente obturados, no comprimento de trabalho correto, em 6 casos (4,1%) a obturação ficou aquém do comprimento de trabalho ideal e, em 19 dentes (13,1%) ficou exatamente no nível do ápice radicular. O extravazamento de cimento ocorreu em 10 casos (6,9%). De um total de 55 dentes que apresentavam alteração periapical, 49 (89,1%) apresentavam reparo parcial ou total após 14-24 meses de avaliação. Após o período de avaliação, todos os pacientes apresentavam ausência de qualquer sintomatologia no elemento tratado. Treze casos (9%) foram julgados fracassados.

Bergmans et al.⁵, 2005, avaliaram o efeito da contração de polimerização na capacidade de selamento de cimentos resinosos de uso endodôntico. A proposta dos autores foi testar a hipótese de que a contração de polimerização, inerente a qualquer tipo de cimento, pode romper o contato inicial obtido entre o cone principal e a dentina ao seu redor, o que pode levar à infiltração dos canais radiculares. Para comprovar esta proposta, foram utilizados 20 raízes de dentes anteriores que foram, divididos em 4 grupos de 5 amostras cada. Os grupos 1 e 2 tiveram seus canais radiculares preenchidos com cimento resinoso hidrofílico (EndoRez – Ultradent Products, USA), que foi injetado e expandido com o auxílio de cones plásticos de taper 3% (Soft-Core plastic verifier, Soft-Core Dental Products, Denmark) e as raízes seccionadas

após a presa do material; o grupo 3 também foi preenchido com cimento Endo-Rez, da mesma forma que nos grupos 1 e 2, no entanto, o substrato dentinário foi dissolvido para em seguida as raízes serem seccionadas; o grupo 4 foi preenchido com um cimento resinoso hidrofóbico TopSeal (Dentsply, Switzerland), com o auxílio de lentulo e expandido como nos grupos anteriores (grupo controle). As superfícies seccionadas dos grupos 1 e 4, e os componentes resinosos do grupo 3 foram processados para análise em MEV. As superfícies seccionadas do grupo 2 foram observadas sucessivamente pelo meio convencional e condição de alto vácuo. As imagens obtidas da análise microscópica da interface resina-dentina dos grupos 1 e 2 mostraram a existência de zonas de interdifusão dentinária, logo o contato inicial entre o cone principal e a dentina circundante foi perdida. No grupo 3, *tags* resinosos estavam bem caracterizados. Falhas morfológicas idênticas foram também observadas na interface resina-dentina no grupo 4. Os autores concluem que apenas a existência de *tags* de resina não excluem a existência de zonas de interdifusão entre o cone principal e a dentina adjacente, o que confirma a proposta sugerida pelos mesmos.

Sevimay e Kalayci⁵⁶, 2005, avaliaram a capacidade de selamento apical e a adaptação à dentina de dois cimentos endodônticos resinosos. Foram utilizados neste estudo 55 dentes anteriores superiores, que tiveram suas coroas seccionadas. Todos os canais foram preparados e a irrigação renovada a cada troca de instrumento, com 1ml de solução de NaOCl 5,25%. Terminados os preparos, a *smear layer* foi removida com a irrigação de 10ml de EDTA 17% por 1 minuto, seguido por 10ml de NaOCl 5,25%. Finalmente os canais foram lavados com 3ml de água destilada e secos com cones de papel absorvente. As raízes foram então aleatoriamente divididas entre 2 grupos. No primeiro grupo foi utilizado o cimento AH Plus (Dentsply - Maillefer, Switzerland) como cimento e no segundo grupo foi utilizado o EndoRez (Ultradent Products, USA), sendo todos os canais obturados pela técnica de condensação lateral da guta-

percha. Os acessos foram vedados com cimento Cavit (ESPE, Germany) e todos os espécimes mantidos a 37°C e 100% de umidade por 72 horas. Vinte dentes de cada grupo foram usados para análise de infiltração apical e 5 reservados para avaliação em MEV. As raízes foram imersas em corante azul de metileno 2% por 7 dias, seccionadas longitudinalmente. Os resultados mostraram haver diferença estatisticamente significativa entre o AH Plus e o EndoRez ($p < 0,01$). A média de valores de infiltração obtida para o AH Plus foi de $2,87 \pm 0,43\text{mm}$, enquanto para o EndoRez foi de $4,54 \pm 0,36\text{mm}$. A análise em MEV mostrou para ambos os cimentos, melhor adaptação e penetração nos terços cervical e médio do que no terço apical dos canais avaliados, sendo que o AH Plus se adaptou melhor à dentina do que o EndoRez. Portanto, os autores concluem que o cimento AH Plus apresenta uma melhor adaptação à dentina do que o EndoRez.

Aptekar e Ginnan², 2006, realizaram uma análise comparativa da microinfiltração e do selamento de dois materiais obturadores: Resilon/Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, USA) e guta-percha. O sistema Resilon/Epiphany preconiza uma união quimicamente adesiva com a superfície interna da estrutura dentária, o que diminuiria a possibilidade de infiltração. Frente a isso, os autores propuseram-se a realizar um estudo comparativo entre este novo material obturador e a obturação convencional com guta-percha. Foram utilizados neste estudo 105 incisivos superiores humanos extraídos, que após serem limpos, foram divididos em 7 grupos. Os canais foram preparados e divididos entre 6 grupos com os sistemas rotatórios Race (FKG Dentaire, La Cheux – de Fonds, Suíça), Profile (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis - RJ, Brasil) e brocas de Gates Gliden usando a técnica coroa-ápice. A solução de NaOCl 2,5% foi utilizada como irrigante após cada troca de instrumento e o EndoGel (Jordco Inc., Beaverton, Ore.) também foi utilizado como lubrificante para os sistemas Race e Profile. Dos 6 grupos, 3 foram obturados com guta-percha e cimento Tubli-

Seal (Kerr Corp., Calif., USA) pela técnica de condensação lateral. Os outros 3 grupos foram obturados com sistema Resilon/Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, USA), pela mesma técnica dos grupos anteriores. Terminadas as obturações, todos os dentes tiveram suas porções coronárias restauradas com resina e, em seguida, foram incubados por 72 horas em solução salina a 37°C. Cada grupo foi então imerso em corante Blue ink a 37°C, por 10 dias, 1 mês ou 3 meses. Após os períodos de estudo de cada grupo, os dentes eram cortados em 3 secções, terço cervical, apical e médio, para verificação da presença ou ausência de infiltração. De acordo com os resultados obtidos pelos autores, o Resilon apresentou médias de infiltração significativamente menores nos 3 intervalos de tempo avaliados. Dois espécimes de cada grupo foram levados para análise em MEV. O Resilon/Epiphany mostrou selamento significativamente superior nos 3 períodos de incubação comparados com a guta-percha. Um completo selamento não foi observado em nenhuma das amostras obturadas com guta-percha. Os autores concluem que tanto na infiltração quanto na adaptação à dentina, o sistema Resilon/Epiphany é um bom material obturador.

Biggs et al.⁶, 2006, realizaram estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar a capacidade de selamento do sistema Resilon/Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, USA), comparando-o à obturação convencional realizada com guta-percha e dois cimentos: Roth (Roth's International Ltd, Chicago, IL) ou AH Plus (Dentsply, Germany), pelo método de filtração de fluido. Num total de 96 dentes unirradiculados humanos, foram 8 grupos de 12 dentes cada, que após a instrumentação foram separados aleatoriamente e divididos da seguinte forma: Grupo 1 – obturação realizada com Resilon/Epiphany; Grupo 2 – obturação realizada com guta-percha e cimento Roth, incubados a 37°C e umidade 100% por 3 semanas; Grupo 3 – Obturação com guta-percha e cimento Roth; Grupo 4 – obturação com Resilon/Epiphany usando cone único; Grupo 5 – obturação com cones de

Resilon sem o uso de primer e cimento (controle); Grupo 6 – obturação com guta-percha e cimento AH Plus; Grupo 7 – Semelhante ao grupo 6, mas incubado a 37°C e umidade 100% por 8 horas; Grupo 8 – Semelhante ao grupo 1 (Resilon/Epiphany) exceto nas superfícies externas que foram cobertas com três camadas de esmalte de unha antes do teste de fluido filtrado (controle negativo). As microinfiltrações foram medidas através do método de fluido filtrado e os resultados analisados pelo teste ANOVA 2 fatores, com o grupo sendo um fator e o tempo o outro. Houve diferenças significantes entre os grupos, mas nenhuma diferença foi encontrada entre os tempos. A infiltração no grupo 5 (Resilon sem cimento) foi significantemente maior do que todos os outros grupos. Conclui-se que o tempo não influenciou na infiltração e o sistema Resilon/Epiphany não foi superior à guta-percha/Roth ou à guta-percha/AH Plus no selamento dos canais radiculares.

Boillaguet et al.⁸, 2006, avaliaram a citotoxicidade dos cimentos AH Plus (Maillefer- Dentsply), Epiphany (Pentron), GuttaFlow (Coltene- Whaledent), que foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante e colocados em moldes de teflon (10x1mm). Para a realização do teste de citotoxicidade (método MTT), os espécimes foram colocados em contato com culturas de células e avaliados em dois intervalos de tempo subseqüentes (24 ou 72hs). Os materiais foram preparados em condições assépticas para limitar os riscos de contaminação biológica. Cinco microlitros de primer líquido de GuttaFlow e Epiphany foram adicionados diretamente na cultura. HEMA, etanol, água esterilizada e acetona foram utilizados como controle para este experimento. Para testar os materiais líquidos, as células foram plaqueadas a uma densidade de 15,000 células/cm² e incubadas por 24hs a 37°C em 5% de CO₂ por 24hs antes da colocação dos materiais, para permitir a inserção dos fibroblastos. Para os materiais sólidos, as células foram plaqueadas a 15,000 células/cm², em um recipiente contendo 1ml de meio. As células foram incubadas por 24hs e a resposta celular foi

mensurada. Após este intervalo, os espécimes foram removidos da cultura, lavados com solução salina estéril e imediatamente adicionadas à segunda cultura de células. A segunda cultura foi incubada por 48hs. A resposta celular foi estimada pela atividade da dehidrogenase succínica (SDH). Os dados obtidos pelas respostas celulares foram comparados estatisticamente. Para a acetona e o etanol, a atividade SDH foi deprimida por aproximadamente 10%, enquanto que o HEMA não polimerizado apresentou um alto efeito citotóxico após 24 e 72hs de exposição (95% de redução na atividade SDH). Após 24hs, o GuttaFlow primer foi pouco tóxico mas a atividade SDH aumentou para aproximadamente 50% após 72hs. O Epiphany foi altamente citotóxico tanto em 24 quanto em 72hs (95% de redução da atividade SDH). Os resultados mostraram que a citotoxicidade dos materiais aumenta com o tempo. Após 72hs, o GuttaFlow foi significativamente menos tóxico do que o AH Plus, cimento Epiphany e Resilon.

Epley et al.¹⁹, 2006, realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de comparar a obturação obtida por um novo material obturador à base de resina àquela conseguida pela guta-percha convencional. Foram usadas 80 raízes palatinas de molares superiores ou distais de molares inferiores. Todos os dentes tiveram suas coroas removidas e os canais radiculares preparados com o sistema rotatório ProTaper NiTi (Densply), sendo os canais irrigados com 1ml de NaOCl 2,5% a cada troca de lima. O diâmetro apical foi padronizado em #40 taper 0.4. Terminados os preparos, os canais receberam EDTA 17% seguido por irrigação com 3ml de água deionizada estéril e secagem com cones de papel. As 80 raízes foram divididas em 4 grupos de 20 dentes cada, de acordo com o método de obturação utilizado. No grupo 1, os 20 dentes foram obturados com guta-percha e cimento Roth (Roth International LTD, Chicago, IL), pela técnica da condensação lateral. O excesso de guta-percha foi removido com System B (Sybron Dental Specialites, Glendora, CA) e o remanescente da guta-percha foi condensado verticalmente. O grupo 2 foi

obturado da mesma maneira descrita no grupo 1, no entanto, o cimento Roth foi reaplicado e o espaço remanescente foi preenchido com guta-percha plastificada pelo sistema Obtura II e, por fim, condensada verticalmente. O grupo 3 foi obturado com cones de Resilon e cimento Epiphany, pela técnica da condensação lateral. O excesso de cones foi removido com o uso do System B, e condensado verticalmente. O grupo 4 foi obturado com cones de Resilon e a mesma seqüência utilizada no grupo 2. Os grupos foram armazenados por 2 semanas a 37°C e, após esse período, os espécimes foram cortados horizontalmente a 1mm do ápice, a 3mm do ápice e a 5mm do ápice. Cada secção foi fotografada digitalmente com o uso de um estereomicroscópio e aumento de 75.5x. As imagens foram transferidas para um computador e um software BioQuant (R & M Biometrics, Nashville, TN) foi utilizado para mensurar a área de superfície obturada com cada técnica e a área que ficou desprovida de material obturador. As superfícies que ficaram sem material obturador, para cada material, foram calculadas e analisadas estatisticamente. A 1mm do ápice nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos; a 3mm, a condensação lateral com guta-percha e cimento Roth apresentou significativamente mais espaços vazios do que demais grupos e; a 5mm nenhuma diferença foi encontrada entre os materiais ou entre as técnicas obturadoras. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos 2, 3 e 4 a qualquer nível de corte.

Souza et al.⁶¹, 2006, compararam a biocompatibilidade intraóssea de 3 cimentos de uso endodôntico: AH Plus (Dentsply, Germany), EndoRez (Ultradent Products, South Jordan, UT) e Epiphany (Pentron Clinical Technologies, CT). Todos os materiais foram manipulados de acordo com as recomendações do fabricante para uso clínico, e inseridos dentro de tubos de Teflon (Politetrafluoretano, DuPont, Sweden), tomando os devidos cuidados para evitar a formação de bolhas. Os implantes intraósseos foram realizados nas mandíbulas de 30 porcos da Índia previamente selecionados, sendo que cada animal recebeu 2

implantes de cada material. Dez espécimes foram usados para cada material e período de observação. As observações foram realizadas após 4 e 12 semanas, quando as cobaias foram sacrificadas. Para observação de colágeno e de contaminação bacteriana foram utilizados o Tricômio de Masson e a técnica de Brown e Breen. Após análise em ambos os períodos, a reação tecidual inflamatória foi considerada severa para o EndoRez. No grupo do AH Plus, as reações foram de severa a moderada, enquanto uma compatibilidade biológica foi observada para o cimento Epiphany, com neoformação óssea e reação inflamatória leve. De acordo com os resultados alcançados, o cimento Epiphany foi o único material que apresentou biocompatibilidade intraóssea nos dois períodos avaliados.

Ungor et al.⁶⁹, 2006, avaliaram a resistência adesiva à compressão do sistema Resilon/Epiphany (Pentron Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA) comparado com diferentes combinações de Epiphany, Resilon, AH Plus (Dentsply Maillefer, Germany) e guta-percha. Um total de 65 dentes humanos unirradiculados foram utilizados neste estudo. A instrumentação dos canais foi realizada padronizadamente com o auxílio do sistema rotatório ProTaper (Dentsply Maillefer, Germany) e irrigação com 15ml de NaOCl 1,25% a cada troca de instrumento. Ao término dos preparos, a *smear layer* foi removida com 5ml de solução de EDTA 17%. Os canais foram então obturados com diferentes combinações de cones e cimentos, usando a técnica da condensação lateral. Os grupos foram divididos da seguinte forma: Grupo 1 – AH Plus + guta-percha; Grupo 2 – AH Plus + Resilon; Grupo 3 – Epiphany + Resilon; Grupo 4 – Epiphany + guta-percha; Grupo 5 (controle) – guta-percha apenas. Cilindros de dentina de 1.13 (0.06)mm de extensão, obtidos das coroas previamente seccionadas, foram cimentados sobre o material obturador das raízes obturadas e submetidos à força de compressão em uma máquina de ensaio universal (Bencor-Multi T, Danville, CA, USA) a uma velocidade de 1mm/min, até o momento da fratura. Os valores

obtidos no momento da fratura foram registrados pela máquina (MPa) e levados à análise estatística de comparação múltipla de Tukey. Os resultados revelaram que o grupo 4 (Epiphany + guta-percha) apresentou resistência à compressão significativamente maior do que todos os outros grupos, o grupo 1 (AH Plus + guta-percha) foi significativamente melhor do que o grupo 2 (AH Plus + Resilon); e o grupo 5 (controle) apresentou a pior resistência adesiva. Os autores concluem que a combinação Epiphany-Resilon (grupo 3) não superou a combinação AH Plus- guta-percha.

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo propõe:

- Avaliar, por microscopia eletrônica de varredura (MEV), nos terços cervical, médio e apical, a limpeza das paredes dos canais radiculares após preparo biomecânico com NaOCl 2,5%, solução salina fisiológica e clorexidina gel 2%, associados ao EDTA, e de um gel de EDTA e peróxido de hidrogênio, associado ao NaOCl.
- Realizar estudo complementar e ilustrativo da penetração de dois cimentos obturadores nos túbulos dentinários após a obturação.

4 MATERIAL E MÉTODO

Para este estudo foram utilizados 48 dentes unirradiculados humanos, recentemente extraídos da clínica de cirurgia da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP, por motivos ortodônticos e/ou periodontais. [Projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Local, protocolo nº 042/07-PH/CEP (Anexos A e B)]. Após a exodontia os dentes foram limpos, mantidos em solução salina fisiológica (Glicolabor Indústria Farmacêutica Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil) e congelados até o momento de sua utilização. Todos os dentes tiveram suas coroas removidas com o auxílio de discos de diamante dupla face (Microdont Micro Usinagem de Precisão Ltda, São Paulo, Brasil) para a obtenção de remanescentes radiculares de $15 \pm 0,5$ mm (Figura 1). Os espécimes foram selecionados de acordo com o diâmetro anatômico (DA) dos canais radiculares. Para isto, foi inserido no canal um instrumento tipo K até o mesmo ser visualizado no forame apical. Foram utilizadas raízes cujo diâmetro foraminal foi correspondente às limas K números 15 a 25. Para melhor padronização, as raízes foram distribuídas uniformemente nos grupos de acordo com os diâmetros, sendo que todos os grupos tiveram quantidades semelhantes de raízes com diâmetros apicais correspondentes aos instrumentos nº 15, 20 e 25.

Inicialmente, todos os canais foram sobreinstrumentados 0,5mm com o instrumento correspondente ao diâmetro foraminal e após, os forames foram vedados com resina composta Z100 (3M do Brasil® Ltda, Campinas, SP, Brasil) a fim de impedir o extravazamento da solução irrigadora via forame, durante o preparo do canal radicular.



FIGURA 1 – Secção da coroa dos dentes.

