

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

LÍVIA PRATES SOARES ZERBINATI

**AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL APÓS APICECTOMIA E
SELAMENTO APICAL COM LASER Nd:YAG**

Marginal adaptation after apicectomy and apical sealing with Nd:YAG laser

PORTO ALEGRE

2011

LÍVIA PRATES SOARES ZERBINATI

AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL APÓS APICECTOMIA E
SELAMENTO APICAL COM LASER Nd:YAG

Marginal adaptation after apicectomy and apical sealing with Nd:YAG laser

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de Doutora pelo Programa de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira

Porto Alegre

2011

Dedico esta tese ao meu filho Arthur e ao meu esposo Juliano,
que dividiram a minha atenção, com muita paciência e amor,
durante esta etapa das nossas vidas.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Profa. Dra. **Marília Gerhardt de Oliveira**, pela sempre belíssima orientação e tutoria, por acreditar em mim, pela sua total disponibilidade e pelo modelo de professora e pesquisadora que representa.

Obrigada minha amiga.

Aos meus pais Eliana e Jairo; e à minha irmã Ana, que sempre me incentivaram e sonharam com este título.

Meu amor.

AGRADECIMENTOS

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

À Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica, nas pessoas dos Profs. Drs. **Marcos Túlio Mazzini Carvalho** (Diretor) e **Angélica Maria Genehr Fritscher** (Vice-Diretora).

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, na pessoa do Prof. Dr. **José Antônio Poli de Figueiredo** (Coordenador).

Ào Prof. Dr. **Luis Cardoso Rasquin**, professor de Endodontia, da Faculdade de Odontologia da União Metropolitana de Educação e Cultura, pela inestimável orientação, conhecimento, auxílio e acima de tudo disponibilidade para realizar a metodologia referente à Endodontia deste trabalho.

Ao Centro de Microscopia e Microanálises, na pessoa da Profa. Dra. **Berenice Anina Dedavid**, por auxiliar e orientar a grande parte do experimento.

À Faculdade de Odontologia da União Metropolitana de Educação e Cultura, na pessoa da Profa. Dra. **Ana Isabel Fonseca Scavuzzi**, por disponibilizar gentilmente o setor de Radiologia e Ultrassom, para a realização do experimento.

Aos Professores do Curso de Doutorado em CTBMF da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pelos ensinamentos recebidos durante o curso.

Aos colegas do Curso de Doutorado, especialmente **Ana Carolina Uchoa***, pela maravilhosa disposição em me ajudar e pelos bons momentos que compartilhamos.

À especializanda em CTBMF **Daniela Miotto**, pela valiosa colaboração e apoio para execução de toda a fase experimental deste trabalho.

À Deus.

“O estudo em geral, a busca da verdade e da beleza são domínios em que nos é consentido
ficar crianças toda a vida.”

Albert Einstein

RESUMO

As periapicopatias recidivantes são patologias de difícil resolução. Os novos métodos e materiais, aplicados na cirurgia paraendodôntica, têm adicionado índices de sucesso mais altos à prática odontológica. O objetivo deste trabalho foi avaliar as manobras de apicectomia associadas à retrobturação com MTA e ao selamento apical com laser Nd:YAG (10Hz, 150mJ, 1,5W, 60s). Utilizou-se 40 dentes endodonticamente tratados e apicectomizados com broca diamantada em 90° com o longo eixo do dente. Foram formados, randomicamente, quatro grupos de amostras (n=10): (A – apicectomia, B – apicectomia e irradiação laser Nd:YAG, C – apicectomia+retrobturação com MTA, D – apicectomia+retrobturação com MTA e irradiação laser Nd:YAG). As amostras foram incluídas em resina epóxi e cortadas, primeiramente no sentido longitudinal, depois no sentido transversal. A análise por MEV demonstrou uma superfície apical mais homogênea e sem canalículos dentinários nos grupos B e D ($p<0,01$). Foram observadas fendas marginais, entre dentina e material obturador, em ordem decrescente de tamanho, desde o grupo B, grupo A, grupo D e grupo C ($p<0,01$). A análise por EDS indicou uma porcentagem maior de íons fósforo e menor de cálcio nos grupos irradiados com laser Nd:YAG. Em conclusão, esta pesquisa demonstra o efeito positivo da aplicação do laser Nd:YAG no selamento da superfície dentinária, apesar do efeito dimensional que causou na sua associação com o MTA.

Descritores*: “Lasers de Nd-YAG”. “Apicectomia”. “Ondas de Choque por Ultrassom”. “Materiais dentários”.

* BIREME – Centro Latino-Americano e do Caribe de Informações em Ciências da Saúde. DeCS: Descritores em Ciências da Saúde. São Paulo. BIREME/OPAS, 2005. Disponível em: <http://decsv.bvs.br>. Acesso em: 19 fev. 2011.

ABSTRACT

The new methods and materials used in paraendodontic surgery lead to a higher success rates in dental practice. The aim of this study was to evaluate the association of apicoectomy, retrofilling with MTA and the apical seal with Nd: YAG laser (10Hz, 150mJ, 1.5 W, 60s). For these propose was used 40 teeth endodontically treated and cut by diamond bur at 90 ° with the long axis of the tooth. Four groups of samples was randomly assigned (n = 10): (A - apicoectomy, B - apicoectomy and Nd:YAG laser, C - MTA retrofilling, D - MTA retrofilling and Nd:YAG laser). The samples were embedded in epoxy resin and cut lengthwise first, then crosswise. SEM analysis showed a more homogeneous surface without apical sealing of dentinal tubules in groups B and D ($p < 0.01$). Horizontal and transverse marginal *gaps* were observed between dentin and filling material. The descending order of gap, was the group B (resection and irradiation Nd:YAG laser), followed by group A (apicoectomy), group D (MTA retrofilling irradiation and Nd: YAG laser) and at last group C (retrofilling MTA) ($p < 0.01$). The EDS analysis indicated a higher rates of phosphorus ions and lower of calcium in the groups treated by Nd:YAG laser. In conclusion, this research demonstrates the positive effect of application of Nd:YAG laser in apical sealing of the dentin surface, despite the dimensional effect that had on its association with the MTA.

Keywords: "Lasers, Solid-Stat". "Apicoectomy". "High-Energy Shock Waves". "Dental Materials".

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Fotografias das etapas do processamento das amostras para análise por MEV. Em A – verificação com paquímetro do comprimento de canino após secção da coroa; em B – acondicionamento das unidades dentárias após tratamento endodôntico, apicectomia e retrobturação com MTA; em C – inclusão dos espécimes em resina epóxica; em D – preparo para secção transversal da amostra; em E – montagem das lâminas cortadas transversalmente para metalização e microscopia; F – Amostras metalizadas em vista apical para MEV. _____ **54**
- Figura 2.** Superfície dentinária da raiz, com diferentes escores de lisura utilizada para calibração dos avaliadores. _____ **56**
- Figura 3.** Demonstração das áreas escolhidas para aumento (2000X) e avaliação do *gap* entre material obturador e dentina na região apical. A) Corte longitudinal. B) Vista transversal. _____ **57**
- Figura 4.** Fotomicrografias (MEV) (A, B, C e D). Em A) Superfície apicectomizada do grupo A (Apicectomia); em B) superfície apicectomizada do grupo C (Apicectomia e retrobturação); em C) superfície apicectomizada do grupo B (Apicectomia e Laser Nd:YAG); e em D) superfície apicectomizada do grupo D (Apicectomia, retrobturação e Laser Nd:YAG). Magnificações de 1000x. DE – dentina; MO – material obturador e MR – material retrobturador. _____ **62**
- Figura 5.** Representação gráfica, em barras, do teste de Kruskal-Wallis entre a diferença das médias da homogeneidade da superfície apicectomizada nos grupos A, B, C e D. _____ **63**
- Figura 6.** Representação gráfica, em barras, das médias e diferença entre as médias das medidas do *gap* transversal nos grupos de estudo (ANOVA). _____ **65**
- Figura 7.** Representação gráfica, em barras, das médias e diferença entre as médias das medidas do *gap* longitudinal nos grupos de estudo (ANOVA). _____ **66**
- Figura 8.** Representação gráfica, em barras, das diferenças entre as médias das porcentagens do elemento P nos grupos de estudo (ANOVA). _____ **69**
- Figura 9.** Representação gráfica, em barras, das diferenças entre as médias das porcentagens do elemento O nos grupos de estudo (ANOVA). _____ **70**
- Figura 10.** Espectros de EDS mostrando a diferença da quantidade dos elementos fósforo e cálcio entre os grupos. Em (A) Grupo A; em (B) Grupo B; em (C) Grupo C e em (D) Grupo D. _____ **71**
- Figura 11.** Representações gráficas, em pizza, da distribuição das médias dos elementos em percentual, de acordo com o grupo experimental. C – carbono; O – oxigênio; P – fósforo e Ca – cálcio. _____ **72**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos grupos experimentais.....	50
Tabela 2. Organização das fotomicrografias obtidas em MEV de acordo com a localização e aumentos em relação às diferentes avaliações das amostras.	55
Tabela 3. Tabela de contingência	58
Tabela 4. Tabela com os Kappas para as categorias.	58
Tabela 5. Kappa geral.....	59
Tabela 6. Média dos escores atribuídos à presença de irregularidades (rugosidade) nas superfícies apicectomizadas de todos os grupos do estudo.....	63
Tabela 7. Média das medidas do <i>gap</i> transversal e <i>gap</i> longitudinal em todos os grupos experimentais.	66
Tabela 8. Teste de Shapiro-Wilk para avaliação do comportamento da percentagem dos elementos químicos por grupo.	67
Tabela 9. ANOVA para avaliação da diferença na média dos grupos para o elemento carbono.	67
Tabela 10. ANOVA para avaliação da diferença na média dos grupos para o elemento oxigênio.	68
Tabela 11. Média das porcentagens dos elementos P e Ca em todos os grupos experimentais.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

EDS	Energy Dispersive Spectroscopy
mV	Milivolts
V	Volts
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MET	Microscopia eletrônica de transmissão
EDS	Espectometria de raios X por dispersão de energia
mm	Milímetros
μm	Micrômetros
Nm	Nanômetros
S	Segundos
MTA	Mineral Trioxide Aggregate
n°	Número
Gap	Fenda marginal
°	Graus
WWW	World Wide Web
X	Vezes

%	Porcento
®	Marca Registrada
<	Menor que
>	Maior que

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISTA DA LITERATURA	21
3 METODOLOGIA.....	47
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	47
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	47
3.3 PREPARO DAS AMOSTRAS.....	48
3.4 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA	49
3.5 TRATAMENTO ENDODÔNTICO.....	49
3.6 ORGANIZAÇÃO DOS GRUPOS	50
3.7 APICECTOMIA, CONFECÇÃO DA RETROCAVIDADE E RETROBTURAÇÃO	51
3.8 APLICAÇÃO DO LASER Nd:YAG	52
3.9 AVALIAÇÃO POR MEV	53
3.10 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS POR MEV	55
3.11 ANÁLISE DAS IMAGENS	56
3.12 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA.....	57
3.13 AVALIAÇÃO POR EDS	57
3.14 ANÁLISE ESTATÍSTICA	58
4 RESULTADOS	61
5 DISCUSSÃO.....	74
6 CONCLUSÕES.....	82
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS.....	85



INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

As cirurgias paraendodônticas compreendem procedimentos que são indicados para periapicopatias que não apresentem resultado terapêutico favorável após endodontia convencional. Assim como para a terapia endodôntica clássica, o objetivo dessas é eliminar as bactérias do delta apical e estabelecer uma barreira efetiva para impedir a recontaminação por microrganismos e/ou seus produtos metabólicos que passariam para os tecidos duros e moles adjacentes à região apical. Nos casos recidivantes, a cirurgia apical tem sido indicada como a terapia mais aceita, mesmo tendo resultados bastante variáveis. Frente a esta dificuldade, novas tecnologias e materiais para o tratamento das periapicopatias passaram a ser estudadas pela comunidade científica, na busca por alcançar melhores índices de sucesso com as apicectomias.

O aperfeiçoamento de um método que permita melhorar a morfologia radicular após a apicectomia, tornado-a mais lisa e com reduzida porosidade para minimizar a deposição microbiana, é, sem dúvida, um dos objetivos mais almejados pela Odontologia.

Desde 1950, a apicectomia é descrita como a ressecção cirúrgica de um foco infeccioso periapical e do ápice dentário, por via transmaxilar. Esta técnica foi denominada por Ries Centeno (1964)¹ de “cirurgia dos mil detalhes”, pois requer diversos cuidados para a obtenção de sucesso clínico.

Em determinados casos, os canais radiculares não podem ser adequadamente tratados pela técnica tradicional. Esta característica decorre da complexidade da anatomia radicular ou das dificuldades técnicas. Em tais casos,

indica-se o retratamento como uma possibilidade terapêutica. Contudo, se a patologia periapical persistir e/ou o tratamento, por via ortógrada, não for indicado, instutui-se a cirurgia paraendodôntica como tentativa de evitar uma exodontia precoce (TORABINEJAD et al., 1995a)².

A curetagem periapical objetiva remover todo tecido patológico para promover uma correta reparação tecidual (MARZOLA, 2002)³. O procedimento paraendodôntico, na maioria dos casos, inclui exposição cirúrgica do ápice comprometido, amputação do mesmo (apicectomia), preparo cavitário e retrobturação do canal radicular (CARR e BENTKOVER, 1994⁴; TORABINEJAD et al., 1995a²; CALZONETTI et al., 1998⁵; MARZOLA, 2002³).

A técnica tradicional de retrocavitação com brocas em microcontra-ângulo vem sendo substituída pela utilização de pontas de ultrassom, diamantadas ou não. Esta tecnologia contribuiu para a obtenção de um melhor resultado na confecção da retrocavidade apical (mais retentiva, alinhada, permitindo apicectomia em 90°). Além de permitir a confecção de uma menor loja cirúrgica para acesso à raiz do dente endodonticamente comprometido (WUCHENICH et al., 1994)⁶.

A escolha de um material retrobturador, quando de cirurgias paraendodônticas, depende de diversos fatores, um dos mais importantes é a sua capacidade de selamento. A retrocavitação e a posterior inserção do material no ápice têm o intuito de impedir a passagem de exsudatos, microrganismos, bem como de suas toxinas e metabólitos para os tecidos periapicais (AUN et al., 1998)⁷. O material ideal ainda não foi desenvolvido; porém, dentre as novas opções disponíveis no mercado, o agregado trióxido mineral (MTA) possui boas

propriedades físico-químicas e biológicas que favorecem o reparo apical pós-cirúrgico.

A permeabilidade da dentina exposta pela apicectomia é uma das causas de insucesso da cirurgia paraendodôntica. Este aumento da permeabilidade decorre da exposição de canalículos dentinários que comprometem o selamento necessário para restabelecimento da saúde periapical. Pois, nesse local, pode haver infiltração e colonização bacteriana, permitindo a passagem de agentes irritantes, desencadeando e perpetuando o processo inflamatório (BARALDI e PURICELLI, 2000⁸; MELLO e MELLO, 2001⁹).

Com o objetivo de se chegar a um aprimoramento técnico, bem como a melhores resultados do ponto de vista biológico, os lasers cirúrgicos CO₂, Er:YAG e Nd:YAG têm sido utilizados para os procedimentos periapicais de: incisão, ostectomia, vaporização de lesões, corte e fusão de tecidos dentais, redução microbiológica, bem como biomodulação positiva favorecendo o reparo. A irradiação com laser de Nd:YAG é capaz de diminuir a permeabilidade dentinária, por selamento tubular (MISERENDINO, 1988¹⁰; BAHCALL et al., 1992¹¹; STABHOLZ et al., 1992a¹²).

A oportunidade de avaliar diferentes propostas de tratamentos apicais e a associação de técnicas que estão se estabelecendo na literatura e na prática clínica permitirão padronizar uma rotina técnica com melhores resultados. Considerando a importância da aplicabilidade clínica, quando da obtenção de bons resultados de pesquisa, a partir da associação entre novas tecnologias e materiais adequados às técnicas cirúrgicas paraendodônticas, constata-se que ainda há muito a pesquisar nesta área do conhecimento.

A presente pesquisa objetivou analisar, *in vitro*, por intermédio da microscopia eletrônica de varredura (MEV) e da espectrometria de raios X por dispersão de energia (EDS), os efeitos da luz laser de Nd:YAG na morfologia dentinária do ápice radicular após sua secção transversal. Dentro desta premissa, foi estabelecida a comparação da adaptação marginal do material dentário obturador (guta-percha) e retrobturador (MTA), quando irradiados com laser ou não irradiados; a avaliação da capacidade de selamento dentinário quando da aplicação do laser Nd:YAG; e a identificação das modificações na composição química das regiões apicectomizadas, quando irradiadas.



2 REVISTA DA LITERATURA

As lesões inflamatórias são as mais comuns, dentre aquelas que se desenvolvem na região periapical dos dentes, pois resultam da mortificação pulpar, na maioria das vezes, causada pelos microrganismos bucais. Então, os principais fatores etiológicos biológicos nas lesões periapicais são os microrganismos, enquanto outros fatores físicos e químicos são adjuvantes. Tais agentes agressores irão promover uma reação inflamatória no tecido conjuntivo periapical, sendo de intensidade e característica variáveis, dependendo da intensidade da agressão e da capacidade de resposta do indivíduo (BERCINI e AZAMBUJA, 1998¹³; TESTORI et al., 1999¹⁴; DANIN et al., 1999¹⁵).

O tratamento correto das lesões inflamatórias periapicais baseia-se na remoção da causa geradora da lesão pela endodontia, ou pela exodontia quando indicada (TESTORI et al., 1999¹⁴; DANIN et al., 1999¹⁵). A cirurgia paraendodôntica é um procedimento seguro e adequado para casos não responsivos à terapia endodôntica tradicional ou quando o retratamento não é possível de ser realizado. (HARRISON, 1992¹⁶; WADA et al., 1998¹⁷; VON ARX et al., 2001¹⁸).

