

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
DOUTORADO EM CIRURGIA E TRAUMATOLOGIA  
BUCOMAXILOFACIAL

**Ferdinando De Conto**

**Estudo comparativo de materiais e modos de armazenamento de dentes humanos em  
apicectomias: análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)**

**A comparative study of materials and storage modes in human teeth in apicoectomy:  
Scanning electron microscopy (SEM) analysis**

Porto Alegre

2011



**Ferdinando De Conto**

**Estudo comparativo de materiais e modos de armazenamento  
de dentes humanos em apicectomias: análise por Microscopia  
Eletrônica de Varredura (MEV)**

**A comparative study of materials and storage modes in human teeth in  
apicoectomy: Scanning electron microscopy (SEM) analysis**

Tese apresentada como requisito para  
obtenção de título de Doutor em Odontologia  
com área de concentração em Cirurgia e  
Traumatologia Bucomaxilofacial pela  
Faculdade de Odontologia da Pontifícia  
Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Dra. Marília Gerhardt de Oliveira  
Linha de Pesquisa: Diagnóstico e Terapêuticas Aplicadas

Banca examinadora:

Prof. Dr. Clóvis Marzola – USP  
Prof. Dr. Josimário João da Silva – UFPE  
Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Livia Prates Soares Zerbinatti – UNIME  
Prof. Dr. Mateus Ericson Flores – UPF  
Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Marília Gerhardt de Oliveira – PUCRS

Porto Alegre, 28 de novembro de 2011

CIP – Catalogação na Publicação

---

D296e De Conto, Ferdinando

Estudo comparativo de materiais e modos de armazenamento de dentes humanos em apicectomias: análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) = A comparative study of materials and storage modes in human teeth in apicoectomy: Scanning electron microscopy (SEM) analysis / Ferdinando De Conto. – 2011.

64 f. : il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Odontologia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

Orientação: Dra. Marília Gerhardt de Oliveira.

1. Odontologia. 2. Cirurgia bucomaxilofacial. 3. Doenças periapicais. 4. Microscopia eletrônica de varredura. 5. Pesquisa odontológica. I. Oliveira, Marília Gerhardt de, orientadora. II. Título.

CDU : 616.314:615.849

CDD : 617.634

---

Catalogação: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

## DEDICATÓRIA

À Litiane pelo sempre presente e fundamental incentivo à  
conclusão desta etapa de formação profissional.  
Igualmente dedico à meus Pais, Salete e Ivano, pelo constante  
exemplo que norteiam minha determinação ao êxito.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

À ti, Prof<sup>a</sup>. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira, credito muito a conclusão desta proposta. Teu profissionalismo e amizade justificam todo o meu respeito, consideração e, sobretudo, agradecimento.

Ao meu colega e, acima de tudo, grande amigo, Prof. Dr. Mateus Ericson Flores, pelos conselhos e manente apoio para execução desta formação acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao magnífico Reitor da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Prof. Dr. Joaquim Clotet.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa do coordenador, o Prof. Dr. José Antônio Poli de Figueiredo.

À Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo – RS, na pessoa da diretora Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Salete Sandini Linden e da coordenadora Prof<sup>a</sup>. Ms. Miriam Lago Magro pelo incondicional apoio, bem como a todos colegas professores, em especial da disciplina de Cirurgia Odontológica, Aldo Paza e Valmor Ávila pela compreensão quando estive ausente.

Aos distintos colegas de especialidade e exemplos profissionais, Laurindo Moacir Sassi e Josimário João da Silva e ao ex-diretor da Faculdade de Medicina da Universidade de Passo Fundo – RS, Luis Carlos Manzato e sua família, pelo incentivo para iniciar esta etapa acadêmica.

Aos professores da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, João Feliz pelo importante auxílio na conclusão deste estudo, bem como, Berenice Anina Dedavid, pela ajuda na execução dos experimentos.

Aos colegas de consultório, Dr. Idalmir Carlos Nicolini e Dr. Renato Sawazaki, à Marinês Pio, Marta Moura e Suzana Lambarch pela importante ajuda nos momentos de afastamento de minhas atividades.

À amiga, ex-aluna e colega de pós graduação, Carolina Cucco pela valiosa e impagável colaboração para execução deste trabalho.

Aos colegas do curso de doutorado da PUCRS, em especial ao Luis Arteche, Guilherme Omizzolo, Lívia Zerbinati e à Ana Carolina Vasconcelos pelos bons momentos vividos.

Aos alunos da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo – RS que foram, sem dúvida, pelo respeito e amizade sempre demonstrado, um grande estímulo para conclusão desta formação: Thisa Bordignon, Moira Dias, Domenico Manzato, Manoela De Bortoli, Thiago Picolo, João Eidt, Mayara De Bona, Jessica Galvan, Maria Perin, Cristina Rettore, Liziane Donaduzzi e Camila Tagliari.

À Família Paludo, pela constante compreensão e pelos bons momentos compartilhados durante este período da minha vida.

Aos meus dois irmãos, Jefferson e Camila: pelo amor que tenho a vocês, são sempre o estímulo a concluir as etapas de minha vida e incentivá-los às suas conquistas. Ao João Isidro pelas vezes em que precisei, e sempre encontrei, um grande, impar e fraterno amigo.

## **EPIGRAFE**

Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes.

Leonardo Da Vinci



## RESUMO

A cirurgia paraendodôntica é um procedimento que inclui exposição cirúrgica do ápice comprometido, amputação do mesmo, preparo cavitário e retrobturação do canal radicular. O sucesso desta cirurgia está vinculado à realização adequada das diversas etapas desse procedimento cirúrgico. Esta pesquisa objetivou comparar resultados de cirurgia paraendodôntica, *in vitro*, utilizando diferentes materiais restauradores e modos de armazenamento de dentes humanos. A amostra foi constituída por 60 dentes humanos monorradiculares divididos em dois grupos segundo o modo de armazenamento (hidratados e não hidratados), sendo que cada grupo foi subdividido de acordo com o material utilizado para retrobturação (o agregado trióxido mineral e o cimento de ionômero de vidro modificado por resina). Cada espécime foi avaliado por imagens radiográficas digitais e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Concluiu-se que o agregado trióxido mineral (MTA<sup>®</sup>) obteve os melhores resultados para o selamento apical em ambas as formas de armazenamento dentário e que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer<sup>®</sup>) apresentou valores médios de *gap* consideravelmente aumentados quando utilizados dentes hidratados.

**Palavras Chave:** Apicectomia; Microscopia eletrônica de varredura; Cirurgia bucal; Materiais dentários.

## ABSTRACT

Apical surgery is a procedure involving surgical exposure of the committed apex, amputation of the same, root-end cavity preparation and retrofilling of the root canal. The success of this surgery is associated with the proper performance of the various steps of all surgical procedures. This study aimed to compare results of apical surgery in vitro, using different restorative materials and two different storage modes of human teeth. The sample consisted of 60 single root human teeth which were divided into two groups according to the storage mode (hydrated and not hydrated), each group was subdivided according to the retrofilling material (mineral trioxide aggregate and glass ionomer cement modified by resin). Each specimen was evaluated by digital radiographic images and scanning electron microscopy (SEM). It was concluded that mineral trioxide aggregate (MTA ®) obtained the best results for the apical seal in both modes of storage and that the glass ionomer cement modified by resin (Vitremer ®) showed significantly increased gap values when the teeth were hydrated.

**Key Words:** Apicoectomy; Scanning Electron Microscopy; Oral Surgery; Dental Materials.

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICO

**Figura 1.** Demonstração das amostras para calibração dos escores de quantificação de microfraturas (70X em MEV). A) Escore 0; B) Escore 1; C) Escore 2 – perda de estrutura; D) presença de fraturas extracanal. \_\_\_\_\_34

**Figura 2.** Demonstração das amostras para calibração dos escores de quantificação da qualidade de retrobturação. A) Escore 0; B) Escore 1; C) Escore 2. \_\_\_\_\_35

**Figura 3.** Padronização das áreas escolhidas para avaliação do GAP entre material obturador e dentina na região apical com aumento 2000X em MEV. A) Margem Esquerda; B) Margem Direita; C) Margem Inferior e D) Margem Superior. \_\_\_\_\_36

**Gráfico 1.** Relação do gap entre tipo de armazenamento versus tipo de material. \_\_\_\_\_40

## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1.** Distribuição dos grupos experimentais. \_\_\_\_\_ 31

**Quadro 2.** Avaliação quantitativa do *gap* entre material retrobturador e a superfície dentinária interna da raiz de acordo com modo de armazenamento \_\_\_\_\_39

**Quadro 3.** Avaliação quantitativa do *gap* entre material retrobturador e a superfície dentinária interna da raiz de acordo com o tipo de material \_\_\_\_\_39

**Quadro 4.** Avaliação quantitativa do *gap* entre material retrobturador e a superfície dentinária interna da raiz de acordo com o tipo de material versus modo de armazenamento. \_\_\_\_\_39

**Quadro 5.** Comparação do modo de armazenamento de dentes e qualidade de retrobturação avaliada por radiografia digital. \_\_\_\_\_41

**Quadro 6.** Comparação do tipo de material utilizado e qualidade de retrobturação avaliada por radiografia digital. \_\_\_\_\_41

**Quadro 7.** Comparação do tipo de dente e presença de microfraturas. \_\_\_\_42

**Quadro 8.** Comparação do tipo de material e presença de microfraturas. \_\_42

**Quadro 9.** Comparação do tipo de dente e presença de fraturas extracanal. \_42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ISO – International Organization for Standardization

MTA – Agregado Trióxido Mineral

CIV – Cimento de Ionômero de Vidro modificado por resina

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

kV – Kilovolts

mV – Milivolts

mm – milímetros

nm – nanômetros

µm – micrômetros

cm<sup>3</sup> – centímetro cúbico

J/m<sup>2</sup> – Joules por metro quadrado

SE – Secondary Electron

BSE – Backscattering Electron

° – graus

°C – graus Celsius

® – Marca registrada

psi – unidade de pressão no sistema inglês “libra por polegada quadrada”

NaCl – Cloreto de Sódio

X – Vezes

ANOVA – termo estatístico em inglês: *Analysis of Variance*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 REVISTA DA LITERATURA</b> .....	17
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	27
3.1 Objetivo geral .....	27
3.2 Objetivos específicos .....	27
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	28
4.1 Seleção das amostras .....	28
4.2 Preparo das amostras .....	28
4.3 Avaliação radiográfica .....	29
4.4 Tratamento endodôntico .....	30
4.5 Organização dos grupos .....	30
4.6 Apicetomia, confecção da cavidade retrógrada e retrobturações .....	31
4.7 Avaliação em MEV .....	32
4.8 Aquisição das imagens por MEV .....	33
4.9 Análise qualitativa das imagens adquiridas por MEV .....	33
4.10 Análise qualitativa das imagens adquiridas por Radiografia digital .....	34
4.11 Análise quantitativa das imagens .....	35
4.12 Análise estatística .....	36
4.13 Aspectos éticos .....	37
<b>5 RESULTADOS</b> .....	38
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	43
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	51
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	52
<b>ANEXOS</b> .....	62

## 1. INTRODUÇÃO

A cirurgia paraendodôntica é um procedimento que inclui remoção de condições patológicas, amputação do ápice dental, preparo cavitário e retrobturação do ápice do canal radicular. Autores propõem diferentes termos que designam este tipo de cirurgia, tais como cirurgia perirradicular, apicetomia, apicectomia, cirurgia apical e cirurgia endodôntica. O termo apicoplastia também é proposto para designar todos os procedimentos realizados no periápice dental, com o objetivo de restaurar sua condição funcional<sup>(1)</sup>. O sucesso da cirurgia paraendodôntica está vinculado à realização adequada das diversas etapas desse procedimento cirúrgico<sup>(1-2)</sup>.

Os testes laboratoriais são necessários para proporcionar suporte científico nas fases de desenvolvimento de um novo material a ser lançado no mercado. Para executá-los, normalmente, são empregados dentes humanos ou de animais, procurando-se reproduzir as condições mais próximas de interação entre o material e a estrutura dental<sup>(3)</sup>. Uma variedade de métodos para estoque de dentes nos bancos de tecidos tem sido utilizada. Os meios de armazenamento de dentes para pesquisas podem promover diferentes resultados nos estudos de microinfiltração marginal<sup>(4)</sup>.

Em endodontia e cirurgia apical, dentes extraídos são rotineiramente utilizados em pesquisas para avaliar diferentes materiais e técnicas. A resolução técnica da ISO TC 106 que regulamenta os testes de adesão de materiais dentários às estruturas dentais, determina que o armazenamento dos dentes é um importante fator na obtenção de resultados consistentes. Apesar disto, uma padronização para realização destes testes ainda é uma busca constante entre os pesquisadores com a finalidade primordial de obter o correto uso clínico de cada técnica e material dentário<sup>(5)</sup>.

Muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de determinar qual a técnica para apicectomia e preparo de cavidades retrógradas que proporcionem uma menor alteração no terço apical e minimize a

microinfiltração. O preparo da cavidade retrógrada é executado, tradicionalmente, com o auxílio de brocas, micro-motor e contra-ângulo, entretanto, o sistema ultra-sônico, com pontas menores para preparo das retrocavidades, foi introduzido recentemente permitindo melhor acesso ao extremo apical. Análises comparativas entre esses dois métodos têm sido realizadas <sup>(6)</sup>.

Além do preparo cavitário, o material utilizado neste processo, é outro fator decisivo o sucesso da técnica. O cimento de ionômero de vidro (Vitremer<sup>®</sup>) tem sido indicado como material restaurador por possuir diversas propriedades importantes, tais como ação antibacteriana, o mecanismo pelo qual esta função é garantida se deve, dentre outros, à liberação de flúor e seu pH. Testes de toxicidade e infiltração em endodontia mostraram ser este material superior ao amálgama utilizado convencionalmente para selamento apical. Além disto, o uso deste material fotopolimerizável oferece ótimo controle sobre o tempo de trabalho, o que é um fator favorável durante o procedimento cirúrgico <sup>(7-8)</sup>.