Todos os canais radiculares foram instrumentados 1mm aquém do comprimento total (14mm) até o instrumento K nº 40 (Dentsply/Maillefer Instruments SA, Ballaigues, Swistzerland) e escalonados com brocas de Gates-Glidden números 2 e 3 (Dentsply/Maillefer Instruments SA, Ballaigues, Swistzerland), até 13mm, 12mm e 11mm, respectivamente. Para a instrumentação, os dentes foram divididos em quatro grupos de 12 dentes cada de acordo com a substância química e solução irrigadora utilizadas (Quadro 1).

Quadro 1- Divisão dos grupos de acordo com as soluções irrigadoras e substâncias químicas auxiliares ao preparo biomecânico.

	G1 (n=12)	G2 (n=12)	G3 (n=12)	G4 (n=12)
Solução / substância utilizada durante o PBM	NaOCl 2,5%	CLX 2% + Soro	Canal Mais + NaOCl 2,5%	Soro
Penúltima Irrigação	EDTA 17% 3 min	EDTA 17% 3 min	_____	EDTA 17% 3 min
Última Irrigação	NaOCl 2,5%	Soro	NaOCl 2,5%	Soro

Grupo 1 - Hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5% (Byofórmula Farmácia de Manipulação, São José dos Campos, SP, Brasil) - penúltima irrigação com 0,5ml de EDTA 17% (Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil) por 3 minutos; irrigação final com 3ml de NaOCl 2,5%.

Grupo 2 - Clorexidina 2% em gel de natrosol 0,8% (CLX) (Byofórmula Farmácia de Manipulação, São José dos Campos, SP, Brasil) (Figura 2A), alternada com irrigações com soro fisiológico estéril – penúltima irrigação com 0,5ml de EDTA 17% (Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil) por 3 minutos; irrigação final com

3ml de soro fisiológico estéril.

Grupo 3 – Canal + (Septodont Brasil Ltda, Barueri, SP, Brasil) (Figura 2B) alternado com NaOCl 2,5% (Byofórmula Farmácia de Manipulação, São José dos Campos, SP, Brasil); irrigação final com NaOCl 2,5%.

Grupo 4- Controle – Preparo biomecânico com solução salina fisiológica estéril (Glicolabor Indústria Farmacêutica Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil) – penúltima irrigação com 0,5ml de EDTA 17% (Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil) por 3 minutos; irrigação final com 3ml de solução salina fisiológica estéril.

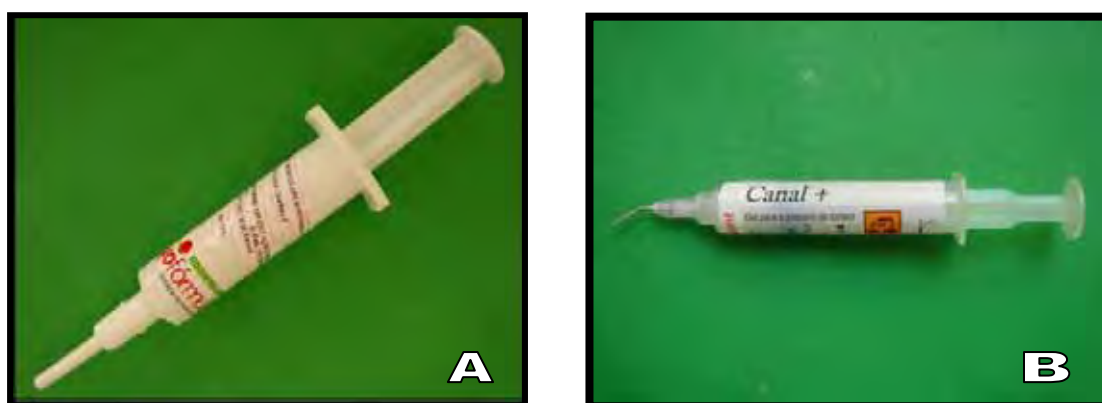


FIGURA 2- Substâncias químicas auxiliares utilizadas durante o preparo biomecânico: A – clorexidina 2% em gel de natrosol 0,8%; B– Canal + (Septodont Brasil Ltda, SP, Brasil): gel composto por peróxido de hidrogênio associado ao EDTA.

Terminado o preparo dos canais radiculares, oito espécimes de cada grupo foram seccionados longitudinalmente para análise, em microscopia eletrônica de varredura (MEV), da limpeza das paredes do canal radicular. Para isso, foram realizados dois sulcos, nas faces vestibular e lingual das raízes, com o auxílio de discos de diamante dupla face (Microdont Micro Usinagem de Precisão Ltda, São Paulo,

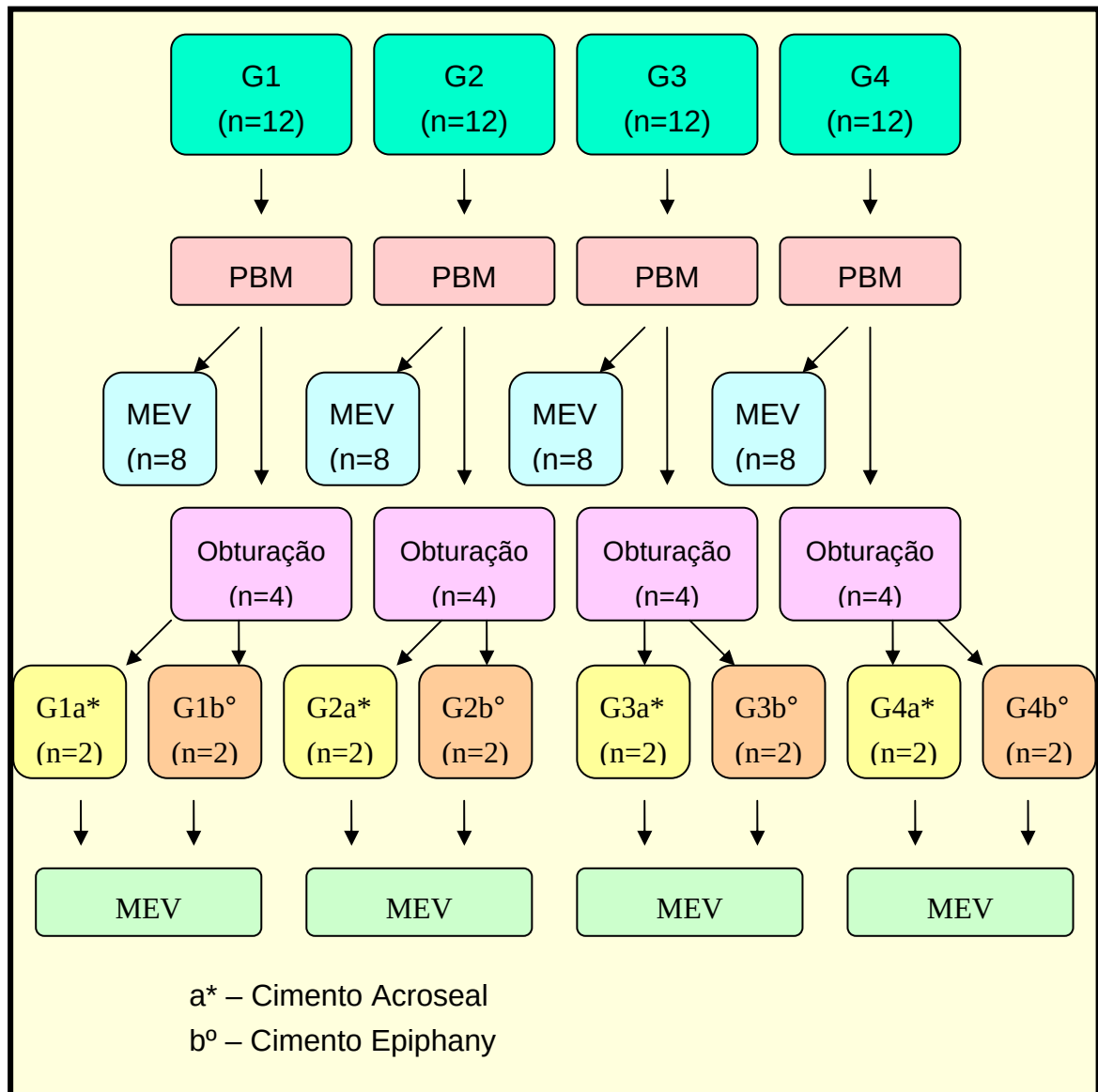
Brasil) (Figura 3), tomando-se o cuidado para não atingir o canal radicular. Em seguida, as raízes foram lavadas externamente com EDTA e sôro e, após, com um cinzel, foi realizada a clivagem dos dentes em duas metades (mesial e distal), que foram levadas para análise em MEV.



FIGURA 3 – Confecção de sulcos nas faces vestibular e lingual das raízes após o preparo biomecânico.

Os 4 dentes remanescentes de cada grupo tiveram seus canais obturados, pela técnica da condensação lateral com cones de guta-percha e cimento endodôntico. Para isto foram subdivididos em sub-grupos de acordo com o cimento obturador a ser utilizado (Quadro 2). Os cimentos obturadores utilizados foram Acroseal (Septodont Brasil Ltda, SP, Brasil) (Figura 6A) e cimento Epiphany (Pentron Technologies, LLC, Wallingford, CT, USA) (Figura 7A), cujas composições são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 2 – Divisão dos grupos e subgrupos.



Quadro 3 – Composição química dos cimentos obturadores utilizados.

Acroseal®	Epiphany®
Base: - Ácido Glicirrético (Enoxolona); - Metenamina; - Excipiente radiopaco (Subcarbonato de Bismuto, Colofane, Óleo de parafina e Terebintina).	-Mistura de resinas: UDMA, PEGDMA, EBPADMA & BISGMA; -Barioborosilicato de vidro silanizado (com pequenas porções de óxido de alumínio); -Sulfato de Bário; -Sílica; -Hidróxido de Cálcio; -Óxido de bismuto com aminas; -Peróxido; -Fotoiniciadores de polimerização; -Estabilizadores; -Pigmentos.
Catalisador: -Hidróxido de cálcio; -Diglicidileter de Bifenol A; -Excipiente radiopaco (subcarbonato de bismuto e pigmento amarelo 10).	

4.1 Limpeza promovida pelo preparo do canal: análise por MEV

Para o preparo dos espécimes para MEV, as metades selecionadas foram fixadas em glutaraldeído a 2,5%, tamponado em Cacodilato de Sódio a 0,1M e pH 7,4 por 12 horas a 4°C. Após foram lavadas em glutaraldeído 2,5% tamponado em cacodilato de sódio a 0,2M e pH 7,4 por uma hora, com três trocas, imersas em água destilada por um minuto e em seguida desidratadas. Para desidratação, foram usadas séries ascendentes de etanol, 25%, 50%, 75% (20 minutos cada), 95% (30 minutos) e 100% (60 minutos). Em seguida os espécimes foram

imersos em hexamethyldesilazane por 10 minutos para desidratação completa e colocadas em papel filtro, até a secagem completa (48 horas). Na sequência, as raízes foram fixadas em *stubs* metálicos, através de fita carbono condutor e cola prata e levadas à metalizadora (Desk II, Denton Vacuum, JEOL Ltda, Tokyo, Japão) para aplicação de ouro nos espécimes (Figura 4).

A comprovação da limpeza das paredes radiculares foi realizada pela verificação da presença ou não de *smear layer* observada em microscópio eletrônico de varredura (JEOL – JSM-T330A, Jeol Ltda, Tokyo, Japão) (Figura 7) nos terços cervical, médio e apical. Áreas representativas de cada terço radicular analisado foram selecionadas e fotografadas nos aumentos de 500X e 2000X. Após, as imagens obtidas, referentes ao aumento de 2000X, foram transferidas para o *Paint*, editor de imagens padrão do Windows, que permitiu a contagem dos túbulos dentinários abertos e fechados. Os dados relativos à porcentagem de túbulos abertos, por mm^2 , foram submetidos à análise estatística. As variáveis experimentais em estudo foram as soluções irrigadoras (G1, G2, G3 e G4) e os terços da raiz (cervical, médio e apical), tendo como resposta o percentual de túbulos abertos obtido das imagens fotografadas da análise por MEV.

A amostra foi constituída de quatro grupos de oito raízes cada, num total de 32 raízes, sendo que de cada raiz foram obtidas três imagens referentes aos terços radiculares (cervical, médio e apical). Para estatística exige-se que o conjunto total amostrado seja superior a 30 dados (Teorema do limite central), para que a hipótese de normalidade e continuidade entre os dados seja utilizada.

Neste caso, pode-se utilizar como método de comparação de variabilidade entre os grupos o teste ANOVA – Análise de Variância. O nível de significância adotado foi de 5% para rejeição da hipótese de desigualdade entre os grupos, o que equivale afirmar que

quando o p-nível (probabilidade de igualdade entre os grupos) for menor que 5% pode-se rejeitar a hipótese básica de igualdade. A probabilidade de erro nas afirmações concluídas pela inferência também foi de 5%, o que garante uma confiança de 95% na conclusão final.

O estudo do efeito interação foi conduzido por meio do gráfico de médias e do teste de comparação múltipla de Tukey. O nível de significância escolhido foi o valor convencional de 5%.



FIGURA 4 – Metalizadora utilizada para aplicação de ouro nos espécimes (Desk II, Denton Vacuum, JEOL Ltda, Tokyo, Japão).



FIGURA 5 – Microscópio Eletrônico de Varredura (JEOL – JSM- T330A, Jeol Ltda, Tokyo, Japão).

4.2 Obturação dos canais radiculares e análise por MEV

Para espatular o cimento Acroseal (Figura 6A) foram proporcionadas partes iguais da pasta base e catalisadora, que foram manipuladas até obter-se uma mistura homogênea (Figuras 6B e 6C).

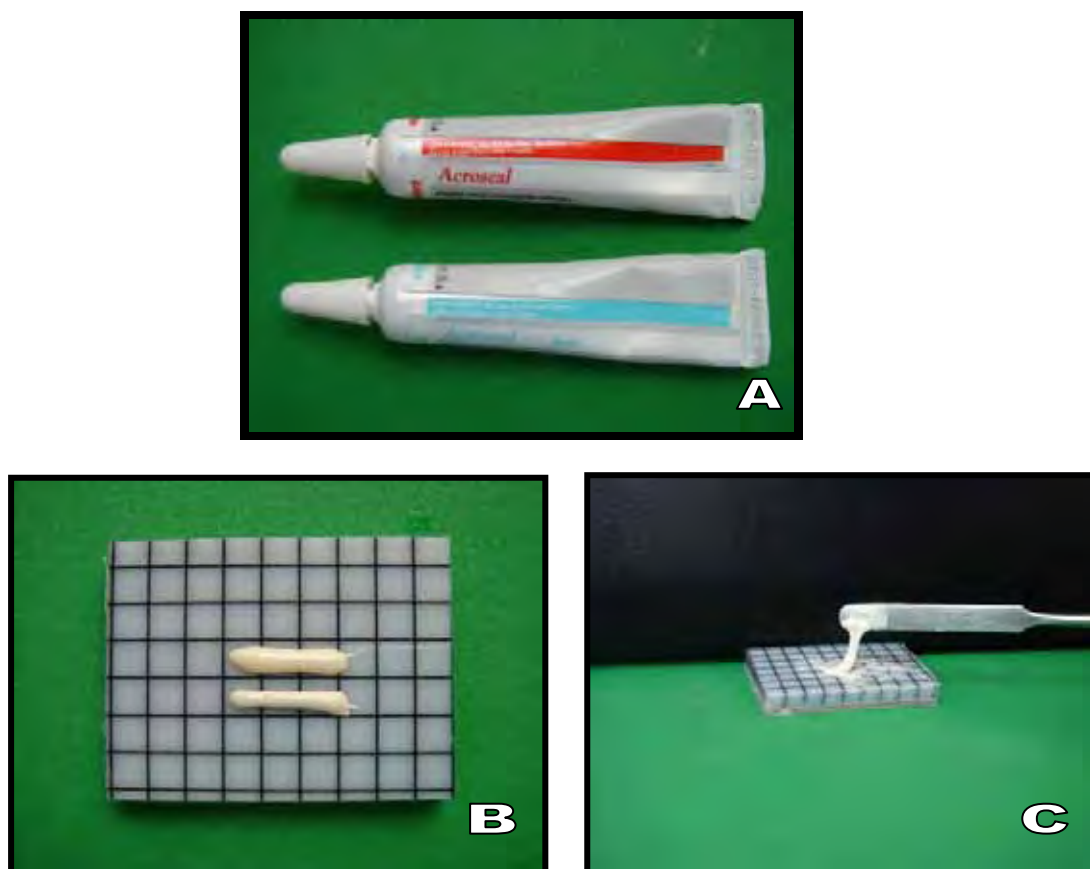


FIGURA 6 – Cimento endodôntico Acroseal (Septodont Brasil Ltda, SP, Brasil): A – Apresentação do cimento. B - Proporção das pastas base e catalisadora. C - Espatulação do cimento.

O sistema Epiphany (Figura 7A) é composto por um adesivo autocondicionante, duas pastas acondicionadas numa seringa de auto-mistura (Figura 7B) e uma resina fluida denominada “Thinning Resin”

(Figura 7C), aplicada ao cimento com a finalidade de melhorar a fluidez.

Antes de levar o cimento ao canal, foi aplicado o adesivo autocondicionante do sistema Epiphany. Para isto, este material foi acondicionado em seringa de insulina e levado ao interior do canal até preenchê-lo e agitado no interior do canal com auxílio de uma lima K30. Com a ajuda de cones de papel de número 40 (Tanari, Tanariman Industrial Ltda, AM, Brasil), o excesso de adesivo foi removido.

O cimento Epiphany recebeu a resina fluida (Thinning resin) e foi espatulado até a obtenção do “ponto de fio” (Figura 7D).