Bramante e Berbert (1980)¹⁹ descreveram a cirurgia paraendodôntica como o procedimento cirúrgico indicado para resolver complicações que derivam de um tratamento endodôntico ou que não são solucionadas por ele. A associação do tratamento cirúrgico e do endodôntico contribui para o sucesso da cirurgia periapical (PURICELLI, 1992²⁰; CHANDLER e KOSHY, 2002²¹). O aumento da taxa de sucesso da cirurgia paraendodôntica foi relatado nos últimos anos; de uma média de

25 para até 80%, e este alto índice pode estar relacionado às novas técnicas cirúrgicas, aos novos instrumentos cirúrgicos, às novas pontas ultrassônicas, como também com a melhora na qualidade dos materiais retrobturadores (ADAMO et al., 1999²²; MORGAN e MARSHALL, 1999²³; GRAY et al., 2000²⁴; VON ARX E WALKER, 2000²⁵; PETERS et al., 2001²⁶; RUD et al., 2001²⁷).

O desenvolvimento de técnicas cirúrgicas e endodônticas específicas com o propósito do tratamento das periapicopatias são relatadas desde o início do século passado. Sommer (1946)¹ em seus estudos demonstrava a necessidade de buscar alternativas para os dentes com lesões periapicais, relatando a apicectomia como um procedimento aprovado pela prática clínica odontológica. Portanto, a técnica da apicectomia consiste na remoção mais apical da raiz, com o alisamento e brunimento da superfície cimento-dentinária (CUNHA FILHO, 2003)²⁶.

Para Duarte (2007)²⁹, a apicectomia é um procedimento cirúrgico recomendado para eliminar os deltas apicais das raízes dentais e determinar se a obturação do canal é satisfatória nesta área. Um método adequado para ressecção apical deve favorecer a obtenção de uma superfície lisa e minimizar a desadaptação do material obturador (DUARTE et al., 2007)²⁹.

Weston et al. (1999)³⁰, após avaliarem por MEV o efeito dos instrumentos rotatórios na guta-percha durante a ressecção do ápice dental, concluíram que um derretimento e espalhamento do material obturador somente foi observado quando o instrumento foi direcionado contra a rotação da broca. Portanto, os autores concluem que o desenho da broca não influencia o resultado do corte, porém deve-se observar

¹ SOMMER 1946

com cuidado a direção do movimento de corte para seguir a mesma direção do movimento de rotação.

Na anatomia periapical, a identificação da presença de istmos e de canais acessórios é um fator que aumenta o índice de sucesso dos tratamentos endodônticos cirúrgicos. Tais variações anatômicas podem servir como reservatórios de bactérias e tecido pulpar necrótico, dificultando a obtenção de saúde periapical. Devido às características anatômicas a apicectomia deve ser feita em torno de 3 mm aquém do ápice dental, onde o ambiente periapical é isento da presença dessas ramificações (JUNG et al. 2005)³¹. Segundo Kim et al. (2001)³², as estirpações do ápice dental realizadas a 1mm cervical da terminação radicular reduzem 52% das ramificações e 40% dos canais laterais. Se for feita a 2mm, ocorre redução desses eventos em 78 e 86%, respectivamente. Quando a apicectomia é efetuada a 3mm em sentido cervical do ápice radicular, observa-se uma diminuição dos canais laterais de 93% e das ramificações apicais em torno de 98%.

Frente às condições morfológicas e biológicas do ápice dental, seccionar a extremidade radicular com inclinações no longo eixo da broca, associando-se a retroinstrumentação, foram das sugestões propostas por Messing em 1967² (LEONARDI et al. 2006)³³.

Porém a associação dessas duas manobras cirúrgicas foi avaliada por Gilheany et al. (1994)³⁴ que compararam os tipos de ressecção apical (angulações do bisel) e as diferentes profundidades das retrocavidades, observando que, com o crescimento na profundidade da retrocavidade, ocorre diminuição na microinfiltração

² Messing J J. The use of amalgam in endodontics surgery. *J Br Endod Soc* 1967; 1: 34-36.

e aumentando a angulação do corte, verificam-se maiores índices de microinfiltração de corante. Os autores descrevem que existem dois tipos de microinfiltração bacteriana apical. O primeiro ocorre ao longo da interface entre as paredes dentinárias e o material de preenchimento, enquanto o segundo dá-se através do fluxo de substâncias, nos túbulos seccionados durante a apicectomia, (permeabilidade dentinária). Baseados nessa premissa, os pesquisadores ressaltaram a importância de aprofundar a cavidade apical e quando for necessário aumentar o ângulo de ressecção radicular, a fim de garantir um selamento radicular eficiente.

Gagliani et al. (1998)³⁵ compararam, através da microinfiltração de corante, a ressecção radicular quando realizada em 45 e em 90° com o longo eixo dentário. Os autores constataram uma menor penetração de corante tanto na dentina como na interface dente/material retrobturador, na apicectomia em ângulo de 90° com o longo eixo do dente. Anatomicamente, observaram que quanto maior a inclinação do corte, maior número de túbulos dentinários são seccionados e expostos.

Pozza et al. (2005)³⁶ também avaliaram o corte do ápice nas angulações de 45 e 90° com o longo eixo do dente com o auxílio de corante. Para tanto, os autores utilizaram 20 dentes humanos endodonticamente tratados e apicectomizados, tendo sido tratados com duas técnicas diferentes de retrobturação. Um grupo foi cavitado com ultrassom e obturado com MTA e o outro com amálgama. Foi possível observar, apesar de não ser estatisticamente significativa, uma menor infiltração de corante no grupo cortado a 90°, indicando que esta técnica é mais conservadora e segura para remoção de todo o delta apical.

Richman³⁷, em 1957, foi o primeiro pesquisador a relatar a aplicação de ultrassom em cirurgias do periápice, quando realizou osteotomia e ressecção apical com esta técnica. Somente após duas décadas, que Bertrand et al. (1973)³⁸ realizaram o primeiro preparo de retrocavidades com este tipo de aparelho.

Wuchenich et al. (1994)⁶ constataram que o ultrassom é capaz de produzir paredes dentinárias mais paralelas, entre si, e com profundidade maior que o preparo convencional com brocas. Também identificou que os preparos apicais seguem com mais fidelidade a direção do canal radicular, pois as brocas cônicas em peça de mão apresentam um desvio entre 45 e 60° de angulação. Também identificaram através do MEV uma menor quantidade de detritos e *smear layer* nas retrocavidades preparadas com ultrassom. A presença de *smear layer*, na superfície cortada, sela os canalículos dentinários, porém quando localizada no conduto ou preparo radicular interfere na adaptação do material obturador.

Kuga et al.³⁹, em 1998, não observaram diferença estatística nos preparos cavitários feitos com diferentes tipos de ultrassom, comparados ao preparo convencional das cavidades com brocas. Tal observação foi feita por intermédio da microinfiltração apical de corantes. Conforme os autores, o fracasso nas retrobturações pode estar associado ao protocolo cirúrgico, destacando-se os materiais retrobturadores, a inclinação da ressecção apical relacionada à profundidade da cavidade e o tipo de tratamento da superfície apicectomizada.

Conforme Leonardo e Leal (1998)⁴⁰, as pontas ultrassônicas específicas para a confecção do preparo apical representam uma das maiores evoluções técnicas na cirurgia paraendodôntica nos últimos tempos. Essas pontas possuem angulação de 90° e têm tamanho reduzido, quando comparadas a um contra-ângulo convencional

ou a um contra-ângulo de cabeça pequena. Estes autores enfatizam também as mesmas características descritas anteriormente por outros autores. Em vista todas as vantagens da sua utilização, os pesquisadores afirmam que o uso do ultrassom está se tornando uma rotina nas preparações de cavidades para retrobturações.

Lopes e Siqueira Jr. (1999)⁴¹ destacam, também, as vantagens do retropreparo com pontas ultrassônicas: cavidade preparada seguindo o longo eixo do canal radicular, limpeza e profundidade de até 3,5mm do canal, retenção adequada, remanescentes dentinários sem microfraturas, rapidez no preparo, loja cirúrgica menor, corte apical sem bisel ou com pouca angulação, redução da lama dentinária e de detritos. Relatam também que a microinfiltração marginal, encontrada após sua utilização, resulta da adequada adaptação do material retrobturador às paredes cavitárias. Entretanto, como desvantagem do método, os autores relatam o fato de ocorrer maior formação de ranhuras quando o ultrassom é utilizado.

Morgan e Marshall (1999)²³ moldaram e replicaram retrocavidades preparadas com ultrassom, durante estudo clínico com pacientes, e observaram, por intermédio de MEV, a presença de fraturas dentinárias em apenas uma das 25 raízes avaliadas. Em conclusão os autores indicam o ultrassom como instrumento efetivo para a confecção de retrocavidades.

Sutimuntanakul et al. (2000)⁴², baseados em um estudo *in vitro* em dentes humanos, concluíram que as vantagens observadas no preparo das cavidades com ultrassom melhoram a distribuição do material dentro da cavidade, proporcionando vedamento apical mais eficiente.

Peters et al. (2001)²⁶ compararam o aspecto de retrocavidades preparadas com pontas ultrassônicas de aço e diamantadas, além do tempo despendido com a sua confecção. As cavidades foram feitas no ápice dos canais de molares inferiores, posteriormente foram feitas réplicas em resina epóxi e submetidas à MEV, em que observaram que a presença de microfraturas, apesar de muito discretas nas amostras, foi similar nos dois grupos. Os pesquisadores definem que o tempo despendido no preparo das cavidades é menor quando utilizadas pontas diamantadas.

Conforme Navarre e Steiman (2002)⁴³, as retropontas diamantadas foram introduzidas no mercado com o objetivo de minimizar as fraturas dentinárias, devido ao fato de possuírem capacidade de remover estrutura dental com maior velocidade, diminuindo, assim, o tempo de contato durante a instrumentação. Os autores também concordam que o ultrassom possibilita que a retrocavidade mantenha-se centrada ao longo eixo do canal radicular, diminuindo o risco de perfuração. Ainda, recomendam que a retrocavidade seja ampla o suficiente para incorporar o maior número de canais radiculares acessórios.

Xavier et al. (2006)⁴⁴, após extensa revisão da literatura, concluíram que o sucesso da cirurgia paraendodôntica depende, em grande parte, do tipo de cavidade confeccionada e que o uso das pontas ultrassônicas diamantadas resultam em uma conformação adequada, menor desgaste da estrutura dentária e maior facilidade no acesso cirúrgico, proporcionando uma técnica mais refinada.

Em estudo clínico realizado com 399 pacientes, de Lange et al. (2007)⁴⁵ avaliaram comparativamente o tratamento cirúrgico apical com ultrassom e brocas convencionais. Após um ano de tratamento, os autores relataram uma taxa de

sucesso de 80,5% para o grupo tratado com ultrassom e 70,9% no grupo retrocavitado com broca diamantada. Concluíram que o uso de pontas ultrassônicas aumentou o sucesso da terapia paraendodôntica de modo significativo.

Oliveira et al. (2008)⁴⁶, em revisão da literatura e avaliação da utilização de retropontas em ultrassom, afirmam que a literatura demonstra um aprimoramento da técnica de apicectomia por esta tecnologia. Tal observação leva em consideração os resultados favoráveis em relação a uma técnica mais conservadora, em decorrência da necessidade de uma osteotomia menor para o acesso apical e facilidade de aplicação do ultrassom, principalmente quando as pontas diamantadas são utilizadas. Os autores também concluem que para as cavidades serem preparadas, uma menor quantidade de dentina é removida, sendo possível obter melhores resultados clínicos.

Cunha Filho (2003)²⁸ destaca que, com o advento de técnicas como a utilização do ultrassom no preparo apical e o selamento com novos materiais para retrobturação, o sucesso do tratamento endodôntico-cirúrgico pode solucionar patologias que foram, até recentemente, consideradas de difícil solução.

Ao longo dos anos, a contínua procura pelo material ideal para uso em retrobturações têm sido incessante. O material ideal deve combinar as melhores propriedades mecânicas, físicas, químicas e biológicas (OLIVEIRA et al. 2007)⁴⁷.

O MTA (Agregado Trióxido Mineral) foi utilizado pela primeira vez em 1993 por Lee et al.⁴². Segundo Camilleri et al. (2011)⁴⁹ trata-se de um material biocompatível, bioativo e que induz à formação de estruturas de hidroxiapatita,

quando em contato com os fluidos corporais. Sua mais significativa indicação, segundo a literatura, inclui o selamento apical em cirurgias paraendodônticas.

No mesmo ano do início da sua utilização, 1993, Torabinejad et al.⁵⁰ avaliaram, *in vitro*, a capacidade de vedamento apical do MTA e encontraram uma resistência à semelhança ao amálgama. Desde então, diversos pesquisadores têm encontrado bons resultados utilizando o MTA, quando comparado com outros materiais odontológicos, tais como o cimento de ionômero de vidro, o óxido de zinco e eugenol, o óxido de zinco e eugenol reforçado, o amálgama e a resina composta (PETERS e PETERS, 2002⁵¹; REEH e COMBE, 2002⁵²; GONDIM JÚNIOR et al., 2003⁵³; GOMES et al., 2003⁵⁴; GERHARDT DE OLIVEIRA et al., 2004⁵⁵; MORAES et al. 2004⁵⁶; GOMES et al., 2005⁵⁷; KUBO et al., 2005⁵⁸).

As principais características avaliadas e que conferem a este material superioridade são a sua maior biocompatibilidade (TORABINEJAD et al., 1995a²; TORABINEJAD et al., 1995b⁵⁹; ECONOMIDES et al., 2003⁶⁰; BONSON et al., 2004⁶¹; BAEK et al., 2005⁶²); menor infiltração apical em cirurgias paraendodônticas (TORABINEJAD et al., 1994⁶³; AQRABAWI, 2000⁶⁴; ANDELIN et al., 2002⁶⁵; BERNABÉ et al., 2003⁶⁶; BERNABÉ et al., 200⁶⁷; AL-HEZAIMI et al., 2005⁶⁸; GERHARDT DE OLIVEIRA et al., 2005⁶⁹); menor infiltração bacteriana (FISCHER et al., 1998⁷⁰; SCHEERER et al., 2001⁷¹); melhor adaptação marginal às paredes da cavidade (PETERS e PETERS, 2002⁵¹; GONDIM JÚNIOR et al., 2003⁵³; GOMES et al., 2005⁵⁴) e menor necessidade de força de condensação, além da possibilidade de sua utilização em campo úmido (BUSATO et al., 1999)⁷²; e a ação antimicrobiana junto à microbiota bucal (FISCHER et al., 1998)⁷⁰.

A resposta biológica dos tecidos periapicais é muito importante para o sucesso da aplicação clínica do MTA. Torabinejad et al. (1995b)⁵⁹ avaliaram a apicectomia e a obturação retrógrada com MTA em dentes de cães e observaram que o cimento neoformado era depositado tanto na dentina exposta pelo seccionamento apical, mas também sobre o MTA.

Também utilizando dentes de cães, Holland et al. (1999)⁷³ compararam o MTA e o Ketac Endo[®] como cimentos endodônticos. Os resultados demonstraram que ocorreu fechamento apical com deposição de cimento em todas as amostras obturadas com MTA, não sendo observada resposta inflamatória nos tecidos periapicais. Nos dentes obturados com Ketac Endo[®], verificaram fechamento apical parcial em apenas duas amostras, além de diferentes graus de reação inflamatória crônica. Tais observações induzem à conclusão de que o MTA possui boas propriedades biológicas.

Bernabé et al. (2003)⁶⁶, em um estudo comparativo entre o MTA e o cimento Portland, em retrocavidades preparadas com ultrassom, utilizando também dentes de cães, obtiveram resultados semelhantes entre os dois tipos de materiais, pois ocorreu deposição de tecido cementário sobre os mesmos, além de apresentarem, na maioria dos espécimes analisados, reparo dentoalveolar completo.

O objetivo da pesquisa realizada por (Yaltirik et al., 2004)⁷⁴ foi determinar as reações do tecido conjuntivo ao MTA ProRoot[®] e ao amálgama colocados em tubos de polietileno e implantados no dorso de ratos albinos Wistar. Após períodos de tempo de sete, 15, 30, 60 e 90 dias do procedimento cirúrgico, os animais foram mortos e as peças analisadas histologicamente. Todos os materiais estudados foram bem tolerados pelos tecidos. Uma observação significativa foi a presença de

calcificação distrófica nas áreas adjacentes ao MTA implantado, enfatizando que esse achado pode confirmar a hipótese de que o MTA induz a formação de tecido duro em contato com fluidos corporais.

Perinpanayagam (2009)⁷⁵, acerca dos estudos de biocompatibilidade do MTA e sua reação biológica nos tecidos, afirma que, além de promover um bom selamento apical, um material retrobturador deve facilitar o reparo tecidual dos tecidos perirradiculares. Atualmente, as pesquisas têm se focado na capacidade de o material auxiliar uma resposta celular favorável. Técnicas de cultura de tecido demonstram que a interação do MTA com a superfície celular pode conduzir para o reparo da região periapical. O autor cita seu experimento com osteoblastos e confirma a afinidade do MTA com tais células, além da indução da produção de matriz óssea devido ao seu contato com a superfície celular.

Com o intuito de determinar a eficácia clínica dos materiais retrobturadores utilizados em pacientes, desde 1996, Niederman e Theodosopoulou (2003)⁷⁶ revisaram os pesquisas publicadas em duas bases de dados eletrônicas. Nesta investigação, encontraram somente dois estudos clínicos randomizados e concluíram que as pesquisas demonstraram resultados contraditórios entre os materiais avaliados. Concluíram que não existiam estudos clínicos controlados em humanos, avaliando o MTA até esta pesquisa.

Von Arx et al. (2010)⁷⁷, por intermédio de metanálise, identificaram os fatores mais importantes para um prognóstico favorável durante a cirurgia apical. Somente estudos clínicos e com parâmetros de reparo foram incluídos no referido trabalho. Em seus resultados, os autores descrevem que, apesar dos fatores relacionados ao dente, outros ainda contribuíram para uma maior taxa de sucesso, como casos que

não apresentavam dor ou outros sinais no pré-operatório; boa densidade radiográfica do material obturador do canal e ausência de lesões maiores que 5mm. Em relação aos fatores relacionados ao tratamento, o MTA apresentou uma taxa de resolução clínica de 91,4%.