O agregado trióxido mineral (MTA) foi desenvolvido e estudado a partir de 1993, tendo sido aplicado amplamente na endodontia para capeamento pulpar, pulpotomias, fechamento de perfurações, indução de apicificação e, mais recentemente, como material retrobturador <sup>(9-10-11)</sup>.

Muitos estudos têm mostrado que o agregado trióxido mineral (MTA) é um excelente material retrobturador. Estudos comparativos clínicos publicados até o momento têm reportado altas taxas de sucesso quando comparado com outros tipos e materiais <sup>(12-13-14-15)</sup>, embora as diferenças encontradas não serem significantes.

Comparar criteriosamente resultados de análises MEV considerando, além de dois diferentes materiais utilizados para retrobturação, dois modos de armazenamento dos dentes parece ser relevante no sentido de maximizar recursos de Bancos de Dentes Humanos Institucionais objetivando melhor viabilizar pesquisas *in vitro* que possam elucidar questões de pesquisa e qualificar a clínica nesta área do conhecimento (pesquisa aplicada).



## 2. REVISTA DA LITERATURA

A cirurgia paraendodôntica é o tratamento ou prevenção da patologia perirradicular por meio de abordagem cirúrgica. Em geral, incluem-se neste conceito a drenagem de abscessos, cirurgia periapical, apicoplastia, e apicectomia <sup>(1-16-17)</sup>.

A Endodontia sempre foi conhecida como uma terapia que permite manter um dente que, de outra maneira, seria extraído. A única alternativa que se possuía para evitar a perda de um dente. Diante do desejo de pacientes em não perder um elemento dentário, essa alternativa encorajava a intervenção em elementos dentários com prognóstico sombrio como dentes com extensas lesões periapicais, canais calcificados, raízes fraturadas, reabsorções extensas, perfurações, entre outros fatores. Dentes fraturados ou extensivamente cariados foram salvos para servirem como pilares de próteses, algumas vezes às expensas de osso e de tecido mole. Os casos de sucesso eram tratados como um feito heróico, uma façanha, e as falhas eram aceitas como parte do risco de ter se tentado o impossível <sup>(18)</sup>.

Desde as últimas décadas a endodontia convencional tem demonstrado adequados resultados. Porém com as melhorias no entendimento sobre sanificação, modelagem e selamento do sistema de canais, as opiniões sobre prognóstico e sucesso na literatura científica têm mudado, refletindo na prática clínica. A partir da década de 60 e 70, com os ensinamentos de Schilder (1967 e 1974), acreditava-se que “um canal radicular poderia sofrer intervenção com sucesso em 100% dos casos menos x, onde x seria a habilidade do operador em negociar o complexo sistema de canais”. As experiências clínicas, suportadas pelos estudos longitudinais, permitiram apaziguar tais expectativas, mostrando que a natureza da doença e os diferentes graus de comprometimento dentário são mandatórios <sup>(19-20)</sup>.

A cirurgia paraendodôntica tem mudado radicalmente nos últimos 15 anos, desde alterações na técnica cirúrgica até o desenvolvimento dos biomateriais aplicados <sup>(21)</sup>. Baseado nisso, a cirurgia apical é hoje considerada

uma viável alternativa terapêutica para salvar um dente com patologia apical que não pode ser tratada por terapia endodôntica convencional não cirúrgica <sup>(17)</sup>.

As indicações para este tipo de procedimento foram, há alguns anos atrás, rediscutidas pela sociedade europeia de endodontia <sup>(22)</sup>, onde foi estabelecido as seguintes situações clínicas que justifiquem tal terapia:

- achados radiográficos de lesão apical e/ou sintomatologia dolorosa em dentes com obturação do canal radicular satisfatória ou adequada;
- extravasamento de material obturador endodôntico (guta-percha ou cimento) em grande quantidade e com sinal clínico ou radiográfico de lesão apical;
- persistência ou surgimento de lesão apical em dentes tratados endodonticamente que já foram submetidos à processo de retratamento endodôntico não cirúrgico convencional;
- pequena perfuração radicular ou do soalho da câmara pulpar em casos onde é impossível tratar pela cavidade pulpar.

Assim como a terapia endodôntica clássica, o objetivo da cirurgia paraendodontica é eliminar as bactérias do sistema de canais radiculares e estabelecer uma barreira efetiva para impedir a passagem de microrganismos e/ou seus produtos para os tecidos da região apical. Ainda, este procedimento permite uma completa curetagem local com a finalidade de eliminar a infecção extra-radicular, material de corpo estranho ou tecido cístico <sup>(17)</sup>.

As contra-indicações locais para este tipo de técnica são basicamente aplicadas para casos onde: o dente em questão não possui função (sem antagonista ou sem importância estratégica para o aparelho mastigatório, bem como sua reabilitação), dentes com suporte periodontal inadequado, ou que não possam ser restaurados, ou ainda, dentes com fratura radicular vertical <sup>(17)</sup>.

Outro objetivo da cirurgia apical é o selamento hermético do sistema de canal radicular após a ressecção do ápice, e assim, eliminar as bactérias do sistema de canais radiculares e estabelecer uma barreira efetiva para impedir a passagem de microrganismos e/ou seus produtos para os tecidos da região apical. O sucesso deste selamento está acompanhado de um bom preparo cavitário apical e um bom material obturador <sup>(21)</sup>.

O preparo da cavidade no extremo apical pode ser realizado com o auxílio de brocas e micro-motor com contra ângulo ou sistema ultra-sônico. O

uso de brocas tem se demonstrado significativamente o método mais rápido, que promove uma superfície regular que entretanto interfere com a adaptação do material retrobturador. Tradicionalmente os instrumentos rotatórios foram usados nas apicetomias. No início da década de 1990 a introdução do sistema ultra-sônico revolucionou a técnica de preparo retrógrado e tem se tornado uma alternativa muito útil em casos de apicetomias de difícil acesso, devido à forma, tamanho e ângulo de sua parte ativa <sup>(23)</sup>.

Por muitos anos o preparo cavitário do ápice dental foi realizado por brocas tipo cone invertido para peças de mão de alta rotação, entretanto, esta técnica possui muitas limitações: o eixo de preparação não é paralelo ao canal radicular; há um maior risco de causar perfuração na parede cavitária lingual; insuficiente profundidade do preparo cavitário; o uso de broca convencional diminui a visibilidade durante o procedimento obrigando assim a realizar uma apicetomia em ângulo de 45° <sup>(24)</sup>. Por estes motivos o uso do sistema ultra-sônico tem sido mais amplamente usado, uma vez que produzem um preparo cavitário mais conservador e muito mais efetivo <sup>(25)</sup>.

Na cirurgia parendodôntica, a ressecção apical deve ser feita com pouca inclinação do bisel, e o preparo da cavidade apical deve ser profundo. Isso permite a diminuição da microinfiltração tanto entre as paredes dentinárias e o material de preenchimento das retrocavidades através dos túbulos dentinários seccionados durante a apicetomia <sup>(26-27)</sup>.

As vantagens observadas no preparo das cavidades com ultra-som incluem a melhor distribuição do material da cavidade, proporcionando um vedamento apical mais eficiente <sup>(28)</sup>. Um estudo mais recente mostrou que nas retrocavidades preparadas com ultra-som ocorre menor infiltração de corante quando comparado com aquelas feitas com broca de aço <sup>(29)</sup>.

Atualmente, muitos autores têm considerado o ultra-som a melhor opção no preparo da cavidade para retrobturações. As pontas ultra-sônicas são pequenas e fáceis de serem usadas, proporcionando preparos mais profundos, que acompanham melhor o longo eixo do canal, paredes cavitárias mais paralelas, mais lisas e lama dentinária bastante reduzida em comparação às cavidades apicais preparados com brocas <sup>(30)</sup>.

Diferentes angulações de ressecção do ápice dental foram propostas na literatura. Um bisel de 45° é uma opção mais fácil de ser executada quando se

utiliza convencional peça de mão para alta ou baixa rotação e ainda, possui como vantagem, que facilita a inserção do material retrobturador. Entretanto, isto poderia aumentar a microinfiltração apical porque os túbulos dentinários ficam mais expostos nesta angulação<sup>(31)</sup>. Em contrapartida, para a obtenção de um melhor resultado na confecção da retrocavidade apical (mais retentiva, alinhada, permitindo apicectomia em 90 graus, entre outras), tem-se utilizado a nova tecnologia do ultra-som<sup>(32)</sup>.

O estudo realizado por Gilheany em 1994 revelou que entre as diferentes técnicas de preparo cavitário avaliadas o bisel com 90° de inclinação e 3 mm de profundidade expõe um menor número de túbulos dentinários e promove uma remoção das ramificações do delta apical mais efetivo. Este procedimento, porém, só é possível com a utilização do sistema de ultra-som<sup>(26)</sup>.

Post et al., 2010, revelaram que apesar de diferentes formas de preparo retrocavitário, nenhum grupo foi capaz de selar totalmente a região apical. O tipo de material utilizado na retrobturação foi o único fator que mostrou significativa diferença no selamento apical em relação à infiltração de corante<sup>(33)</sup>.

A restauração retrógrada tem sido realizada com diversos materiais obturadores, usualmente amálgama, além de cimento de ionômero de vidro, óxido de zinco e eugenol, guta percha, compósitos de resina e mais recentemente, o agregado trióxido mineral (MTA) tem se destacado por apresentar boas propriedades físico-químicas e biológicas, favorecendo o reparo apical pós-cirúrgico. O objetivo desse procedimento é isolar o forame impedindo que microrganismos, oriundos do canal radicular, atinjam o periápice<sup>(34)</sup>. O material retrobturador utilizado em cirurgia paraendodôntica deve ser bem tolerado pelos tecidos periapicais, promover um selamento eficiente, ser de fácil inserção na cavidade, não sofrer alteração pela umidade e ser visível radiograficamente. Entretanto, não há relato na literatura de um material que preencha todas as condições para o selamento ideal do conduto radicular<sup>(35)</sup>.

Um dos principais critérios considerados, no momento da escolha de um material retrobturador, quando de cirurgias paraendodônticas, é sua capacidade de selamento, com o intuito de impedir a passagem de exsudatos,

microrganismos, bem como de suas toxinas e metabólitos, entre os canais radiculares e os tecidos periapicais <sup>(36)</sup>.

Vários autores têm avaliado diferentes materiais retrobturadores com o objetivo de encontrar um material alternativo para a amálgama. Os autores destacam as diversas desvantagens desse material como retrobturador: resíduos de mercúrio e outros íons, corrosão e eletrólise, possibilidade de produzirem tatuagens, expansão tardia, microinfiltração marginal, dificuldade na inserção da cavidade e a não reabsorção dos excessos de material <sup>(37-38-39)</sup>.

Muitos estudos têm revelado que os cimentos de ionômero de vidro são excelentes como materiais retrobturadores. Alguns autores mostram que esses cimentos apresentam integridade marginal, boa adesão ao esmalte, dentina e cimento, compatibilidade biológica e baixa solubilidade <sup>(40-41)</sup>.

Ao longo dos anos, diferentes cimentos de ionômero de vidro foram testados como, por exemplo, Vitrebond<sup>®</sup>, Kalzinol<sup>®</sup>, Glossionomer<sup>®</sup> F, Ketac-endo<sup>®</sup>, Ketac-cem<sup>®</sup>, Vitremer<sup>®</sup> e Fuji Orthodontics LC<sup>®</sup>. Os materiais ionoméricos têm sido recomendados como materiais de eleição para retrobturações devido ao seu tempo de trabalho e a capacidade de união com a dentina, quando comparados ao amálgama <sup>(35-38-39-42-43-44)</sup>.

Desde o desenvolvimento dos cimentos de ionômero de vidro, esses materiais vêm sendo estudados exaustivamente. A formulação dos materiais ionoméricos foi realizada buscando-se reunir propriedades, tais como: liberação de flúor dos silicatos, estética e resistência das resinas compostas e a adesão do policarboxilato à estrutura dental. Entre as características mais importantes desse material estão: excelente adesão ao esmalte, dentina e cimento, compatibilidade biológica e integridade marginal <sup>(40)</sup>.

Outra característica importante que contribui para confirmar a indicação desse material como retrobturador é a propriedade antibacteriana que ele apresenta <sup>(45)</sup>. Sabe-se que isso contribui para controlar a contaminação na região do periápice, diminuindo a atuação constante de irritantes e permitindo a evolução positiva da patologia para a cura.

A apropriada interação entre o material de selamento e a superfície da retrocavidade depende não somente das características físico e químicas do material obturador, mas também das condições de umidade da cavidade no momento da retrobturação <sup>(46)</sup>.

O trabalho realizado por Er et al., 2008, utilizou apenas *Enterococcus faecalis* por justificar ser este o tipo bacteriano clinicamente mais relevante. Características microbiológicas, bem como seus fatores de virulência, determinam a patogenicidade de *E. faecalis*, o que se traduz em condições clínicas pouco favoráveis e persistência das infecções, mesmo quando o retratamento é instituído. *E. faecalis* apresenta resistência aos efeitos antimicrobianos do hidróxido de cálcio, provavelmente devido ao efetivo sistema de bombeamento de prótons que mantém níveis de pH citoplasmático ótimos para a bactéria, dificultando o tratamento endodôntico <sup>(47)</sup>.