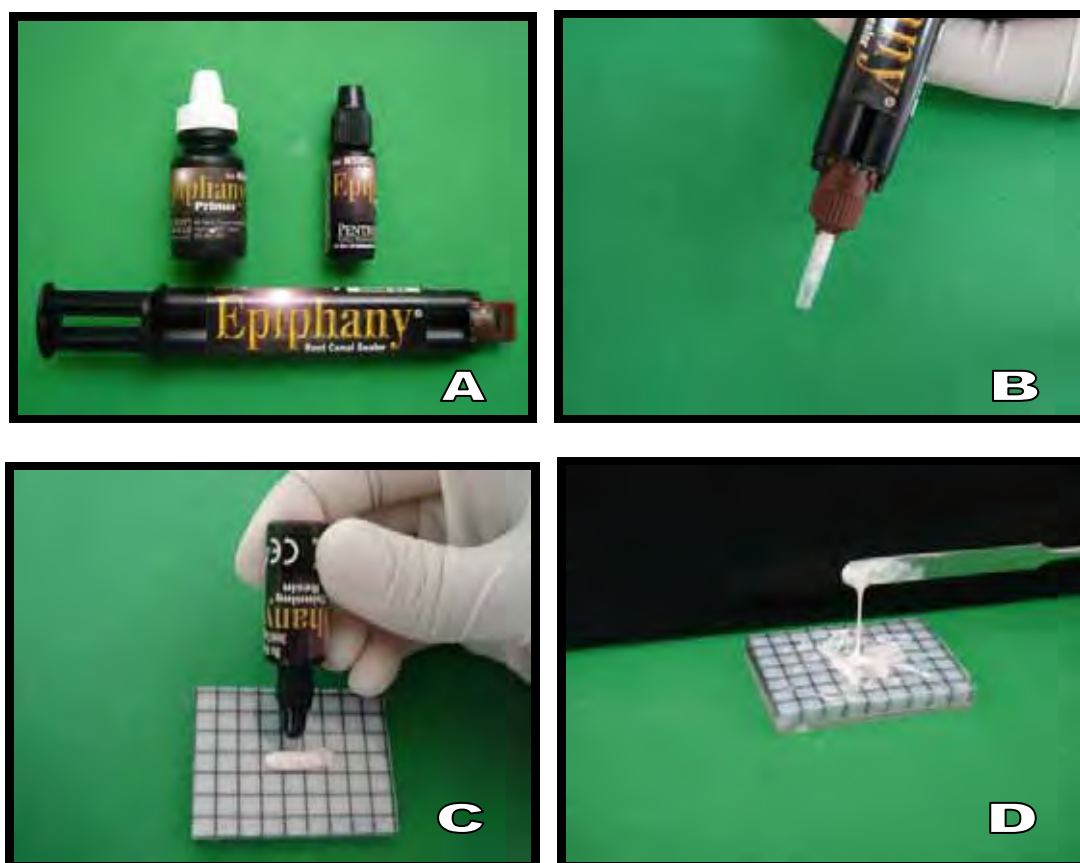


FIGURA 7 – Cimento Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA): A – Apresentação: cimento, adesivo e resina fluida; B - Processo de auto-mistura; C - aplicação da resina fluida (Thinning Resin); D – Espatulação (ponto de fio).

Para obturação, os cones principais de guta-percha (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) foram selecionados acompanhando o diâmetro cirúrgico obtido no preparo biomecânico. Em seguida foram levados ao canal com o cimento obturador espalhando o cimento por todas as paredes do canal. A condensação lateral foi realizada com cones secundários de guta-percha (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) com auxílio de espaçador compatível com uma LK nº 30, (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) até obter-se o preenchimento em lateralidade dos canais radiculares, o que foi confirmado com tomadas radiográficas no sentido mésio-distal. O corte dos cones de guta-percha foi realizado com a ajuda de um condensador endodôntico aquecido (SS White Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), na altura do limite cervical e, com outro condensador endodôntico frio, procedeu-se à condensação vertical da guta-percha, seguida pela limpeza dos acessos cervicais com álcool 70.

Após a obturação, as raízes foram mantidas em estufa a 37°C e umidade relativa 100% por 24 horas. Em seguida, todas as raízes obturadas foram seccionadas longitudinalmente, no sentido V-L. Para isto, com auxílio de um disco de diamante dupla face, realizou-se um sulco vestibular e outro lingual tomando-se o cuidado para não atingir o canal radicular obturado. Para a separação das metades foi realizada a clivagem das raízes com auxílio de um cinzel. A metade contendo a guta-percha (Figura 8) foi submetida ao tratamento para avaliação por MEV.



FIGURA 8 – Raiz seccionada longitudinalmente, após a obturação.

Para análise por MEV, realizou-se a fixação dos espécimes em glutaraldeído a 2,5% em tampão de Cacodilato de Sódio a 0,1M e pH 7,4 por 12 horas a 4°C. Os demais procedimentos de desidratação, secagem e metalização foram semelhantes aos descritos para análise da limpeza dos canais radiculares (Item 4.1).

A verificação da penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários foi analisada através das fotomicrografias obtidas em MEV. Nesta avaliação foi realizada a análise da interface entre o material obturador e as paredes dentinárias procurando-se verificar a adaptação do material à estrutura dentária, a penetração do cimento obturador nos túbulos dentinários e a possível formação de “tags”. Áreas representativas dos grupos foram fotografadas no aumento de 1000X. Estas avaliações foram apenas qualitativas.

5 RESULTADOS

5.1 Limpeza promovida pelo preparo do canal

A estatística descritiva da limpeza dos canais radiculares, de acordo com a porcentagem do número total de túbulos abertos, encontrada nas imagens obtidas em MEV, estão expressas na Tabela 1; e do número de túbulos abertos de acordo com a região avaliada, na Tabela 2.

Tabela 1- Média e desvio-padrão (DP) do total de túbulos abertos dos 4 grupos avaliados.

Grupos	N	Média	DP
G1: %NaOCl+EDTA	24	92,53	4,79
G2: %CLX+EDTA	24	64,68	22,46
G3: %CANAL +	24	94,96	4,18
G4: %Soro+EDTA	24	70.55	10,98

Tabela 2 – Média e desvio-padrão de túbulos abertos dos terços radiculares avaliados.

Terço radicular	N	Média	DP
Cervical	32	84,41	14,11
Médio	32	82,48	16,53
Apical	32	75,15	22,73

Os valores obtidos para média e desvio-padrão, dentro do terço radicular avaliado para cada grupo, estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3 – Estatística descritiva dos 4 grupos em cada terço radicular analisado (n=8).

Grupos Terços	G1:NaOCl+ EDTA		G2: Clx + EDTA		G3: Canal Mais		G4: Soro + EDTA	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Cervical	94,32	5,10	72,31	11,13	97,39	2,71	73,64	10,93
Médio	92,96	4,49	71,04	21,57	95,09	4,22	70,82	9,71
Apical	90,31	4,48	50,70	27,06	92,41	4,26	67,19	12,58

As figuras 9 e 10 ilustram graficamente o percentual de túbulos dentinários abertos após o uso das diferentes soluções irrigadoras ou substâncias químicas auxiliares.

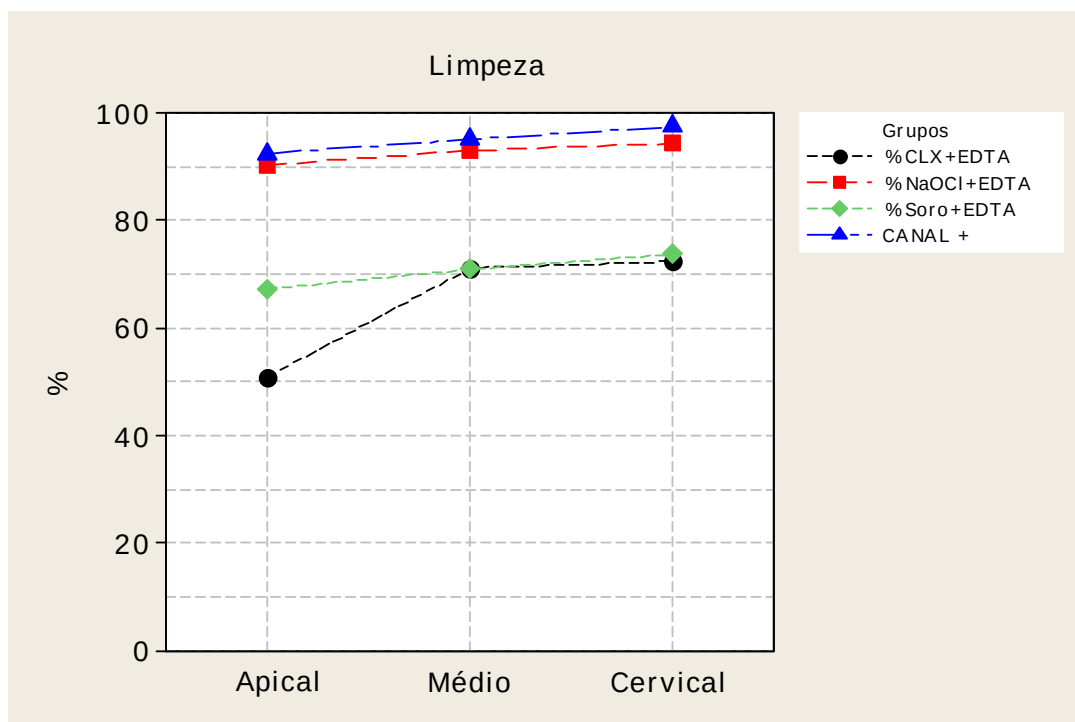


FIGURA 9- Representação gráfica das médias referentes ao percentual de túbulos dentinários abertos após a utilização das quatro soluções irrigadoras e substâncias químicas auxiliares.

É possível observar melhor capacidade de limpeza das soluções no terço cervical e pior no terço apical, para todas as soluções estudadas.

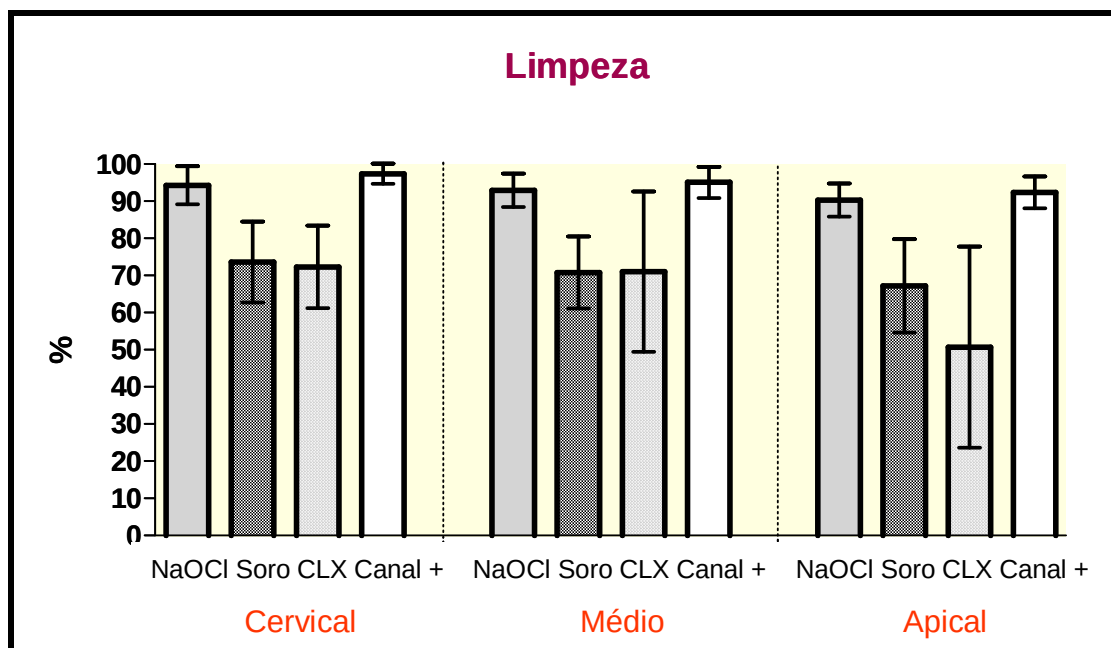


FIGURA 10: Representação gráfica das médias e desvio padrão do percentual de túbulos dentinários abertos obtidos em cada terço radicular de cada grupo.

Aplicando-se o teste de análise de variância (ANOVA) dois fatores (soluções e terços radiculares), é possível observar na Tabela 4 que tanto para grupos quanto para os terços radiculares avaliados, o valor de p foi menor que 0,05, o que confirma a existência de desigualdade.

Tabela 4 – ANOVA de medidas repetidas para os dados obtidos

Efeito	gl	SQ	QM	F	p
Grupos	3	1,68776	0,56259	35,84	0,0001*
Resíduo I	28	0,43947	0,01570		
Terços	2	0,15276	0,07638	5,20	0,0085*
Interação	6	0,11587	0,01931	1,32	0,2657
Resíduo II	56	0,82233	0,01468		
Total	95	3,21819			

* $p < 0,05$

Ao aplicar o Teste de Tukey para confirmar e localizar as diferenças estatísticas entre os grupos (Tabela 5), foi possível observar que os grupos 1 (NaOCl 2,5% + EDTA) e 3 (Canal +) diferem estatisticamente dos grupos 2 (Clorexidina gel 2% + EDTA) e 4 (Soro + EDTA).

Tabela 5- Resultados obtidos pelo Teste de Tukey confirmando a hipótese de desigualdade entre os grupos ($p < 0,05$).

Grupos	Média	Grupos*
Grupo 3: Canal +	1.3727	A
Grupo 1: NaOCl+ EDTA	1.3120	A
Grupo 4: Soro + EDTA	1.0043	B
Grupo 2: CLX + EDTA	0.9348	B

* Letras diferentes, grupos estatisticamente diferentes.

A Tabela 6 ilustra as diferenças encontradas nos grupos e nos terços radiculares avaliados. Observa-se no grupo da clorexidina que há uma diferença entre os terços cervical e apical.

Tabela 6- Resultados obtidos pelo Teste de Tukey confirmando a hipótese de desigualdade entre os grupos e terços radiculares.

Grupos	Terço Radicular	Média	Grupos Homogêneos*
Canal Mais	Cervical	0.9739	A
Canal Mais	Médio	0.9509	A
Canal Mais	Apical	0.9241	ABC
NaOCl + EDTA	Cervical	0.9432	AB
NaOCl + EDTA	Médio	0.9296	ABC
NaOCl + EDTA	Apical	0.9031	ABCD
Soro + EDTA	Cervical	0.7364	BCDE
Soro + EDTA	Médio	0.7082	DEF
Soro + EDTA	Apical	0.6719	EF
CLX + EDTA	Cervical	0.7231	CDE
CLX + EDTA	Médio	0.7103	DEF
CLX + EDTA	Apical	0.5070	F

* Letras diferentes, grupos estatisticamente diferentes.

As Figuras 11 a 28 ilustram, em MEV, imagens representativas de cada terço radicular, para cada solução irrigadora utilizada no preparo biomecânico.

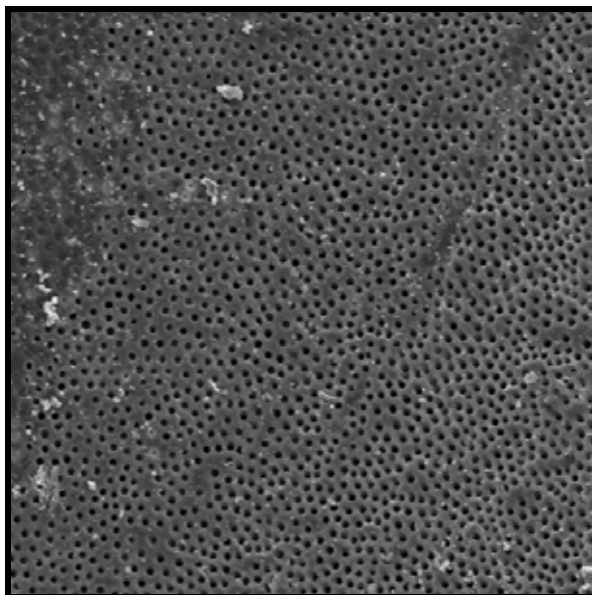


FIGURA 11 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após preparo biomecânico com solução de NaOCl 2,5% + EDTA 17% por 3 minutos(G1). Observa-se túbulos abertos, sem presença de *smear layer* (aumento de 500x).

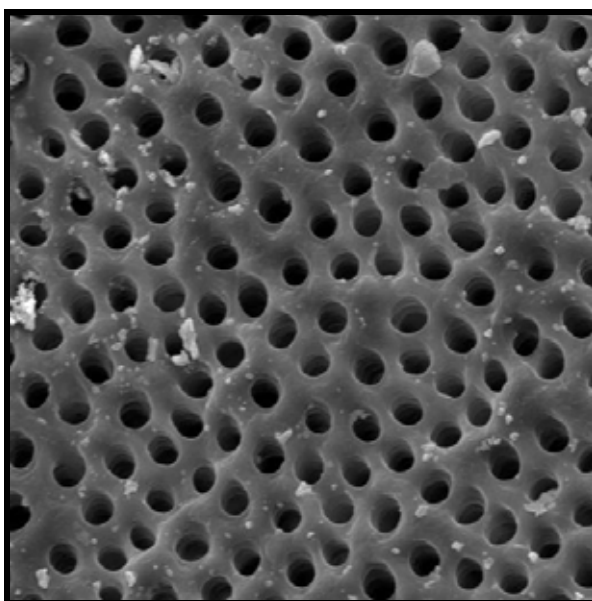


FIGURA 12 - Fotomicrografia mais aproximada do terço cervical após preparo biomecânico com solução de NaOCl 2,5% + EDTA 17% por 3 minutos (G1). Observa-se ausência de *smear plug* (aumento de 2000x).

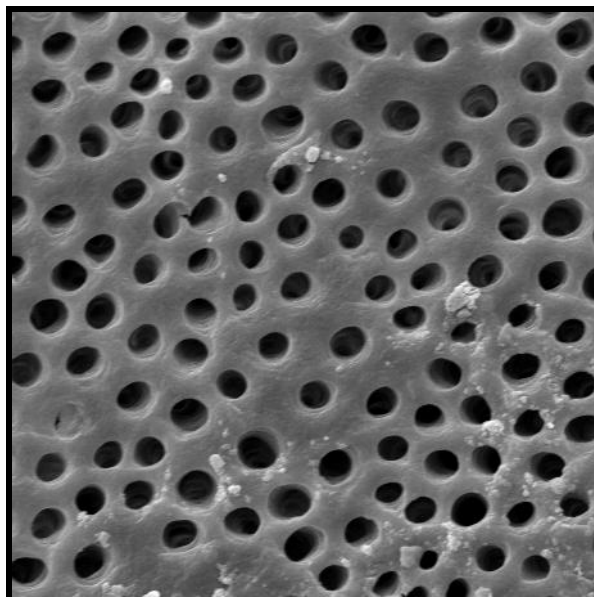


FIGURA 13 – Fotomicrografia obtida do terço médio após preparo biomecânico com solução de NaOCl 2,5% + EDTA 17% por 3 minutos (G1). Observa-se ausência de *smear layer* e túbulos abertos (aumento de 2000x).

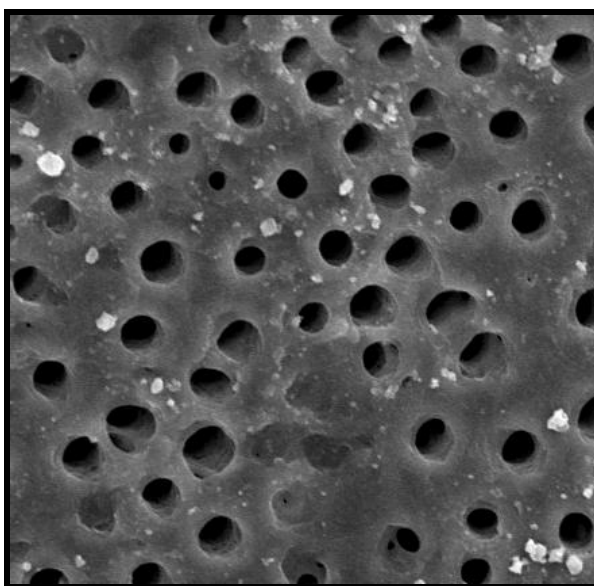


FIGURA 14 - Fotomicrografia obtida do terço apical após preparo biomecânico com solução de NaOCl 2,5% + EDTA 17% por 3 minutos (G1). Observa-se ausência de *smear layer* e maior parte dos túbulos abertos (aumento de 2000x).