Alguns estudos clínicos têm sido realizados com o objetivo de avaliar o efeito biológico do MTA (MAROTO et al., 2007⁷⁸; SAUNDERS, 2008⁷⁹; SARRIS et al. 2008⁸⁰; CHONG et al. 2009⁸¹; CARDOSO-SILVA et al., 2011⁸²). Apesar dos estudos nem sempre incluir a apicectomia e a retrobturação, pode-se constatar a excelente aplicabilidade deste material devido às altas taxas de sucesso encontradas.

O aspecto da microinfiltração bacteriana apical, com a retrobturação, foi avaliado por Fischer et al. (1998)⁷⁰ em retrobturações *in vitro*. Tais autores realizaram estudo no qual inocularam bactérias (*Serratia marcescens*) no canal radicular e deixaram o extremo apical em contato com o meio de cultura, que mudava a coloração quando ocorria colonização bacteriana. Como resultados, observaram que o MTA apresentou menor ocorrência de microinfiltração bacteriana apical obturado quando comparado ao amálgama, IRM[®] e Super-EBA[®]. Os pesquisadores concluíram que o MTA é o material mais efetivo contra a penetração de *S. marcescens*, além de ter demonstrado algum efeito antimicrobiano. Sugerem ainda que a ação efetiva do MTA em prevenir a microinfiltração bacteriana apical deve-se à sua habilidade seladora decorrente e a uma ligeira expansão na presença de umidade.

Xavier et al. (2005)⁸³ avaliaram a capacidade *in vitro* de vedamento apical e de adaptação marginal do MTA (Angelus[®]) do cimento de ionômero de vidro reforçado por resina e do óxido de zinco e eugenol reforçado. Os dentes foram

avaliados através da infiltração de nitrato de prata a 0,5% e submetidos à análise da adaptação marginal, em MEV. O óxido de zinco e o eugenol reforçado foi o material com maior capacidade de vedamento apical, seguido pelo MTA e, após, pelo cimento de ionômero de vidro reforçado por resina. Em relação à adaptação marginal, o MTA apresentou os melhores resultados.

Winik et al. (2006)⁸⁴ compararam a o MTA e o cianoacrilato em retrobturações que depois foram tratadas superficialmente com laser Er;Cr:YSGG. Para tanto, utilizaram 24 dentes humanos endodonticamente tratados que, após toda a fase de preparo experimental, foram impregnados com Rodamina B. A análise da infiltração do corante demonstrou infiltração em todas as amostras, porém o grupo irradiado e obturado com MTA apresentou maior permeabilidade que o irradiado e obturado com cianoacrilato. Tal observação conclui que a procura pelo material ideal ou associação de técnicas para retrobturações ainda deve continuar.

Seguindo metodologia semelhante, Costa et al. (2008)⁸⁵ compararam alguns materiais obturadores em 50 ápices de dentes unirradiculares. Os materiais utilizados foram MTA, cimento Portland, Vitremer[®] e Fuji Ortho[®]. Através da impregnação por nitrato de prata e posterior avaliação por MEV, os autores constataram que a microinfiltração foi menor nos grupos aplicados Vitremer[®] e Fuji Ortho[®]. Também relatam que todos os materiais apresentaram algum grau de desadaptação marginal, porém nos grupos com MTA e cimento Portland os resultados nesta análise foram semelhantes.

Na mesma linha de pesquisa, Costa et al. (2009)⁸⁶, porém utilizando duas secções transversais das raízes retrobturadas e suas réplicas em resina epóxi, avaliaram a fenda marginal (*gap*) transversal entre os materiais e a parede

dentinária. Os autores definiram que em todos os espécimes ocorreram, entre a dentina e o material, adaptação marginal e algum grau de formação de *gap*. Os materiais com base no óxido de cálcio (MTA e cimento Portland) demonstraram resultados semelhantes, enquanto o Vitremer® apresentou os melhores resultados de todos os materiais.

Em 2010 Post et al.⁸⁷ avaliaram a capacidade de selamento apical *in vitro* em apicectomias com diferentes angulações, técnicas de preparo apical e materiais retrobturadores (amálgama e MTA). Apesar dos resultados não demonstrarem diferenças na microinfiltração por meio de corante, nenhum grupo apresentou completo selamento apical. Porém, nos dentes tratados com MTA foi observada melhor adaptação marginal.

Lustosa et al. (2010)⁸⁸ afirmam que a obtenção de superfícies apicectomizadas lisas é preconizada por favorecerem a colocação do material retrobturador no preparo e por melhorarem o reparo tecidual do ligamento periodontal. Além disso, superfícies rugosas favorecem a proliferação de microrganismos.

Utilizando corpos de prova para analisar o número atômico dos elementos presentes nos cimento Portland e MTA, através de espectroscopia por dispersão de energia (EDS), Gerhardt de Oliveira et al. (2004)⁵⁵ constataram que óxidos (23,44%) e cálcio (24,56%) estão presentes na composição do ProRoot® (MTA).

A estrutura da dentina é permeável devido à presença dos canalículos dentinários, e os canalículos são a principal via de comunicação de uma substância para o interior do conduto radicular (LEE et al., 2002)⁴⁸. Esta permeabilidade diminui

na presença da lama dentinária e quando ocorre aproximação do terço apical da raiz dental (PÉCORA et al., 1993)⁸⁹.

Desde 1980, Michelich et al.⁹⁰ estudaram os efeitos da remoção da lama dentinária, presente na superfície cortada, na penetração de bactérias ao longo dos túbulos dentinários, concluindo que a camada de resíduos, quando presente, impede fisicamente a penetração de bactérias nos túbulos adjacentes.

Inicialmente, o laser na Odontologia buscava analisar e aplicar esta tecnologia nos tecidos duros dentários. Devido aos efeitos adversos encontrados, como danos térmicos à polpa, a ocorrência de crateras, carbonização e vaporização tecidual no esmalte, inicialmente sua aplicação foi contra-indicada (CUNHA FILHO, 2003)²⁸.

O comprimento de onda do laser Nd:YAG (1064nm) foi desenvolvido em 1964 por Geusic et al.³ (MELLO e MELLO, 2001)⁹. Esse comprimento de onda é absorvido pelas estruturas minerais, como os fosfatos e os carbonatos da hidroxiapatita. O efeito de elevação extrema da temperatura pelo laser resulta em desarranjo dos cristais de hidroxiapatita. Nesse processo, a dentina transforma-se e sofre ablação química, o que promove a fusão em cristais maiores, com a vaporização da substância orgânica. A superfície fica vitrificada, sem porosidades e trincas, tal resultado reduz a permeabilidade dentinária por obliteração canalicular (LEVY, 1992⁹¹; BRUGNERA JÚNIOR, 2001⁹²; LEE et al., 2002⁴⁸). Apesar de fusionar a dentina, esse laser não está indicado para o corte apical, pois retarda a reparação tecidual se comparada à dos dentes que são seccionados por brocas (KIMURA et al., 2000⁹³).

³ Geusic, J.E., Marcos, H.M, and Van Uitert, L.G.: "Laser oscillations in Nd-doped yttrium aluminum, yttrium gallium and gadolinium garnets". *Applied Physics Letters* 4 10, 182-184 (1964).

Já o laser de Nd:YAG pode ser aplicado em tecidos moles incluindo: tratamento de úlceras, frenectomia e gengivectomia, oferecendo uma boa hemostasia. Contudo, possui uma grande profundidade de penetração, podendo atingir alguns tecidos mais profundos (DEDERICH e BUSRIK, 2004)⁹⁴.

O Nd:YAG é um laser de estado sólido que produz o comprimento de onda dentro do espectro infravermelho. Dentro da área da saúde pode ser utilizado no modo pulsátil ou contínuo. Pode ser aplicado em Oftalmologia (cirurgias de catarata e glaucoma), em Oncologia (tumores de pele), na Dermatologia (remoção de pêlos, acne e varizes), em Ginecologia e em Odontologia (DALGIC e KUSCU, 2001⁹⁵; AUGUST et al., 2011⁹⁶; ABED et al. 2011⁹⁷; POOSTI et al. 2011⁹⁸; WAKAMATSU et al. 2011⁹⁹)

Weichman e Johnson (1971)¹⁰⁰, Weichman et al. (1972)¹⁰¹ não obtiveram sucesso no vedamento apical do forame principal de dentes submetidos ao laser CO2 e Nd:YAG associados com materiais seladores biocompatíveis, tanto por via externa como por via interna.

Yamamoto e Sato (1980)¹⁰² afirmam indicam o uso do laser de Nd:YAG tanto para a ação preventiva das cáries de fóssulas e fissuras quanto em cavidades cariosas. Outra indicação do seu uso está no selamento periférico de materiais restauradores. Segundo Miserendino (1988)¹⁰, a oclusão dos canalículos dentinários e a esterilização intracanal são resultados desejados, com a utilização do laser de Nd:YAG como acessório cirúrgico.

Em 1988, Zakariasen e Dederich¹⁰³ demonstraram, em seus estudos iniciais, que a dentina radicular pode ser fusionada após rápida exposição do laser de

Nd:YAG ou de CO₂, com a imediata recristalização, criando um aspecto vítreo, sem porosidade na superfície, propiciando uma redução na permeabilidade dentinária. Os autores sugerem que o laser cirúrgico pode ser um importante auxiliar em apicectomias, principalmente associado a materiais retrobturadores.

Rohanizadeh et al. (1999)¹⁰⁴ observaram os efeitos na composição e na ultraestrutura dentinária do laser de Nd:YAG, sob MEV e MET (Microscópio Eletrônico de Transmissão), constatando que as áreas irradiadas com este laser alteraram a solubilidade, tornando a superfície mais resistente à dissolução por ácido do processo carioso.

Stabholz et al. (1992a)¹² demonstrou, através da MEV, as modificações ocorridas na dentina irradiada com laser Nd:YAG (150mJ a 30Hz). Para tanto, utilizaram dentes com ápices cortados por broca diamantada e divididos em dois grupos de nove. No grupo que as raízes foram irradiadas, as alterações estruturais não foram uniformes, com áreas de fusão e recristalização alternadas com áreas de aspecto semelhante ao das amostras não irradiadas.

Ao reduzir a potência e frequência do laser Nd:YAG para 80, 100 e 120mJ a 20Hz, Baraldi e Puricelli (2000)⁸ visualizaram áreas lisas e compactas com menor porosidade e túbulos dentinários mais frequentemente fechados por fusão e recristalização da lama dentinária nas superfícies apicectomizadas. Algumas zonas de carbonização da obturação endodôntica foram eventualmente encontradas. Tal estudo foi realizado também utilizando MEV.

Lizarelli e Bagnato (2002)¹⁰⁵ expõem que a eficiência da ablação com laser por meio de um regime de picossegundos minimiza a destruição do material

adjacente. Para confirmar esta afirmação irradiaram o esmalte e a dentina de três molares humanos recém-extraídos, utilizado um laser de Nd:YAG em picossegundo “Q-switched” e “mode-locked” (Antares 76-s, Coherent, Palo Alto, CA). Aplicaram, para o esmalte, uma frequência fixa de 100 Hz e potência média de 1,3 W; enquanto que para a dentina, a frequência foi fixa em 15 Hz enquanto que a potência média variou em 800, 700 e 600 mW. O esmalte demonstrou ser mais capaz de dissipar as ondas de choque comparada a dentina, uma vez que as trincas originadas foram mais freqüentes em tecido dentinário. Em conclusão, os autores enfatizam que a escolha dos tempos de irradiação deveriam ser mais curtos, quando as potências médias forem mantidas mais altas, ou seja, energia total entregue mais baixa e bem localizada.

Desde 1984, Dederich et al.¹⁰⁶ afirmam que, em dentina, os valores da penetração do laser Nd:YAG não são precisos, pois dependem das propriedades físicas teciduais e do nível de energia irradiada.

Para Zakariassen e Dederich (1991)¹⁰⁷, o laser de Nd:YAG apresenta uma grande absorção em pigmentos, atingindo uma maior profundidade tecidual e possui uma maior área de ação em relação ao laser de CO₂.

Em um estudo dos efeitos morfológicos do laser de CO₂, Nd:YAG, Er:YAG e de fresas cirúrgicas na dentina, Wigdor-Ravenswood et al. (1992)¹⁰⁸, comprovaram que o laser de Nd:YAG atua na profundidade, selando os canalículos dentinários.

Liu et al. (1997)¹⁰⁹ em estudo experimental com dentes humanos visualizaram, com auxílio de MEV, o selamento dos túbulos dentinários com manutenção de túbulos intactos logo abaixo da superfície vitrificada e que a

profundidade de selamento dos túbulos dentinários, pelo laser Nd:YAG (30mJ a 10 pps), foi de cerca de 4µm no centro da aplicação da fibra óptica e de 3µm nas margens.

Em alguns casos não é possível o selamento dentinário com o laser Nd:YAG, principalmente devido ao tamanho das falhas dentinárias, maiores que o diâmetro dos túbulos dentinários. Azoubel (1998)¹¹⁰ buscou desenvolver alternativas de fusão apical com diversos materiais associados ao laser. O autor utilizou raspas de cimento e dentina para preencher a retrocavidade com subsequente aplicação do laser Nd:YAG, em duas séries de dois segundos (100mJ, a 15Hz e 1,5W). Neste estudo *in vitro* foram utilizados 30 dentes humanos monorradiculares divididos em três grupos. O grupo I foi obturado com amálgama, no grupo II, empregaram-se raspas de cimento e dentina para o preenchimento da cavidade da obturação retrógrada, seguido da aplicação com a luz laser Nd:YAG e no grupo III, utilizou-se pó de dentina/cimento, seguido de aplicação com a luz laser de Nd:YAG. As amostras foram submetidas à infiltração por corante Rodamina B a 1%, durante 24 horas. Os resultados não demonstraram diferenças estatísticas; no entanto, uma redução na infiltração do corante foi constatada, quando utilizado o laser.

A afirmação que a utilização de diversos tipos de lasers como acessório cirúrgico tem possibilitado variações na técnica de apicetomias foi feita por Cunha Filho e Veeck¹¹¹ em 1999. Em pesquisa experimental *in vitro*, os autores estudaram a fusão e recristalização causadas pelo Nd:YAG no tecido apical, aplicado em diferentes condições experimentais. O laser foi aplicado na face vestibular 30 dentes unirradiculares, divididos em três grupos e submetidos às condições de 1,2 W, 1,6 W e 2,0 W de potência, com 20 pps, durante 30s, mantendo a face lingual ou palatina

como grupo controle. Após a irradiação os dentes foram analisados por MEV, evidenciando alterações na morfologia cementária apical, como aumento da lisura e da homogeneidade radicular nos grupos que receberam irradiação com 1,2 W e 1,6 W. Este último grupo apresentou melhores resultados, obtendo em 80% dos dentes uma superfície cementária classificada como ótima e no grupo irradiado com 20 W de potência observaram fusão tecidual, acompanhada de pontos de carbonização e crateras na superfície cementária apical.

Mello et al.¹¹², em 2000, observaram, por MEV, que a área apical exposta, após o corte por broca, demonstrou presença de lama dentinária (*smear layer*) recobrendo os túbulos dentinários. Após a aplicação do Er:YAG (400mJ, 10Hz) ocorreu a abertura dos canálculos dentinários enquanto que com o Nd:YAG (150mJ, 10Hz) a superfície apresentou-se com áreas de fusão, reorganização e obliteração dos túbulos, estes aspectos foram indicados como um importante fator na redução da infiltração apical.

Baraldi e Puricelli (2000)⁸ também afirmam que o laser de Nd:YAG promove a diminuição da permeabilidade dentinária. As alterações morfológicas da superfície de corte apical foram avaliadas por este autor, especialmente a lisura superficial, promovidas pela irradiação com de Nd:YAG. Utilizaram-se 30 dentes caninos humanos, ressecados com fresa cirúrgica em baixa rotação e divididos em três grupos. Metade da área de suas superfícies apicais foi irradiada com laser de Nd:YAG durante 30 segundos com potências de 1,6 W, 2,0 W e 2,4 W, variando de acordo com os respectivos grupos. As raízes foram estudas com MEV em aumentos de 500 e 2000X de magnitude, atribuindo-lhes escores de acordo com a lisura superficial. Áreas de fusão e derretimento da superfície de *smear layer* foram

observadas nas superfícies irradiadas. Poucas crateras e áreas de danos térmicos foram observadas. Dentro das condições deste experimento, a irradiação das superfícies apicais com laser de Nd:YAG foi capaz de aumentar sua lisura, em comparação às superfícies não irradiadas e não foi constatada diferença entre os parâmetros de potência avaliados. Os autores concluíram que este laser foi capaz de promover a fusão e a recristalização do *smear layer* nas superfícies de corte de apicectomias.

Lin et al. (2001)¹¹³ acrescentam que após a fusão da dentinária a composição química demonstrada por EDS revela o aumento da porcentagem de fósforo e cálcio, aumento esse proporcional à elevação da energia de irradiação (150mJ, de 10 a 30Hz). Também citam que quatro segundos são suficientes para fundir e recristalizar a dentina irradiada.

Pozza et al. (2003)¹¹⁴ pesquisaram as tecnologias laser nas cirurgias paraendodônticas utilizando 15 dentes humanos permanentes extraídos e divididos em três grupos. Nos grupos A e B realizaram apicectomia em 90°, a 3mm do extremo apical, com os lasers CO2 (CW/SP, 5W) e Er:YAG (10Hz, 400mJ), respectivamente, e no grupo C, após apicectomia foi realizada a fusão do ápice radicular com o Nd:YAG (10Hz, 150mJ). Cada equipamento promoveu diferentes alterações na superfície dentinária. Enquanto o Er:YAG foi capaz de exercer o corte do tecido duro periapical, o Nd:YAG promoveu somente a fusão da dentina periradicular e o laser CO2 foi capaz de associar corte com fusão. Os autores concluíram que a indicação do laser depende dos objetivos clínico-terapêuticos desejados sobre as superfícies dentinárias apicais em cirurgias paraendodônticas.

Com o objetivo de determinar os parâmetros ideais para a utilização do Nd:YAG na redução da permeabilidade da dentina, Resende et al. (2004)¹¹⁵ utilizaram variações na energia, potência e frequência entre 100 a 200mJ, de 1 a 3W e de 10 a 20Hz respectivamente. Foi empregada avaliação do percentual de infiltração de corante e a maior redução na permeabilidade dentinária ocorreu nos parâmetros de 200mJ, a 3W, a 15Hz e 40s, mostrando-se a diferença entre os grupos estatisticamente significativa.