Stuart et al., 2006, fizeram uma revisão de literatura sobre a importância do *E. faecalis* no insucesso do tratamento endodôntico. Verificaram que o *E. faecalis* aparece em casos de infecções primárias (entre 4 a 40% dos casos). Esse microrganismo está presente entre 24% a 77% dos casos das infecções secundárias e quase sempre ocorrem em infecções crônicas assintomáticas. Esses achados foram explicados devido à virulência do *E. faecalis*, pois ele é capaz de invadir os túbulos dentinários, possui capacidade de competição com outros microrganismos e é bastante resistente à privação nutricional. O *E. faecalis* é um coco Gram positivo, com dimensão variável de 0,6 a 2,5µm, que pode aparecer solitário, em pares ou cadeias; é um anaeróbico facultativo, ou seja, pode viver tanto na ausência como na presença de oxigênio. O uso de uma eficiente técnica de irrigação e a combinação de clorexidina 2% com hipoclorito de sódio, atualmente, é o método mais efetivo para combater o *E. faecalis* dentro do sistema de canais radiculares. Os autores relataram, ainda, que o *E. faecalis* é o microrganismo encontrado com maior frequência em infecções endodônticas secundárias assintomáticas <sup>(48)</sup>.

O agregado trióxido mineral (MTA) foi desenvolvido e estudado a partir de 1993 e desde então tem sido aplicado amplamente na endodontia para capeamento pulpar, pulpotomias, fechamento de perfurações, indução de apicificação e mais recentemente como material retrobturador <sup>(9-10-11)</sup>.

O MTA é um pó constituído de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico, óxido de silicato, óxido de bismuto e ainda pequenas quantidades de outros óxidos que modificam suas propriedades químicas e físicas <sup>(49)</sup>.

Este produto tem demonstrado em diferentes estudos que é um material de fácil manipulação, com boa resistência à compressão e capacidade seladora apical, até mesmo pela discreta expansão que sofre na presença de umidade <sup>(37-50-51-52)</sup>.

Segundo Holland et al., 2001, o mecanismo de ação do MTA é similar ao hidróxido de cálcio devido ao óxido de cálcio, um dos constituintes do MTA. O pó de MTA é constituído ainda por finas partículas hidrofílicas, que favorecem o uso na presença de umidade, sendo esta propriedade requerida nas cirurgias paraendodônticas <sup>(53)</sup>. Além disto, a ação antimicrobiana do material pode estar relacionada ao pH de 12,5, observado após a colocação do MTA, que é semelhante ao do hidróxido de cálcio <sup>(49)</sup>.

Muitos estudos têm mostrado que o agregado trióxido mineral (MTA) é um excelente material retrobturador. Todos os estudos comparativos clínicos publicados até o momento têm reportado altas taxas de sucesso quando comparado com outros tipos e materiais <sup>(12-13-14-15)</sup>, embora as diferenças encontradas não foram significantes.

Apesar de o MTA ser um material de alto custo e os clínicos não possuírem tanta familiaridade com o uso deste material, ele apresenta grandes vantagens, incluindo excelente biocompatibilidade <sup>(54)</sup>, ideal aderência as paredes cavitárias e baixa solubilidade <sup>(55)</sup>, além de estimular a cementogênese na porção onde ocorreu a apicectomia <sup>(56-57-58)</sup>.

Segundo o estudo de Post et al., 2010, o MTA possui efetividade de selamento apical muito maior se comparado a amálgama, independente do tipo de retropreparo cavitário ou do tipo de instrumental utilizado <sup>(33)</sup>.

Uma das formas de se determinar qual o melhor material e técnica para este tipo de tratamento, é a realização de estudos *in vitro* com dentes naturais armazenados em banco de tecidos humanos. Neste caso, alterações no resultado do selamento apical de acordo com a forma de armazenamento ainda permanecem como uma dúvida entre pesquisadores. Todos os estudos, entretanto, tentam simular as condições *in vivo*, não havendo, todavia, metodologia padronizada totalmente definida neste sentido <sup>(4)</sup>.

O meio de armazenamento de dentes extraídos, entretanto, pode provocar alterações químicas e ópticas na superfície dentinária, afetar a

resistência adesiva, influenciar a permeabilidade da dentina e influenciar a própria microinfiltração <sup>(59)</sup>.

Vários métodos têm sido preconizados para esterilização (autoclave, óxido de etileno, irradiação gama) e estocagem dos dentes sem ou com produtos para evitar o crescimento de microrganismos: água destilada, solução com timol, solução salina, solução de tampão fosfato com timol, solução de formol, solução de azida sódica, solução de cloramina, etanol ou criopreservação. Ainda, o método de esterilização e armazenamento não deve alterar o substrato, promovendo alterações estruturais ou de permeabilidade do esmalte ou dentina que possam interferir nos resultados dos testes de infiltração marginal por traçadores ou de adesão à estrutura dental <sup>(4)</sup>.

Existem dificuldades na utilização de dentes extraídos devido ao seu natural estado de contaminação com material biológico do paciente doador, pois é difícil de esterilizar pois podem ser danificados ou alterados no processo de esterilização <sup>(60)</sup>. Houve preocupações sobre o efeito do armazenamento em formol que afetaria a resistência de união, infiltração e permeabilidade dentinária. Se a autoclavagem altera a estrutura de dentina ao ponto onde a relação micro-química entre materiais dentários e dentina seria afetada, isto ainda permanece desconhecido <sup>(61)</sup>.

O Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos (CDC) elaborou normas para o controle de infecção aos dentes extraídos que serão utilizados em ensino e pesquisa. Segundo esta normativa, os dentes que não tiverem restaurações de amálgama devem ser esterilizados em ciclos de autoclave por 40 minutos. Para os dentes que possuem este tipo de restauração, o procedimento para controle antibacteriano é de armazenamento em formol a 10% pelo período de duas semanas. Embora o procedimento de autoclavagem não altere as propriedades físicas dos dentes, o quanto isto afeta a relação química e mecânica entre dentina e materiais dentários permanece incerto <sup>(62)</sup>.

Autores descreveram que autoclavagem de dentes extraídos por 40 minutos a 121°C e 15 psi e mantidos em solução salina ou pacotes autoclavados os torna livres de microrganismos viáveis <sup>(63)</sup>. Apesar da autoclavagem de dentes poder causar uma ligeira redução na microdureza da



dentina, não altera as propriedades físicas suficiente para comprometer a resistência *in vitro* <sup>(60-61)</sup>.

Seguindo a orientação de controle de infecção do CDC, estudos têm indicado que a esterilização de dentes extraídos em autoclave não altera a permeabilidade da dentina, entretanto, o efeito do calor deste processo na microinfiltração apical ainda permanece incerto <sup>(64)</sup>.

Os dentes extraídos geralmente são armazenados em solução após serem coletados e antes da esterilização, porém não está claro como este processo de armazenamento afeta a dentina e o esmalte. A solução de estocagem e os métodos de esterilização podem influenciar como estes substratos respondem aos materiais dentários aplicados <sup>(63)</sup>.

Além do método de armazenamento adotado, o tempo de armazenamento e a temperatura da solução são também capazes de afetar as características da dentina. A associação de diferentes temperaturas às diversas soluções de armazenamento foi investigada, sendo ressaltado o uso do refrigerador, do freezer, do calor ou de temperaturas constantes mantidas através de estufa <sup>(65)</sup>.

O estudo conduzido por George et al., 2006 demonstrou que o armazenamento em formol 10% resultou em uma significativa redução na microinfiltração apical quando comparado a um grupo de dentes não fixado em formol. Segundo estes autores, o mecanismo que produziu este efeito é incerto, mas pode ser relacionado a uma alteração nos tecidos dentários pelas propriedades de fixação do formol. Este procedimento pode promover uma rede das proteínas do colágeno presente na polpa e matriz dentinária, levando a um acúmulo de produtos insolúveis ao longo da parede do conduto radicular após a instrumentação <sup>(64)</sup>.

A água passou a ser utilizada como solução de armazenamento em estudos posteriores àqueles primeiros que relatavam o uso de soro fisiológico, sendo testada sob diferentes formas, temperatura e até mesmo tempo de estocagem. Estudos recentes constatam que a utilização de água comum sob refrigeração apresenta-se como uma alternativa bastante viável <sup>(65)</sup>.

Dentes extraídos armazenados de forma desidratada também já foram utilizados em pesquisas. Alguns autores observaram que no preparo do canal radicular esses dentes apresentaram diferenças significativas na comparação

com os armazenados em solução de soro fisiológico. Outros estudos constataram que houve uma maior microinfiltração nos dentes mantidos secos para depois serem reidratados quando comparados a outras soluções de armazenamento <sup>(65)</sup>.

Outro estudo, comparando diferentes formas de armazenamento: dentes congelados, hidratados e desidratados concluiu com resultados que demonstraram não haver diferença estatisticamente significativa na microinfiltração, em relação ao modo de armazenamento, mesmo quando se variou o tipo de material. Os autores referem que este fato pode ter ocorrido pela associação de fatores, como a padronização da profundidade do preparo. Embora as médias de microinfiltração correspondentes ao modo de armazenamento e material não tenham apresentado diferenças significantes, os valores numéricos sugerem que as amostras do grupo desidratado permitiram maior infiltração que as do grupo hidratado <sup>(59)</sup>.

Isso pode ser atribuído ao fato de que os adesivos reagem também com a parte orgânica da dentina e talvez essa parte orgânica possa ser conservada em melhores condições por meio do congelamento. Além disso, as amostras do grupo hidratado foram armazenadas em soro fisiológico, pois apesar de ser esta solução muito utilizada em pesquisas de materiais odontológicos, seu emprego tem sofrido algumas restrições, pela interferência sobre a permeabilidade dentinária <sup>(59)</sup>.

Outro estudo também comparando formas de armazenamento indica que não há diferença significativa na união dentinária em dentes extraídos recentemente quando comparados a um grupo desidratado e outro que permaneceu em solução de Cloramina 0,5%. Portanto, a hipótese nula de que não haveria nenhuma diferença na colagem de dentes secos reidratados e dentes recém-extraídos não foi rejeitada <sup>(66)</sup>.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Esta pesquisa objetivou comparar resultados de cirurgia paraendodôntica, *in vitro*, utilizando diferentes materiais restauradores e modos de armazenamento de dentes humanos.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

3.2.1- Avaliar, comparativamente, por meio de análise por MEV, cortes transversais na região apical realizados nas amostras de espécimes retrobturados com agregado trióxido mineral (MTA), considerando dois modos de armazenamento das amostras;

3.2.2- Avaliar, comparativamente, por meio de análise por MEV, cortes transversais na região apical realizados nas amostras de espécimes retrobturados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIV), considerando dois modos de armazenamento das amostras;

3.2.3- Avaliar, comparativamente, por meio de análise por MEV, os resultados obtidos entre os dois diferentes materiais restauradores.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 Seleção das amostras**

A amostra deste trabalho foi constituída por 60 dentes monorradiculares superiores (incisivos e caninos) com anatomia clássica de uma raiz e formação radicular completa. Para a inclusão no estudo, foram seguidos os seguintes critérios:

- a) todos os dentes foram obtidos no Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (FOUPF), o qual possui normas para doação e utilização das unidades dentárias que seguem os fundamentos da Bioética (ANEXO A);
- b) não apresentavam fratura radicular, reabsorção dentinária e/ou grandes dilacerações apicais;
- c) não eram dentes previamente tratados endodonticamente;
- d) todos os dentes foram limpos seguindo a rotina do Banco de Dentes
- e) 30 dentes foram armazenados, logo após sua exodontia, em frascos com água comum e mantidos em geladeira própria do Banco de Dentes a 4°C;
- f) 30 dentes foram armazenados em estoque, sem hidratação e refrigeração.

### **4.2 Preparo das amostras**

Seguindo o protocolo do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo – RS, todos os dentes foram esterilizados em autoclave por 20 minutos a 121°C e 15 psi antes de serem entregues para a realização deste estudo.

Posteriormente, as coroas foram removidas, com auxílio de um disco de carborundum, para standardizar o tamanho das amostras em, aproximadamente, 16mm (medida externa, com auxílio de paquímetro), medida esta padronizada para adaptar a amostra no interior do microscópio eletrônico de varredura.

Para a execução de toda a fase de experimento, cada dente foi devidamente numerado para identificação com numeração de 01 a 60 e armazenados separadamente em tubo de ensaio tipo eppendorf.

### **4.3 Avaliação radiográfica**

Todas as unidades dentárias foram radiografadas com sensor digital CCD da marca Fimet em três momentos distintos: antes do tratamento endodôntico, após o tratamento endodôntico e após a retrobturação para a verificação da qualidade da técnica. Foi padronizada a distância foco-filme de trinta centímetros e o tempo de exposição de acordo com a qualidade da radiografia (de 0,25 segundos). As raízes foram posicionadas ao longo do maior comprimento e no centro do filme radiográfico, com o ápice voltado para a saliência identificadora. Foram feitas duas radiografias de cada dente com os filmes apoiados: um na face vestibular e outro na face mesial de cada dente. A incidência dos raios X foi perpendicular ao centro das raízes dentárias <sup>(67)</sup>.

O processamento da imagem foi realizado pelo software próprio do sistema de radiografia digital, no Laboratório de Radiologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (FOUPF) (ANEXO B).

Os dentes que não estivessem com o tratamento endodôntico ou a retrobturação adequados, seriam descartados.

Uma lâmina de cera tipo utilidade com 2 cm<sup>3</sup> foi adaptada ao sensor digital, onde os dentes foram fixados durante toda a manipulação para a aquisição das imagens radiográficas, para melhor posicionamento dos elementos dentários.

#### 4.4 Tratamento endodôntico

A tomada radiográfica que foi executada previamente ao tratamento endodôntico deveria exibir quaisquer possíveis fraturas, reabsorções ou variações anatômicas que pudessem excluir algum dente selecionado. O tratamento endodôntico foi realizado por um profissional previamente treinado e pela técnica clássica de Walton <sup>(68)</sup>.

Os dentes do grupo não hidratado foram mantidos secos, em recipientes plásticos abertos, à temperatura ambiente, no mínimo por 30 dias antes do início do trabalho. Uma semana antes de receber o preparo cavitário, foram hidratados em água e mantidos em geladeira própria do Banco de Dentes a 4°C.