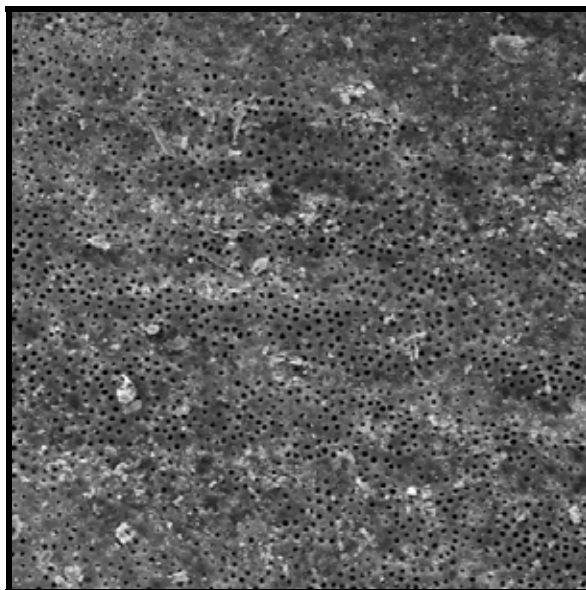


FIGURA 15 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após preparo biomecânico com clorexidina gel 2% + EDTA 17% por 3 minutos (G2). Verifica-se vários túbulos abertos (aumento de 500x).

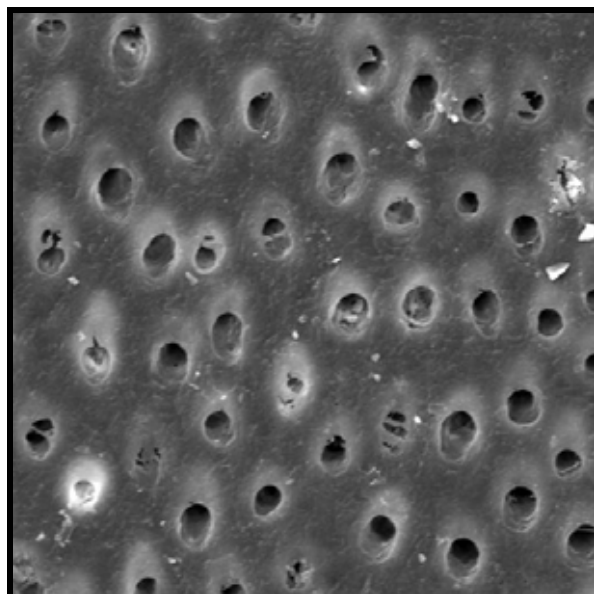


FIGURA 16 - Fotomicrografia obtida do terço cervical após preparo biomecânico com clorexidina gel a 2% + EDTA 17% por 3 minutos (G2). Observam-se vários túbulos abertos (aumento de 2000x).

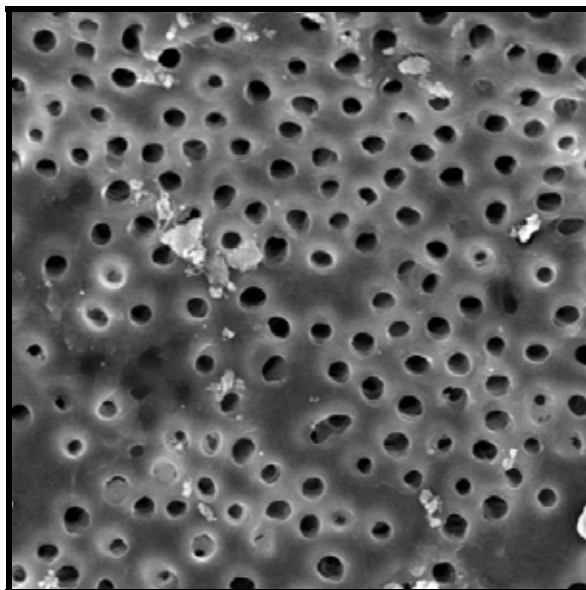


FIGURA 17 - Fotomicrografia obtida do terço médio após preparo biomecânico com clorexidina gel a 2% + EDTA 17% por 3 minutos (G2). Verifica-se que os túbulos estão abertos ou parcialmente abertos (aumento de 2000x).

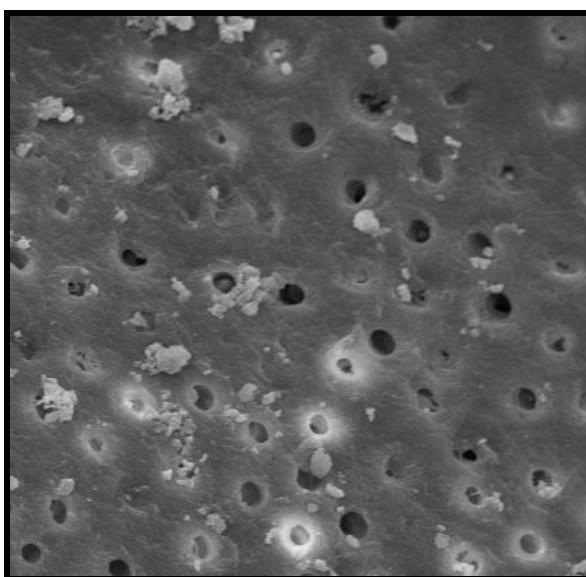


FIGURA 18 – Fotomicrografia obtida do terço apical após preparo biomecânico com clorexidina gel a 2% + EDTA 17% por 3 minutos (G2). Observa-se que a maior parte dos túbulos estão parcialmente abertos (aumento de 2000x).

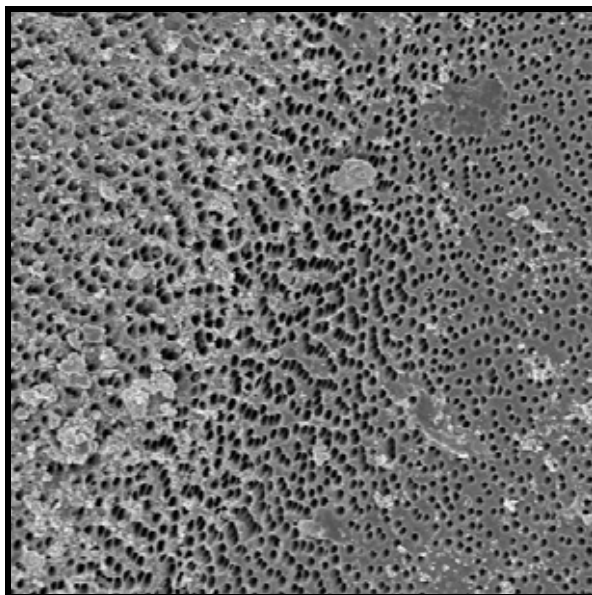


FIGURA 19 –Fotomicrografia obtida do terço cervical após preparo biomecânico com Canal + (G3). Verifica-se muitos túbulos abertos (aumento de 500x).

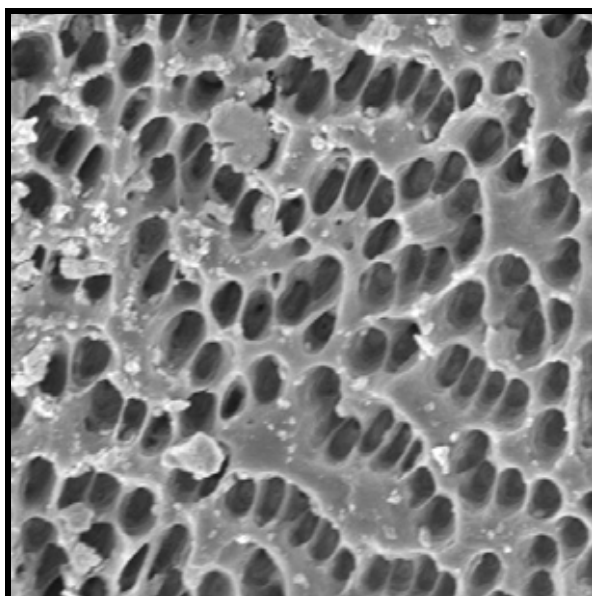


FIGURA 20 – Fotomicrografia obtida do terço cervical após preparo biomecânico com Canal + (G3). Observa-se muitos túbulos abertos e presença acentuada de erosões dentinárias (aumento de 2000x).

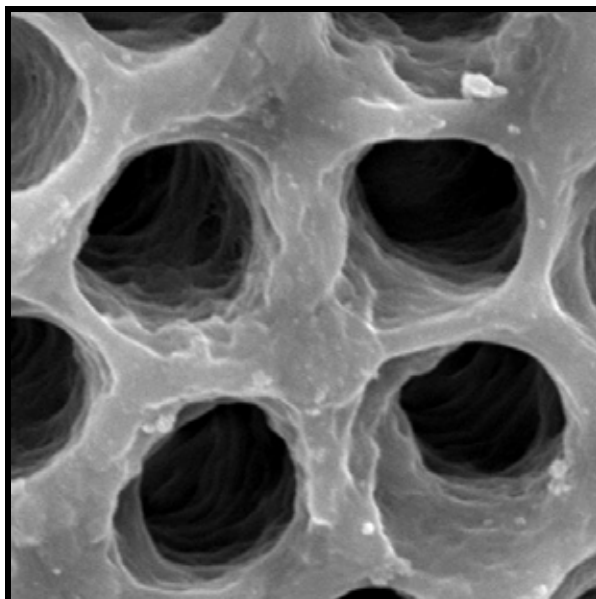


FIGURA 21 – Fotomicrografia obtida do terço cervical após preparo biomecânico com Canal + (aumento de 10000x). A imagem de maior aumento comprova a presença de erosões dentinárias peritubulares e intertubulares.

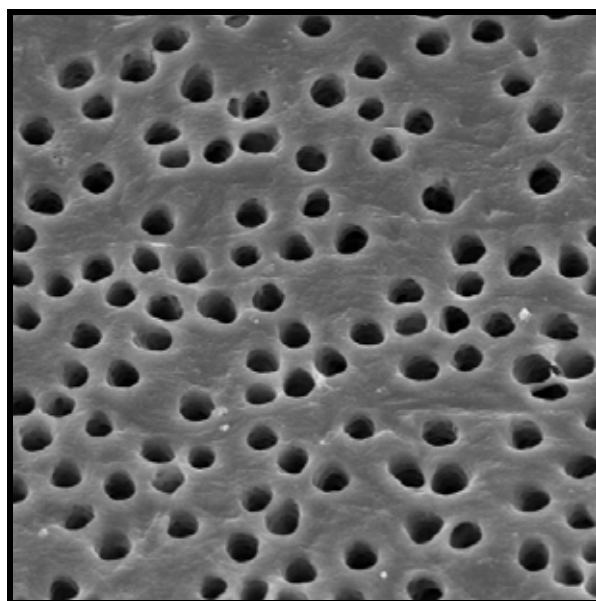


FIGURA 22 – Fotomicrografia obtida do terço médio após o preparo biomecânico com Canal + (G3). Observa-se maior limpeza com ausência de túbulos fechados (aumento de 2000x).

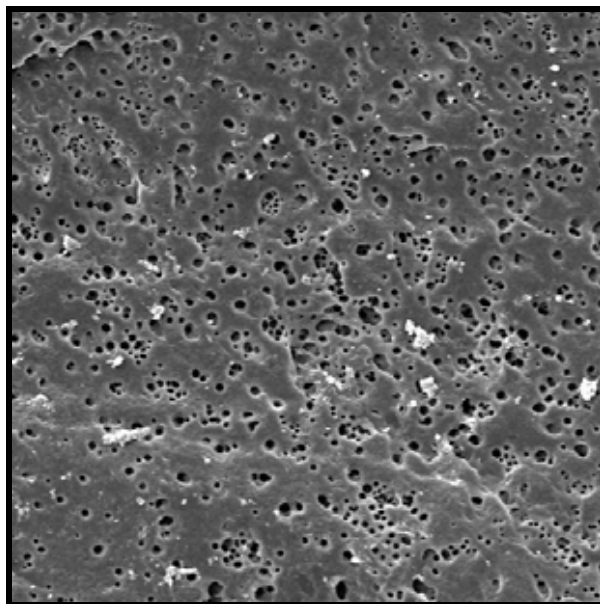


FIGURA 23 – Fotomicrografia obtida do terço apical após o preparo biomecânico com Canal + (G3). Observa-se muitos túbulos abertos (aumento de 500x).

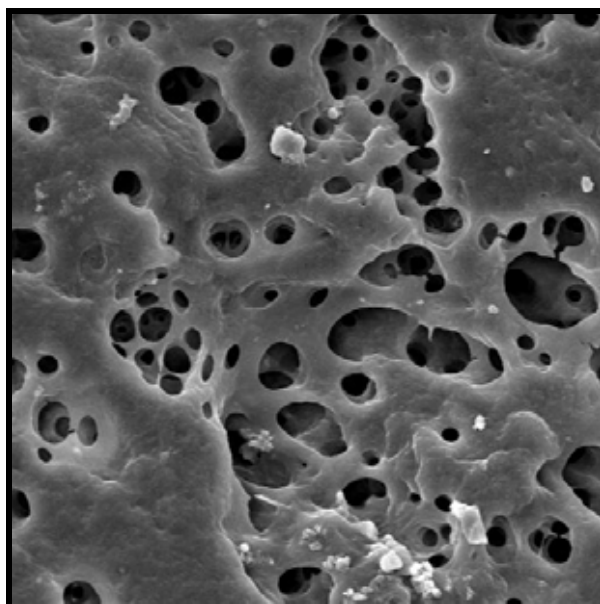


FIGURA 24 – Fotomicrografia obtida do terço apical após o preparo biomecânico com Canal + (G3). Observa-se túbulos abertos e grandes áreas de erosão (aumento de 2000x).

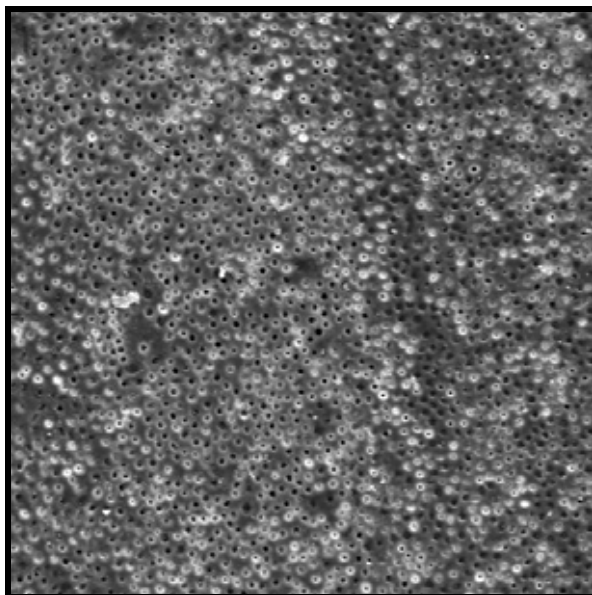


FIGURA 25 – Fotomicrografia obtida do terço cervical após preparo biomecânico com solução salina fisiológica + EDTA 17% por 3 minutos (G4). Observa-se grande quantidade de túbulos fechados ou parcialmente abertos (aumento de 500x).

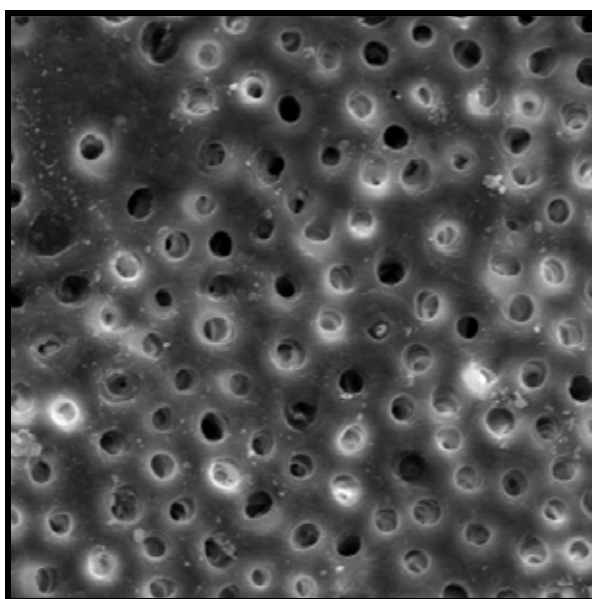


FIGURA 26 – Fotomicrografia obtida do terço cervical após preparo biomecânico com solução salina fisiológica + EDTA 17% por 3 minutos (G4). Observa-se túbulos abertos e vários túbulos parcialmente abertos (aumento de 2000x).

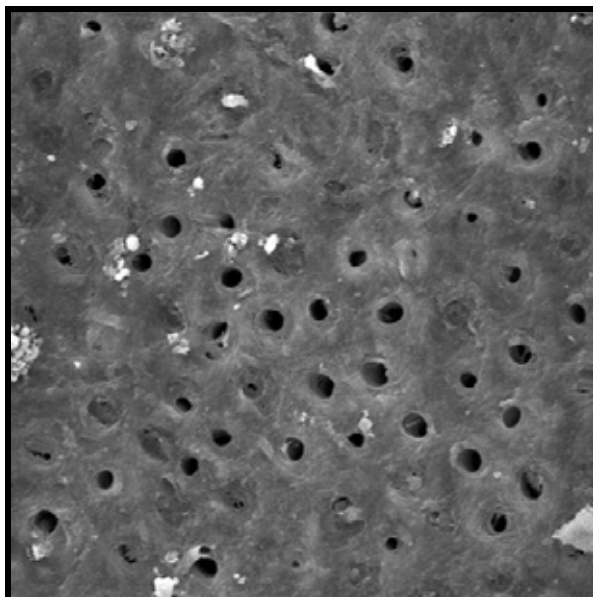


FIGURA 27 - Fotomicrografia obtida do terço médio após preparo biomecânico com solução salina fisiológica + EDTA 17% por 3 minutos (G4). Observa-se poucos túbulos totalmente abertos (aumento de 2000x).