Mello et al.¹¹⁶, em 2006 avaliaram as alterações apicais com a aplicação do laser Nd:YAG (150mJ a 10Hz) em dentes apicectomizados ou não. Para esse experimento foi feita apicectomia em 90° somente em um dos dois grupos e no outro a aplicação do laser foi nos ápices dos dentes somente tratados endodonticamente. Através de impregnação por corante, os resultados mostram uma maior infiltração nos dentes não apicectomizados. Tal observação permite a inferência que a associação da apicectomia e aplicação de Nd:YAG é clinicamente efetiva para melhor impermeabilização do ápice dental.

Al-Azzawi e Dayem (2006)¹¹⁷ demonstraram, por impregnação com corante em dentes extraídos, que a superfície dentinária após aplicação do laser Nd:YAG (100 mJ, 100 Hz) impediu parcialmente a infiltração após remoção do cimento radicular.

Sobre a associação de tecnologias à laser, Castro et al. (2004)¹¹⁸ avaliaram os efeitos do laser CO2 e de Nd:YAG na permeabilidade dentinária de raízes apicectomizadas pelo Er:YAG. Os resultados demonstraram, através da infiltração, que existem diferenças estatisticamente significativas. Apesar de todos os tratamentos apresentarem algum nível de infiltração, foi encontrada a seguinte

ordem decrescente de resultados favoráveis: apicectomia com Er:YAG; com broca; com Er:YAG e Nd:YAG; com Er:YAG e CO₂. Os autores concluíram que o Er:YAG apresentou os melhores resultados, indicando a sua viabilidade clínica em apicectomias.

Cunha Filho et al. (2005)¹¹⁹ associaram a apicectomia por laser Er:YAG (350mJ, 6Hz) com a fusão apical do Nd:YAG (1,2W, 20Hz, 60s), comparando a morfologia apical após o corte com uma sequência de quatro fresas cirúrgicas, em uma escala de maior rugosidade até aquela com maior capacidade de brunimento (técnica de Puricelli), com ou sem aplicação do Nd:YAG. Na análise por MEV, a técnica de Puricelli evidenciou um aspecto de maior lisura e homogeneidade da superfície radicular, seguido da mesma técnica associada ao uso do Nd:YAG.

Tal técnica (Puricelli) foi comparada novamente com as tecnologias laser, em 2010, por Oliveira et al.¹²⁰, utilizando 80 dentes unirradiculares. Para tanto, avaliaram a presença de crateras, irregularidades, áreas carbonizadas, lama dentinária, recristalização e selamento dos túbulos dentinários. Os autores concluíram, após análise dos resultados, que a técnica de Puricelli apresentou, sob a luz do MEV, os melhores resultados na morfologia dentinária superficial.

A associação entre os lasers cirúrgicos Nd:YAG, Er:YAG e/ou CO₂ vem sendo avaliada para uma melhor aplicabilidade das técnicas cirúrgicas e endodônticas (POZZA, 2005)¹²¹.

As mudanças morfológicas da região apical e a infiltração de corante foram analisadas por Arisu et al. (2008)¹²², em dentes submetidos à apicectomia com laser e pela técnica convencional. Sessenta dentes endodonticamente tratados foram

divididos em quatro grupos. Dois grupos foram apicectomizados com laser Er:YAG e os outros dois foram cortados com brocas diamantadas convencionais. Um grupo de cada tipo de apicectomia foi irradiado na superfície cortada com Nd:YAG. As amostras foram submetidas à impregnação por corante e MEV. Apesar dos resultados dos autores não apresentarem diferenças estatisticamente significantes, as áreas com infiltração foram maiores e mais frequentes nos dentes que não receberam irradiação com laser Nd:YAG. Também foram observadas áreas de fusão e recristalização com a aplicação deste laser.

Pozza et al. (2009)¹²³, em estudo experimental *in vitro*, da infiltração apical com o corante Rodamina B a 1%, avaliaram o selamento apical, associando aplicações dos lasers CO₂, Er:YAG and Nd:YAG. Através da morfometria, analisaram 108 dentes humanos endodonticamente tratados que foram divididos em nove grupos de acordo com a técnica aplicada. A infiltração de corante foi observada, em algum grau, em todas as amostras. Porém os grupos que apresentaram melhores resultados foi o apicectomizado com broca e irradiado com laser Nd:YAG (150 mJ, 10 Hz), em segundo lugar o apicectomizado com broca e irradiado superficialmente com CO₂ (1 W, CW/CW) e depois o apicectomizado com Er:YAG (400 mJ, 10 Hz) e irradiado com Nd:YAG (150 mJ, 10 Hz). Segundo os autores, as três sequencias de tratamento são as melhores opções para cirurgias parodonticas.

Gholami et al. (2011)¹²⁴ compararam os efeitos dos lasers Er;Cr:YSGG, Nd:YAG, CO₂ e diodo com 810nm no diâmetro dos túbulos dentinários. Esse estudo utilizou 15 dentes molares seccionados verticalmente em dois discos de 2mm cada. Quatro áreas da região cervical foram marcadas e tratadas com EDTA a 14% para a

abertura dos calículos dentinários e então submetidas à avaliação por MEV. A média de diâmetro dos túbulos para os lasers Er;Cr:YSGG, diodo (810 nm), CO₂, e Nd:YAG foram respectivamente 1,73µm; 3,27µm; 2,10µm e 1,64µm, comparados aos 3,52 µm antes da irradiação. Outro fenômeno extensamente observado em todas as amostras foi a fusão da dentina peritubular. Nesse estudo, os autores indicam os lasers Er;Cr:YSGG, CO₂ e Nd:YAG como efetivos para o selamento dentinário, sendo o último considerado o mais relevante.



METODOLOGIA

3 METODOLOGIA

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 0038/09 (ANEXO 1).

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O presente estudo está centralizado no paradigma quantitativo e consistiu de um estudo transversal comparativo, realizado em laboratório, com amostra selecionada, de forma randomizada e distribuída em quatro grupos experimentais, fornecendo recursos para a comparação de dados estatísticos.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

A amostra foi constituída por 40 dentes caninos (superiores ou inferiores) com anatomia clássica de uma raiz e formação radicular completa. Os dentes foram obtidos no Banco de Dentes da União Metropolitana de Educação e Cultura – UNIME (Lauro de Freitas/Bahia), o qual possui normas para doação e utilização das unidades dentárias que seguem os fundamentos da Bioética (ANEXOS 2 e 3).

Para a inclusão no estudo, as amostras seguiram os seguintes critérios:

- a) não apresentarem fratura radicular, reabsorção dentinária e/ou grandes dilacerações apicais;
- b) não serem dentes previamente tratados endodonticamente;
- c) terem sido coletados e armazenados logo após sua exodontia, em frascos com solução de cloreto de sódio a 0,9%;
- d) serem mantidos em geladeira própria do Banco de Dentes a 4°C. Estes dois últimos critérios obedeceram ao protocolo do Banco de Dentes da UNIME.

3.3 PREPARO DAS AMOSTRAS

Todos os dentes selecionados passaram por uma limpeza da superfície radicular, visando a uma manipulação mais precisa. A limpeza foi realizada por fricção com gaze embebida em solução de cloreto de sódio a 0,9% e raspagem dos cálculos encontrados na junção amelo-cementária que, eventualmente, poderiam dificultar a correta identificação desta; para tanto, utilizaram-se curetas periodontais⁴. As coroas foram removidas, com auxílio de um disco de carborundum⁵ a, aproximadamente, 16 mm do ápice dental, após medida externa aferidas por paquímetro digital⁶. Foram confeccionados blocos de cera utilidade com 2 cm³ para fixação dos caninos e melhor manipulação durante a avaliação radiográfica.

⁴ Curetas periodontais 13-14 - Duflex®.

⁵ Moyco Precision Abrasives Inc. Commerce - Dr., Montgomeryville, PA , United States.

⁶ Paquímetro Digital Digimatic® caliper – Mitutoyo.

3.4 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA

Todas as unidades dentárias foram radiografadas com filme Kodak^{®7} *ultra-speed, standard* nº. 2, em aparelho Dabi-Atlante[®] 70x, em dois momentos distintos: antes do tratamento endodôntico e após a sua realização. A distância foco-filme foi padronizada em 30 cm e o tempo de exposição foi de 0,43 s. As raízes foram posicionadas ao longo do menor comprimento do filme radiográfico, com o ápice voltado para a saliência identificadora. A incidência dos raios X foi perpendicular ao centro das raízes dentárias. Realizaram-se os processamentos no Laboratório de Radiologia da Faculdade de Odontologia da UNIME (ANEXO 4).

A revelação dos filmes foi realizada por meio de processadora automática A/T 2000[®] XR⁸, pelo tempo de 4min30s, à temperatura de 82° F (XAVIER et al., 2005)⁸³.

Os grupos submetidos à retrobturação foram radiografados uma terceira vez para a verificação da qualidade da técnica. Os dentes que não tiveram avaliação radiográfica satisfatória em nenhuma etapa do preparo foram descartados e substituídos.

3.5 TRATAMENTO ENDODÔNTICO

O tratamento endodôntico foi realizado por um profissional previamente treinado e pela técnica seriada manual (HELLWIG, 2005)¹²⁵, a qual está descrita em detalhes no ANEXO 5.

⁷ Kodak[®] ultra speed, película dental. Eastman Kodak Company.

⁸ Processadora Automática AT 2000 – XR – Air Techniques[®].

Após endodontia, os dentes foram armazenados em solução fisiológica, por 30 dias, em temperatura ambiente, para, então, serem submetidos à segunda tomada radiográfica periapical, a fim de se verificar a qualidade da obturação, que foi constatada a partir da total radiopacidade do canal radicular em todas as direções. Excluíram-se da amostra aqueles exemplares cuja terapia endodôntica foi considerada insatisfatória pelo examinador (visualização de linhas, faixas ou áreas de radiolucidez) e novas amostras foram confeccionadas para substituí-los (BRAMANTE et al., 1980)¹⁹.

3.6 ORGANIZAÇÃO DOS GRUPOS

Os dentes foram divididos em quatro grupos, de forma aleatória, conforme mostra a Tabela 1, e marcados, na região cervical, com caneta para retroprojeto⁹ de cor preta. Tal marcação foi feita por meio de numeração randomizada.

Tabela 1. Distribuição dos grupos experimentais.

Grupo	Técnica	N
A	Apicectomia	10
B	Apicectomia + Nd:YAG	10
C	Apicectomia + Retrobturação	10
D	Apicectomia + Retrobturação + Nd:YAG	10

Fonte: Dados da pesquisa (PUCRS, 2011).

⁹ Marcador para retroprojeto – Pilot 2.0 VM.

3.7 APICECTOMIA, CONFECÇÃO DA RETROCAVIDADE E RETROBTURAÇÃO

A apicectomia foi realizada em todos os caninos com auxílio de broca diamantada cilíndrica nº 4102¹⁰, em 380.000 rpm¹¹, em ângulo de 90° em relação ao longo eixo da raiz dentária, sob refrigeração constante com solução de cloreto de sódio a 0,9%, iniciando na face mesial e terminando na distal. A apicectomia foi realizada a 3 mm do extremo apical e o tempo médio para a ressecção apical de 14,42s. A utilização do instrumento rotatório foi na mesma direção de seu eixo de rotação.

Para a confecção das retrocavidades, nos grupos C e D foi utilizado o aparelho de ultrassom¹², de propriedade da UNIME (ANEXO 4). Tal aparelho foi aplicado com potência variável, em uma escala própria entre 1 e 10, ajustado conforme orientação do fabricante, para a posição S (*scalling*). O retropreparo foi realizado com uma ponta ultrassônica diamantada¹³, na potência 8, sob irrigação constante de solução fisiológica (NaCl a 0,9%). A largura da cavidade correspondeu ao diâmetro da retropona e a profundidade padronizada por marcação na ponta do ultrassom, em 3 mm. As amostras foram, então, preenchidas com agregado trióxido mineral¹⁴ manipulado de acordo com as normas do fabricante. O cimento foi inserido em excesso na retrocavidade, utilizando-se porta-amálgama e condensador na cavidade, com um calcador tipo Paiva de nº. 11; os excessos foram removidos com uma cureta periodontal de nº. 1-2.

¹⁰ Microdont Micro Usinagem de Precisão Ltda.

¹¹ Turbina Extra Torque kavo 603 B

¹² Jet Sonic Four Plus® (Gnatus – Brasil)

¹³ Ponta ultrassônica para microrretrocirurgia S 12/90D - Gnatus®.

¹⁴ MTA (Angelus®)

3.8 APLICAÇÃO DO LASER Nd:YAG

O aparelho laser de Nd:YAG¹⁵, utilizado nesta pesquisa, de propriedade do Prof. Dr. Guilherme P. S. Mello (São José dos Campos-SP) (ANEXO 6). Tal aparelho foi aplicado de acordo com as normas de segurança preconizadas por Fader e Ratner (2000)¹²⁶.

Os 20 dentes dos grupos B e D foram irradiados com o laser Nd:YAG, no modo pulsátil, em uma frequência de 10Hz, sem refrigeração, com energia por pulso de 150mJ (potência de 1,5W), durante 60s, com a fibra óptica distanciada 2mm do ápice dental (STABHOLZ et al., 1992b¹²⁷; KIMURA et al., 1999¹²⁸; BARALDI e PURICELLI, 2000⁸; MELLO et al. 2000¹¹²; LIN et al., 2001¹¹³; POZZA et al., 2003¹¹⁴; POZZA, 2005¹²¹; MELLO et al., 2006¹¹⁶; ARISU et al., 2008¹²²). A aplicação do laser foi realizada em ziguezague, nos sentidos vestibulo-palatino/lingual e mésio-distal, para que toda superfície exposta pelo corte apical fosse tratada. A extremidade da fibra óptica foi cortada com uma lâmina para bisturi nº. 11, antes do uso e entre cada grupo para evitar alteração na distribuição da irradiação laser nas superfícies apicais.

Durante todos os intervalos entre os procedimentos experimentais, as amostras foram armazenadas em solução de cloreto de sódio a 0,9% em temperatura ambiente.

¹⁵ Twinlight Laser Dental, Fotona[®], $\lambda=1.064\text{nm}$

3.9 AVALIAÇÃO POR MEV

Os dentes foram encaminhados ao Laboratório de Microscopia Eletrônica da PUCRS (ANEXO 7), onde permaneceram no dessecador, por um período de duas semanas, a fim de eliminar, lentamente, toda a água das amostras. Tal procedimento tem como objetivo obter imagens mais nítidas e, ao mesmo tempo, evitar formação de microfraturas pela desidratação rápida no microscópio.

As amostras foram incluídas em resina epóxica de baixa densidade¹⁶ em vácuo para evitar distorções durante a aquisição das imagens. Após polimerização, os espécimes foram cortados longitudinalmente no centro do ápice, para visualização da profundidade do selamento dos canalículos pelo laser Nd:YAG. Cada metade de dente foi seccionado transversalmente a 5mm do ápice para melhor posicionamento nos suportes metálicos. Devido à cobertura do ápice pela resina epóxi, foi necessário o preparo a partir de uma sequência de lixas: 220, 320, 400, 600 e 1200. Então foram para o polimento com abrasivo com granulação de 1,0µm seguido de novo polimento com abrasivo de 0,25µm de granulação.

Para a metalização, os espécimes foram fixados em suporte metálico porta-amostras (*stub*). O método de metalização utilizado foi o *sputtering* ou método de evaporação, o qual proporciona um recobrimento satisfatório das amostras com uma fina camada de ouro.

As imagens das amostras foram obtidas no MEV Phillips, modelo XL30, com poder de resolução de 3,5mm (no modo elétron secundário) e faixa de aumentos de 10 a 400.000 vezes, tensão de aceleração de 200V a 30 kV. Esse microscópio possui um espectrômetro de raios X por energia dispersa (EDS), utilizado para

¹⁶ Resina epon da marca Embed 812®

identificar a composição química das amostras, além de permitir o mapeamento dos mesmos em toda a área selecionada.

Algumas etapas do processamento das amostras estão demonstradas na Figura 1.

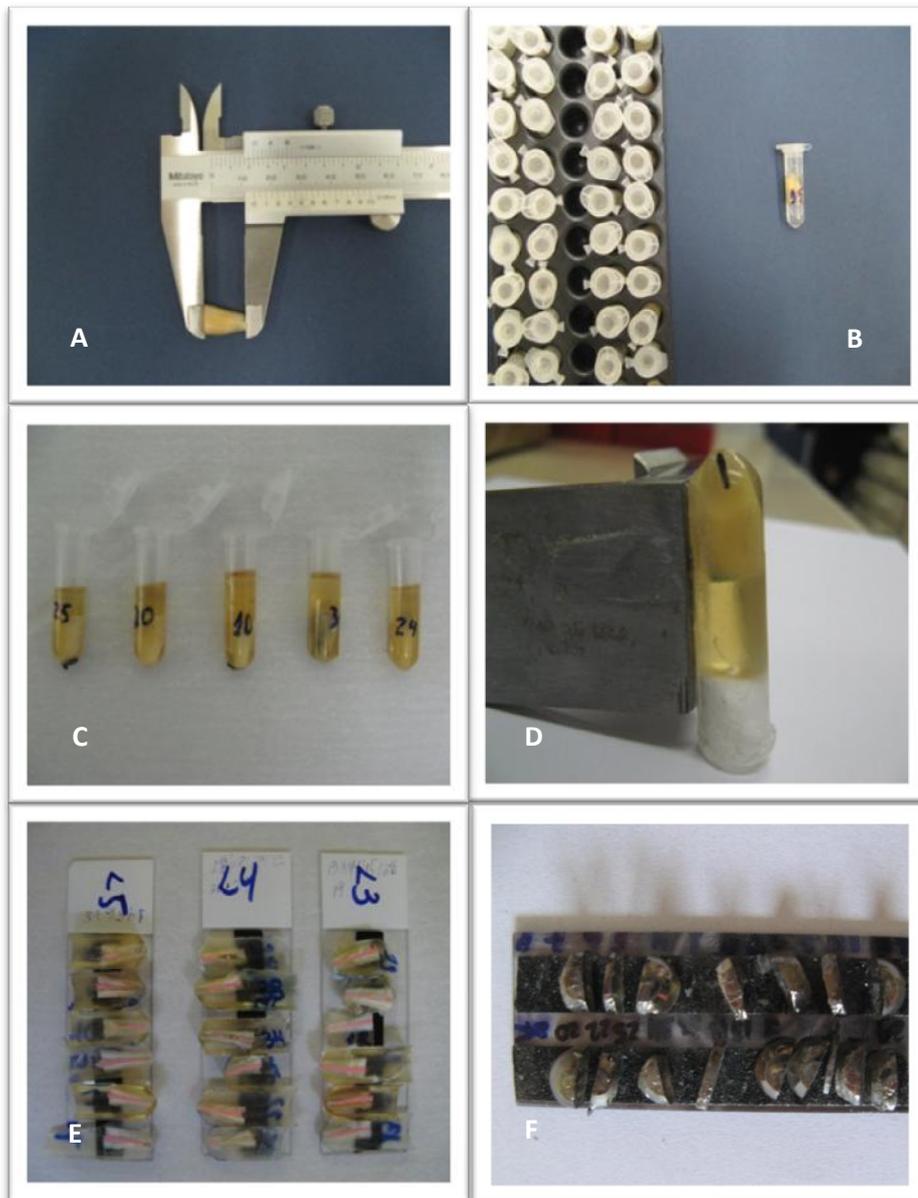


Figura 1. Fotografias das etapas do processamento das amostras para análise por MEV. Em A – verificação com paquímetro do comprimento de canino após secção da coroa; em B – acondicionamento das unidades dentárias após tratamento endodôntico, apicectomia e retrobturação com MTA; em C – inclusão dos espécimes em resina epóxica; em D – preparo para secção transversal da amostra; em E – montagem das lâminas cortadas transversalmente para metalização e microscopia; F – Amostras metalizadas em vista apical para MEV. Fonte: Duarte et al. 2007²⁹.