Depois da endodontia, os dentes foram armazenados em água destilada por 30 dias em temperatura ambiente para, então, serem submetidos à segunda tomada radiográfica periapical, para a verificação da qualidade da obturação, constatada a partir da total radiopacidade do canal radicular em todas as direções. Seriam excluídos da amostra aqueles dentes cuja terapia endodôntica for considerada insatisfatória pelos examinadores (visualização de linhas, faixas ou áreas de radiolucidez) e novas amostras seriam confeccionadas para substituí-los <sup>(69)</sup>.

#### 4.5 Organização dos grupos

Os dentes foram divididos em 2 grupos de trinta unidades (A e B), de forma aleatória, separados de acordo com seu estado de hidratação prévia no banco de dentes, sendo cada grupo subdividido em dois: 15 dentes retrobturados com agregado trióxido mineral da marca Angelus<sup>®</sup> (MTA) e outros 15 elementos retrobturados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina da marca Vitremer<sup>®</sup> (CIV) (Quadro 1).

Quadro 1. Distribuição dos grupos experimentais.

Grupo	Técnica	n
A1	Dentes hidratados + Apicectomia +Retrobturação com MTA	15
A2	Dentes hidratados + Apicectomia +Retrobturação com CIV	15
B1	Dentes não hidratados + Apicectomia +Retrobturação com MTA	15
B2	Dentes não hidratados + Apicectomia +Retrobturação com CIV	15

#### 4.6 Apicectomia, confecção da cavidade retrógrada e retrobturações

A apicectomia foi realizada em todos os dentes com auxílio de ponta diamantada de número 4138 em alta-rotação, refrigerada com solução fisiológica (NaCl a 0,9%), em 90° de angulação com o longo eixo dental e de mesial para distal, a 3 mm do ápice dentário.

Para a confecção das retrocavidades de todos os dentes, foi utilizado o aparelho de ultra-som modelo Jet Sonic Four Plus® (Gnatus – Brasil). Tal aparelho foi aplicado com potência variável, numa escala própria entre 1 e 10, ajustado conforme orientação do fabricante, para a posição S (scalling). O retropreparo foi realizado com uma retro-ponta “S12”, desenhada especificamente para esta finalidade, na potência 8, sob irrigação constante de solução fisiológica (NaCl a 0,9%). A largura da cavidade correspondeu ao diâmetro da retro-ponta e a profundidade foi de 3 mm. As amostras do grupo A1 e B1 foram retrobturadas com trióxido mineral – MTA manipulado de acordo com as normas do fabricante e nas amostras do grupo A2 e B2 foi utilizado o cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIV) como material obturador, sendo fotopolimerizado por 40 segundos conforme especificação do fabricante. O material obturador foi inserido, em excesso, na retrocavidade, utilizando-se uma seringa tipo Centrix®. Após a condensação do material na cavidade, com um calcador tipo Paiva de número 11, os excessos foram removidos com uma cureta periodontal de número 1-2. Este processo foi realizado com o auxílio de profissional experiente na área da endodontia.

O MTA branco - Angelus® apresenta-se em frasco com 1g de pó, sendo acompanhado por um frasco contendo água destilada e uma colher medida. A composição citada na bula do produto consta de silicato (SiO<sub>2</sub>),

álcalis ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ), ferroalumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), óxido de Cálcio ( $\text{CaO}$ ), óxido de Bismuto ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ), óxido de Magnésio ( $\text{MgO}$ ) e resíduos insolúveis.

O Vitremer<sup>®</sup> apresenta-se em frascos contendo pó e líquido. Podem ser apresentados comercialmente juntos, como um kit, ou separadamente. O kit, possui um frasco com primer, para condicionamento da dentina, e um frasco com gloss, para acabamento superficial. O pó é constituído por vidro de fluoralumino silicato, persulfeto de potássio e ácido ascórbico microencapsulados e pigmentos. O líquido, por sua vez é composto por solução aquosa com copolímeros do ácido polialcenóico, HEMA e fotoiniciador com fonoquinona. O Primer por copolímeros do ácido polialcarróico, HEMA, etanol e fotoiniciadores e o Glazer por Bis-GMA, TEGDMA e canforoquinona.

#### **4.7 Avaliação em MEV**

Os dentes dos dois grupos (A e B) foram levados ao Laboratório de Microscopia Eletrônica da PUCRS, onde ficaram no dessecador, por um período aproximado de duas semanas, a fim de eliminar, lentamente, toda água das amostras, para não prejudicar a visualização no microscópio e, ao mesmo tempo, causar microfraturas pela desidratação.

Após este período, as amostras foram cortadas axialmente, a 3 mm do ápice, para então serem dispostas em lâmina de vidro utilizadas para microscopia de 26 x 76 mm e fixadas com fita dupla face condutora de carbono.

Os espécimes foram fixados num suporte metálico porta-amostras (stub) e revestidos por camada metálica. O método de metalização utilizado foi o sputtering, que proporciona o recobrimento das amostras com uma fina camada de ouro. Esta camada metálica faz com que a amostra se torne condutora de elétrons, possibilitando a formação das imagens pelo microscópio.

As amostras foram observadas no MEV Phillips, modelo XL30, com poder de resolução de 3,5nm (no modo elétron secundário) e faixa de aumentos de 10 a 400.000 vezes, tensão de aceleração de 200V a 30 kV, no



Centro de Microscopia e Microanálise do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento IDEIA da PUCRS.

#### **4.8 Aquisição das imagens por MEV**

Foram obtidas imagens de MEV, em direção de corte axial das superfícies apicectomizadas dos 60 ápices dentários visando à observação da totalidade da face cortada e da adaptação do material retrobturador do canal radicular em cada grupo

A energia do feixe de elétrons foi de 20 kV e o diâmetro do feixe de 4,0. A morfologia da superfície das amostras foi avaliada com o detector de elétrons secundários (SE), por exibir melhor a topografia para evidenciar a diferença entre material e dentina.

Para análise dos avaliadores, foi utilizado aumento 70 vezes para visão geral do ápice e de 2000 vezes em cada uma das margens previamente definidos: Superior (S), Direito (D), Inferior (I) e Esquerdo (E).

Foram adquiridas fotomicrografias para avaliação pelo software próprio do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). As fotomicrografias foram avaliadas por dois observadores calibrados em estudo cego.

#### **4.9 Análise qualitativa das imagens adquiridas por MEV**

Para analisar a qualidade das amostras ao final do experimento, avaliou-se a quantidade de microfraturas que apareceram ao redor dos retropreparos cavitários apicais, foram criados escores de 0 a 2, sendo escore 0 com ausência de microfraturas (FIGURA 1A), escore 1 com uma a três microfraturas (FIGURA 1B) e escore 2 com quatro ou mais microfraturas, sendo incluídos neste escore, também, retropreparos em que foi observada perda de estrutura dental em suas margens (FIGURA 1C). Ainda, presença de fraturas extracanal também foi avaliado, ou seja, presença de fissuras na estrutura dentinária que não envolvia a luz do canal radicular foi observada e anotada com relação à sua presença ou não (FIGURA 1D).

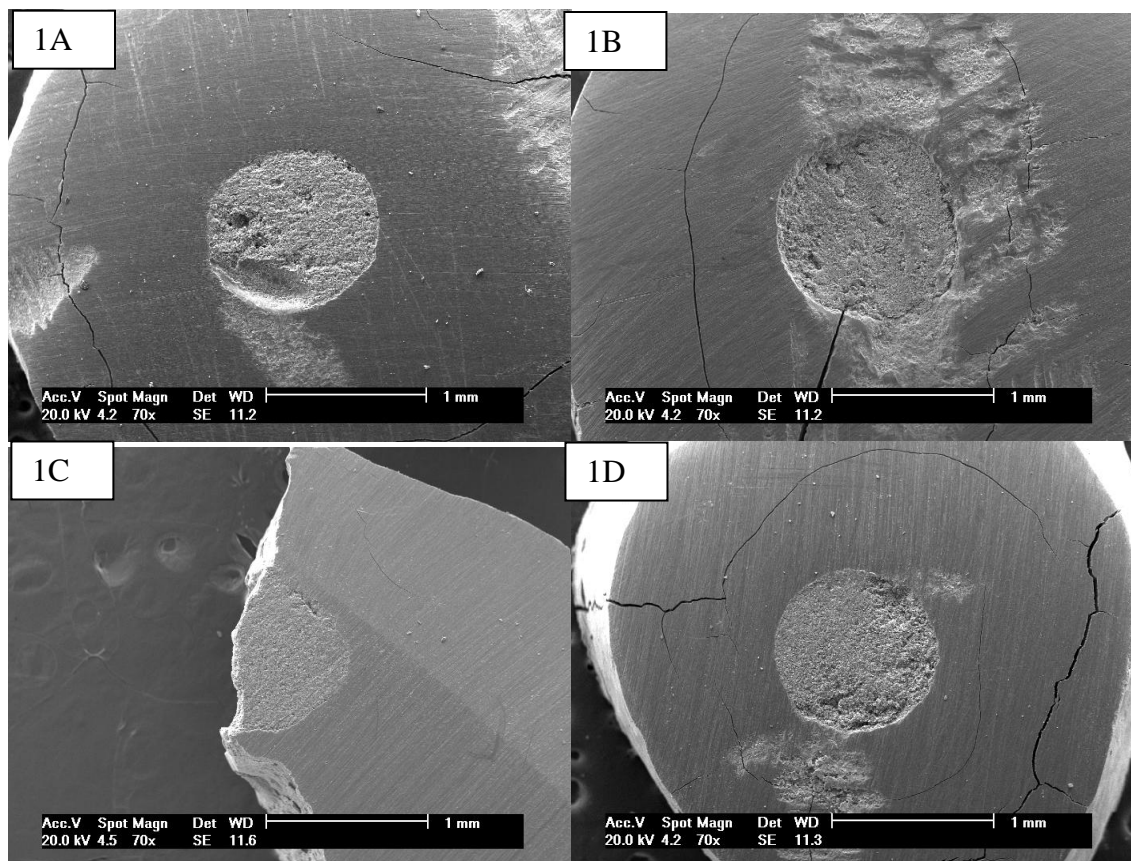


Figura 1. Demonstração das amostras para calibração dos escores de quantificação de microfraturas (70X em MEV): A) Escore 0; B) Escore 1; C) Escore 2 – perda de estrutura; D) presença de fraturas extracanal.

Fonte: Dados da presente pesquisa (PPG/PUCRS CEP/PUCRS 11/05521)

#### 4.10 Análise qualitativa das imagens adquiridas por Radiografia digital

A qualidade da retrobturação foi avaliada a partir das imagens radiográficas periapicais obtidas ao final do experimento. Foi classificada de acordo com a extensão no interior do retropreparo, homogenicidade e selamento apical. A frequência da condição ideal foi determinada em 3 parâmetros de qualidade de retrobturação: ideal – 0 –; satisfatório – 1 –; e insatisfatório – 2 –. Para calibração dos avaliadores teve-se por critério

norteador a pesquisa de Santos et al., 2010<sup>(70)</sup> e desacordos foram resolvidos por consenso.

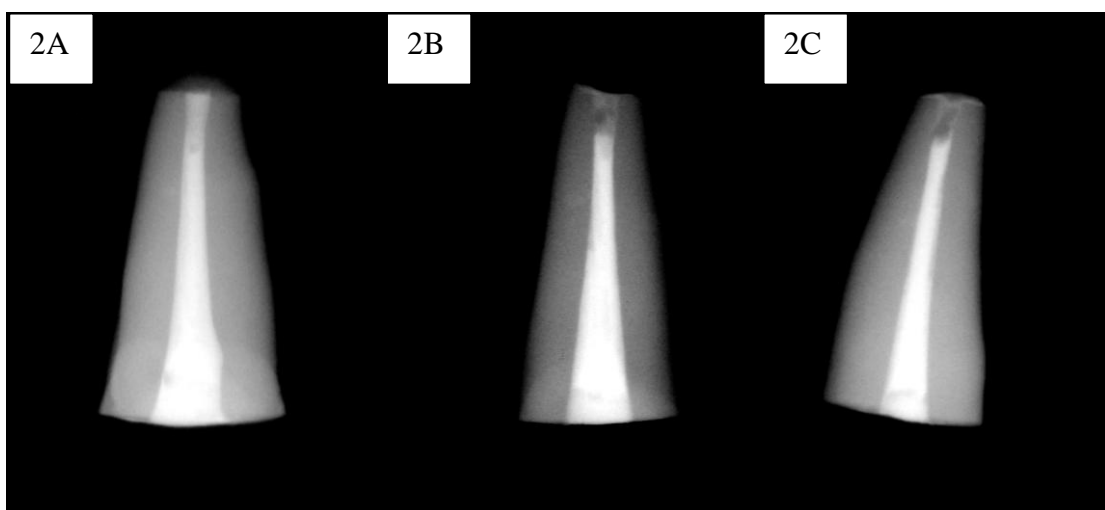


Figura 2. Demonstração das amostras para calibração dos escores de quantificação da qualidade de retrobturação. A) Escore 0; B) Escore 1; C) Escore 2.

Fonte: Dados da presente pesquisa (PPG/PUCRS CEP/PUCRS 11/05521)

#### 4.11 Análise quantitativa das imagens

Para a avaliação quantitativa do espaço (GAP) entre material retrobturador e a superfície dentinária interna da raiz, foram analisadas 4 áreas em vista apical em aumento de 2000 X de cada amostra. Foi padronizada uma divisão em quadrantes sendo assim avaliadas todas as áreas da porção apical do canal radicular, que obedeceram seguinte sequência: Superior (S), Direito (D), Inferior (I) e Esquerdo (E) (FIGURA 3).