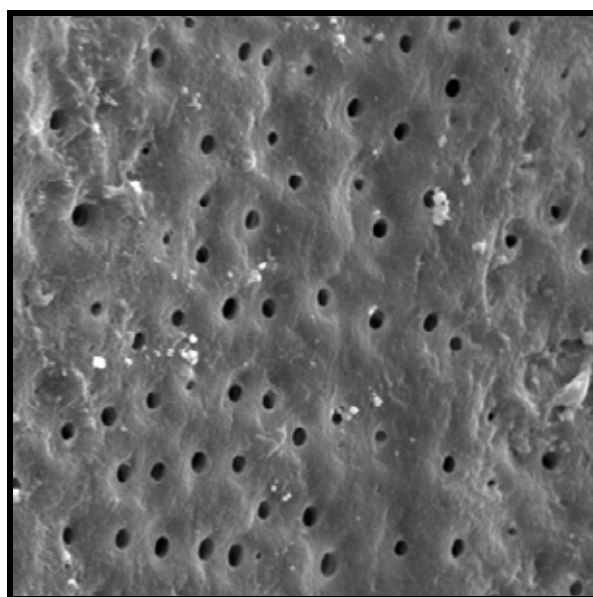


FIGURA 28 - Fotomicrografia obtida do terço apical após preparo biomecânico com solução salina fisiológica + EDTA 17% por 3 minutos (G4). Observa-se vários túbulos abertos (aumento de 2000x).

5.2 – Análise dos resultados obtidos após a obturação dos canais radiculares

Com caráter complementar e ilustrativo foi realizada a observação por microscopia eletrônica de varredura dos canais instrumentados com as diferentes soluções irrigadoras e substâncias químicas auxiliares utilizadas na primeira fase deste estudo e, em seguida, obturadas com os cimentos Epiphany e Acroseal.

As imagens obtidas em MEV após a obturação dos canais, dentro dos diferentes grupos e para os dois tipos de cimento analisados, mostraram ausência de *tags* no interior dos túbulos dentinários na maior parte das raízes avaliadas.

Tratando-se de dois cimentos resinosos, esperava-se a penetração destes no interior dos túbulos, visto que foi realizada a remoção da *smear layer* previamente à obturação, no entanto uma penetração considerável do cimento ocorreu apenas em um espécime do grupo do NaOCl 2,5% + EDTA 17%, obturado com o cimento Epiphany . Todos os demais espécimes obturados e analisados por MEV apresentaram ausência total de penetração de cimento no interior dos túbulos dentinários.

As Figuras 29 a 49 mostram imagens representativas obtidas em MEV dos espécimes após a obturação dos canais radiculares (D = dentina; CE = cimento Epiphany; CA = cimento Acroseal).

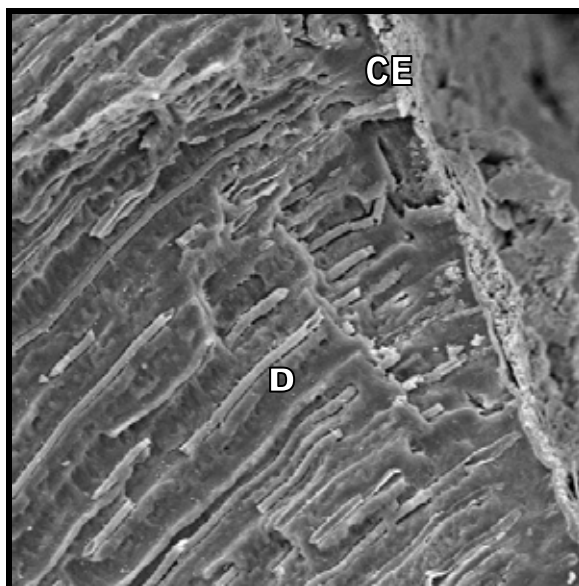


FIGURA 29 – Fotomicrografia do terço cervical de canal instrumentado com NaOCl 2,5% + EDTA 17%, e obturado com cimento Epiphany (G1B). Verifica-se presença de “tags” de cimento no interior dos túbulos dentinários (aumento de 500x)

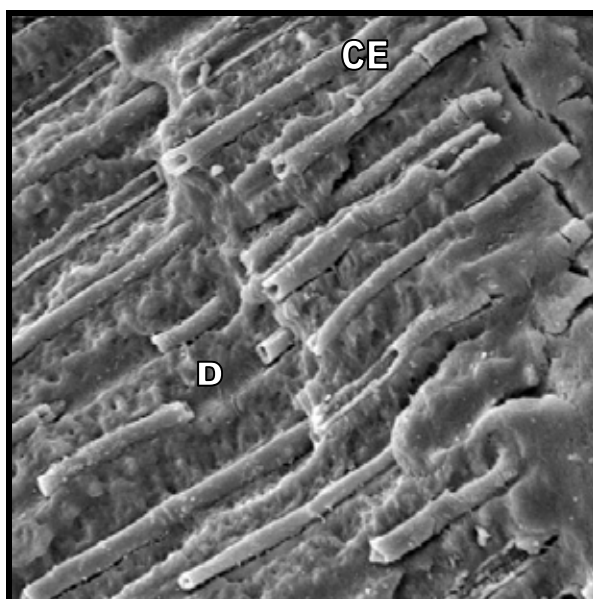


FIGURA 30 – Fotomicrografia do terço cervical de canal instrumentado com NaOCl 2,5% + EDTA 17%, e obturado com cimento Epiphany (G1B). Maior aumento mostrando presença de “tags” de cimento no interior dos túbulos dentinários (aumento de 1000x).

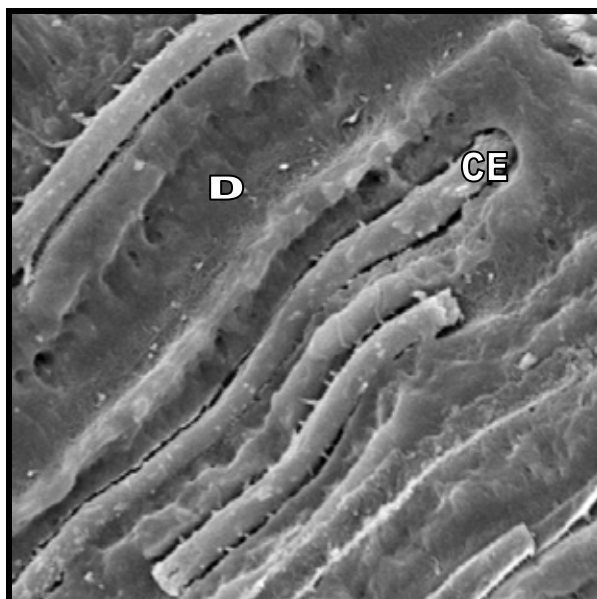


FIGURA 31 – Fotomicrografia do terço cervical de canal instrumentado com NaOCl 2,5% + EDTA 17%, e obturado com cimento Epiphany (aumento de 3500x). Maior detalhamento dos “tags” de cimento no interior dos túbulos dentinários.

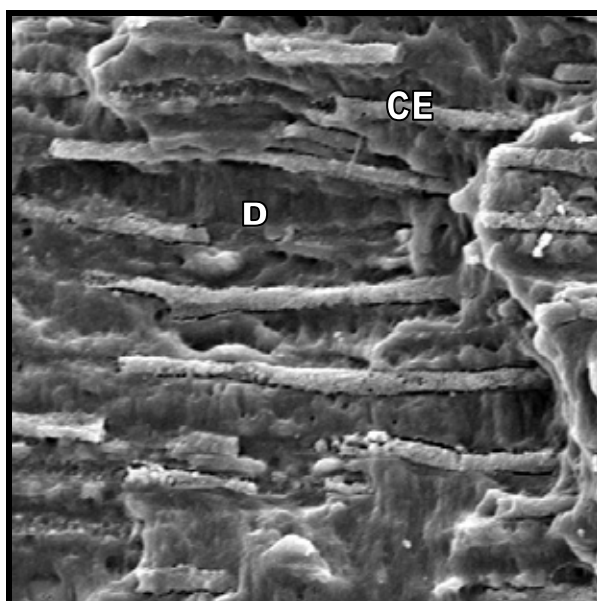


FIGURA 32 – Fotomicrografia do terço médio de canal instrumentado com NaOCl 2,5% + EDTA 17%, e obturado com cimento Epiphany (aumento de 1000x). Presença de “tags” de cimento no interior dos túbulos dentinários.

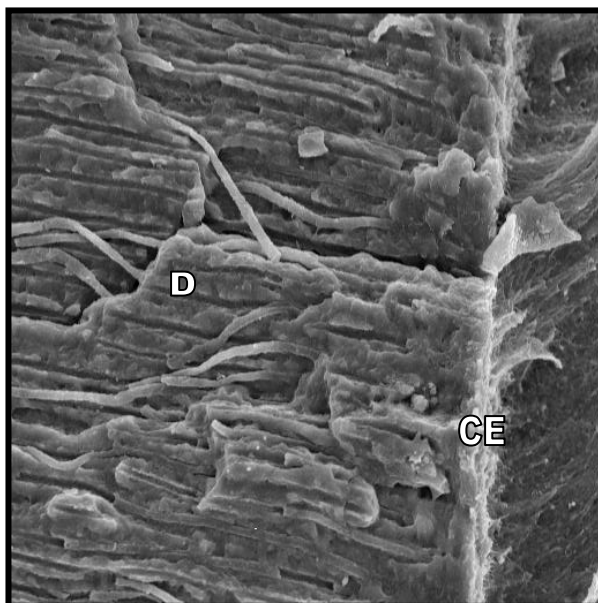


FIGURA 33 – Fotomicrografia do terço apical de canal instrumentado com NaOCl 2,5% + EDTA 17%, e obturado com cimento Epiphany (aumento de 1000x). Presença de “tags” de cimento no interior dos túbulos dentinários.

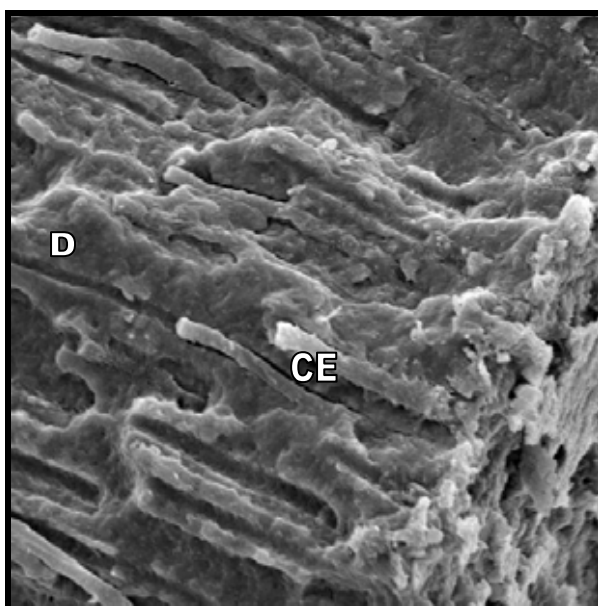


FIGURA 34 – Fotomicrografia do terço apical de canal instrumentado com NaOCl 2,5% + EDTA 17%, e obturado com cimento Epiphany (G1B). Maior detalhe da presença de “tags” de cimento no interior dos túbulos dentinários (aumento de 2000x).

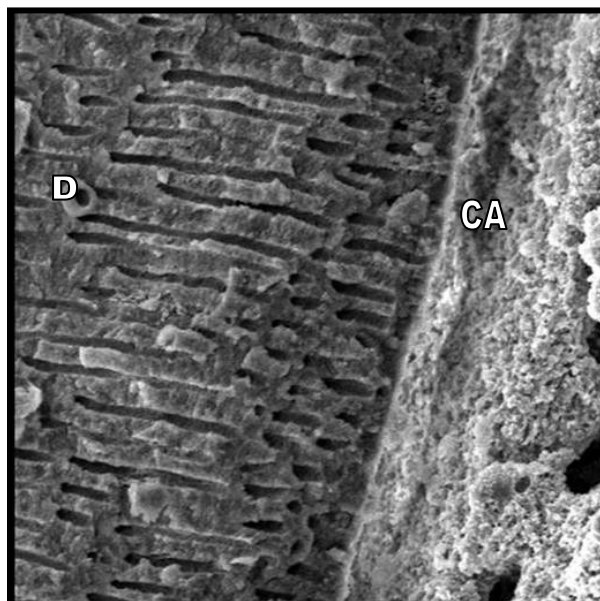


FIGURA 35 – Fotomicrografia do terço médio de canal instrumentado com NaOCl 2,5% + EDTA 17%, e obturado com cimento Acroseal (G1A). Ausência total de penetração de cimento nos túbulos (aumento de 1000x).

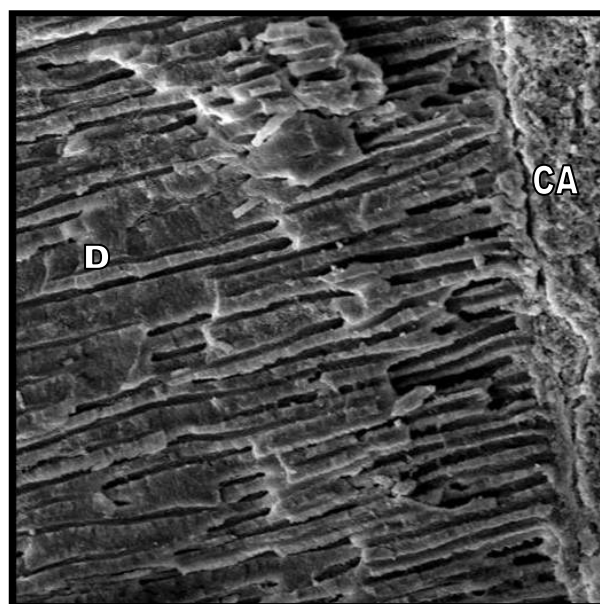


FIGURA 36 – Fotomicrografia do terço apical de canal instrumentado com NaOCl 2,5% + EDTA 17%, e obturado com cimento Acroseal (G1A). Ausência total de penetração de cimento nos túbulos (1000x).

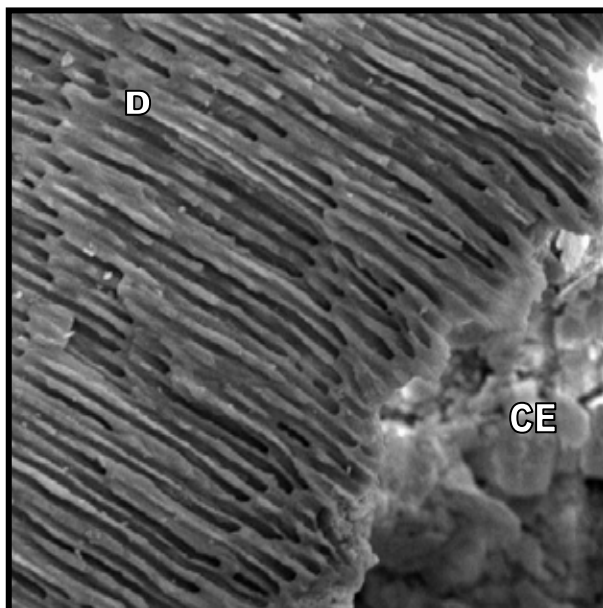


FIGURA 37 – Fotomicrografia do terço cervical de canal instrumentado com clorexidina gel 2% + EDTA 17%, e obturado com cimento Epiphany (G2B). Ausência de “tags” de cimento (1000x).

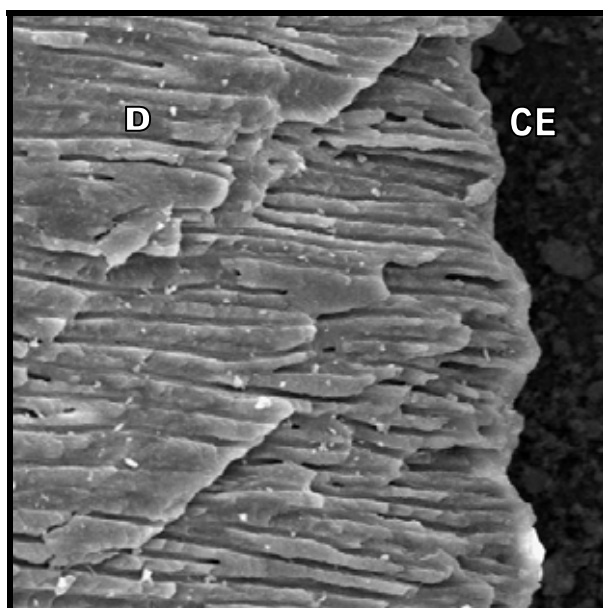


FIGURA 38 – Fotomicrografia do terço médio de canal instrumentado com clorexidina gel 2% + EDTA 17%, e obturado com cimento Epiphany (G2B). Ausência de “tags” de cimento (1000x).

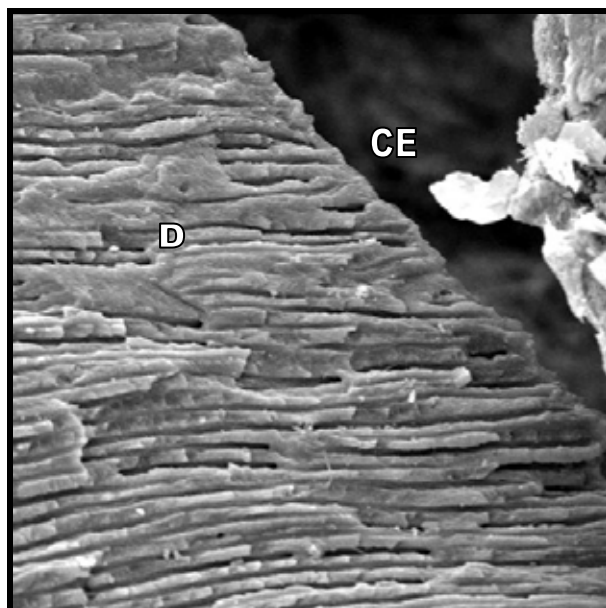


FIGURA 39 – Fotomicrografia do terço apical de canal instrumentado com clorexidina gel 2% + EDTA 17%, e obturado com cimento Epiphany (G2B). Ausência de “tags” de cimento (1000x).

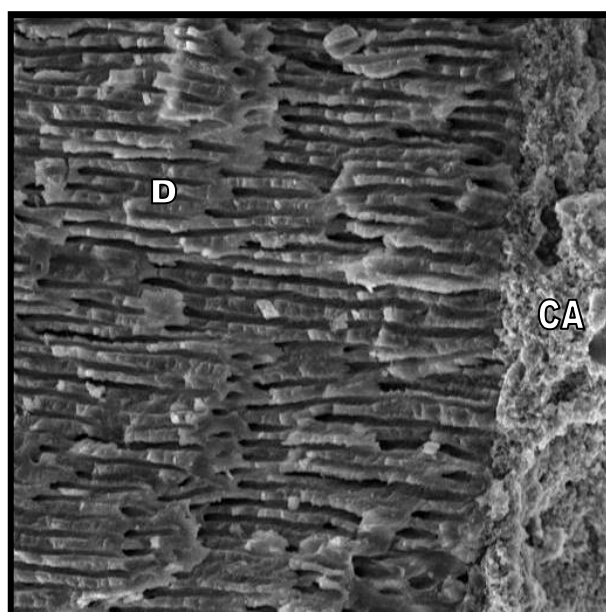


FIGURA 40 – Fotomicrografia do terço médio de canal instrumentado com clorexidina gel 2% + EDTA 17%, e obturado com cimento Acroseal (G2A). Ausência de “tags” de cimento(aumento de 1000x).