3.10 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS POR MEV

Foram obtidas imagens de MEV, nas duas direções de corte (longitudinal e transversal), das superfícies apicectomizadas dos 40 dentes; visando à observação da totalidade da face cortada e da adaptação do material obturador do canal radicular em cada grupo. Resultando um total de seis imagens de cada espécime: três longitudinais e três transversais (TABELA 2). A energia do feixe de elétrons foi de 20keV e o diâmetro do feixe de 4,9. A morfologia da superfície das amostras foi avaliada com o detector de elétrons retroespalhados (BSE), por exibir melhor contraste entre materiais com significativas diferenças de pesos atômicos. A adaptação do material obturador no canal radicular foi avaliada com o mesmo detector de elétrons.

Tabela 2. Organização das fotomicrografias obtidas em MEV de acordo com a localização e aumentos em relação às diferentes avaliações das amostras.

Aumento	Longitudinal	Transversal
70X	Análise descritiva	Análise descritiva
1000X -A1	Análise descritiva	Análise descritiva
	Avaliação qualitativa	Avaliação qualitativa
	Avaliação quantitativa	Avaliação quantitativa
1000X-A2	Avaliação qualitativa	Avaliação qualitativa
	Avaliação quantitativa	Avaliação quantitativa

Fonte: Dados da pesquisa (PUCRS, 2011).

Foram adquiridas fotomicrografias para avaliação pelo *software* Image Tool^{®17}, disponível para *download* gratuito no endereço eletrônico

¹⁷ UTHSCSA, Image Tool for Windows, 3.0, San Antonio, USA.

<http://ddsdx.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>. As fotomicrografias foram avaliadas por dois observadores calibrados em estudo cego.

3.11 ANÁLISE DAS IMAGENS

A avaliação descritiva foi feita com a intenção de escanear a superfície em busca de crateras, irregularidades, debris e *smear layer*, fusão, recristalização e selamento dentinário.

Avaliaram-se, qualitativamente, as características anatômicas da superfície de lisura e homogeneidade. Os resultados foram escalonados de 0 até 3, de acordo com a graduação das alterações observadas, sendo 0: superfície lisa, 1: superfície com pouca aspereza, 2: superfície com moderada aspereza, 3: superfície bastante áspera (DUARTE et al. 2007)²⁹. Para calibração dos avaliadores foram utilizadas as imagens da Figura 2.

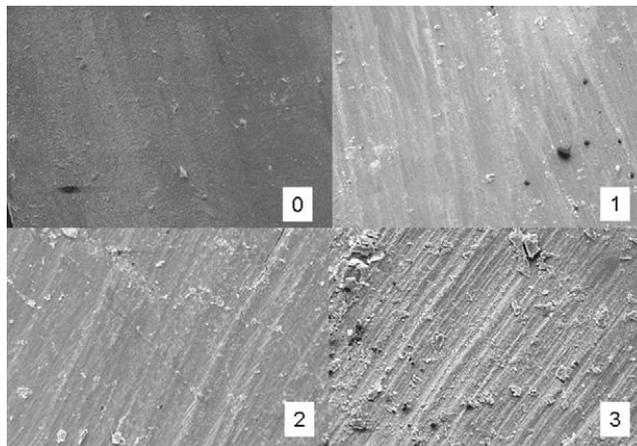


Figura 2. Superfície dentinária da raiz, com diferentes escores de lisura utilizada para calibração dos avaliadores.

Fonte: DUARTE et al. 2007²⁹.

3.12 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA

Para a avaliação quantitativa do espaço (*gap*) entre material obturador/retrobturador e a superfície dentinária interna da raiz, foram analisadas duas áreas em vista transversal e duas em vista apical de cada amostra, seguindo o diagrama da Figura 3. Foi padronizada uma distância de 3 μ m do final do ápice, em sentido cérvico-apical, para medida do *gap* lateral, visto no corte longitudinal.

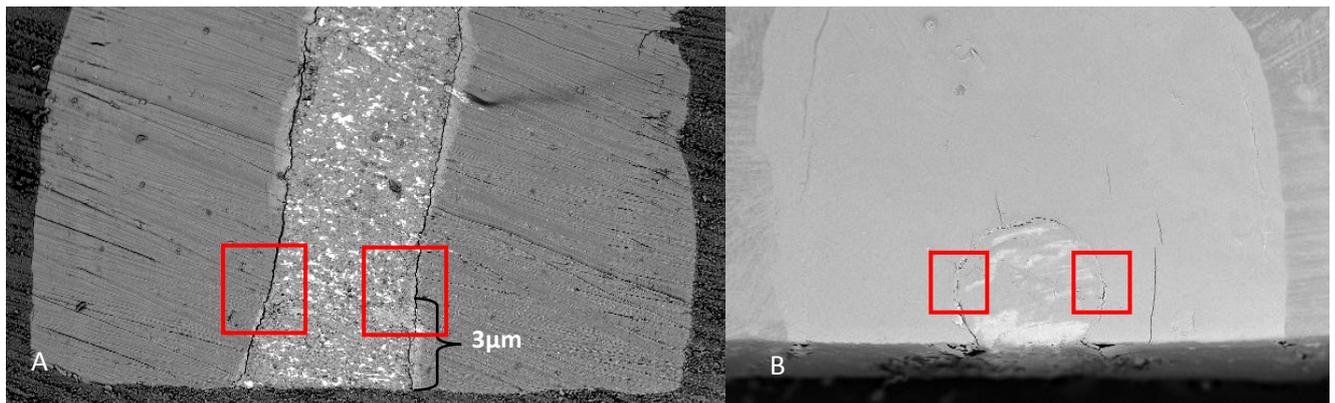


Figura 3. Demonstração das áreas escolhidas para aumento (2000X) e avaliação do *gap* entre material obturador e dentina na região apical. A) Corte longitudinal. B) Vista transversal.

Fonte: Dados da pesquisa (PUCRS, 2011).

3.13 AVALIAÇÃO POR EDS

Análises por espectrometria de raios X por dispersão de energia (EDS) para a identificação dos elementos químicos presentes em cada superfície

apicectomizada foram realizadas com um detector de estado sólido de Si (Li). O tempo médio de aquisição dos espectros foi de 11s.

3.14 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi feita com o auxílio do programa livre Bioestat (Instituto Mamirauá), disponível online no site <http://www.mamiraua.org.br/download>.

Para análise de concordância entre os dois avaliadores da análise qualitativa foram feitas as escalas de 10 fotomicrografias (TABELA 3) e os resultados submetidos ao teste Kappa (TABELA 4), sendo obtido significância estatística ($p < 0,001$) para a concordância entre os avaliadores (TABELA 5).

Tabela 3. Tabela de contingência (Cat. = categoria)

		AVALIADOR B				Total
		Cat. 1 - 0	Cat. 2 - 1	Cat. 3 - 2	Cat. 4 - 3	
AVALIADOR A	Cat. 1 – 0	2	0	0	0	2
	Cat. 2 – 1	0	2	0	0	2
	Cat. 3 – 2	0	1	1	1	3
	Cat. 4 – 3	0	0	0	3	3
	Total	2	3	1	4	10

Fonte: Dados da pesquisa (PUCRS, 2011)

Tabela 4. Tabela com os Kappas para as categorias.

	Cat. 1 0	Cat. 2 1	Cat. 3 2	Cat. 4 3
Kappa da categoria	1.0	0.737	0.412	0.783
P-valor do Kappa da categoria	0.0020	0.016	0.107	0.011
Intervalo de 95% de confiança do Kappa da categoria	sup: 1.0 inf: 0.38	sup: 1.0 inf: 0.139	sup: 0.913 inf: -0.089	sup: 1.0 inf: 0.178

Fonte: Dados da pesquisa (PUCRS, 2011).

Tabela 5. Kappa geral.

Kappa geral	0.733
P-valor geral	< 0.001
Intervalo de 95% de confiança do Kappa	sup: 1.0 inf: 0.392

Fonte: dados da pesquisa (PUCRS, 2011).

Os dados não paramétricos, da avaliação qualitativa, após estatística descritiva para identificação das médias e desvios-padrão, foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis. Foi utilizado o teste de ANOVA para as variáveis que se apresentaram distribuídas normalmente na avaliação quantitativa e EDS. O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado aos percentuais dos elementos químicos carbono, oxigênio, fósforo e cálcio presentes nos ápices dentários dos quatro grupos para verificar a distribuição normal das variáveis. Foi estabelecido nível de significância de 5% para as análises estatísticas (ZAR, 1996).



RESULTADOS

4 RESULTADOS

Na avaliação descritiva das imagens por MEV, foram observadas fendas na adaptação entre dente e material obturador (adaptação marginal) que variavam bastante de acordo com o tratamento dado ao dente. Visualmente, foi possível sugerir uma menor adaptação com o uso de guta-percha em relação ao MTA. Tendo sido observados *gaps* nulos em algumas amostras observadas ou em regiões destas amostras. Também foi possível observar superfícies mais irregulares, com maior quantidade de debris e *smear layer* nos grupos A e C, enquanto a superfície se apresentava vitrificada, com áreas de fusão de dentina nos grupos tratados com o laser Nd: YAG (B e D). Não foram observadas crateras nestes grupos. Os canalículos dentinários ficaram visíveis somente nos grupos A e C, enquanto, nos grupos B e D, não foram identificáveis (selamento dentinário). Nenhum canal acessório (delta apical) foi detectado em todas as amostras do estudo. Não foram observados espalhamentos ou deslocamentos dos materiais obturadores sobre a superfície cortada (FIGURA 4).

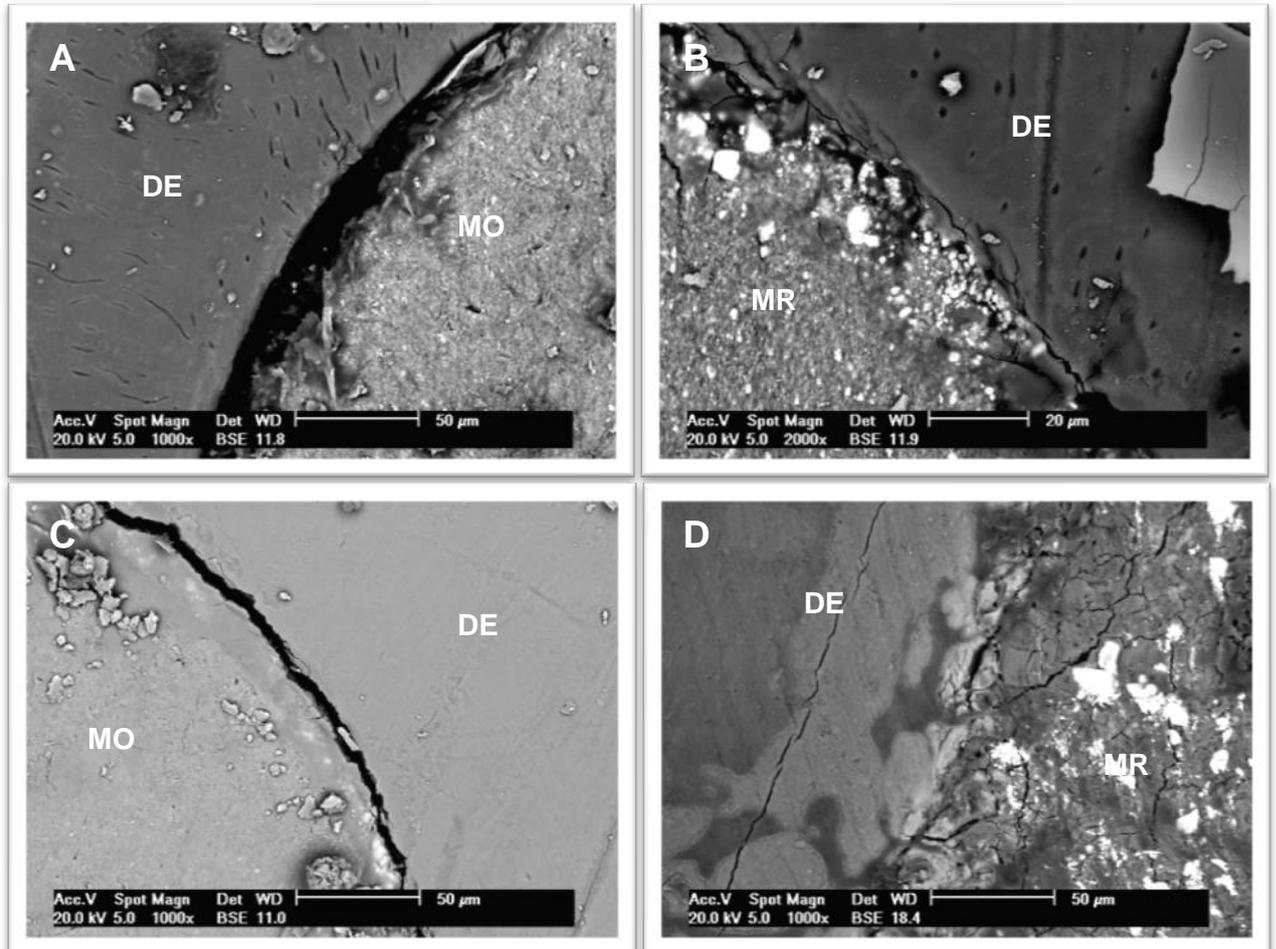


Figura 4. Fotomicrografias (MEV) (A, B, C e D). Em A) Superfície apicectomizada do grupo A (Apicectomia); em B) superfície apicectomizada do grupo C (Apicectomia e retrobturação); em C) superfície apicectomizada do grupo B (Apicectomia e Laser Nd:YAG); e em D) superfície apicectomizada do grupo D (Apicectomia, retrobturação e Laser Nd:YAG). Magnificações de 1000x. DE – dentina; MO – material obturador; MR – material retrobturador.

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

Na avaliação qualitativa da homogeneidade da superfície apicectomizada, as médias dos escores demonstraram que os grupos tratados com laser Nd:YAG apresentaram uma superfície mais regular e homogênea, demonstrada pela Tabela 6. A comparação entre as médias dos grupos demonstrou significância estatística (p

< 0,01) entre os grupos irradiados (B e D) e não irradiados (A e C). Não foi encontrada significância estatística entre os grupos que foram somente cortados com broca (A e B) e também entre os grupos que receberam irradiação pelo laser (C e D) (FIGURA 5).

Tabela 6. Média dos escores atribuídos à presença de irregularidades (rugosidade) nas superfícies apicectomizadas de todos os grupos do estudo.

Amostra	Média	DP
Grupo A	2,1	0,737864787
Grupo B	0,4	0,516397779
Grupo C	2,2	0,788810638
Grupo D	0,6	0,699205899

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

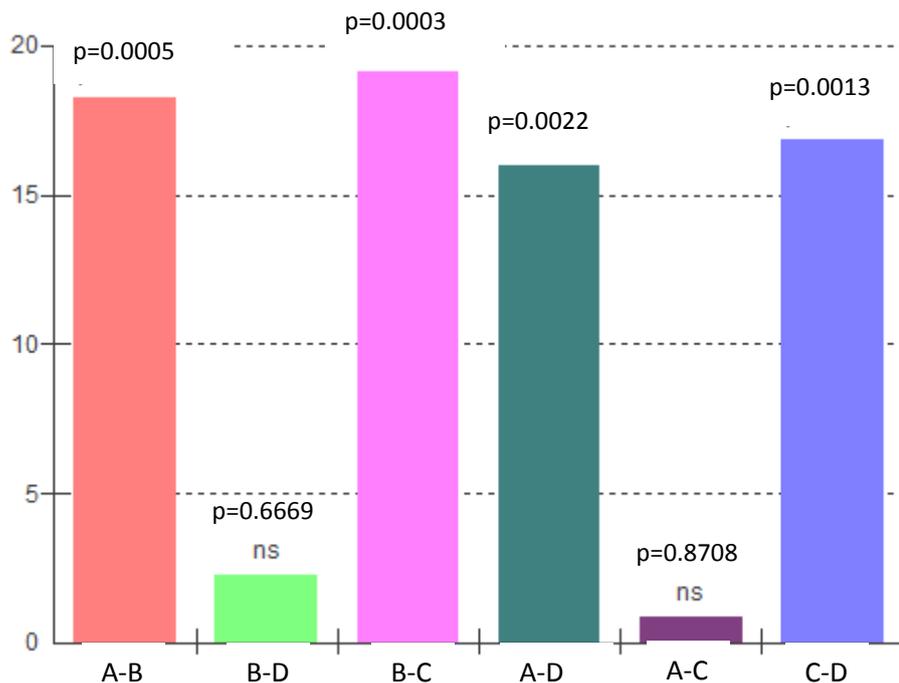


Figura 5. Representação gráfica, em barras, do teste de Kruskal-Wallis entre a diferença das médias da homogeneidade da superfície apicectomizada nos grupos A, B, C e D.