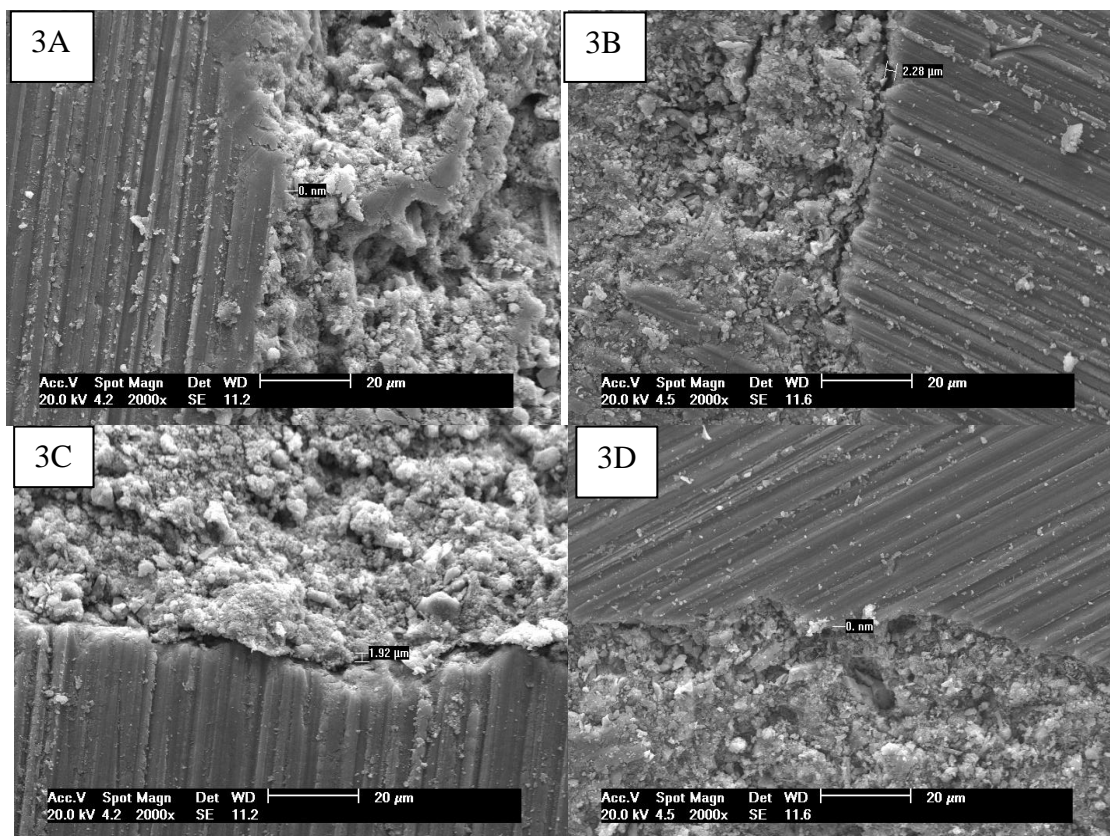


Figura 3. Padronização das áreas escolhidas para avaliação do GAP entre material obturador e superfície dentinária na região apical com aumento 2000X em MEV. A) Margem Esquerda; B) Margem Direita; C) Margem Inferior e D) Margem Superior.

Fonte: Dados da presente pesquisa (PPG/PUCRS CEP/PUCRS 11/05521)

#### 4.12 Análise estatística

Para análise de concordância entre os dois avaliadores em relação à análise quantitativa, foi utilizado o teste de correlação interclasse para a concordância entre os avaliadores. Para as variáveis qualitativas, foi utilizado o teste Kappa.

As variáveis categóricas (qualitativa) foram avaliadas por meio do teste exato de Fisher e Qui-quadrado.

Foi utilizado o teste de ANOVA, seguido pelo teste Bonferroni, para as variáveis que se apresentaram distribuídas normalmente.

Os dados foram analisados por meio do software SPSS versão 17 e adotado um nível de significância de 5%.

#### **4.13 Aspectos éticos**

O projeto para a realização desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – CEP/PUCRS 11/05521 (ANEXO C).

Este trabalho foi realizado sem qualquer conflito de interesses na relação com as marcas comerciais utilizadas no experimento, seja equipamentos, materiais ou medicamentos.

## 5. RESULTADOS

Para a conferência da concordância entre os avaliadores, das duas variáveis contínuas referentes às medidas do *gap* entre material e dentina, utilizou-se o teste de correlação interclasse que apresentou um coeficiente de 0,9739, na qual a replicabilidade foi vista como excelente e, assim, optou-se realizar a análise estatística somente pelas medidas realizadas pelo próprio pesquisador devido ao nível de concordância obtido.

Durante a fase de experimento, algumas amostras foram perdidas por não apresentarem condições de seguir no estudo, porém, o número de dentes perdidos foi considerado baixo e não afetou estatisticamente a pesquisa: dente 60 – após a endodontia, dente 31, 35 e 57 – após a secção do ápice no preparo para Microscopia Eletrônica de Varredura.

Ao todo, 60 dentes participaram do estudo e 04 foram perdidos, totalizando 56 dentes, divididos em quatro grupos, sendo que os dentes perdidos foram todos do grupo hidratado, sendo coincidentemente, dois do grupo obturado com MTA e dois do grupo obturado com CIV.

Para as análises da Microscopia Eletrônica de Varredura foi determinado utilizar o modo de avaliação com o detector de elétrons secundários (SE), por exibir melhor a topografia pois este modo possui uma maior profundidade de foco se comparado ao modo de detector de elétrons retroespehados (BSE).

Utilizando-se uma análise de variância, pode-se observar que havia associação entre os fatores e, assim sendo, foram aplicados testes entre as diferentes condições para melhor identificar as alterações.

A avaliação quantitativa referente ao espaço (*gap*) entre material retrobturador e a superfície dentinária interna da raiz revelou que os dentes que foram armazenados em condição hidratada apresentaram maiores valores de medida para o *gap* sendo considerado estatisticamente significativo com valor de  $p = 0,002$  (Quadro 2), enquanto que, quando comparados os dois materiais retrobturadores entre si, independente do método de condicionamento dos

dentes, os ápices tratados com o cimento de ionômero de vidro (CIV) apresentaram as maiores distâncias em relação à superfície dentinária com significância estatística de valor de  $p = 0,001$  (Quadro 3).

Quadro 2. Avaliação quantitativa do *gap* entre material retrobturador e a superfície dentinária interna da raiz de acordo com modo de armazenamento

Tipo de Dente	Valor GAP ( $\mu\text{m}$ )		Intervalo de Confiança de 95%	
	Média	Erro Padrão	Limite inferior	Limite superior
Não Hidratados	4,886	2,989	-1,114	10,887
Hidratados	19,666	3,277	13,087	26,244

\* Valor de  $p = 0,002$  significativo para o nível de 5%

Quadro 3. Avaliação quantitativa do *gap* entre material retrobturador e a superfície dentinária interna da raiz de acordo com o tipo de material

Tipo de Material	Valor GAP ( $\mu\text{m}$ )		Intervalo de Confiança de 95%	
	Média	Erro Padrão	Limite inferior	Limite superior
MTA	4,151	3,102	-2,076	10,378
CIV	20,401	3,170	14,037	26,766

\* Valor de  $p = 0,001$  significativo para o nível de 5%

Por fim, quando comparados tipo de dente versus material retrobturador, houve interação estatística com valor de  $p = 0,009$  e obteve-se como resultado que o Cimento de Ionômero de Vidro (CIV) apresentou maior medida para *gap* quando utilizados dentes hidratados, conforme evidenciado no quadro 4:

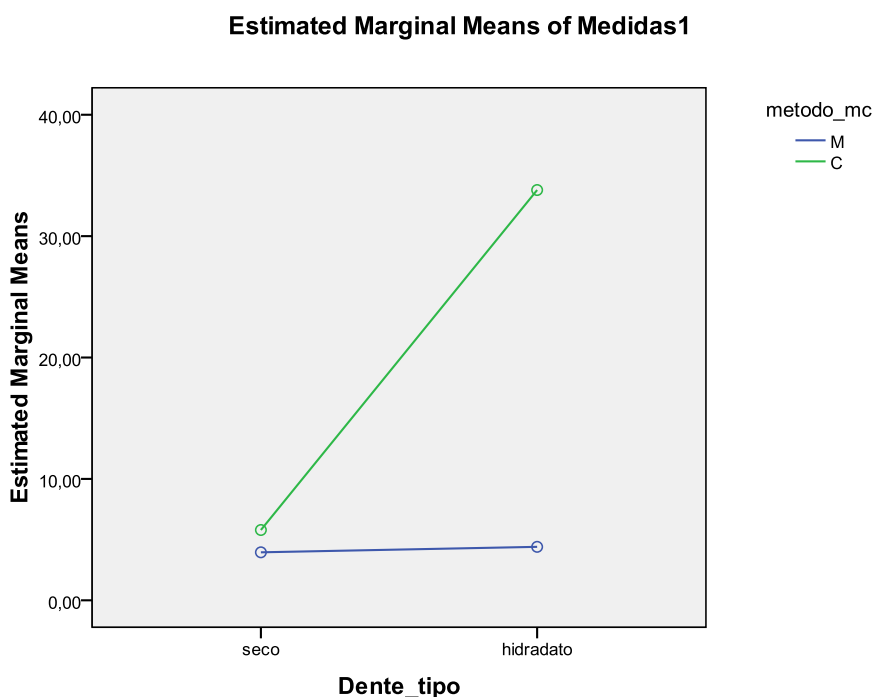
Quadro 4. Avaliação quantitativa do *gap* entre material retrobturador e a superfície dentinária interna da raiz de acordo com o tipo de material versus modo de armazenamento

Dentes	Material	Valor GAP ( $\mu\text{m}$ )		Intervalo de Confiança de 95%	
		Média	Erro Padrão	Limite inferior	Limite superior
Não Hidratados	MTA	4,229	4,227	-4,257	12,716
	CIV	5,543	4,227	-2,943	14,030
Hidratados	MTA	4,072	4,541	-5,043	13,188
	CIV	35,259	4,726	25,771	44,747

\* Valor de  $p = 0,009$  significativo para o nível de 5%

Os dentes que foram retrobturados com MTA não apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação as distâncias (GAP) entre os dois tipos de armazenamento de dentes (Hidratados e Não-hidratados) sugerindo estatisticamente que as diferenças ocorreram ao acaso. Já nos dentes em que se utilizou CIV para a retrobturação, quando se observa o grupo de dentes hidratados, ocorre uma interação importante, apresentando maiores distâncias para a medida de *gap*, conforme ilustra o gráfico 1:

**Gráfico1.** Relação do gap entre tipo de armazenamento versus tipo de material



A análise qualitativa foi subdivida em três formas de avaliação: qualidade da retrobturação, presença de microfraturas e presença de fraturas na dentina em posição extracanal.

A investigação da qualidade da retrobturação foi feita com base em escores, comparando-se os grupos entre si. O teste qui-quadrado relevou para este quesito que, quando comparados os métodos de condicionamento dentário, seco e hidratado, não houve associação entre a forma e qualidade da retrobturação quando avaliada radiograficamente (Quadro 5). Porém, quando comparados os materiais entre si, pode-se observar relação, onde os dentes obturados com MTA apresentaram maior freqüência de “ideal” enquanto os



ápices tratados com CIV se distribuiu proporcionalmente entre as condições de obturação e ainda apresentaram maior ocorrência de “insatisfatório” quando comparado com o grupo em que foi utilizado MTA (Quadro 6).

**Quadro 5.** Comparação do modo de armazenamento de dentes e qualidade de retrobturação avaliada por radiografia digital.

Tipo de Dente	Qualidade de retrobturação			Total
	0	1	2	
Não hidratados	15	10	5	30
Hidratados	13	7	5	25
Total	28	17	10	55

\* Teste Qui-Quadrado com valor de  $p=0,896$  revelando que não há associação entre o tipo de armazenamento de dente e a qualidade de retrobturação. Parâmetros de qualidade de retrobturação: ideal – 0 –; satisfatório – 1 –; e insatisfatório – 2 –.

**Quadro 6.** Comparação do tipo de material utilizado e qualidade de retrobturação avaliada por radiografia digital.

Material	Qualidade de retrobturação			Total
	0	1	2	
MTA	19	8	1	28
CIV	9	9	9	27
Total	28	17	10	55

\* Teste Qui-Quadrado com valor de  $p=0,007$  revelando significância estatística pois há associação entre o tipo de material utilizado e a qualidade de retrobturação. Parâmetros de qualidade de retrobturação: ideal – 0 –; satisfatório – 1 –; e insatisfatório – 2 –.

A análise da presença de fraturas envolvendo a luz do canal existentes após a ressecção apical e retropreparação cavitária foi feita com base em escores, comparando-se os grupos entre si. Assim, comparando todos os cruzamentos, não se observou associação entre nenhum grupo, como mostra o QUADRO 7 e QUADRO 8.

**Quadro 7.** Comparação do tipo de dente e presença de microfraturas

Tipo de Dente	Presença de microfraturas			Total
	0	1	2	
Não Hidratados	21	9	0	30
Hidratados	18	6	1	25
Total	39	15	1	55

\* Teste Exato de Fisher com valor de  $p= 0,545$  revelando que não há associação entre o tipo de dente e presença de microfraturas

**Quadro 8.** Comparação do tipo de material e presença de microfraturas

Material	Presença de microfraturas			Total
	0	1	2	
MTA	21	6	1	28
CIV	18	9	0	27
Total	39	15	1	55

\* Teste Exato de Fisher com valor de  $p= 0,457$  revelando que não há associação entre o tipo de material e presença de microfraturas

Nesta comparação, apenas uma amostra apresentou 4 ou mais fissuras na dentina

Por fim, ao analisar a condição da dentina em posição extracanal, comparando-se os dois tipos de armazenamento dentário, houve uma frequência de 100% de presença de fraturas no grupo de dentes secos como demonstra o QUADRO 9:

**Quadro 9.** Comparação do tipo de dente e presença de fraturas extracanal

Tipo de Dente	Fratura extracanal		Total
	0	1	
Não Hidratados	0	30	30
Hidratados	13	12	25
Total	13	42	55

\* Teste Qui-Quadrado com valor de  $p \leq 0,001$ , revelando alta significância estatística pois há associação entre o tipo de dente e presença de fraturas extracanal.