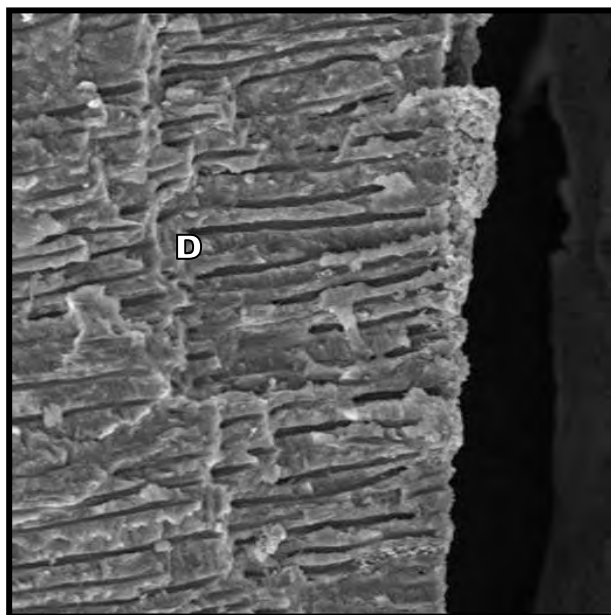


FIGURA 41 – Fotomicrografia do terço apical de canal instrumentado com clorexidina gel 2% + EDTA 17%, e obturado com cimento Acroseal (G2A). Túbulos sem penetração de cimento(1000x).

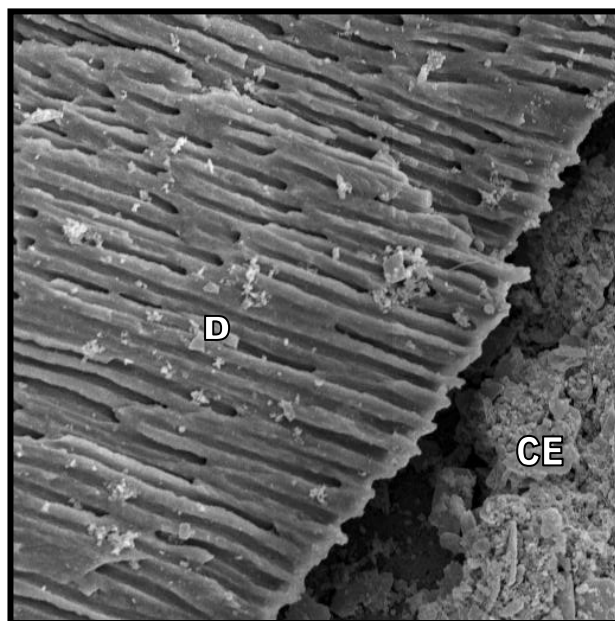


FIGURA 42 – Fotomicrografia do terço médio de canal instrumentado com Canal + , e obturado com cimento Epiphany (G3B). Ausência de penetração de cimento nos túbulos (1000x).

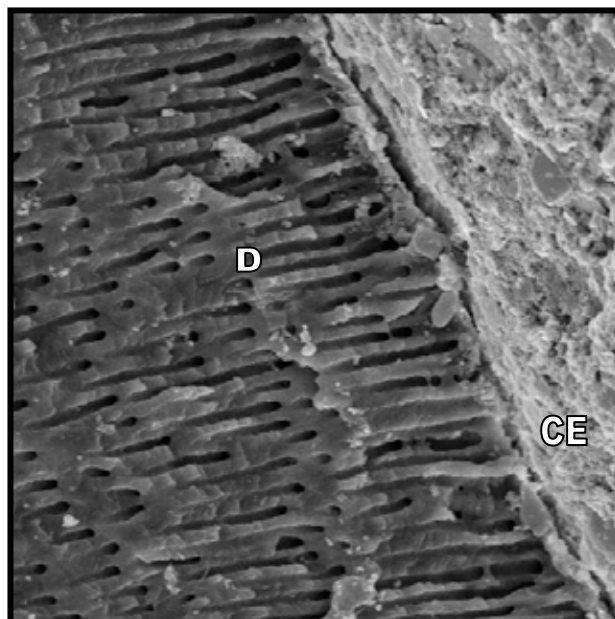


FIGURA 43 – Fotomicrografia do terço apical de canal instrumentado com Canal + , e obturado com cimento Epiphany (G3B). Ausência de penetração de cimento nos túbulos (1000x).

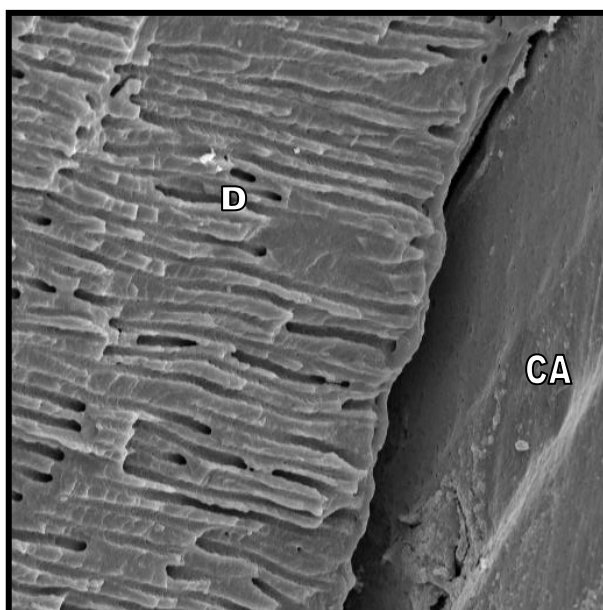


FIGURA 44 – Fotomicrografia do terço médio de canal instrumentado com Canal + , e obturado com cimento Acroseal (G3A). Ausência de “tags” de cimento (1000x).

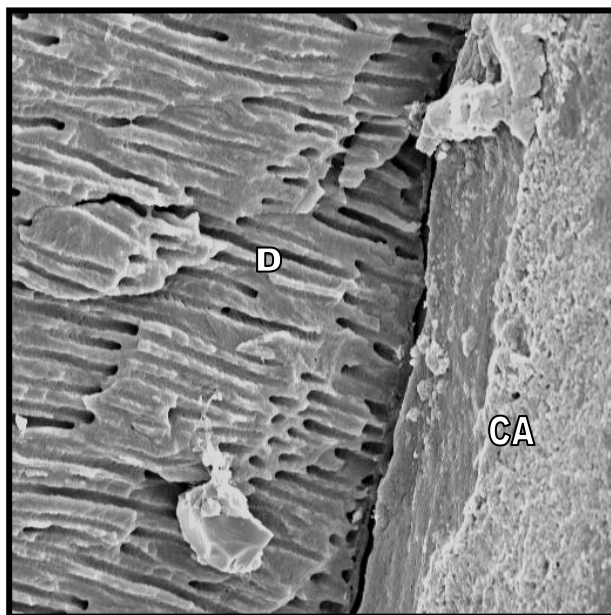


FIGURA 45 – Fotomicrografia do terço apical de canal instrumentado com Canal + , e obturado com cimento Acroseal (G3A). Ausência de cimento no interior dos túbulos (1000x).

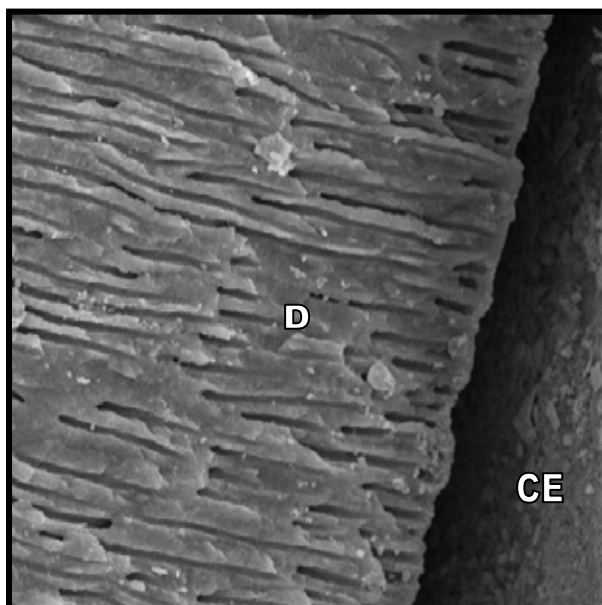


FIGURA 46 – Fotomicrografia do terço médio de canal instrumentado com solução salina fisiológica + EDTA, e obturado com cimento Epiphany (G4B). Ausência de cimento no interior dos túbulos (1000x).

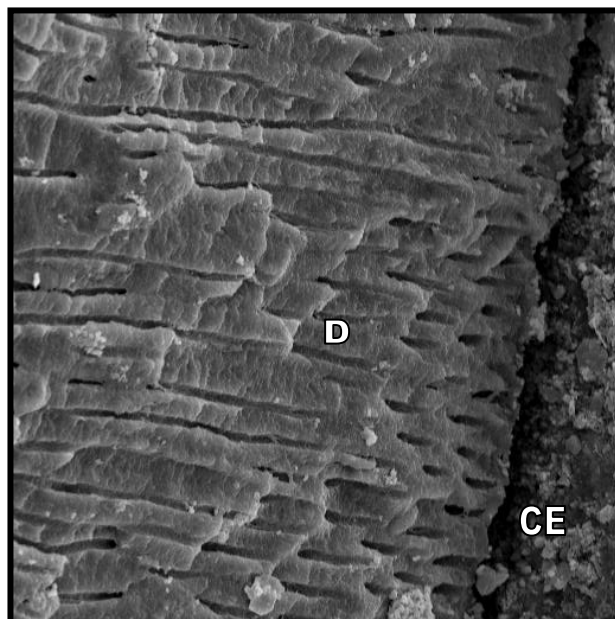


FIGURA 47 – Fotomicrografia do terço apical de canal instrumentado com solução salina fisiológica + EDTA, e obturado com cimento Epiphany (G4B). Ausência de cimento no interior dos túbulos (1000x).

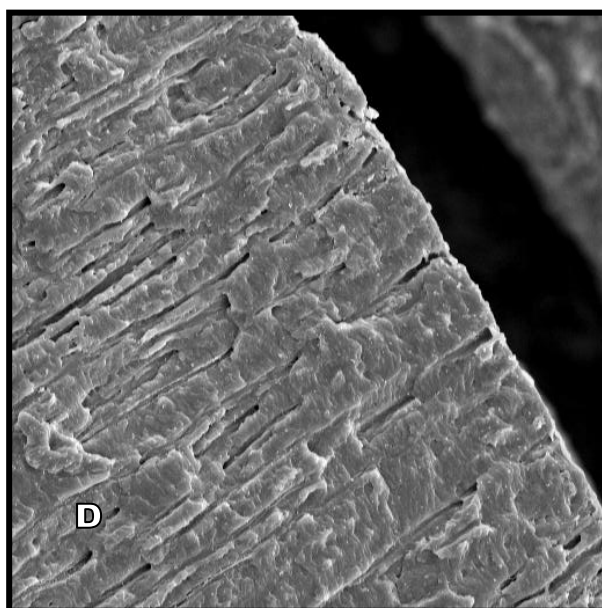


FIGURA 48 – Fotomicrografia do terço médio de canal instrumentado com solução salina fisiológica + EDTA, e obturado com cimento Acroseal (G4A). Ausência de cimento no interior dos túbulos (1000x).

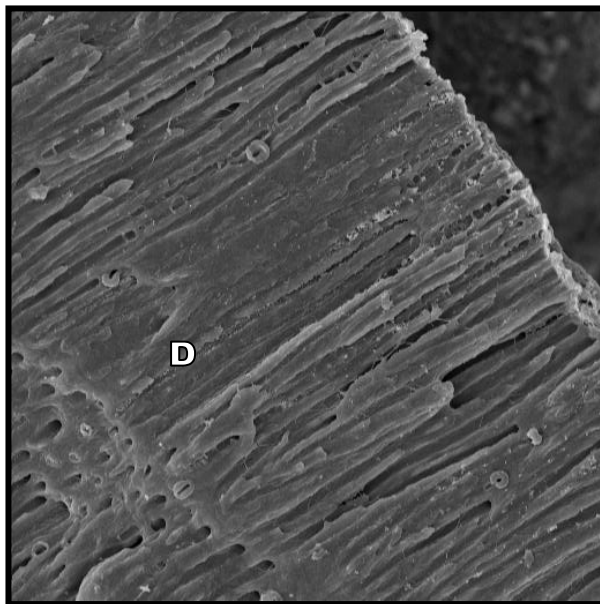


FIGURA 49 – Fotomicrografia do terço apical de canal instrumentado com solução salina fisiológica + EDTA, e obturado com cimento Acroseal (G4A). Ausência de cimento no interior dos túbulos (1000x).

6 DISCUSSÃO

6.1 Da metodologia

Para conservação da estrutura dentária durante sua utilização, optou-se por manter os dentes congelados em soro fisiológico, realizando descongelamento natural previo à sua utilização, seguindo experiência de trabalhos anteriores realizados em nossa Universidade que confirmam que este método evita, principalmente, a ocorrência de trincas.

Para facilitar o preparo biomecânico e padronizar os espécimes, as coroas dos dentes foram removidas, mantendo um comprimento de 15mm para as raízes. Foi realizada também a padronização de acordo com os diâmetros anatômicos (DA) dos canais radiculares. Assim, foram utilizados dentes com DA 15, 20 ou 25, igualmente distribuídos entre os grupos (Valera⁷⁰). O ideal seria que os dentes apresentassem origem e condições clínicas semelhantes, entretanto, atualmente é muito difícil se obter dentes humanos extraídos e principalmente realizar este tipo de seleção. De acordo com Kutler³¹, a idade provoca uma diminuição progressiva do diâmetro do canal radicular no limite CDC. Desta forma, canais com maior diâmetro anatômico são relacionados com dentes mais jovens, com túbulos dentinários mais amplos, o que poderia interferir na limpeza e na profundidade de penetração dos cimentos à dentina. Sendo assim, optamos por padronizar os dentes de acordo com seus diâmetros anatômicos.

O fechamento do ápice radicular com resina composta teve como objetivo evitar a saída das soluções irrigadoras durante o preparo biomecânico. Desta forma, as soluções irrigadoras e as substâncias químicas auxiliares permaneciam no interior dos canais

radiculares durante toda a instrumentação, garantindo sua ação nas paredes e conseqüentemente uma maior efetividade e capacidade de limpeza. As raízes foram então instrumentadas 1mm aquém do ápice radicular, simulando a condição clínica do tratamento endodôntico de um dente com necrose pulpar (Leonardo³⁴).

A limpeza dos canais radiculares é muito importante para uma resposta eficaz ao tratamento endodôntico. Os canais são preparados não apenas para facilitar a obturação, mas principalmente para remover a camada de dentina infectada e produtos necróticos do interior do canal (Garberoglio e Becce²³), além de promover uma melhor abertura dos túbulos dentinários para facilitar a difusão da medicação intracanal para a massa dentinária infectada (Menezes et al.³⁹). Assim, trabalhos que avaliem a limpeza promovida por diferentes soluções irrigadoras e substâncias químicas auxiliares devem ser realizados para orientar os profissionais quanto à escolha da melhor alternativa de tratamento.

Neste trabalho optou-se por avaliar as substâncias mais comumente utilizadas na instrumentação dos canais radiculares atualmente, hipoclorito de sódio e clorexidina, comparando-as a um produto recentemente lançado no mercado nacional Canal + (Septodont Brasil Ltda, São Paulo, Brasil), um gel à base de EDTA e peróxido de hidrogênio. O soro fisiológico foi escolhido como controle por ser uma substância inerte e sem qualquer ação química sobre os tecidos dentários. Todos os grupos receberam como penúltima irrigação uma aplicação de EDTA 17%, com exceção do grupo do Canal + que já apresenta este produto em sua composição.

O EDTA foi utilizado para remoção da *smear layer* por ser o quelante com maior comprovação científica quanto à sua efetividade (Menezes et al.³⁹; Scelza et al.⁵²; Souza-Neto et al.⁶²; Teixeira et al.⁶⁶). Essa solução, na concentração e pH indicados, é biologicamente compatível aos tecidos da polpa e do periápice (Braguetto et al.⁹;

Garberoglio e Becce²³). No entanto, por ser um quelante de cálcio, o tempo de aplicação preconizado é de 2 a 3 minutos com o objetivo apenas de remover a *smear layer* (Scelza et al.⁵²). Tempo prolongado de aplicação do EDTA pode provocar erosão excessiva da dentina, como pode ser comprovado no trabalho realizado por Çalt e Serper¹⁰, em 2002, no qual uma aplicação de 10 minutos desta substância provocou grande destruição da estrutura dentinária.

O hipoclorito de sódio é o composto químico mais utilizado como solução irrigadora em Endodontia. Possui como mecanismos de ação: capacidade de alterar biossinteticamente o metabolismo celular, formar cloraminas que interferem no metabolismo celular, possui ação oxidativa inativando de forma irreversível as enzimas bacterianas, e degrada os lipídios e ácidos graxos (Estrela et al.²⁰). No entanto, sabe-se que o aumento da concentração da solução de hipoclorito de sódio é diretamente proporcional ao efeito antimicrobiano e à capacidade de dissolução tecidual, e inversamente proporcional à compatibilidade biológica. Esta característica representa um dos maiores inconvenientes desta solução, uma vez que em altas concentrações provoca intensa reação inflamatória, comprometendo assim a sua compatibilidade biológica (Estrela et al.²⁰, Ringel et al.⁴⁹).

Silva et al.⁵⁹, avaliando microscopicamente os tecidos apicais e periapicais sessenta dias após a instrumentação endodôntica com diferentes soluções irrigadoras, encontrou para o hipoclorito de sódio a 2,5% moderada ou severa inflamação nos tecidos apicais e periapicais, com reabsorção cementária, áreas de necrose e intensa proliferação celular e considerável número de osteoclastos.

No presente estudo, o objetivo foi avaliar a capacidade de limpeza e o aumento da permeabilidade dentinária, características importantes a serem obtidas nos casos de necropulpectomia.