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

A medida do *gap* transversal demonstrou uma melhor adaptação marginal nos grupos C e D, que foram retrobturados com MTA, com médias de 2,6685 μm e 12,0755 μm respectivamente. Enquanto os maiores espaços entre dentina e material obturador foram observados nos grupos A e B, preenchidos por guta-percha (20,363 μm e 74,982 μm respectivamente) (TABELA 7). Na comparação entre as médias foram observadas diferenças significantes entre os grupos A e B ($p < 0,01$), também entre os grupos C e D ($p < 0,01$), indicando evento relacionado à uma alteração dimensional gerada pela aplicação do laser Nd:YAG, nos materiais presentes no canal radicular. A diferença estatisticamente significativa do *gap* transversal entre os grupos A e C revela que o MTA foi material com melhor adaptação marginal. E a mesma diferença encontrada entre os grupos B e D demonstra que o MTA também foi mais resistente à alteração dimensional causada pelo laser Nd:YAG. Todas as comparações das medidas entre os grupos estão representadas na Figura 6.

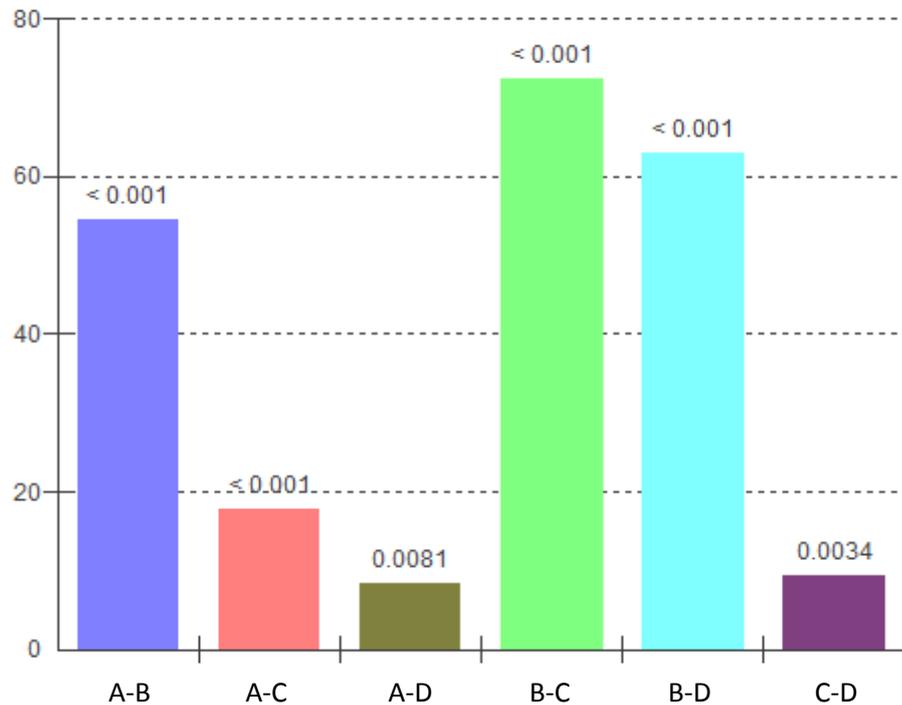


Figura 6. Representação gráfica, em barras, das médias e diferença entre as médias das medidas do *gap* transversal nos grupos de estudo (ANOVA).

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

Na quantificação do *gap* em vista longitudinal foi observada uma maior desadaptação entre material obturador e dentina, também, nos grupos A e B (15,1155 μm e 33,232 μm respectivamente) e, conseqüentemente, menores nos grupos C e D (4,203 μm e 4,9765 μm) (TABELA 7). A diferença estatisticamente significativa entre os grupos analisados revela uma mesma associação de causa e consequência observada na avaliação transversal. Portanto, também podemos inferir uma alteração dimensional do MTA (C e D) e da guta-percha (A e B), devido à diferença entre os grupos. Relatamos também uma melhor adaptação marginal do MTA comparado à guta-percha (FIGURA 7).

Tabela 7. Média das medidas do *gap* transversal e *gap* longitudinal em todos os grupos experimentais.

Amostra	GAP Transversal (μm)		GAP longitudinal (μm)	
	Média	SD	Média	SD
Grupo A	20,363	0,729886597	15,1155	2,062709181
Grupo B	74,982	13,209067	33,232	4,634755297
Grupo C	2,6685	1,563695853	4,203	1,287310288
Grupo D	12,0755	1,370985959	4,9765	0,885469273

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

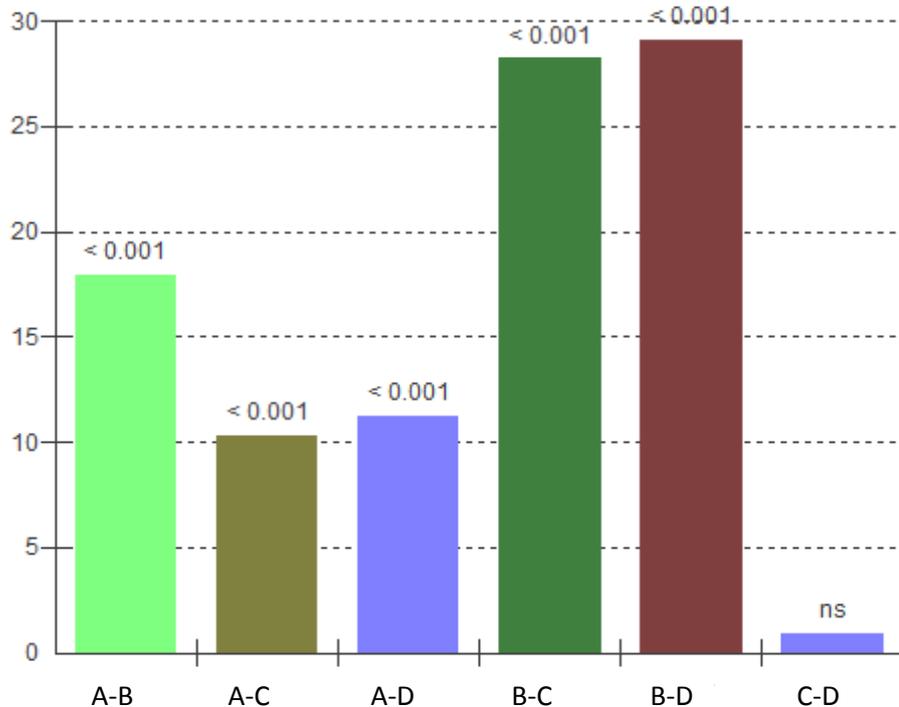


Figura 7. Representação gráfica, em barras, das médias e diferença entre as médias das medidas do *gap* longitudinal nos grupos de estudo (ANOVA).

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

Conforme os resultados expressos na Tabela 8, os percentuais dos elementos químicos carbono, oxigênio, cálcio e fósforo apresentaram uma distribuição normal de probabilidade ($p > 0,05$) nos grupos A, B, C e D.

Tabela 8. Teste de Shapiro-Wilk para avaliação do comportamento da percentagem dos elementos químicos por grupo.

Elementos	Grupos	Estatística	p
C	A	0,9264	0,4327
	B	0,9033	0,2986
	C	0,8680	0,0982
	D	0,9001	0,2804
O	A	0,8918	0,2321
	B	0,9711	0,8898
	C	0,9295	0,4506
	D	0,8604	0,0841
P	A	0,9218	0,4061
	B	0,9608	0,7679
	C	0,9235	0,4158
	D	0,9389	0,5106
Ca	A	0,9468	0,6036
	B	0,9660	0,8289
	C	0,9141	0,3614
	D	0,9699	0,8749

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

Utilizou-se ANOVA para observar se havia diferença significativa entre as médias dos grupos. Conforme a Tabela 9, observou-se que, para o componente carbono, não foram detectadas diferenças significantes nas porcentagens entre todos os grupos. Também não foram identificadas diferenças no elemento oxigênio entre os grupos (TABELA 10).

Tabela 9. ANOVA para avaliação da diferença na média dos grupos para o elemento carbono.

Amostra	Média±SD	p
Grupo A	5,6 ± 3,1693	0,9967*
Grupo B	5,4 ± 3,1603	
Grupo C	5,5 ± 3,0277	
Grupo D	5,3 ± 3,4335	

* Nível de significância $p < 0,05$. Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

Tabela 10. ANOVA para avaliação da diferença na média dos grupos para o elemento oxigênio.

Amostra	Média±SD	p
Grupo A	29,0 ± 7,0553	
Grupo B	24,6 ± 7,3666	
Grupo C	30,0 ± 11,2052	
Grupo D	27,0 ± 6,0	
		0,5253*

* Nível de significância $p < 0,05$. Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

Observa-se, na Tabela 11, que as médias das porcentagens para o elemento fósforo foram maiores nos grupos tratados com laser Nd:YAG. Enquanto, para o elemento cálcio, as médias foram maiores nos grupos que não receberam radiação.

Tabela 11. Média das porcentagens dos elementos P e Ca em todos os grupos experimentais.

Amostra	Elemento P		Elemento Ca	
	Média	SD	Média	SD
Grupo A	26,1	8,266	36,4	9,228
Grupo B	44,6	10,384	22,5	8,290
Grupo C	26	8,151	34,7	15,137
Grupo D	45,4	8,834	18,3	5,314

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

Para os elementos fósforo e cálcio, inicialmente utilizou-se ANOVA com intuito de se observar se havia diferença significativa na média dos grupos ($p < 0,01$). Em decorrência da diferença, encontrada utilizou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey, comparando-se cada grupo dois a dois. Na Figura 8, verifica-se que para o elemento fósforo existem diferenças significantes comparando os grupos irradiados com laser Nd:YAG (B e D) aos grupos não irradiados (A e C). Não existiram diferenças significantes nas comparações A-C e B-D. Resultados que

reforçam a associação do laser Nd:YAG e a modificação na composição química da superfície dentinária.

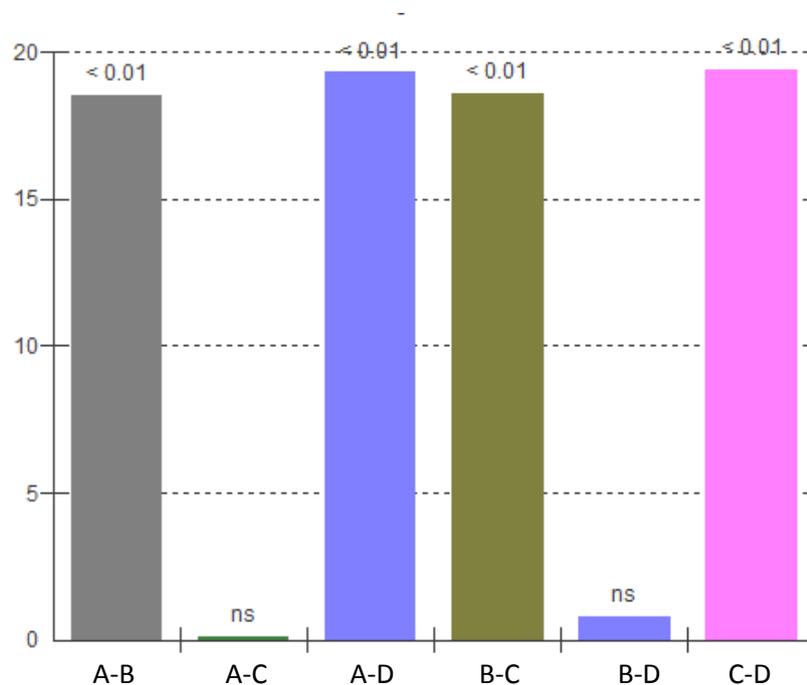


Figura 8. Representação gráfica, em barras, das diferenças entre as médias das porcentagens do elemento P nos grupos de estudo (ANOVA/Tukey).

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

A Figura 9, demonstra a avaliação das comparações das médias das porcentagens do elemento cálcio e observou-se que existe diferença estatística entre os grupos A e B; A e D; e entre C e D. Estas associações podem ter demonstrado um efeito inverso do laser nas quantidades deste elemento (diminuição).

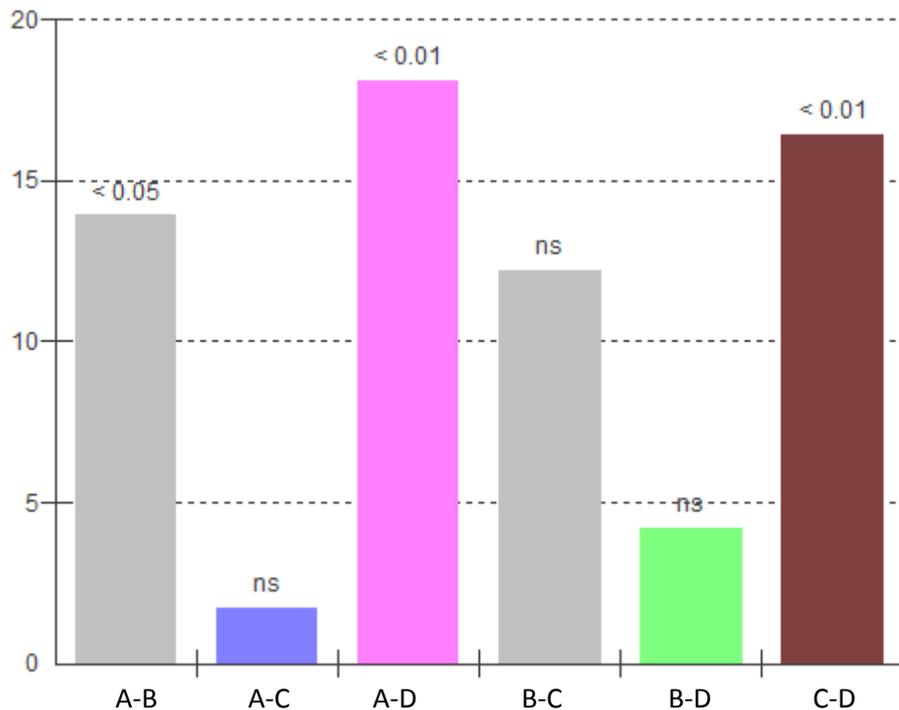


Figura 9. Representação gráfica, em barras, das diferenças entre as médias das porcentagens do elemento Ca nos grupos de estudo (ANOVA/Tukey).

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2011).

Analisando os espectros de EDS entre os três grupos, observou-se que, quanto à composição química, o grupo D (apicectomia, retrobturação e laser Nd:YAG) apresentou a maior quantidade de fósforo, seguido pelo grupo B (apicetomia e laser Nd:YAG). Para o elemento cálcio, o grupo A (apicetomia) apresentou maior quantidade do mesmo em relação aos outros grupos. Os espectros mostram alguns picos que representam elementos químicos relacionados à metalização das amostras (ouro, prata, paládio, zinco) ou à solução fisiológica utilizada para a limpeza das amostras (sódio), não relacionados à estrutura dentinária (FIGURA 10).

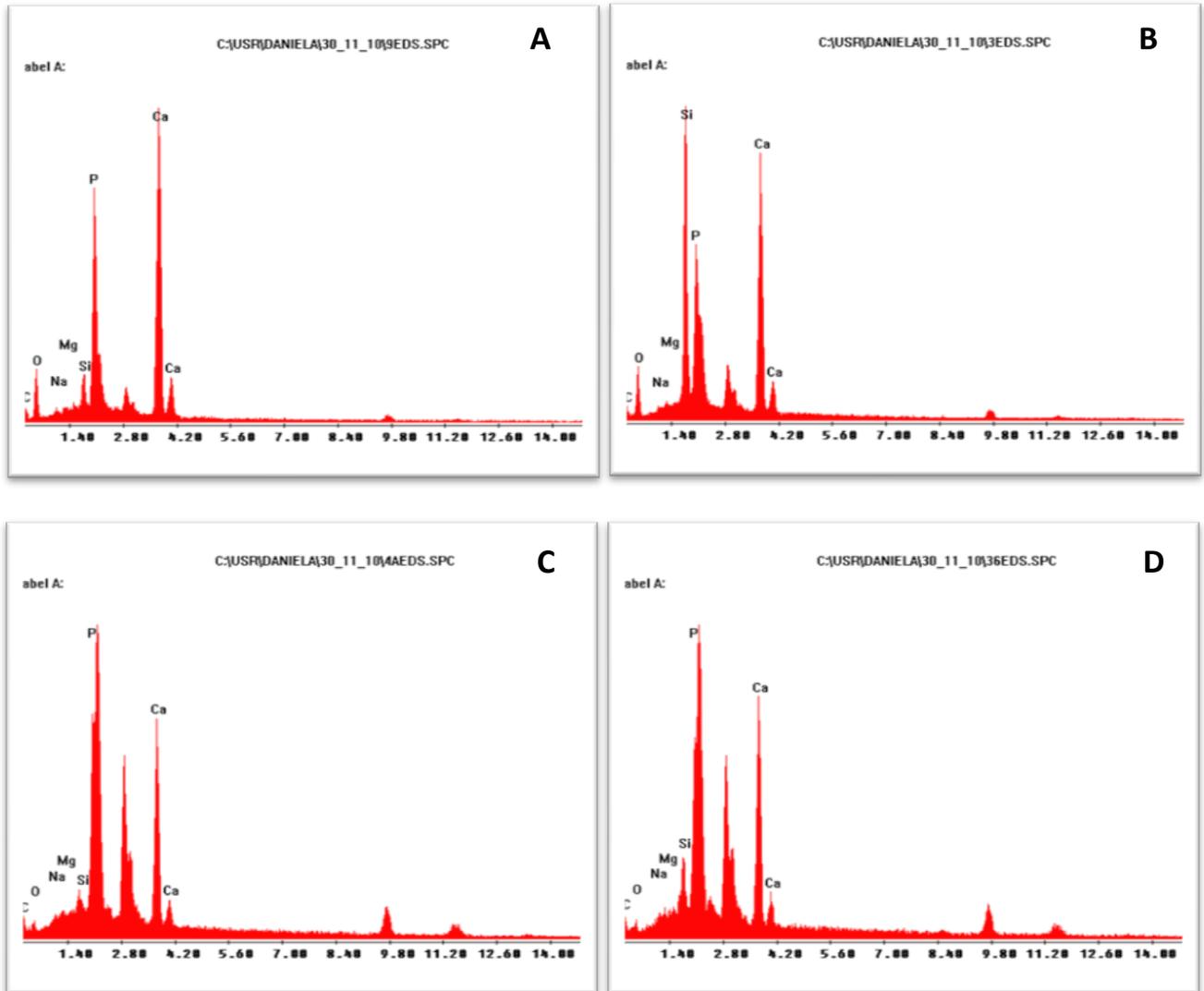


Figura 10 - Espectros de EDS mostrando a diferença da quantidade dos elementos fósforo e cálcio entre os grupos. Em (A) Grupo A; em (B) Grupo B; em (C) Grupo C e em (D) Grupo D.