## 6. DISCUSSÃO

Importante frisar que, apesar da variedade de técnicas e materiais utilizados para retrobturar cavidades de canais radiculares, os estudos têm demonstrado que nenhum deles é, até hoje, capaz de impedir por completo a infiltração apical e cervical<sup>(71,72,73)</sup>. Isso acaba tornando o conceito de hermetismo, quando aplicado à Endodontia, inviável. A longo prazo, a contaminação por infiltração cervical pode levar ao fracasso do tratamento, não só endodôntico, mas de todo o tratamento odontológico<sup>(74)</sup>.

Estudos tem demonstrado que a ação bacteriana exerce um importante papel no desenvolvimento da patogênese apical. Ainda, além presença do microorganismo, seus subprodutos e toxinas possuem habilidade para penetrar no sistema de canal dentário e afetar os tecidos perirradiculares. O objetivo da terapia endodôntica convencional é eliminar esta condição patogênica e quando esta não se apresenta suficiente, procedimentos cirúrgicos se fazem necessários para facilitar o restabelecimento de saúde local. Neste caso, a qualidade do selamento apical é um importante determinante para o sucesso da técnica e conseqüentemente regeneração apical<sup>(37)</sup>.

Estudos *in vitro* sobre o efeito antibacteriano dos materiais retrobturadores têm utilizado amostras de *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, e *Pseudomonas aeruginosa*. Embora bactérias do tipo aeróbicas e microorganismos facultativos não são os microorganismos constituintes de infecções primárias, eles tem sido encontrados com grande freqüência em casos de falha no tratamento endodôntico convencional<sup>(75,76)</sup>. Estes microorganismos podem entrar no sistema de canal radicular antes, durante ou até mesmo depois da endodontia e causar uma infecção secundária<sup>(77)</sup>. *P. aeruginosa* e *E. faecalis* são bactérias que podem infectar o sistema de canal radicular, já o *E. faecalis* é mais facilmente encontrado em casos de falha na terapia endodôntica se comparado a infecções primárias<sup>(78)</sup>.

Neste trabalho as distâncias do GAP para os dois grupos, tanto hidratado como não hidratado, foram, em média, maiores que 0,6 a 2,5  $\mu\text{m}$ ,

que conforme trabalho de Stuart et al., 2006, é o tamanho do *E. faecalis*, ou seja, quando ocorreu formação de GAPs entre a dentina e material retrobturador, estes espaços eram fisicamente maiores que os microorganismos, sendo assim, passível de colonização <sup>(48)</sup>.

A metodologia deste estudo foi baseada criteriosamente em uma linha de pesquisa que segue diversos trabalhos publicados e que contemplam a avaliação das terapias atualmente propostas para o tratamento das lesões periapicais recidivantes e que não podem ser resolvidos por uma abordagem endodôntica clássica. Além disto, outros estudos bem delimitados também discorrem sobre este tema e suportam as teorias desta pesquisa <sup>(01, 33, 67, 79, 80)</sup>.

A partir do uso de MEV, foi possível constatar que, assim como preconizado na literatura a ressecção do ápice dental executado com peça de mão de alta rotação não causou espalhamento da guta percha ou deslocamento do material retrobturador; desta forma, entende-se que os eventuais espaços sem preenchimento de material (*gap*) não são decorrentes dessa metodologia <sup>(81)</sup>.

Sobre a determinação desta metodologia, é estabelecido na literatura que a anatomia do ápice dental, com seu sistema de canais formando um delta apical complexo, exige um corte de 3 mm de comprimento devido a possibilidade e irregularidades anatômicas ou iatrogênicas e promova desta forma uma aparente constante no diâmetro dos túbulos dentinários da região, eliminando assim a possibilidade de retroinfecção, pois clinicamente, esta metodologia sugere um melhor resultado na remoção de tecidos necróticos e de infecção bacteriana presente no ápice <sup>(10, 15, 26, 79, 82)</sup>.

A possibilidade do uso das pontas ultrassônicas disponibilizou diversas vantagens no preparo apical, as quais induziram à sua utilização neste estudo. Uma destas vantagens é promover um preparo mais homogêneo, que oferece uma melhor adaptação marginal, característica que sugere ter influenciado nos pequenos valores de GAP entre material retrobturador e dentina <sup>(28)</sup>.

A escolha por retropontas diamantadas para a confecção das cavidades que foram obturadas, baseou-se na literatura vigente. Esta escolha teve como princípio a menor formação de fraturas dentinárias que poderiam comprometer a adaptação do material <sup>(67)</sup>.

Infiltração de corantes tem sido usado por muitos anos para avaliar a habilidade de selamento dos materiais retrobturadores; entretanto, algumas considerações deveriam ser feitas como por exemplo, o tamanho das partículas dos corantes são menores que as bactérias, promovendo assim a possibilidade de se criar um resultado falso positivo pois poderia ser corado partes que uma bactéria não chegaria. Outro fator a ser considerado, é que os materiais retrobturadores que apresentam atividade antimicrobiana, pode, teoricamente, anular o crescimento e desenvolvimento bacteriano <sup>(83)</sup>.

Quando avaliado o efeito antibacteriano dos materiais amálgama, cimento de óxido de zinco, Super-EBA<sup>®</sup> e agregado trióxido mineral com 16 espécies bacterianas, foi encontrado como resultado que nenhum dos materiais testados tiveram efetividade antimicrobiana desejada para o material retrobturador ideal <sup>(10, 84)</sup>. Baseado nisto, o cimento de ionômero de vidro tem sido recomendado para uso como material restaurador por possuir diversas vantagens como: adesividade à estrutura dental, liberação de flúor e atividade antibacteriana <sup>(83)</sup>.

O cimento de ionômero de vidro (Vitremer<sup>®</sup>) possui alta propriedade antibacteriana <sup>(07)</sup>, o mecanismo pelo qual esta função é garantida se deve, dentre outros, à liberação de flúor e seu pH. Testes de toxicidade e infiltração em endodontia mostraram este material superior ao amálgama utilizado convencionalmente para selamento apical <sup>(08)</sup>.

Chong *et al.*, 1997, compararam a resposta tecidual à diferentes materiais retrobturadores (amálgama, cimento de oxido de zinco e eugenol e cimento de ionômero de vidro) e obtiveram os melhores resultados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina. Além disto, os autores atribuem a este material, um melhor controle do tempo de trabalho, o qual é um importante fator durante o procedimento cirúrgico <sup>(85)</sup>. Entretanto, os resultados deste estudo podem ser diferentes se o CIV for exposto à presença de sangue ou água, pois este material é sensível à umidade. A presença de saliva, sangue ou secreção purulenta no campo cirúrgico podem afetar significativamente o selamento promovido pelos materiais retrobturadores <sup>(86)</sup>.

Tassery *et al.*, 1997, realizaram um estudo para avaliar a propriedade de biocompatibilidade intraóssea de Vitremer<sup>®</sup> e Super EBA<sup>®</sup>. Sua conclusão foi de que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina pode ser

considerado vantajoso no uso de perfurações radiculares, mas apresenta como desvantagem, a necessidade de um agente adesivo, o qual pode não ser viável de manipulação no transoperatório cirúrgico; além disto, apresenta baixa radiopacidade para controle radiográfico de rotina. Para finalizar, este trabalho aconselha reconsiderar o uso de Vitremer<sup>®</sup> na cirurgia periapical pois a habilidade de selamento é diretamente afetada pela contaminação com sangue, o que pode alterar sua propriedade física e biológica <sup>(87)</sup>.

O cimento de ionômero de vidro modificado por resina, além de sua biocompatibilidade, apresenta como propriedade química, excelente adesão à dentina e devido à isto, tem sido indicado para o uso como material retrobturador. Diversos estudos *in vitro* têm mostrado boa habilidade para este fim <sup>(88)</sup>, porém existem estudos que referem taxas de insucesso ao seu uso, devido aos casos de contaminação com sangue durante o ato cirúrgico. Isto se justifica devido à extrema sensibilidade à umidade, o que sugere que este material não possua grande aceitação para o uso em cirurgias periapicais <sup>(87)</sup>.

O presente estudo, apesar de ter sido realizado *in vitro*, o que não oferecia possibilidade de contaminação por saliva ou sangue, revelou que os dentes do grupo hidratado apresentou maiores distâncias de GAP em relação ao grupo não hidratado.

O MTA neste trabalho foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante e todo o excesso de água foi retirado com o auxílio de haste plástica com algodão na extremidade. A consistência do material que otimiza a performance biológica ainda é motivo de estudo porém esta forma convencional de manipulação oferece um produto que, devido a sua relativa facilidade de aplicação e condensação, é considerado um satisfatório material retrobturador<sup>(10)</sup>.

O MTA tem, em diversos estudos, mostrado a melhor habilidade de selamento apical, sendo inclusive, quando comparado com materiais como o Vitremer<sup>®</sup>, sugerido como uma promissora alternativa para diversas situações clínicas <sup>(86)</sup>. Fischer *et al.*, 1998, obtiveram esta percepção quando compararam em seu estudo este material com amálgama, IRM<sup>®</sup> e Super EBA<sup>®</sup> no teste de infiltração bacteriana<sup>(51)</sup>. Shipper *et al.*, 2004, avaliaram, por microscopia eletrônica de varredura, a adaptação marginal deste material e também concluíram apresentar os melhores resultados em relação a outros

retrobturadores<sup>(89)</sup>. Torabinejad e Chivian em 1999, encontraram, com esta finalidade e sob estas condições de uso, que o MTA foi associado à menor resposta inflamatória tecidual, formação de cimento sobre o material e regeneração dos tecidos perirradiculares<sup>(90)</sup>.

Pereira et al., 2004, também realizaram um estudo onde avaliaram a habilidade de selamento apical do MTA<sup>®</sup>, Super EBA, Vitremer<sup>®</sup> e amálgama. A análise estatística revelou significativa diferença entre os materiais testados, sendo que o amálgama apresentou a maior taxa de infiltração e o MTA<sup>®</sup> os melhores índices de selamento obtidos, seguido pelo Vitremer<sup>®</sup><sup>(86)</sup>.

O vedamento apical, que inibe a penetração de bactérias, potencialmente causadoras dos insucessos das apicetomias, é um dos melhores achados com a utilização do MTA<sup>(51, 67)</sup>. Este material, apesar de não possuir todas as condições do que se almeja para o ideal, tem atingido excelentes resultados em diversas pesquisas, em especial na aplicação como material retrobturador. Este estudo concorda com o grande número de trabalhos que afirmam que a inserção do agregado trióxido mineral é uma manobra efetiva para diminuir a desadaptação do material retrobturador e conseqüente à infiltração marginal<sup>(37, 51, 54, 57, 80, 91)</sup>.

A dentina é o tecido calcificado mais abundante do dente que em condições normais, se apresenta hidratada, composta por nanocristais de hidroxiapatita (45%), colágeno tipo I (30%) e fluídos (25%). A matriz orgânica da dentina consiste de fibrilas embebidas em uma substância fundamental amorfa. Essas fibrilas são de colágeno do tipo I e correspondem a 90% da matriz orgânica. A distinta característica da microestrutura é a distribuição dos túbulos cilíndricos que se estendem da polpa até a junção amelodentinária. Estes túbulos estão interligados em uma matriz de colágeno mineralizado e fluido de substância fundamental amorfa, o que inclui água<sup>(92)</sup>.

Devido ao conhecimento das propriedades mecânicas da dentina é válido salientar que a condição de hidratação influencia na resistência do tecido dentinário. Clinicamente, apesar de controverso na literatura, tem sido atribuído à falta de hidratação dos dentes tratados endodonticamente, a maior incidência de fraturas<sup>(93)</sup>.

Embora significativas diferenças nas propriedades biomecânicas de dentina hidratada ou não têm sido relatadas, a influência que a umidade exerce

sobre o comportamento do dente ainda não está bem entendida <sup>(94)</sup>. A partir de experiências clínicas, é estabelecido que os dentes são mais susceptíveis a fraturas após terem sua polpa removida, porém a razão para este aumento, ainda não é bem claro na literatura <sup>(93)</sup>.

Estudos *in vitro* já demonstraram que a energia necessária para a fratura de dentes desidratados é menor que para dentes hígidos, porém, em condições de re-hidratação, as propriedades biomecânicas podem ser revertidas <sup>(95)</sup>.

Estudo realizado por Kahler et. al., 2003, que realizaram um comparativo entre dentes hidratados e desidratados utilizando análise com microscopia eletrônica de varredura determinaram uma maior incidência de fraturas na dentina de dentes desidratados e principalmente localizada paralela aos túbulos dentinários. Este estudo revelou também que existe uma significativa diferença na resistência a fraturas entre estas duas formas de dentes, sendo encontrado valores de resistência de força máxima nominal para os dentes hidratados de 554.4727.7 J/m<sup>2</sup> e para os desidratados de 113.5717.8 J/m<sup>2</sup>. Porém quando ocorreu a re-hidratação, os valores subiram para 505.2727.3 J/m<sup>2</sup> <sup>(93)</sup>.

Conforme encontrado em estudos na literatura, optou-se pela condição de re-hidratação dos dentes não hidratados para o presente trabalho.

O uso de dentes extraídos para estudo *in vitro* pode ter como inconveniente que as características físicas da dentina sejam alteradas, especialmente quando são submetidos a processo de esterilização <sup>(96)</sup>.