Outra substância escolhida, a clorexidina 2%, vem sendo amplamente divulgada para uso como substância química auxiliar,

principalmente por suas propriedades antimicrobianas (Dametto et al.¹⁶, Delany et al.¹⁷, Jeansonne e White²⁷, Tanomaru et al.⁶³, Vianna et al.⁷¹). Associada ao natrosol na concentração de 0,8%, apresenta-se na forma de um gel solúvel em água, o que permite sua total remoção do interior do canal radicular (Ferraz et al.²²).

O Canal +, por ser um produto recentemente lançado no mercado, necessita ser avaliado cientificamente quanto às suas propriedades químicas e mecânicas, situação na qual se encaixa este trabalho, e biologicamente. Estudos devem ser realizados para conclusões mais precisas quanto à viabilidade de seu uso clínico.

Todas as raízes, após o preparo biomecânico, foram clivadas com o objetivo de se evitar ao máximo a penetração de poeira proveniente do corte no interior dos canais radiculares (Valera⁷⁰). Esse cuidado é essencial para a obtenção de imagens mais limpas da dentina, visto que a microscopia permite a visualização de estruturas muito pequenas e, sujeiras externas ao preparo são facilmente reproduzidas, prejudicando a qualidade final das imagens.

Optou-se pela análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV), pela excelente resolução, permitindo a observação da parede dentinária intertubular e da entrada dos túbulos dentinários (Garberoglio e Becce²³; Médici e Fröner³⁸; Menezes et al.³⁹; Perez e Rouqueyrol-Pourcel⁴⁶), bem como da interface cimento-dentina após a obturação dos canais radiculares (Hayashi et al.²⁶; Kokkas et al.²⁹; Kouvas et al.³⁰; Saleh et al.⁵¹; Sevimay e Dalat⁵⁵). Para melhor representação, o observador deve varrer vários pontos da superfície radicular e escolher o local que melhor representa o espécime, além da necessidade de observação de vários espécimes para se obter imagens representativas do grupo de estudo. Neste trabalho, procurou-se realizar esta avaliação a fim de obter maior confiabilidade dos resultados alcançados.

De acordo com Carvalho et al.¹², principalmente espécimes orgânicos e que contêm alto conteúdo de água necessitam de

um preparo adequado prévio à análise por MEV, pois se a desidratação for realizada por simples secagem em estufa, a remoção da água se fará à custa de alterações dimensionais significantes no espécime, o que poderia comprometer a interpretação da imagem gerada. Assim, espécimes dessa natureza, como superfície de dentina ou interfaces adesivas, devem passar por procedimentos de desidratação e secagem seguindo protocolos específicos de preservação das estruturas e dimensões. Os procedimentos básicos para preservação das estruturas são a fixação, a desidratação e a secagem, todos realizados neste estudo.

A fixação auxilia no processo de estabilização das estruturas orgânicas, especificamente das fibras de colágeno da dentina; a desidratação é feita com o objetivo de remover a água do espécime de forma gradativa, sem causar danos ou alterações dimensionais nas estruturas desidratadas e, por fim; a secagem é realizada visando a remoção dos resíduos do solvente empregado para desidratação, de maneira a secar efetivamente os espécimes e permitir que sejam levados para metalização (Carvalho et al.¹²).

O método de contagem dos túbulos tem como principal vantagem a obtenção de uma avaliação quantitativa, o que facilita a realização da análise estatística e aumenta a confiabilidade do trabalho. É preciso ressaltar que a análise por MEV apresenta suas limitações, visto que observa-se áreas pequenas, representativas de apenas uma parte do espécime avaliado.

Propusemo-nos também a avaliar, por MEV, a penetração de dois cimentos resinosos recentemente lançados no mercado odontológico: Acroseal (Septodont do Brasil Ltda, São Paulo, SP, Brasil) e Epiphany (Pentron Clinical Technologies, LLC, Wallingford, USA). A escolha dos cimentos foi fundamentada na presença de componentes resinosos em suas composições. Além disso, por serem dois cimentos recentemente lançados no mercado, há necessidade de realização de pesquisas para comprovação ou não das qualidades apresentadas pelos

fabricantes.

Sabe-se que a remoção da *smear layer* permite a exposição dos túbulos dentinários, influenciando diretamente não só na difusão da medicação intracanal, mas também colaborando para uma melhor adaptação dos cimentos endodônticos às paredes dentinárias (Eldeniz et al.¹⁸, Kokkas et al.²⁹, Sevimay e Kalayci⁵⁶). Assim, pode-se dizer que existe uma correlação direta entre a permeabilidade dentinária promovida pelo preparo biomecânico e a adaptação dos cimentos utilizados para obturação dos canais radiculares.

Mounce e Glassman⁴¹ afirmaram que o *primer* autocondicionante do sistema Epiphany, utilizado após a remoção da *smear layer*, permite a formação de *tags* de cimento resinoso no interior dos túbulos dentinários após a obturação. A confirmação ou não desta hipótese poderia ser dada através da análise por MEV.

A técnica de obturação escolhida foi a de condensação lateral, seguida pela condensação vertical da guta-percha, baseado em diversos trabalhos da literatura que comprovam sua efetividade (Pommel et al.⁴⁸, Wu et al.⁷³). Como exemplo, podemos citar o trabalho realizado por Antonopoulos et al.¹, que analisando a infiltração apical de corante apresentada após a obturação endodôntica, encontraram uma mec menor de infiltração para a técnica de condensação lateral da guta-perchl sobre a técnica do cone único. Outro trabalho relevante foi realizado por Monticelli et al.⁴⁰ que, analisando a infiltração bacteriana em canais obturados pela técnica de condensação vertical com termoplastificação da guta-percha comparada à técnica do cone único, mostraram que esta última não garante um selamento apical duradouro, tendo sido a técnica de condensação vertical mais efetiva, com superioridade estatisticamente significativa.

Como a grande maioria dos trabalhos de obturação encontrados na literatura utiliza métodos de análise de infiltração (Antonopoulos et al.¹, Pommel et al.⁴⁸, Monticelli et al.⁴⁰, Wu et al.⁷³),

optou-se por realizar análise por MEV como estudo complementar a estes trabalhos, a fim de aumentar a confiabilidade dos resultados. A principal vantagem deste método de análise é a observação microscópica da obturação, podendo ser visualizada a interface de união cimento-dentina.

6.2 Dos resultados

Os resultados obtidos mostraram superioridade na limpeza dos canais instrumentados com a associação NaOCl 2,5% + EDTA 17% (Grupo 1) e com Canal + (Grupo 3), em relação aos grupos da clorexidina gel 2% (Grupo 2) e do soro fisiológico (Grupo 4) também associados ao EDTA 17%.

A irrigação com NaOCl e EDTA ao término do preparo, promove canais mais limpos, com menor quantidade de detritos, do que outras soluções utilizadas isoladamente. Médici e Fröner³⁸, também através de análise por MEV, encontraram superioridade na limpeza com o uso de NaOCl 1%, seguido de EDTA 17%, quando comparados a soluções isoladas de NaOCl 1%, clorexidina gel 2% ou gel de *Ricinus communis*. Ainda segundo esses autores, isso ocorre porque a associação entre um halogênio e um agente quelante age efetivamente tanto na porção orgânica quanto na porção inorgânica da *smear layer*.

Menezes et al.³⁹, avaliando, por MEV, a capacidade de remoção da *smear layer* de soluções irrigadoras, com ou sem EDTA na irrigação dos canais mostraram que o uso do EDTA diminuiu significativamente a *smear layer* para todas as soluções avaliadas (clorexidina, NaOCl 2,5% e soro fisiológico).

Também Braguetto et al.⁹, em trabalho publicado em 1997, mostraram que a utilização da mistura de Dakin e EDTA na proporção 1:1 ou alternância da solução de Dakin com a solução de EDTA promove canais radiculares com menos detritos do que quando essas

soluções são utilizadas isoladamente.

Entretanto, trabalhos como o de Niu et al.⁴², relatam a ocorrência de erosão dentinária provocada pela associação entre o EDTA e o NaOCl. Em análise através de MEV, os autores verificaram acentuada perda de estrutura dentinária quando a irrigação com EDTA foi seguida por uma irrigação final com NaOCl 6%. De acordo com os autores, o EDTA promove uma descalcificação do componente inorgânico, enquanto o hipoclorito promove uma dissolução da matriz orgânica.

No presente trabalho, após o PBM com a utilização de NaOCl 2,5%, procedeu-se à aplicação do EDTA 17% por 3 minutos, seguido por irrigação final com 3ml de NaOCl 2,5% e não foram observadas áreas de erosão dentinária em nenhum espécime avaliado. O padrão mais comum foi áreas de limpeza eficaz com grande quantidade de túbulos dentinários abertos.

Por sua vez, o uso do Canal + , gel à base de EDTA e peróxido de hidrogênio, alternado com irrigações de NaOCl a 2,5%, provocou erosões dentinárias peritubular e intertubular na maioria dos espécimes do grupo. Entretanto, esta grande abertura dos túbulos não é considerada desejável, visto que ocorreu às custas de excessiva erosão dentinária.

A associação entre NaOCl e peróxido de hidrogênio, foi proposta por Grossman²⁵, em 1943. De acordo com a técnica preconizada por este autor, a irrigação deve começar e terminar com a solução de NaOCl, com o objetivo de diminuir a liberação de oxigênio nascente, conseqüente da efervescência resultante da reação entre essas duas soluções. A adição do EDTA proporciona a esta associação a ação quelante sobre o cálcio das paredes dos canais radiculares.

Barbin et al.⁴, avaliaram o aumento de temperatura promovido pela associação entre o hipoclorito de sódio e o peróxido de hidrogênio e concluíram que a reação de exotermia é diretamente proporcional à concentração de hipoclorito de sódio utilizada. Ainda

segundo esses autores, o uso alternado dessas soluções químicas no interior dos canais radiculares obtém uma somatória de efeitos químicos dessas duas soluções, além do aumento da temperatura, que é um agente físico catalisador de reações químicas. Além do inconveniente relacionado à reação de exotermia, por ser o Canal Mais um gel à base de EDTA, a permanência desta substância em contato com a estrutura dentinária durante todo o preparo biomecânico, faz com que ocorra um processo de seqüestro de cálcio das paredes dentinárias, com conseqüente perda de estrutura inorgânica (Niu et al.⁴²; Perez e Rouqueyrol-Pourcel⁴⁶; Scelza et al.⁵²), o que promove amolecimento da dentina e diminuição da microdureza (Ari et al.³, Çalt e Serper¹⁰).

Saleh e Ettman⁵⁰, avaliaram a microdureza da dentina após o uso alternado da associação peróxido de hidrogênio 3% e NaOCl 5% (grupo 1), comparado à irrigação com solução de EDTA 17% (grupo 2). Os resultados mostraram que ambos os tratamentos diminuíram a microdureza da dentina, no entanto esta foi ainda menor no grupo irrigado com EDTA 17%. Ainda segundo os autores, o peróxido de hidrogênio afeta a porção inorgânica da dentina por desmineralização e ataca a porção orgânica da dentina intertubular por desnaturação das fibras colágenas.

Outra substância que tem sido amplamente divulgada para utilização como irrigante de canais radiculares é a clorexidina 2% que, associada ao natrosol na concentração de 0,8%, apresenta-se na forma de gel. O natrosol é um polímero carbônico biocompatível e tem sido usado como gel-base para o gluconato de clorexidina. Sabe-se que géis são contra-indicados em endodontia, devido à dificuldade de remoção dos mesmos do interior dos canais radiculares, no entanto, o natrosol tem como principal propriedade a solubilidade em água, podendo assim ser completamente removido irrigando-se o canal radicular com água destilada ou solução salina fisiológica (Ferraz et al.²²). Desta forma, a clorexidina gel 2% é utilizada como substância química auxiliar durante a

ação dos instrumentos, enquanto a solução salina fisiológica é o irrigante a cada troca de instrumento.

De acordo com Ferraz et al.²², a propriedade física do gel de clorexidina tem sido um diferencial. Devido à sua viscosidade o gel vem compensar a incapacidade de dissolver tecido (Okino et al.⁴³), promovendo a limpeza do canal radicular, abrigando partículas de *debris* de dentina e remanescentes teciduais, além de possuir excelentes propriedades antimicrobianas e ação lubrificante durante a instrumentação. Os mesmos autores avaliaram a capacidade da clorexidina gel 2% de promover desinfecção de canais radiculares contaminados *in vitro* com *Enterococcus faecalis* e a sua capacidade de limpeza, comparada ao NaOCl 5,25% e à solução de clorexidina 2%, através de MEV. De acordo com os resultados, a clorexidina gel apresentou atividade antimicrobiana comparável à obtida pelas demais soluções testadas. Quanto à limpeza, a instrumentação com gel à base de clorexidina promoveu a abertura de grande quantidade de túbulos dentinários, assemelhando-se ao resultado alcançado pela associação do NaOCl 5,25% com o EDTA, entretanto estatisticamente menor.

A ação antimicrobiana de amplo espectro da clorexidina tem grande comprovação científica e tem sido um dos fatores para sua utilização como irrigante de canais radiculares (Dametto et al.¹⁶; Delany et al.¹⁷; Estrela et al.²¹, Ferraz et al.²²; Jeansonne e White²⁷; Sena et al.⁵⁴; Tanomaru et al.⁶⁴; Viana et al.⁷²).

O sucesso científico quanto ao amplo espectro antimicrobiano da clorexidina e sua baixa toxicidade são os grandes responsáveis pela tentativa de utilização da mesma como um irrigante endodôntico. Para se confirmar essa indicação é preciso, no entanto, avaliar também sua capacidade de limpeza no interior dos canais radiculares.

Com esse objetivo, os resultados encontrados no presente trabalho não foram tão promissores, visto que a limpeza promovida pela clorexidina gel 2%, utilizada alternadamente com solução salina fisiológica

estéril e irrigação final com EDTA promoveu limpeza inferior à alcançada pela associação entre a solução de NaOCl 2,5% e irrigação final com EDTA, ou pelo Canal +.

Resultados semelhantes foram encontrados por Yamashita et al.⁷⁴, ao compararem a limpeza promovida nas paredes dentinárias pelo soro fisiológico, solução de clorexidina 2%, NaOCl 2,5% e NaOCl 2,5% + EDTA. A melhor limpeza foi alcançada pela associação entre NaOCl 2,5% e EDTA, seguida pelo NaOCl sozinho, com limpeza similar à obtida pela clorexidina apenas no terço cervical. A limpeza alcançada pela solução salina e pela clorexidina 2% foi inferior à dos outros dois grupos nos demais terços. O terço apical apresentou piores resultados em todos os grupos, semelhante ao observado no presente trabalho.

Médici e Fröner³⁸, utilizando o mesmo tipo de análise, também encontraram superior limpeza com o NaOCl 1%, desde que associado ao EDTAC 17%. Quando utilizado sozinho, o NaOCl 1% e a clorexidina gel 2% apresentaram resultados semelhantes.

Entretanto, outro trabalho mostrou resultados diferentes quando se compara a limpeza obtida pela clorexidina à alcançada por outras soluções irrigadoras comumente utilizadas. Ferraz et al.²², 2001, através de MEV, encontraram grande quantidade de túbulos abertos em dentes que receberam irrigação com clorexidina gel 2%, assemelhando-se à limpeza obtida pelo NaOCl 5,25% associado ao EDTA, e superior à alcançada pelo NaOCl 5,25% sozinho.

A solução salina fisiológica foi utilizada como controle, por não apresentar capacidade de lubrificação e limpeza das paredes do canal radicular. O objetivo principal do uso da solução salina neste trabalho foi avaliar se, independente da solução irrigadora utilizada, uma irrigação final com EDTA 17% seria capaz de promover uma limpeza eficiente das paredes dentinárias, com abertura de grande quantidade de túbulos. Tal hipótese não foi confirmada pelos resultados encontrados, visto que o grupo da solução salina fisiológica não obteve bons resultados quanto à

limpeza das paredes dentinárias.

Embora diferenças significantes tenham sido encontradas apenas entre os terços apical e cervical do grupo da clorexidina, em todos os grupos foi possível observar melhor limpeza no terço cervical, seguido do terço médio e por fim do apical. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Yamashita et al.⁷⁴, que também através de análise por MEV, observou paredes dentinárias mais limpas no terço cervical e, menor limpeza no terço apical. Esta dificuldade de limpeza do terço apical se explica pela diminuição do diâmetro do canal radicular, o que dificulta o acesso da solução irrigadora, com conseqüente diminuição do escoamento da mesma (Garberoglio e Becce²³). Sabe-se que a quantidade e o diâmetro dos túbulos dentinários diminuem conforme se aproximam do ápice. Assim, o terço cervical além de ser mais amplo e de acesso mais fácil para realização do preparo biomecânico, apresenta túbulos dentinários de maior diâmetro e em maior quantidade (Yamashita et al.⁷⁴).

Trabalho semelhante realizado por Teixeira et al.⁶⁶, de análise da limpeza por MEV de diferentes soluções irrigadoras e substâncias químicas auxiliares, encontraram imagens do terço apical dos espécimes de todos os grupos avaliados parcialmente obliterados, fato não observado nos terços cervical e médio dos mesmos.

A limpeza das paredes dentinárias e a remoção da *smear layer* são procedimentos fundamentais durante o preparo biomecânico, uma vez que permitem a exposição dos túbulos dentinários, influenciando diretamente na difusão da medicação intracanal e melhorando a adaptação dos cimentos endodônticos às paredes dentinárias (Eldeniz et al.¹⁸, Kokkas et al.²⁹, Sevimay e Kalayci⁵⁶). Será que substâncias químicas e soluções irrigadoras utilizadas durante o preparo biomecânico teriam influência nesta adaptação?

Assim, o presente trabalho propôs realizar um estudo complementar para avaliar, através de MEV, a penetração nos túbulos

dentinários de dois cimentos obturadores recentemente lançados no mercado odontológico. Entretanto foi muito difícil observar a penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários. Apenas em um espécime instrumentado com solução de NaOCl, com complementação final de EDTA, e obturado com cimento Epiphany (Grupo 1B), foi possível observar a penetração do cimento no interior do túbulo dentinário.

É importante ressaltar que cimento Epiphany é um sistema constituído de várias etapas para a obturação. Primeiro é realizada a aplicação de um adesivo autocondicionante no interior do canal radicular, após a aplicação do EDTA. De acordo com Teixeira et al.,⁶⁷, o uso deste *primer* autocondicionante prepara as paredes do canal para a adesão do cimento resinoso, permitindo a formação de um monobloco, composto pelo material obturador, selante resinoso, agente adesivo e dentina. Entretanto, de acordo com esses autores, este monobloco não se forma quando a guta-percha é utilizada como cone principal, somente quando se utiliza cones de Resilon do sistema Epiphany, pois a guta-percha não se adere ao cimento e tende a se soltar do mesmo ao ser puxado. O mesmo também não pode ser esperado do cimento Acroseal, pois para obturação com este material, nenhum tratamento de condicionamento das paredes dentinárias é realizado.