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2008).

Para melhor visualização da distribuição dos elementos químicos em porcentagem, os dados da estatística descritiva foram utilizados para confeccionar gráficos em pizza das médias dos elementos, de acordo com o grupo experimental (FIGURA 11).

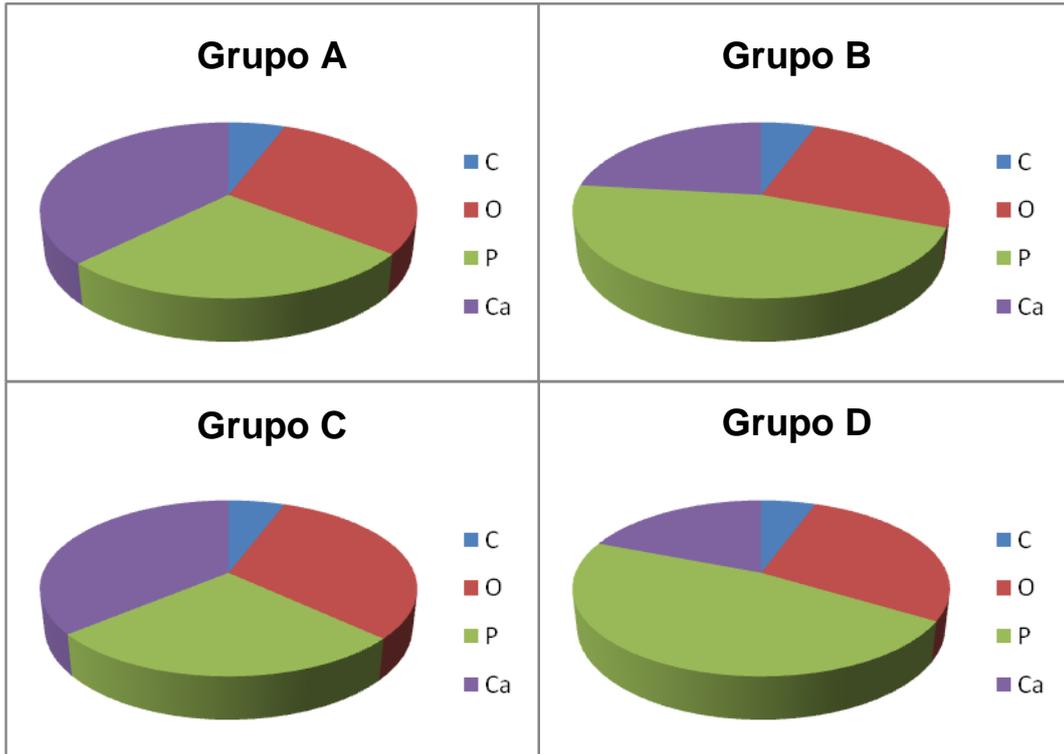


Figura 11. Representações gráficas, em pizza, da distribuição das médias dos elementos em percentual, de acordo com o grupo experimental. C – carbono; O – oxigênio; P – fósforo e Ca – cálcio.

Fonte: Dados da presente pesquisa (PUCRS, 2008).



DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

A metodologia deste estudo foi baseada criteriosamente em uma linha de pesquisa que segue om diversos trabalhos publicados, e que contemplam a avaliação dos tratamentos atualmente propostos para o tratamento da lesões periapicais recidivantes e que não podem ser resolvidos por uma abordagem endodôntica clássica (CUNHA FILHO, 2003²⁸; GERHARDT DE OLIVEIRA et al., 2004⁵⁵; POZZA et al., 2005³⁶; POZZA, 2005¹²¹; HELLWIG, 2005¹²⁵; XAVIER et al., 2005⁸³; GERHARDT DE OLIVEIRA et al., 2005⁶⁹; CUNHA FILHO et al., 2005¹¹⁹; XAVIER et al., 2006⁴⁴; MELLO et al., 2006¹¹⁶; OLIVEIRA et al., 2007⁴⁷; OLIVEIRA et al., 2008⁴⁸; POZZA et al., 2009¹²⁵; OLIVEIRA et al., 2010¹²⁰; POST et al., 2010⁸⁷).

Além do seguimento de uma metodologia estabelecida por uma linha de pesquisa, é importante apoiar-se em estudos bem delimitados que discorram sobre o assunto a ser elucidado, uma vez que a procura por terapias melhores e com bons índices de sucesso na prática cirúrgica é uma constante na ciência odontológica (ZAKARIASEN e DEDERICH, 1988¹⁰³; GILHEANY et al., 1994³⁴; TORABINEJAD et al., 1995b⁵⁹; GAGLIANI et al., 1998³⁵; BARALDI e PURICELLI, 2000⁸; KIM et al., 2001³²; CASTRO et al., 2004¹¹⁸; CUNHA FILHO et al., 2005¹¹⁹; DUARTE et al., 2007²⁹; OLIVEIRA et al., 2008⁴⁸; ARISU et al., 2008¹²²).

Neste trabalho optamos por uma técnica de inclusão das amostras em resina epóxi, no ambiente de vácuo parcial, para evitar a formação de trincas durante a visualização por MEV. Esta metodologia não foi aplicada anteriormente em estudos que tiveram abordagem semelhante a este, porém se mostrou efetiva à luz da

análise descritiva das superfícies apicectomizadas. Também possibilitou um corte mais preciso das amostras no sentido longitudinal.

O tratamento das inflamações periapicais tem como objetivo primário a remoção da causa, que, na sua maior parte, é uma infecção, e o selamento dessa área, que conta com uma vasta rede de canais acessórios, dificultando a obtenção de saúde. Com a finalidade de suprir a necessidade de preservação da unidade dental, a cirurgia pararendodôntica ainda é a melhor opção nessas situações (BRAMANTE e BERBERT, 1980¹⁹; HARRISON, 1992¹⁶; PURICELLI, 1992²⁰; BERCINI e AZAMBUJA, 1998¹³; WADA et al., 1998¹⁷; TESTORI et al., 1999¹⁴; DANIN et al., 1999¹⁵; VON ARX, et al., 2001¹⁸; CHANDLER e KOSHY, 2002²¹).

Na visualização por MEV foi possível constatar que, assim como preconizado na literatura, o corte da apicectomia executado na mesma direção da rotação da peça de mão não causou espalhamento da guta-percha e deslocamento desse material. Ou seja, o *gap* observado nos grupos que não foram retrobturados não têm relação com a metodologia aplicada (WESTON et al. (1999)³⁰.

Também acerca da metodologia aplicada, é estabelecido que a anatomia da região apical, com seu sistema de canais formando um delta complexo, exige um corte durante a apicectomia em 90° com o longo eixo do dente. Tal como foi feito nesta pesquisa, permitiu que o corte em 3mm aquém do ápice dental, removesse todos os canais acessórios visíveis e promovesse uma aparente constante no diâmetro dos túbulos dentinários na região. Clinicamente, esta metodologia é sugestiva de um melhor resultado na remoção de tecidos necróticos e de infecção bacteriana presentes no ápice (GILHEANY et al., 1994³⁴; GAGLIANI et al., 1998³⁵; KIM et al., 2001³²; JUNG et al., 2005³¹; POZZA et al., 2005³⁶)

Altos índices de sucesso na cirurgia paraendodôntica foram relatados nos últimos anos, relacionados às novas técnicas cirúrgicas, às novas pontas ultrassônicas e aos novos materiais retrobturadores (RICHMAN, 1957³⁷; BERTRAND et al., 1973³⁸; WUCHENICH et al., 1994⁶; LEONARDO e LEAL, 1998⁴⁰; ADAMO et al., 1999²²; MORGAN e MARSHALL, 1999²³; VON ARX e WALKER, 2000²⁵; GRAY et al., 2000²⁴; RUD et al., 2000²⁷; PETERS et al., 2001²⁶; DUARTE et al., 2007²⁹)

A possibilidade da utilização das pontas ultrassônicas disponibilizou diversas vantagens no preparo apical, tais vantagens induziram a sua utilização neste estudo. Uma destas vantagens é um preparo mais homogêneo, que promove melhor adaptação marginal, característica que sugere ter influenciado nos menores valores no *gap* horizontal e transversal encontrados neste estudo nos grupos retrocavitados e obturados com MTA (LOPES e SIQUEIRA JR., 1999⁴¹; MORGAN e MARSHALL 1999²³; SUTIMUNTANAKUL et al., 2000⁴²; PETERS et al., 2001²⁶).

A escolha por retropontas diamantadas para a confecção das cavidades, que foram obturadas com MTA, baseou-se na literatura vigente. Esta escolha teve como princípio a menor formação de fraturas dentinárias que poderiam comprometer a adaptação do material (NAVARRE e STEIMAN, 2002⁴³; CUNHA FILHO, 2003²⁸; XAVIER et al., 2006⁴⁴; DE LANGE et al., 2007⁴⁵; OLIVEIRA et al., 2008⁴⁸).

O MTA, apesar de não ser o material ideal, tem atingido níveis de confiabilidade muito bons dentro da sua aplicação em cirurgias paraendodônticas. Seguindo a literatura vigente e os resultados obtidos na presente pesquisa, pode-se afirmar que a inserção apical do agregado trióxido mineral é uma manobra efetiva para diminuir a desadaptação do material obturador e conseqüentemente à

infiltração marginal, que pode comprometer o sucesso clínico das apicectomias (TORABINEJAD et al., 1993⁵⁰; TORABINEJAD et al., 1994⁶³; TORABINEJAD et al., 1995a²; TORABINEJAD et al., 1995b⁵⁹; FISCHER et al., 1998⁷⁰; BUSATO et al., 1999⁷²; AQRABAWI, 2000⁶⁴; SCHEERER et al., 2001⁷¹; PETERS e PETERS, 2002⁵²; REEH e COMBE, 2002⁵²; ANDELIN *et al.*, 2002⁶⁵; GONDIM JÚNIOR et al., 2003⁵³; ECONOMIDES *et al.*, 2003⁶⁰; GOMES et al., 2003⁵⁴; BERNABÉ et al., 2003⁶⁶; BERNABÉ et al., 2004⁶⁷; MORAES et al. 2004⁵⁶; BONSON et al., 2004⁶¹; GERHARDT DE OLIVEIRA et al., 2004⁵⁵; BAEK et al., 2005⁶²; AL-HEZAIMI et al., 2005⁶⁸; GOMES et al., 2005⁵⁶; KUBO et al., 2005⁵⁸; GERHARDT DE OLIVEIRA et al., 2005⁶⁹; OLIVEIRA et al. 2007⁴²; CAMILLERI et al. 2011⁴⁹).

Pode-se sugerir que os menores valores para *gaps* horizontais e verticais nos grupos retrobturados com MTA também decorrem da composição química desse material. Em determinados espécimes, a desadaptação foi nula e praticamente impossível de detectar o limite entre o material e as paredes dentinárias (GERHARDT DE OLIVEIRA et al. 2004³⁶).

De acordo com a literatura, o MTA material pode induzir a neoformação de tecidos duros no periápice (TORABINEJAD et al., 1995a²; TORABINEJAD et al., 1995b⁵⁹; HOLLAND et al., 1999⁷³; BERNABÉ et al., 2003⁶⁶; ECONOMIDES et al., 2003⁶⁰; BONSON et al. 2004⁶¹; YALTIRIK et al., 2004⁷⁴; BAEK et al., 2005⁶²; MAROTO et al., 2007⁷⁸; SAUNDERS, 2008⁷⁹; SARRIS et al., 2008⁸⁰; PERINPANAYAGAM, 2009⁷⁵; CHONG et al., 2009⁸¹; VON ARX et al., 2010⁷⁷; CAMILLERI et al., 2011⁴⁹; CARDOSO-SILVA et al., 2011⁸²).

Apesar de existirem novos materiais igualmente ou mais efetivos que o MTA na diminuição da infiltração apical (WINIK et al., 2006⁸⁴; COSTA et al., 2008⁸⁵;

COSTA et al., 2009⁸⁶; POST et al., 2010⁸⁷), o vedamento apical, que inibe a penetração de bactérias, potencialmente causadoras dos insucessos das apicectomias, é um dos melhores achados com a utilização do MTA (FISCHER et al., 1998⁷⁰; XAVIER et al., 2005⁸³; LUSTOSA et al., 2010⁸⁸).

Os canalículos dentinários são estruturas que proporcionam permeabilidade à dentina radicular. A diminuição desta permeabilidade é a principal característica almejada com a utilização de novas tecnologias a laser nas apicectomias (LEE et al., 2002)⁴⁸. Como o laser Nd:YAG (1064nm) possui afinidade por estruturas minerais presentes na dentina, seu efeito de aquecimento e ablação é potencializado neste tecido (MELLO e MELLO, 2001)⁹. Na avaliação descritiva da MEV foi possível observar, nos grupos irradiados com laser Nd:YAG, a fusão e vitrificação da superfície, com pouca porosidade e trincas. Além da demonstração da alteração da superfície dentinária, a análise qualitativa da lisura da superfície apical confirma que o Nd:YAG foi fusionado criando um aspecto vítreo e maior homogeneidade, características que concordam com a maioria dos autores constantes na literatura pesquisada. (YAMAMOTO e SATO, 1980¹⁰²; MISERENDINO, 1988¹⁰; STABHOLZ et al., 1992a¹²; LEVY, 1992⁹¹; LIU et al., 1997¹⁰⁹; KIMURA et al., 2000⁹³; BARALDI e PURICELLI, 2000⁸; BRUGNERA JÚNIOR, 2001⁹²; LEE et al., 2002⁴⁸; LIZARELLI e BAGNATO, 2002¹⁰⁵). Também ficou visível que na região transversal analisada (3µm) ocorreu penetração do laser nos parâmetros utilizados. Tal observação decorre da obliteração dos canalículos na região específica nos grupos irradiados (DEDERICH et al., 1984¹⁰³; WIGDOR-RAVENSWOOD et al., 1992¹⁰⁸; LIU et al., 1997¹⁰⁹; CUNHA FILHO e VEECK, 1999¹¹⁹; MELLO et al., 2000; BARALDI e PURICELLI, 2000⁸).

Na avaliação da adaptação do material obturador através das vistas apical e longitudinal, foi visualizada associação negativa da irradiação com um menor *gap*. Isso quer dizer que, ocorreu uma alteração dimensional tanto da guta-percha quanto do MTA. O derretimento da guta-percha era bastante previsível, visto que se trata de um material termoplástico. Porém a alteração do MTA não foi prevista em estudos da associação MTA e laser, que sugerimos ser derivado de uma ablação e possível recristalização do material, assim como ocorre com os tecidos duros dentais.

Entre os lasers ablativos, utilizados somente com a intenção de diminuir a infiltração dentinária e auxiliar na descontaminação apical, o Nd:YAG tem se mostrado o mais efetivo (ROHANIZADEH et al., 1999¹⁰⁴; POZZA et al., 2003⁵⁶; CASTRO et al., 2004¹¹⁸; RESENDE et al., 2004¹¹⁵; CUNHA FILHO et al., 2005²⁸; MELLO et al., 2006; AL-AZZAWI e DAYEM, 2006¹¹⁷; ARISU et al., 2008¹²²; POZZA et al., 2009⁴⁵; GHOLAMI et al., 2011¹²⁴). Incluído nesta pesquisa com o objetivo de ser associado a técnicas efetivas de apicectomia e ao MTA, sendo a metodologia empregada inédita ao se incluir avaliação por EDS.

A alteração da porcentagem de fósforo com a irradiação com o Nd:YAG sugere um efeito na ultraestrutura dentinária que diminui a solubilidade da superfície aplicada (LIN et al., 2001). Porém, a diminuição do percentual do cálcio comparado a literatura vigente indica que são necessárias mais pesquisas com metodologias sistematicamente semelhantes para, para que as questões sobre as modificações na ultraestrutura dentinária causadas pelo laser sejam elucidadas.



CONCLUSÕES

6 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos nesta pesquisa é possível concluir que a metodologia para o corte em 90° do ápice dental foi efetiva na diminuição dos canais acessórios do delta apical; o laser de Nd:YAG foi capaz de alterar a morfologia dentinária e selar os canalículos da região apical após a apicectomia; o MTA mostrou-se com uma boa adaptação marginal; a adaptação marginal foi melhor no grupo retrocavitado com ultrassom, retrobturado com MTA sem irradiação com laser Nd:YAG; a associação do MTA com o laser Nd:YAG resultou em uma alteração dimensional do material retrobturador; a análise da composição química da superfície apical de dentina demonstrou um aumento do percentual de fósforo nos grupos irradiados com laser Nd:YAG e a diminuição dos íons cálcio nesta mesma região das amostras do estudo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Ries Centeno GA. Cirugía Bucal. 5ª ed. Buenos Aires; 1964.
- 2 Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. J Endod. 1995a Dec;21(12):603-8.
- 3 Marzola C. Cirurgia pré-protética 3ª ed. São Paulo; 2002.
- 4 Carr GB, Bentkover SK . Pathways of the pulp; 1994.
- 5 Calzonetti KJ, Iwanowski T, Komorowski R, Friedman S. Ultrasonic root end cavity preparation assessed by an in situ impression technique. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1998 Feb;85(2):210-5.
- 6 Wuchenich G, Meadows D, Torabinejad M. A comparison between two root end preparation techniques in human cadavers. J Endod. 1994 Jun;20(6):279-82.
- 7 Aun CE CN, Gavin G, Lage-Marques JL. . Alterações morfológicas causadas pela ação do Laser de CO2 na dentina e nos materiais retro-obturadores. Rev Odontol UNICID. 1998;10(1):7-15.
- 8 Baraldi CP, Puricelli, E. Estudo in vitro das alterações morfológicas da superfície de raízes submetidas à apicectomias e irradiadas com Laser de Nd:YAG. . Rev Fac Odont UFRGS. 2000;40(2):29-35
- 9 Mello JB, Mello GPS. Laser em odontologia. São Paulo; 2001.
- 10 Miserendino LJ. The laser apicoectomy: endodontic application of the CO2 laser for periapical surgery. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1988 Nov;66(5):615-9.