Dominici et al., 2001, realizaram um estudo para determinar a efetividade de diferentes métodos de esterilização/desinfecção de dentes humanos usando *Bacillus stearothermophilus*, uma bactéria resistente ao calor e freqüentemente usada para estes tipos de teste. Os resultados revelaram, que de todos métodos testados, apenas a autoclavagem por 40 minutos 121°C e 20 psi ou imersão em formalina a 10% por uma semana foram totalmente efetivos, apresentando-se significativamente melhores ( $p < 0.001$ ) <sup>(97)</sup>.

Miranda et al., 1997, estudaram a influência de diferentes métodos de esterilização na força de união de um adesivo dentinário em molares permanentes humanos. Os dentes foram submetidos aos seguintes tratamentos: esterilização em solução de glutaraldeído a 2% por 10 horas;



esterilização em autoclave num ciclo de 121°C por 20 minutos e o grupo-controle, que não recebeu qualquer tratamento. O grupo controle foi estatisticamente diferente dos outros grupos, mostrando melhor força de adesão <sup>(98)</sup>.

Pimentel, 1999, estudou a influência da autoclave, do glutaraldeído a 2%, do formol a 10% e do óxido de etileno sobre a força de adesão à dentina de molares decíduos e verificaram que nenhum método foi capaz de alterar significativamente a adesão dentinária. Entretanto, a solução de glutaraldeído provocou alteração na cor dos dentes <sup>(99)</sup>.

Os métodos de desinfecção óxido de etileno e a autoclave (121°C por 30 minutos) não alteraram a permeabilidade dentinária <sup>(100)</sup>. O gás óxido de etileno também é uma alternativa considerada viável para esterilização dos dentes permanentes <sup>(98)</sup>. Entretanto, este produto, foi considerado inviável, já que, todos os dentes utilizados em seu estudo fraturaram durante o processo de esterilização <sup>(99)</sup>.

O uso da autoclave parece ser o método mais confiável na desinfecção dos dentes, não exercendo qualquer influência nos valores de força adesiva dos dentes <sup>(101)</sup>. Assim, baseado nestes relatos, este estudo utilizou como protocolo de esterilização, o processo de autoclavagem por 20 minutos a 121°C e 15 psi.

Os conceitos de controle de infecção de dentes para pesquisas conduziram Dewald, 1997, a avaliar os efeitos da desinfecção ou esterilização de dentes extraídos. Foram investigados os efeitos de formalina, da esterilização química a quente, da autoclavagem, do óxido de etileno e da radiação gama como proposta de metodologia para esta finalidade. Ficou demonstrado que o armazenamento em formalina foi efetivo para o propósito de controle de infecção, não podendo, porém, ser recomendado como meio de armazenamento para estudos sobre adesão à dentina, pela variabilidade nos resultados de testes de resistência adesiva. O óxido de etileno também não é indicado pela ineficiência na esterilização dos dentes. Em conclusão, o autor sugere que a autoclave é um meio seguro e eficiente por prevenir contaminação cruzada durante as pesquisas de adesão *in vitro*. Com base nesta informação, confirma-se a escolha de método de esterilização por

autoclavagem deste trabalho pois estava sendo testado também a inter-relação entre a dentina e o material retrobturador <sup>(102)</sup>.

Strawn *et al.*, 1996, verificaram através de estudo espectroscópico após armazenamento de dentina em água destilada com 0,02% de timol, água purificada e filtrada, solução salina com 0,02% de timol, etanol a 70 % e formalina a 10% nos períodos de 0, 1, 2, 7, 14, 21 e 28 dias que ocorreram mudanças químicas superficiais e nas propriedades ópticas da dentina em função do tipo de substância e do tempo de armazenamento apesar de não ter-se verificado diferenças estruturais a nível de colágeno ou do conteúdo mineral, devendo portanto ser consideradas quando se estuda dentina <sup>(103)</sup>.

É relatada na literatura a dificuldade de padronização dos testes de resistência adesiva em esmalte e dentina *in vitro*, principalmente pelo desconhecimento da história dos dentes utilizados no experimento <sup>(104)</sup>. Nesse sentido, Cooley e Dodge, 1989, observaram que além do tipo de armazenamento e método de desinfecção, existe forte influência de composição do material adesivo nos valores de resistência aos diferentes substratos<sup>(105)</sup>. Assim Goodis *et al.*, 1993, verificaram que o tempo e tipo de solução utilizada para armazenamento afetam a permeabilidade dentinária, aumentando-a, representando um importante fator a ser considerado quando se trata de adesão à dentina <sup>(106)</sup>.

Dentre as substâncias normalmente utilizadas para estocagem, a água destilada, timol (em diferentes concentrações) e solução fisiológica não mostraram influir na resistência adesiva<sup>(107)</sup>. Por outro lado, estudo avaliando soluções salinas mostrou que as mesmas, apesar de comumente utilizadas, não são as mais adequadas como meio de armazenagem para estudos *in vitro*. Outras soluções como etanol a 70 %, formalina a 10% , alteraram a permeabilidade, promovendo a diminuição da mesma, não sendo preferíveis às anteriormente citadas<sup>(106)</sup>.

Após análise dos fatores tipo de armazenamento e método de esterilização, envolvidos no estudo realizado por Silva et al. 2006, os autores concluíram que o armazenamento de dentes extraídos em água destilada ou timol apresentou as menores variações nos valores de resistência adesiva, sendo que a utilização do congelamento para estocagem mostrou os melhores valores de resistência adesiva <sup>(101)</sup>.

## 7. CONCLUSÃO

Após a realização desta pesquisa, que seguiu uma metodologia de procedimentos de rotinas técnicas periapicais padronizada e com linha de pesquisa consolidada, concluiu-se que o agregado trióxido mineral (MTA<sup>®</sup>) obteve os melhores resultados para o selamento apical em ambas as formas de armazenamento dentário e que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer<sup>®</sup>) apresentou valores médios de *gap* consideravelmente aumentados quando utilizados dentes hidratados.

## 8. REFERÊNCIAS

- 1 – Marzola C. Fundamentos de Cirurgia Buco Maxilo Facial. 1. ed. São Paulo, SP: Big Forms; 2008.
- 2 – Carr GB, Bentkover SK. Cirurgia em Endodontia. In: Cohen S, Burns RC. Caminhos da Polpa. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. p.573-621.
- 3 – Araújo RM, Araújo MAM, Silva RSSP, Gonçalves SEP, Huhtala MFRL, Rodrigues JR. Influência de diferentes meios de armazenamento de dentes extraídos na infiltração marginal. JBC 1999; 3(14): 31- 35.
- 4 – Lório LS, Gomes APM, Kubo CH, Carneiro RGF, Carneiro BF, Silva EG. Avaliação da influência de diferentes meios de armazenamento de dentes humanos extraídos na infiltração marginal apical. Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo 2007; 19(2):173-80.
- 5 – ISO/TC 106/SC 1/WG 11, 1991. Dental materials. Guidance on testing of adhesion to tooth structure. Adhesion test methods and accepted as a Committee Draft at the ISO/TC meeting in Trieste (October 1991).
- 6 – Izquierdo CM, Moraes JFD, Hellwig I, Gerhardt De Oliveira M, Weber JBB. Scanning electron microscopy analysis of two methods of root-end preparation. Minerva Stomatol 2010; 59(6):333-9.
- 7 – Eli I, Cooper Y, Ben-Amar A, Weiss E. Antibacterial activity of three dental liners. J Prosthodont 1995; 4:178-82.
- 8 – Shalhav M, Fuss Z, Weiss EI. In Vitro Antibacterial Activity of a Glass ionomer Endodontic Sealer. Journal of Endodontics 1997; 23(10):616-619.
- 9 – Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. Dent Mater 2008; 24:149–64.
- 10 – Saunders WP. A prospective clinical study of periradicular surgery using MTA as a root-end filling. J Endod 2008; 34:660–5.
- 11 – Srinivasan V, Waterhouse P, Whitworth J. Mineral trioxide aggregate in paediatric dentistry. Int J Paediat Dent 2009; 19:34–47.

- 12 – Chong BS, Pitt Ford TR, Hudson MB. A prospective clinical study of mineral trioxide aggregate and IRM when used as root-end filling materials in endodontic surgery. *Int Endod J* 2003; 36:520–526.
- 13 – Lindeboom JA, Frenken JW, Kroon FH, van den Akker HP. A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100:495–500.
- 14 – Von Arx T, Vinzens-Majaniemi T, Burgin W, Jensen SS. Changes of periodontal parameters following apical surgery: a prospective clinical study of three incision techniques. *Int Endod J* 2007; 40:959–969.
- 15 – Kim E, Song JS, Jung IY, Lee SJ, Kim S. Prospective clinical study evaluating endodontic microsurgery outcomes for cases with lesions of endodontic origin compared with cases with lesions of combined periodontal–endodontic origin. *J Endodont* 2008; 34:546–551.
- 16 – Peterson LJ, Ellis E, Hupp JR, Tucker MR. *Cirurgia Oral e Maxilofacial contemporânea*. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2005.
- 17 – Von Arx T. Apical surgery: A review of current techniques and outcome. *The Saudi Dental Journal* 2011; 23:9–15.
- 18 – Stroumza JH. EndoImplantology: a retrospective in the paradigm shift in endodontic therapy. *Dentistry Today* 2008; 28(8):100-3.
- 19 – Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 1967; 11:723-744.
- 20 – Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974; 18:269-296.
- 21 – Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endodont* 2006; 32:601–623.
- 22 – European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 2006; 39:921–30.
- 23 – Berbert FLCV, Faria NB, Tanomaru M, Guerreiro-Tanomaru JM, Bonetti I, Marcantonio RA et al. An in vitro evaluation of apicoectomies and retropreparations using different methods *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110:57- 63.

- 24 – Von Arx T, Walker WA. Microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: a literature review. *Endod Dent Traumatol* 2000; 16:47-62.
- 25 – Khabbaz MG, Kerezoudis NP, Aroni E, Tsatsas V. Evaluation of different methods for the root-end cavity preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 98:237– 42.
- 26 – Gilheany PA, Figdor D, Tyas MJ. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *J Endod* 1994; 20(1):22-26.
- 27 – Lopes HP, Siqueira Jr JF. *Endodontia: biologia e técnica*. Rio de Janeiro: Medsi; 1999.
- 28 – Sutimuntanakul S, Worayoskowitz W, Mangkornkarn C. Retrograde seal in ultrasonically prepared canals. *J Endod* 2000; 26(8):444-6.
- 29 – Gomes APM, Kubo CH, Caetano MAL. Avaliação do selamento de retrobturações realizadas com super-EBA e MTA após preparo cavitario com ultra-som ou brocas. *Cienc Odontol Bras* 2003; 6(2):20-8.
- 30 – Leonardo MR, Leal JM. *Endodontia, tratamento de canais radiculares*. 3. ed. São Paulo: Panamericana; 1998.
- 31 – Tsesis I, Rosen E, Schwartz-Arad D, Fuss Z. Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern techniques. *J Endodont* 2006; 32:412–416.
- 32 – Bernardes RA, Souza Junior JV, Duarte MAH, Moraes IG, Bramante CM. Ultrasonic chemical vapor deposition-coated tip *versus* high-and low-speed carbide burs for apicoectomy: time required for resection and scanning electron microscopy analysis of the root-end surfaces. *J Endod* 2009; 35:265-268.
- 33 – Post LK, Lima FG, Xavier CB, Demarco FF, Gerhardt-Oliveira M. Sealing Ability of MTA and Amalgam in Different Root-End Preparations and Resection Bevel Angles: An *In Vitro* Evaluation Using Marginal Dye Leakage. *Braz Dent J* 2010; 21(5):416-419.
- 34 – Costa AT, Post LK, Xavier CB, Weber JBB, Gerhardt-Oliveira M. Marginal adaptation and microleakage of five root-end filling materials: an in vitro study. *Minerva Stomatologica* 2008; 57:295-300.

- 35 – Hellwig I, Cancino CMH, Izquierdo CM, Weber JBB, Gerhardt-Oliveira M. Fuji Ortho LC: Uma alternativa para retrobturações. *Odonto Ciência* 2007; 22(56):160-5.
- 36 – Aun CE, Clasen NF, Gavin G, Lage-Marques JL. Alterações morfológicas causadas pela ação do Laser de CO<sub>2</sub> na dentina e nos materiais retro-obturadores. *Rev Odontol UNICID* 1998; 10(1):7-15.
- 37 – Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993; 19:591–5.
- 38 – Pretorius S, Van Heerden WFP. The use of tricure glass ionomer cement as an apical sealant after apicoectomy. *J Dent Assoc S Afr* 1995; 50(8):367-70.
- 39 – Gerhards F, Wagner W. Sealing ability of five different retrograde filling materials. *J Endod* 1996; 22(9):463-6.
- 40 – Chain MC. Cimentos de ionômero de vidro: revisão, atualização e aplicações para o clínico. *Rev Gaucha Odontol* 1990; 38(5):351-7.
- 41 – Koulaouzidou EA, Papazisis KT, Economides NA, Beltes P, Kortsaris AH. Antiproliferative effect of mineral trioxide aggregate, zinc oxideeugenol cement, and glass-ionomer cement against three fibroblastic cell lines. *J Endod* 2005; 31:44-46.
- 42 – Chong BS, Pitt Ford TR, Watson TF, Wilson RF. Sealing ability of potential retrograde root filling materials. *Endod Dent Traumatol.* 1995; 11(6):264-69.
- 43 – Hosoya N, Lautenschlager EP, Greener EH. A study of the apical microleakage of a Gallium Alloy as a retrograde filling material. *J Endod* 1995; 21(9):456-8.
- 44 – Bernardineli N. Efeito da limpeza e dos cimentos retrobturadores na infiltração marginal de obturações retrógradas. *Rev Odontol Univ Sao Paulo* 1999; 13(2):141-7.
- 45 – Matalon S, Slutzky H, Weiss E. Antibacterial proprieties of 4 orthodontic cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127(1):56-63.
- 46 – Winik R, Araki AT, Negrão JA, Bello-Silva MS, Lage-Marques JL. Sealer penetration and marginal permeability after apicoectomy varying retrocavity preparation and retrofilling material. *Braz Dent J* 2006; 17:323-327.