Estudos mostram que a infiltração bacteriana em dentes obturados com o sistema Resilon-Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA) é significativamente menor quando comparado à guta-percha. Shipper et al.⁵⁸, compararam a infiltração bacteriana em raízes obturadas com Resilon/Epiphany, guta-percha/Epiphany ou guta-percha/AH 26 (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany) e encontraram superior selamento nos grupos do Resilon. Aptekar e Ginnan², compararam o selamento obtido em canais obturados com guta-percha e cimento Tubli-Seal (Kerr Corporation, Orange, California) e com o sistema Resilon/Epiphany, verificando superioridade do sistema Resilon/Epiphany. Entretanto, Biggs et al.⁶,

comparando a infiltração apical, pelo método de filtração de fluido, de canais obturados com o sistema Resilon/Epiphany, gutapercha/Roth (Roths international Ltd., Chicago, IL) e gutapercha/AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany), não observaram superioridade do sistema Resilon/Epiphany sobre os demais grupos. No presente trabalho a avaliação da obturação, após o preparo com diferentes substâncias químicas, foi ilustrativa, optando-se pela utilização com cones de gutapercha. Entretanto, os resultados obtidos mostraram a necessidade de complementação da pesquisa relacionada à obturação após o preparo do canal com as substâncias químicas utilizadas neste estudo.

7 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- a) O Canal Mais e a solução de hipoclorito de sódio 2,5% associada ao EDTA, promoveram melhor limpeza dos canais radiculares, com maior quantidade de túbulos dentinários abertos, quando comparados à clorexidina gel 2% e à solução salina fisiológica (controle) associada ao EDTA.
- b) A limpeza obtida no terço cervical foi superior em todos os grupos avaliados, seguido pelo terço médio e por fim, pelo terço apical. No entanto, apenas no grupo da clorexidina o terço cervical diferiu estatisticamente do terço apical.
- c) A adaptação dos cimentos avaliados às paredes radiculares não foi eficiente. Foi possível observar em apenas uma raiz instrumentada com NaOCl 2,5% e obturada com cimento Epiphany, a formação de *tags* de cimento no interior dos túbulos dentinários.

8 REFERÊNCIAS*

1. Antonopoulos KG, Attin T, Hellwig E. Evaluation of the apical seal of root canal fillings with different methods. J Endod. 1998 Oct; 24(10): 655-58.
2. Aptekar A, Ginnan K. Comparative analysis of microleakage and seal for 2 obturation materials: Resilon/Epiphany and gutta-percha. J Calif Dent Assoc. 2006 Apr; 72(3): 245-245d.
3. Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. J Endod. 2004 Nov; 30(11): 792-95.
4. Barbin EL, Spanó JCE, Silva RS, Pécora JD. Análise *in vitro* da variação térmica durante a utilização do hipoclorito de sódio, em diferentes concentrações, com peróxido de hidrogênio a 3%. Rev Odontol Univ São Paulo. 1995 Jul/Set; 9(3): 189-192.
5. Bergmans L, Moisiadis P, Munck JD, Meerbeek BV, Lambrechts P. Effect of polymerization shrinkage on the sealing capacity of resin fillers for endodontic use. J Adhes Dent 2005; 7: 321-29.
6. Biggs SG, Knowles KI, Ibarrola JL, Pashley DH. An in vitro assessment of the sealing ability of Resilon/Epiphany using fluid filtration. J Endod 2006 Aug; 32(8): 759-61.

*Baseado em:

Internacional Comité of Medical Journal Editors. Bibliographic Services Division. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals: simple referents [homepage na Internet]. Bethesda: US Nacional Library; c2003 [disponibilidade em 2006 fev; citado em 20 mar.]. Disponível em : http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

7. Bodrumlu E, Tunga U. Apical leakage of Resilon™ obturation material. *The Journal Contemporary Practice* 2006 Sep; 7(4):45-52.
8. Bouillaguet S, Wataha JC, Tay FR, Brackett MG, Lockwood PE. Initial in vitro biological response to contemporary endodontic sealers. *J Endod.* 2006 Jul; 32(10): 989-92.
9. Braguetto CA, Souza Neto MD, Cruz Filho AM, Silva RG, Saquy PC, Pécora JD. Ação da solução de EDTA e da solução de Dakin utilizadas isoladamente, misturadas ou alternadas na limpeza do canal radicular. *Rev Odontol Univ São Paulo* 1997 Jan/Mar; 11(1): 67-70.
10. Çalt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod.* 2002 Jan; 28(1): 17-9.
11. Carson KR, Goodell GG, MsClanahan SB. Comparison of the antimicrobial activity of six irrigants on primary endodontic pathogens. *J Endod.* 2005 Jun; 31(6): 471-73.
12. Carvalho RM, Garcia FCP, Silva SMA, Manso AP, Castro FLA, Carrilho MRO. Métodos de análise de interfaces adesivas. Avaliação da resistência de união e observações por microscopia óptica e eletrônica. In: Estrela C. Metodologia científica – Ciência, Ensino, Pesquisa. São Paulo: Artes Médicas; 2005.p. 373-97.
13. Clark-Holke D, Drake D, Walton R, Rivera E, Guthmiller JM. Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *J Dent.* 2003 Aug; 31: 275-81.
14. Çobankara FK, Adanir N, Belli S. Evaluation of the influence of smear layer on the apical and coronal sealing ability of two sealers. *J Endod.* 2004 Jun; 30(6): 406-9.
15. Cohen S, Burns RC. Caminhos da polpa. Rio de janeiro: Ed. Guanabara Koogan; 2000. 838p.

16. Dametto FR, Ferraz CC, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJS. In vitro of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 2005 Jun; 99(6): 768-72.
17. Delany GM, Patterson SS, Miller MS, Newton CW. The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extruded necrotic teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1982 May; 53(5): 518-22.
18. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Shear bond strenght of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. The American Association of Endodontists 2005 Apr; 31(4): 293-96.
19. Epley SR, Fleischman J, Hartwell G, Cicalese C. Completeness of root canal obturations: Epiphany techniques versus gutta-percha techniques. J Endod. 2006 Jun; 32(6): 541-44.
20. Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. Braz Dent J. 2002; 13(2): 113-17.
21. Estrela C, Ribeiro RG, Estrela CRA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Antimicrobial effect of 2% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine tested by different methods. Braz Dent J. 2003; 14(1): 58-62.
22. Ferraz CCR, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. J Endod. 2001 Jul; 27(7): 452-55.
23. Garberoglio R, Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants: a comparative scanning electron microscopic study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994 Sep; 78: 359-67.

24. Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M. Interfacial strength of resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod.* 2005 Nov; 31(11): 809-13.
25. Grossman LI. Irrigation of root canals. *J Am Dental Assoc.* 1943; 30(1): 1915-17.
26. Hayashi M, Takahashi Y, Hirai M, Iwami Y, Imazato S, Ebisu S. Effect of endodontic irrigation on bonding of resin cement to radicular dentin. *Eur J Oral Sci.* 2005; 113: 70-6.
27. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod.* 1994 Jun; 20(6): 276-78.
28. Kardon BP, Kutler S, Hardigan P, Dorn SO. An in vitro evaluation of the sealing ability of new root-canal-obturation system. *J Endod.* 2003 Oct; 29(10):658-61.
29. Kokkas AB, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stravianos CK. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *J Endod.* 2004 Feb; 30(2): 100-2.
30. Kouvas V, Liolios E, Vassiliadis L, Parissis-Messimeris S, Boutsoukis A. Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. *Endod Dent Traumatol.* 1998; 14: 191-95.
31. Kuttler, Y. Microscopic investigation of root apexis. *J Am Dent Assoc.* 1955; 50: 544-52.
32. Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod.* 2002 Oct; 28(10): 684-88.
33. Leonard JE, Gutmann JL, Guo IY. Apical and coronal seal of roots

- obturated with a dentine bonding agent and resin. *Int Endod J.* 1996; 29: 76-83.
34. Leonardo MR. Endodontia – tratamento dos canais radiculares. Princípios técnicos e biológicos. v. 1, São Paulo: Ed. Artes Médicas; 2005. p.607-720.
 35. Lopes HP, Siqueira Jr JF. Endodontia: Biologia e técnica. Rio de Janeiro: Ed. Médica e Científica Ltda; 1999. 650p.
 36. Mannocci F, Ferrari M. Apical seal of roots obturated with laterally condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent. *J Endod.* 1998 Jan; 24(1): 41-4.
 37. Mannocci F, Innocenti M, Bertelli E, Ferrari M. Dye leakage and SEM study of roots obturated with Thermafill and dentin bonding agent. *Endod Dent Traumatol.* 1999; 15: 60-4.
 38. Medici MC, Fröner IC. A scanning electron microscopic evaluation of different root canal irrigation regimens. *Braz Oral Res.* 2006; 20(3): 235-40.
 39. Menezes ACSC, Zanet CG, Valera MC. Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. *Pesqui Odontol Bras.* 2003; 17(4): 349-55.
 40. Monticelli F, Sadek FT, Schuster GS, Volkmann KR, Looney SW, Ferrari M, et al. Efficacy of two contemporary single-cone filling techniques in preventing bacterial leakage. *J Endod.* 2007 Mar; 33(3): 310-13.
 41. Mounce R, Glassman G. Bonded endodontic obturation: another quantum leap forward for endodontics. *Oral Health* 2004; 94(7): 1323. Jul: 13-22. Disponível em: www.oralhealth.com
 42. 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.
43. Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JAP. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J*. 2004; 37: 38-41.
44. Paqué F, Luder HU, Sener B, Zehnder M. Tubular sclerosis rather than the smear layer impedes dye penetration into the dentine of endodontically instrumented root canals. *Int Endod J*. 2006; 39: 18-25.
45. Pécora JD, Estrela C. Hipoclorito de sódio. In: Estrela C. *Ciência Endodôntica*. São Paulo: Artes Médicas; 2004; p. 415-55.
46. Perez F, Rouqueyrol-Pourcel N. Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: A scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 2005 Mar; 99: 383-7.
47. Pinheiro CR, Robazza CRC, Marques JLL, de Carvalho EMOF. Penetração do EDTA e da clorexidina marcados pelo azul de metileno na dentina radicular. *RBO* 2004; 61(3): 217- 9.
48. Pommel L, Jacquot B, Camps J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. *J Endod*. 2001 May; 27(5): 347-50.
49. Ringel AM, Patterson SS, Newton CW, Miller CH, Mulhern JM. In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. *J Endod*. 1982 May; 8(5): 201-4.
50. Saleh AA, Ettman WM. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. *J Dent*. 1999; 27: 43-6.
51. Saleh IM, Ruyter E, Haapasalo MP, Orstavik D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J Endod*. 2003 Sep; 29(9): 595-601.

52. Scelza MFZ, Pierro V, Scelza P, Pereira M. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 2004 Oct; 98: 499-503.
53. Schirrmeister JF, Meyer KM, Hermanns P, Altenburger MJ, Wrbas K-T. Effectiveness of hand and rotatory instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. *Int Endod J*. 2006; 39: 150-6.
54. Sena NT, Gomes BPFA, Vianna ME, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against selected single-species biofilms. *Int Endod J*. 2006; 39: 878-85.
55. Sevimay S, Dalat D. Evaluation of penetration and adaptation of three different sealers: a SEM study. *J Oral Rehab*. 2003; 30: 951-55.
56. Sevimay S, Kalayci A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers. *J Oral Rehab*. 2005; 32: 105-110.
57. Shemesh H, Wu MK, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal ex vivo study. *Int Endod J*. 2006; 39: 968-76.
58. Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod*. 2004 May; 30(5): 342-47.
59. Silva LAB, Leonardo MR, Assed S, Tanomaru Filho M. Histological study of the effect of some irrigating solutions on bacterial endotoxin in dogs. *Braz Dent J*. 2004; 15(2): 109-14.
60. Sipert CR, Hussne RP, Nishiyama Ck, Torres SA. In vitro antimicrobial activity of Fill Canal, Sealapex, Mineral trioxide Aggregate, Portland

cement and EndoRez. *Int Endod J*. 2005; 38: 539-43.

61. Souza CJA, Montes CRM, Pascon EA, Loyola AM, Versiani MA. Comparison of the intraosseous biocompatibility of AH Plus, EndoRez, and Epiphany root canal sealers. *J Endod*. 2006 Jul; 32(7): 656-62.
62. Sousa-Neto MD, Passarinho-Neto JG, Carvalho-Júnior JR, Cruz-Filho AM, Pécora JD, Saquy PC. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. *Braz Dent J*. 2002; 13(2): 123-8.
63. Tagger M, Tagger E, Tjan AHL, Bakland LK. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J Endod*. 2002 May; 28(5): 351-54.
64. Tanomaru JMG, Rodrigues VMT, Tanomaru Filho M, Spolidorio DMP, Ito IY. Avaliação in vitro da atividade antimicrobiana de soluções irrigadoras empregadas em endodontia. *Rev Paul Odont*. 2005; 27(1): 38-40.
65. Tay FR, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH, Mak Y-F et al. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod*. 2005 Jul; 31(7): 514-19.
66. Teixeira CS, Felipe MCS, Felipe WT. The effect of application of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J*. 2005; 38: 285-90.
67. Teixeira FB, Teixeira ECN, Thompson J, Leinfelder KF, Trope M. Dentinal bonding reaches the root canal system. *J Esthet Restor Dent*. 2004; 16: 348-54.
68. Testarelli L, Andreasi Bassi M, Gambarini G. Valutazioni sperimentali di cinque cementi per uso canalare. *Minerva Stomatol*. 2003; 52: 19-24.
69. Ungor M, Onay EO, Orucoglu H. Push-out bond strengths: the Epiphany-

- Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *Int Endod J.* 2006; 39: 643-47.
70. Valera MC. Avaliação do selamento de canais radiculares preparados para retentores intra-radulares e contaminados por saliva artificial, após tratamento das paredes dentinárias com laser Nd: YAG ou EDTA e etil-cianoacrilato. Efeito da pasta de hidróxido de cálcio [tese livre-docência]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, UNESP; 2002.
71. Versiani MA, Carvalho-Junior JR, Padilha MIAF, Lacey S, Pascon EA, Sousa-Neto MD. A comparative study of physicochemical properties of AH PlusTM and EpiphanyTM root canal sealants. *Intern Endod J.* 2006; 36: 464-71.
72. Viana ME, Gomes BFPA, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 2004 Jan; 97(1): 79-84.
73. Wu MK, van der Sluis LWM, Ardila CN, Wesselink PR. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. *Intern Endod J.* 2003; 36: 533-40.
74. Yamashita JC, Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Rossi MA, Silva LAB. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. *Int Endod J.* 2003; 36: 391-4.
75. Zmener O, Pameijer CH. Clinical and radiographic evaluation of a resin-based root canal sealer. *Am J Dent.* 2004; 17: 19-22.

Anexo A

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 - Al. São Diniz
CEP: 12261-970 - F. (12) 3047-9028
Fax: (12) 3047-9010 / suely@fodj.unesp.br

**CERTIFICADO****Comitê de Ética em Pesquisa-Local**

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº 022/2006-PH/CEP, sobre “Estudo em MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura) da eficiência de diferentes soluções irrigadoras na limpeza de canais radiculares e na formação de camada híbrida após o uso de cimento endodônticos resinosos”, sob a responsabilidade de **ALESSANDRA SVERBERI CARVALHO**, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa, envolvendo seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado por este Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 20 de abril de 2006.

Profa. Dra. Suely Carvalho Mutti Naressi
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa-Local

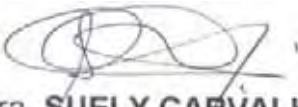
Anexo B

Unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Seres Humanos

Ofício nO 042/07 -CEP

Prezado(a) Sr.(a)	ALESSANDRA SVERBERI CARVALHO
Projeto	Estudo em MEV (Micorscopia Eletrônica de Varredura) da eficiência de diferentes soluções irrigadoras na limpeza de canais radiculares e na formação de camada híbrida após o uso de cimento endodônticos resinosos
PARECER	
Foi aprovada a emenda ao projeto acima mencionado, com referência a AL TERAÇÃO DO NOME DO PROJETO, passando para "ANÁLISE, POR MEV, DA EFETIVIDADE DE SOLUÇÕES IRRIGADORAS E SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES NA LIMPEZA DE CANAIS RADICULARES. ESTUDO COMPLEMENTAR DA INTERFERÊNCIA DESTA LIMPEZA NA ADAPTAÇÃO DA OBUTRAÇÃO". Convalidando dessa forma o Protocolo nº 022/2006-PA/CEP de 20/04/2006	

Atenciosamente,


Profa.Dra. **SUELY CARVALHO MUTTI NARESSI**

Carvalho AS. *SEM analysis of the efficacy of irrigants and auxiliary chemicals for root canal cleaning. Complementary study of the interference of this cleaning on adaptation of the root canal filling* [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007.

ABSTRACT

The process of cleaning and disinfection of the root canal system is an essential step for the success of endodontic treatment. Chemicals employed as irrigants during endodontic treatment must have good ability to lubricate the root canal walls and clean the dentinal tubules, in order to allow better diffusion of root canal dressing and good adaptation of sealers to the dentinal walls. This study aimed to investigate, by SEM analysis, the cleaning ability of different combinations of irrigants and auxiliary chemicals and the penetration of Acroseal and Epiphany sealers into the dentinal tubules. The study was conducted on 48 single-rooted human teeth submitted to standardized instrumentation, using different irrigants, as follows (n=12): G1– Biomechanical preparation (BMP) with 2.5% NaOCl + 17% EDTA; G2– BMP with 2% chlorhexidine gel + 17% EDTA; G3– BMP with Canal Mais (Septodont do Brasil) + 2.5% NaOCl; G4– BMP with saline + 17% EDTA (control). Eight teeth from each group were longitudinally sectioned and prepared for SEM analysis, with 2000x magnification, for evaluation of cleaning at the cervical, medium and apical thirds. The analyzed area was quantified according to the percentage of open tubules at each region. The values were submitted to statistical analysis by the ANOVA and Tukey tests, at a significance level of 5%. The results revealed statistical differences, namely G1 and G3 were statistically different from G2 and G4. There was significant dentinal erosion in teeth instrumented with Canal Mais. In all groups, the cleaning achieved at the cervical third was better compared to the medium and apical thirds, with statistically significant difference only for the chlorhexidine group. For the purposes of illustration, the four remaining roots in each group were subdivided into two groups with two roots each and filled by the lateral condensation technique with gutta-percha points and the Acroseal and Epiphany sealers. After longitudinal sectioning, the teeth were analyzed by SEM to investigate the penetration of sealers into the dentinal tubules, which revealed that only one specimen instrumented with 2.5% NaOCl and filled with Epiphany sealer presented penetration of sealer into the dentinal tubules.

Key words: Root canal irrigants, sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, root canal filling, scanning electron microscopy.