- 47 – Er K, Tasdemir T, Bayramoglu G, Siso SH Comparison of the sealing of different dentin bonding adhesives in root-end cavities: a bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 106:152-8.
- 48 – Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owats CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod* 2006; 32:93-8.
- 49 – Schwartz RS, Mauger M, Clement DJ, Walker WA. Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J Am Dent Assoc* 1999; 130:967–75.
- 50 – Torabinejad M, Lee SJ, Hong CU. Apical marginal adaptation of orthograde and retrograde root-end fillings: a dye leakage end scanning electron microscopic study. *J Endod* 1994; 20(8):402-7.
- 51 – Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material and super-EBA as a root-end filling material. *J Endod* 1998; 24:176 –9.
- 52 – Holland R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Dezan Jr E. Reaction of dog's teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J. Endod* 1999; 25(11):728-30.
- 53 – Holland R, Otoboni Filho JA, Souza V, Nery MJ, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Mineral Trioxide Aggregate Repair of Lateral Root Perforations *J Endodont* 2001; 27(4):281-4.
- 54 – Camilleri J, Pitt Ford TR. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *Int. Endod J* 2006; 39:747–54.
- 55 – Poggio C, Lombardini M, Conti A, Rindi S. Solubility of root-end filling materials: a comparative study. *J Endodont* 2007; 33:1094–7.
- 56 – Von Arx T, Montagne D, Zwinggi C, Lussi A. Diagnostic accuracy of endoscopy in periradicular surgery – a comparison with scanning electron microscopy. *Int Endod J* 2003; 36:691–9.
- 57 – Baek SH, Plenk H, Kim S. Periapical tissue responses and cementum regeneration with amalgam, SuperEBA, and MTA as root-end filling materials. *J Endodont* 2005; 31:444–9.



- 58 – Bernabé PF, Gomes-Filho JE, Rocha WC, Nery MJ, Otoboni-Filho JA, Dezan-Junior E. Histological evaluation of MTA as a root-end filling material. *Int Endod J* 2007; 40:758–65.
- 59 – Ghersel ELA, Guedes-Pinto AC, Ciamponi AL. Influência do modo de armazenamento na microinfiltração de dentes decíduos restaurados com diferentes sistemas adesivos: estudo *in vitro*. *Pesqui Odontol Bras* 2001; 15(1):29-34.
- 60 – Pantera EA, Schuster GS. Sterilization of extracted human teeth. *J Dent Educ* 1990; 54:283–5.
- 61 – Parsell DE, Stewart BM, Barker JR, Nick TG, Karns L, Johnson RB. The effect of steam sterilization on the physical properties and perceived cutting characteristics of extracted teeth. *J Dent Educ* 1998; 62:260–3.
- 62 – Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines For infection control in dental health care setting 2003. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 2003; 52:1–76.
- 63 – Lee JJ, Nettey-Marbell A, Cook A Jr, Pimenta LA, Leonard R, Ritter AV. Using extracted teeth for research: the effect of storage medium and sterilization on dentin bond strengths. *J Am Dent Assoc* 2007; 138:1599-603.
- 64 – George SW, Pichardo MR, Bergeon BE, Jeansonne BG. The effect of formalin storage on apical leakage of obturated canals. *J Endod* 2006; 32:869-1.
- 65 – Imparato JCP. Banco de dentes humanos. Curitiba: Editora Maio; 2003.
- 66 – Mobarak EH, El-Badrawy W, Pashley DH, Jamjoom H. Effect of pretest storage conditions of extracted teeth on their dentin bond strengths. *J Prosthet Dent* 2010; 104:92-97.
- 67 – Xavier CB, Weismann R, Oliveira MG, Demarco FF, Pozza DH. Root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaption. *J Endodont* 2005; 31(7):539-42.
- 68 – Antoniazzi JH. Endodontia: bases para a prática clínica. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas; 1988.
- 69 – Bramante CM, Bebert A, Bernadinelli N. Recursos técnicos radiográficos aplicados a endodontia. *Rev Bras Odont* 1980; 1(1): 8-24.

- 70 – Santos SMC, Soares JA, Costa GM, Brito-Jr M, Moreira AN, Magalhães CS. Radiographic Parameters of Quality of Root Canal Fillings and Periapical Status: A Retrospective Cohort Study. *J Endodont* 2010; 36(12):1932-37.
- 71 – Pappen AF, Bravo M, Gonzalez-Lopes S, Gonzales-Rodriguez MP. An *in vitro* study of coronal leakage after intraradicular preparation of cast-dowel space. *J Prosthet Dent* 2005; 94(3):214-8.
- 72 – Prado CJ, Estrela C, Panzeri H, Biffi JC. Permeability of remaining endodontic obturation after post preparation. *Gen Dent* 2006; 54(1):41-3.
- 73 – Yücel AC, Güler E, Güler AU, Ertas E. Bacterial penetration after obturation with four different root canal sealers. *J Endod* 2006; 32(9):890-3.
- 74 – Cortez DGN. Estudo *in vivo* da infiltração coronária em dentes de cães tratados endodonticamente protegido por diferentes materiais [Dissertação de Doutorado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas; 2005.
- 75 – Matusow RJ. Endodontic cellulitis “flare-up”: Case report. *Aust Dent J* 1995; 40:36–8.
- 76 – Sirén EK, Haapasalo MP, Ranta K, Salmi P, Kerosuo EN. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. *Int Endod J* 1997; 30:91–5.
- 77 – Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol* 1994; 10:105– 8.
- 78 – Eldeniz AU, Hadimli HH, Ataoglu H, Orstavik D. Antibacterial Effect of Selected Root-End Filling Materials. *J Endod* 2006; 32(4):345-9.
- 79 – Pozza DH, Moreira CC, Post LK, Xavier CB, Oliveira MG. Avaliação de técnica cirúrgica parendodôntica: Apicectomia em 90°, retrocavitação com ultrassom e retrobturação com MTA. *Revista Odonto Ciência* 2005; 20(50):308-12.
- 80 – Oliveira MG, Pinheiro ALB, Pozza DH, Xavier CB, Costa AT. Análise anatômica comparativa por EDS dos cimentos MTA e Portland. *Bras Oral Research* 2004; 41(1):157.
- 81 – Weston GD, Moule AJ, Bartold PM. A scanning electron microscopic evaluation of root surfaces end the gutta-percha interface following root-end resection *in vitro*. *Int Endod J* 1999; 32(6):450-8.
- 82 – Gagliani M, Tascheri S, Molinari R. Ultrasonic root-end preparation: Influence of cutting angle on the apical seal. *J Endod* 1998; 24(11):726-30.

- 83 – Siqueira JF Jr, Rôças IN, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM, Favieri A. Ability of Three Root-End Filling Materials to Prevent Bacterial Leakage. *J Endod* 2001; 27(11):673-5.
- 84 – Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Antibacterial effects of some root end filling materials. *J Endod* 1995; 21:403–6.
- 85 – Chong BS, Pitt Ford TR, Kariyawasam SP. Short-term tissue response to potential root-end filling materials in infected root canals. *Int Endod J* 1997; 30:240-9.
- 86 – Pereira CL, Cenci MS, Demarco FF. Sealing ability of MTA, Super EBA, Vitremer and amalgam as root-end filling materials. *Braz Oral Res* 2004; 18(4):317-21.
- 87 – Tassery H, Remusat M, Koubi G, Pertot WJ. Comparison of the intraosseous biocompatibility of Vitremer and Super EBA by implantation into the mandible of rabbits *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 83(5):602-8.
- 88 – Schwartz SA, Alexander JB. A comparison of leakage between silver glass ionomer and amalgam retrofilling. *J Endod* 1988; 14:385-91.
- 89 – Shipper G, Grossman ES, Botha AJ, Cleaton-Jones PE. Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) *versus* high-vacuum (HV) SEM study. *Int Endod J* 2004; 37:325-36.
- 90 – Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999; 25:197-205.
- 91 – Oliveira MG, Xavier CB, Demarco FF, Pinheiro ALB, Costa AT, et al. Comparative Chemical Study of MTA and Portland Cements. *Braz Dent J* 2007; 18(1):3-7.
- 92 – Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003; 14:13–29.
- 93 – Kahler B, Swain MV, Moule A. Fracture-toughening mechanisms responsible for differences in work of fracture of hydrated and dehydrated dentine. *J Biomech* 2003; 36:229–37.

- 94– Huang TG, Schilder H, Nathanson D. Effect of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod* 1992; 18:209–15.
- 95 – Jameson MW, Hood JAA, Tidmarsh BG. The effects of dehydration and rehydration on some mechanical properties of human dentine. *Journal of Biomechanics* 1993; 26:1055–65.
- 96 – White JM, Goodis HE, Marshall SJ, Marshall GW. Sterilization of teeth by gamma radiation. *J Dent Res* 1994; 73:1560-7
- 97 – Dominici JT, Eleazer PD, Clark SJ, Staat RH, Scheetz JP. Disinfection/Sterilization of extracted Teeth for Dental Student Use. *J Dent Educ* 2001; 65(11):1278-80
- 98 – Miranda MS, Lopes EF, Tedesco AD. Influência da esterilização de dentes humanos na força de adesão de um adesivo dentinário. In: *Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica: 1997; Águas de São Pedro. Anais SBPqO; 1997.p. 26*
- 99 – Pimentel ELC. Efeito de diferentes métodos de esterilização de dentes humanos na força de adesão dentinária de molares decíduos [Dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1999.
- 100 – Pashley EL, Tao L, Pashley DH. Sterilization of human teeth: its effect on permeability and bond strenght. *Am J Dent* 1993; 6(4):189-91.
- 101 – Silva MF, Mandarino F, Sassi JF, Menezes M, Centola ALB, Nonaka T. Influência do tipo de armazenamento e do método de desinfecção de dentes extraídos sobre a adesão à estrutura dental. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo* 2006; 18(2):175-80.
- 102 – Dewald JP. The use of extracted teeth for *in vitro* bonding studies: a review of infection control considerations. *Dent Materials* 1997; 13(2):74-81.
- 103 – Strawn SE, White JM, Marshall GW, Gee L, Goodis HE, Marshall SJ. Spectroscopic changes in human dentine exposed to various storage solutions- short term. *J Dent* 1996; 24(6):417-23.
- 104 – Takemori T, Chigira H, Itoh K, Hisamitsu H, Wakumoto S. Factors affecting tensile bond strength of composite to dentin. *Dent Mater* 1993; 8(2):136-8.

105 – Cooley RL, Dodge WW. Bond strength of three dentinal adhesives on recently extracted versus aged teeth. *Quintessence Int* 1989; 20(7):513-6.

106 – Goodis HE, Marshall Jr GW, White JM, Gee L, Homberger B, Marshall SJ. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. *Mater Dent* 1993; 9(2):79-84.

107 – Aquilino SA, Williams VD, Svare CW. The effect of storage solutions and mounting media on the bond strengths of a dentinal adhesive to dentin. *Dent Mater* 1987; 3(3):131-4.

## ANEXOS

### 9.1 Anexo A

Porto Alegre, 18 de janeiro de 2011.

#### **AUTORIZAÇÃO DO USO DE DEPENDÊNCIAS DE LABORATÓRIO**

À Comissão de Ciência e Ética da Faculdade de Odontologia-PUCRS

Autorizo, pelo presente, que as dependências do Laboratório de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo, por mim coordenadas sejam utilizadas pelos pesquisadores prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marília Gerhardt de Oliveira e Ferdinando De Conto com a finalidade de conduzir experimentos necessários à tese intitulada “**Análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do retropreparo em raízes dentárias: estudo comparativo entre dois modos de armazenamento**”.

Atenciosamente,

---

Prof. Dr. Mateus Ericson Flores  
Coordenador do Laboratório

## 9.2 Anexo B



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
BANCO DE DENTES



BR 285/KM 153 – Caixa Postal 611/631 Campus – Bairro São José – Fone: (054) 316-8402  
Fax: (054) 316-8403 CEP: 99001-970 Passo Fundo – RS  
[odontobd@upf.tche.br](mailto:odontobd@upf.tche.br)

### SOLICITAÇÃO

Eu, Ferdinando De Conto, qualificado(a) como professor da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo venho através desta solicitar ao Banco de Dentes FO-UPF **60** dentes. Com as seguintes especificações:

### **Incisivos Centrais e Caninos Superiores**

#### **Finalidade de uso:**

Realização de endodontia e retrobturação nos dentes para estudo in vitro de diferentes diferentes materiais retrobturadores e duas formas distintas de armazenagem em Banco de dentes.

#### **Pesquisa**

**“Análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do retropreparo em raízes dentárias: estudo comparativo entre dois modos de armazenamento”**

Em anexo, segue a Declaração ao Comitê de Ética em Pesquisa

Passo Fundo, 20 de janeiro de 2011.

---

Ferdinando De Conto  
Professor Assistente III da FOUPF

## 9.1 Anexo C



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

OF. CEP-1488/11

Porto Alegre, 05 de outubro de 2011.

Senhora Pesquisadora,

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 11/05521 intitulado **“Análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV) de rotinas técnicas periapicais em dentes humanos: estudo comparativo entre dois modos de armazenamento”**

Salientamos que seu estudo pode ser iniciado a partir desta data.

Os relatórios parciais e final deverão ser encaminhados a este CEP.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Rodolfo Herberto Schneider  
Coordenador do CEP-PUCRS

Ilma. Sra.  
Profa. Marília Gerhardt de Oliveira  
FO  
Nesta Universidade

PUCRS

**Campus Central**  
Av. Ipiranga, 6690 – 3º andar – CEP: 90610-000  
Sala 314 – Fone Fax: (51) 3320-3345  
E-mail: [cep@pucrs.br](mailto:cep@pucrs.br)  
[www.pucrs.br/prppg/cep](http://www.pucrs.br/prppg/cep)