- 11 Bahcall J, Howard P, Miserendino L, Walia H. Preliminary investigation of the histological effects of laser endodontic treatment on the periradicular tissues in dogs. *J Endod.* 1992 Feb;18(2):47-51.
- 12 Stabholz A, Khayat A, Ravanshad SH, McCarthy DW, Neev J, Torabinejad M. Effects of Nd:YAG laser on apical seal of teeth after apicoectomy and retrofill. *J Endod.* 1992a Aug;18(8):371-5.
- 13 Bercini F, Azambuja TWF. CistoPeriapical: Revisão de Literatura e Apresentação de Caso Clínico. *R FacOdontol UPF, Passo Fundo.* 1998 jul/dez;3(2):49-54.
- 14 Testori T, Capelli M, Milani S, Weinstein RL. Success and failure in periradicular surgery: a longitudinal retrospective analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999 Apr;87(4):493-8.
15. Danin J, Linder LE, Lundqvist G, Ohlsson L, Ramskold LO, Stromberg T. Outcomes of periradicular surgery in cases with apical pathosis and untreated canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999 Feb;87(2):227-32.
16. Harrison JW. Surgical management of endodontically treated teeth. *Curr Opin Dent.* 1992 Jun;2:115-21.
- 17 Wada M, Takase T, Nakanuma K, Arisue K, Nagahama F, Yamazaki M. Clinical study of refractory apical periodontitis treated by apicectomy. Part 1. Root canal morphology of resected apex. *Int Endod J.* 1998 Jan;31(1):53-6.
- 18 von Arx T, Gerber C, Hardt N. Periradicular surgery of molars: a prospective clinical study with a one-year follow-up. *Int Endod J.* 2001 Oct;34(7):520-5.
- 19 Bramante CM, Berbert A, Bernardineli N. Recursos radiográficos aplicados à endodontia. *Revista Brasileira de Odontologia, Rio de Janeiro, v. 37, n. 1, p.*

- 8-24, 1980. Revista Brasileira de Odontologia, Rio de Janeiro. 1980;37(1):8-24.
- 20 Puricelli E. Cirurgia Apical – Estágio Atual. In: BOTTINO M, FELLER C. Atualização na Clínica Odontológica: o Dia a Dia do Clínico Geral. São Paulo. 1992; 23-32.
- 21 Chandler NP, Koshy S. The Changing Role of the Apicectomy Operation in Dentistry. JR Coll Surg Edinb. 2002 Oct; 21(5): 660-7.
- 22 Adamo H L BR, Schertzer L, Boylan R J. . A comparison of MTA, Super-EBA, composite and amalgam as root-end filling materials using a bacterial microleakage model. International Endodontic Journal . 1999;32:197-203.
- 23 Morgan L A, Marshall J G. A scanning electron microscopic study of *in vivo* ultrasonic root-end preparations. Journal of Endodontics. 1999; 25: 567-70.
- 24 Gray G J HJF, Holtzmann D J, Jenkins D B, Nielsen C J. . Quality of root-end preparations using ultrasonic and rotary instrumentation in cadavers. Journal of Endodontics. 2000;26:281-3.
- 25 Von Arx T, Walker W A. Third microsurgical instruments for root-end cavity preparation following apicoectomy: A literature review. Endodontics and Dental Traumatology 2000; 16: 47-62.
26. Peters CI, Peters OA, Barbakow F. An in vitro study comparing root-end cavities prepared by diamond-coated and stainless steel ultrasonic retrotips. Int Endod J. 2001 Mar;34(2):142-8.
- 27 Rud J, Rud V, Munksgaard E C. Periapical healing of mandibular molars after root-end sealing with dentine-bonded composite. International Endodontic Journal 2001; 34: 285-92.

- 28 Cunha Filho JJ. Estudo comparativo in vitro da morfologia de raízes dentárias submetidas a apicectomia com fresas cirúrgicas e diferentes tipos de lasers / Comparative study in vitro of the morphology of dental raízes submitted the apicectomy with surgical fresas and diferent types of lasers. Porto Alegre-RS [tese] Porto Alegre (RS): Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2003.
- 29 Duarte MAH, Domingues R, Matsumoto MA, Padovan LEM, Kuga MC. Evaluation of apical surface roughness after root resection: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104: 74-76
- 30 Weston GD, Moule AJ, Bartold PM. A scanning electron microscopic evaluation of root surfaces and the gutta-percha interface following root-end resection in vitro. *Int Endod J.* 1999 Nov;32(6):450-8.
- 31 Jung II Y, Seo MA, Fouad AF, Spångberg LSW, Lee SJ, Kum KY. Apical anatomy in mesial and mesiobuccal roots of permanent first molars. *Journal of Endodontics* 2005 May; 31 (5): 364-8.
- 32 Kim S, Pécora G, Rubinstein R, Dörscher-Kim J. *Microsurgery in endodontics.* W.B. Saunders Company; 2001. 172 p.
- 33 Leonardi PD, Fagundes SF, Haragushiku AG, Tomazinho PH, Baratto Filho F. Cirurgia parendodôntica: Avaliação de diferentes técnicas para a realização da apicectomia. *RSBO.* 2006; 3: 15-19.
- 34 Gilheany PA, Figdor D, Tyas MJ. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *Journal of Endodontics.*1994 Jan; 20(1): 22-26.

- 35 Gagliani, M.; Taschieri, S.; Molinari, R. Ultrasonic root-end preparation: influence of cutting angle on the apical seal. *Journal of Endodontics*. 1998 Nov; 24(11): 726-730.
- 36 Pozza DH, Mello EDA, Blaya DS, Pinheiro ALB, Oliveira MG. Análise comparativa entre os tempos gastos na apicetomia por ponta diamantada e pelos lasers Co2 e Er:yag na apicectomia. *Clin Pesq Odontol*. 2005 Out; 2(2): 97-102.
- 37 Richman MJ. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J Dent Med*. 1957; 12: 12-18.
- 38 Bertrand G, Festal F, Barailly R. Utilisation de l'énergie ultra-sonore lors du curetage periapical. *L'Information Dentaire*. 1973; 44: 27-32.
- 39 Kuga MC, et al. Infiltração marginal em obturações retrógradas em funções dos métodos de preparo de cavidade. *Ver Bras Odont*. 1998; 55(20): 322-326.
- 40 Leonardo MR, Leal JM. *Endodontia, tratamento de canais radiculares*. 3. ed. São Paulo: Panamericana, 1998.
- 41 Lopes HP, Siqueira Jr J F. *Endodontia - Biologia e Técnica*. Rio de Janeiro: Medsi - Editora Médica e Científica Ltda, 1999, 650p.
- 42 Sutimuntanakul S, Worayoskowitz W, Mangkornkarn C. Retrograde seal in ultrasonically prepared canals. *Journal of Endodontics*. 2000 Aug; 26(8): 444-6.

- 43 Navarre SW, Steiman HR. Root-end fracture during retropreparation: a comparison between zirconium nitride-coated and stainless steel microsurgical ultrasonic instruments. *Journal of Endodontics*. 2002 Apr; 28(4): 330-2.
- 44 Xavier CB, Pozza DH, Oliveira MG. O uso de retropontas ultra-sônicas na técnica da cirurgia paraendodôntica. *JBE: J. Bras. Endodontia*. 2006; 6: 25-31.
- 45 de Lange J, Putters T, Baas EM, van Ingen JM. Ultrasonic root-end preparation in apical surgery: a prospective randomized study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:841-5.
- 46 Oliveira MG, Rockenbach MC, Fregapani PW, Xavier CB, Pozza DH. Ultrasonic tips in periradicular surgery. *J med biol sci*. 2008 jan-abr;7(1):96-102.
- 47 Oliveira MG, Xavier CB, et al. Comparative chemical study of MTA and Portland cements. *Braz Dent J*. 2007; 18(1): 3-7.
- 48 Lee BS, Lin CP, Lin FH, Lan WH. Ultrastructural changes of human dentin after irradiation by Nd:YAG laser. *Lasers Surg Med*. 2002; 30(3):246-52.
- 49 Camilleri J, Gandolfi MG, et al. Dynamic sealing ability of MTA root canal sealer. *Int Endod J*. 2011; 44(1): 9-20.
- 50 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.
- 51 Peters CI, Peters OA. Occlusal loading of EBA and MTA root-end fillings in a computer-controlled masticator: a Scanning Electron Microscopic study. *Int Endod*. 2002; 35(1): 22-29.
- 52 Reeh ES, Combe EC. New core and sealer materials for root canal obturation and retrofilling. *J Endod*. 2002; 28(7): 520-523.

- 53 Gondim Júnior E, Zaia AA, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Teixeira FB, Souza Filho, FJ. Investigation of the marginal adaptation of root-end filling materials in root-end cavities prepared with ultrasonic tips. *Int Endod J.* 2003; 36(7): 491-499.
- 54 Gomes APM, Kubo CH, Caetano MAL. Avaliação do selamento de retro-obturações realizadas com super-EBA e MTA após preparo cavitário com ultra-som ou brocas. *Cienc Odontol Brás.* 2003; 6(2): 20-28.
- 55 Gerhardt de Oliveira M, Pinheiro ALB, Pozza DH, Xavier CB, Costa AT. Análise atômica comparativa por EDS dos cimentos MTA e Portland. *Braz Oral Research.* 2004; 41(1): 157.
- 56 Moraes FG, Duarte MAH, Moraes IG, Yamashita JC. Desadaptação apical das obturações retrogradadas em função do material retro-obturador e do agente irrigante. *Braz Oral Research,* 2004; 41(1): 50.
- 57 Gomes CC, Fidel RAS, Fidel SR, Penina PO, Prado MAR. Análise da adaptação marginal de oito materiais retro-obturadores. *Braz Oral Research.* 2005; 19(1): 117.
- 58 Kubo CH, Gomes APM, Mancini MNG, Assis NMSP. Efeito do MTA cinza ou branco no pH e na densidade óptica de corantes empregados no estudo da infiltração marginal. *Braz Oral Research.* 2005; 19(1): 209.
- 59 Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Cytotoxicity of four root end filling materials. *J Endod.* 1995b Oct;21(10):489-92.

- 60 Economides N, Pantelidou O, Kokkas A, Tziafas D. Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. *Int Endod J.* 2003; 36(1): 44-48.
- 61 Bonson S, Jeansone BG, Lallier TE. Root-end filling materials after fibroblast differentiation. *J Dent Res.* 2004; 83(5): 408-13.
- 62 Baek SH, Plenk Jr H, Kim S. Periapical tissue responses and cementum regeneration with amalgam, SuperEBA, and MTA as root-end filling materials. *J Endod.* 2005; 31(6): 444-9.
- 63 Torabinejad M, Higa RK, Mckendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod.* 1994; 20(4): 159-63.
- 64 Aqrabawi J. Sealing ability of amalgam, SuperEBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. *Br Dent J.* 2000; 188(5): 266-8.
- 65 Andelin WE, Browningdf GH, Roland DD, Torabinejad M. Microleakage of resected MTA. *J Endod.* 2002; 28(8): 573-4.
- 66 Bernabé PFE. Avaliação da capacidade seladora de alguns materiais retro-obturadores. *ROBRAC on-line.* 2003; 10(32): 14. Disponível em: <<http://www.abo-go.org.br/robrac/>>. Acesso em: 19/02/2011 às 10:00.
- 67 Bernabé PFE, Bernabé DG, Cintra LTA, Almeida JFA, Holland R, Gomes-Filho JE, Gomes AC. Avaliação in vitro da capacidade seladora marginal e da infiltração na massa de trióxidos minerais. *Braz Oral Research.* 2004; 41(1): 120.

- 68 Al-Hezaimi K, Naghshbandi J, Oglesby S, Simon JHS, Rotstein I. Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. *J Endod.* 2005; 31(6): 453-6.
- 69 Gerhardt de Oliveira M, Pozza DH, Xavier CB. et al., Análise comparativa entre duas técnicas de retrobturação. *Braz Oral Research.* 2005; 19(2): 204.
- 70 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 material. *J Endod.* 1998; 24(3): 176-9.
- 71 Scheerer SQ, Steiman R, Cohen J. A comparative evaluation of three root-end filling materials: an in vitro leakage study using *Prevotella nigrescens*. *J Endod.* 2001; 27(1): 40-2.
- 72 Busato ALS, Gonzalez, PAH, Miguens SAQ, Costa SP, Rossi TR, Vieira M. Agregado de trióxido mineral: indicações clínicas de um novo cimento dentário. *J Bras Clin Estet Odontol.* 1999; 3(18): 32-4.
- 73 Holland R, et al. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod.* 1999 Nov; 25(11): 728-30.
- 74 Yaltirik M, Ozbas H, Bilgic B, Issever H. Reactions of connective tissue to mineral trioxide aggregate and amalgam. *J Endod.* 2004 Feb;30(2):95-9.
- 75 Perinpanayagam H. Cellular response to mineral trioxide aggregate root-end filling materials. *J Can Dent Assoc.* 2009 Jun;75(5):369-72.

- 76 Niederman R, Theodosopoulou JN. A systematic review of in vivo retrograde obturation materials. *Int Endod J.* 2003 Sep;36(9):577-85.
- 77 von Arx T, Penarrocha M, Jensen S. Prognostic factors in apical surgery with root-end filling: a meta-analysis. *J Endod.* 2010 Jun;36(6):957-73.
- 78 Maroto M, Barberia E, et al. Mineral trioxide aggregate as pulp dressing agent in pulpotomy treatment of primary molars: 42-month clinical study. *Am J Dent.* 2007; 20(5): 283-286.
- 79 Saunders W P. A prospective clinical study of periradicular surgery using mineral trioxide aggregate as a root-end filling. *J Endod.* 2008; 34(6): 660-665.
- 80 Sarris S, Tahmassebi JF, et al. A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in children-a pilot study. *Dent Traumatol.* 2008; 24(1): 79-85.
- 81 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. 2003. *Int Endod J.* 2009 May;42(5):414-20.
- 82 Cardoso-Silva C, Barberia E, et al. Clinical study of Mineral Trioxide Aggregate in primary molars. Comparison between Grey and White MTA--a long term follow-up (84 months). *J Dent.* 2011; 39(2): 187-193.
- 83 Xavier CB, Weismann R, de Oliveira MG, Demarco FF, Pozza DH. Root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaptation. *J Endod.* 2005 Jul;31(7):539-42.

- 84 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(4): 323-7.
- 85 Costa AT, Post LK, Xavier CB, Weber JB, Gerhardt-Oliveira M. Marginal adaptation and microleakage of five root-end filling materials: an in vitro study. *Minerva Stomatol.* 2008 Jun;57(6):295-300.
- 86 Costa AT, Konrath F, et al. Marginal adaptation of root-end filling materials: an in vitro study with teeth and replicas. *J Contemp Dent Pract.* 2009; 10(2): 75-82.
- 87 Post LK, Lima FG, et al. 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): 416-9.
- 88 Lustosa-Pereira AC, Pozza DH, Cunha A, Dedavid BA, Duarte-de Moraes JF, Gerhardt-de Oliveira M. Analysis of the morphology and composition of tooth apices apicectomized using three different ablation techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010 Aug 15 [Epub ahead of print].
- 89 Pécora JD, Sousa Neto MD, Saquy PC, SILVA RG, CRUZ FILHO AM. Effect of Dakin and EDTA solutions on dentin permeability of root canals. *Braz Dent J.* 1993; 4(2): 79-84.
- 90 Michelich VJ, Schuster GS, Pashley DH. Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J Dent Res.* 1980 Aug;59(8):1398-403.
- 91 Levy G. Cleaning and shaping the root canal with a Nd:YAG laser beam: a comparative study. *J Endod.* 1992 Mar;18(3):123-7.

- 92 Brugnera Júnior A. Estudo da ação dos Lasers Er:YAG e Nd:YAG sobre a permeabilidade dentinária da dentina das paredes dos canais radiculares instrumentados. . Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.; 2001.
- 93 Kimura Y, Wilder-Smith P, Matsumoto K. Lasers in endodontics: a review. *Int Endod J.* 2000; 33: 173-185.
- 94 Dederich DN, Bushick RD. Lasers in dentistry: separating science from hype. *J Am Dent Assoc.* 2004 Feb;135(2):204-12; quiz 29.
- 95 Dalgic H, Kuscu NK. Laser therapy in chronic cervicitis. *Arch Gynecol Obstet.* 2001; 265(2): 64-66.
- 96 August PJ, Ferguson JE, et al. A study of the efficacy of carbon dioxide and pigment specific lasers in the treatment of medium sized congenital melanocytic naevi. *Br J Dermatol.* 2011. [Epub ahead of print].
- 97 Abed AM, Mahdian M, Seifi M, Ziaei SA, Shamsaei M. Comparative assessment of the sealing ability of Nd:YAG laser versus a new desensitizing agent in human dentinal tubules: a pilot study. *Odontology.* 2011 Jan;99(1):45-8.
- 98 Poosti M, Jahanbin A, Mahdavi P, Mehrnoush S. Porcelain conditioning with Nd:YAG and Er:YAG laser for bracket bonding in orthodontics. *Lasers Med Sci.* 2011 Jan 18.
- 99 Wakamatsu TH, Yamaguchi T, Negishi K, Kaido M, Matsumoto Y, Ishida R, et al. Functional visual acuity after neodymium:YAG laser capsulotomy in

- patients with posterior capsule opacification and good visual acuity preoperatively. *J Cataract Refract Surg.* 2011 Feb;37(2):258-64.
- 100 Weichman JA, Johnson FM. Laser use in endodontics. A preliminary investigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971 Mar;31(3):416-20.
- 101 Weichman JA, Johnson FM, Nitta LK. Laser use in endodontics. II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972 Nov;34(5):828-30.
- 102 Yamamoto H, Sato K. Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd: YAG laser irradiation. *J Dent Res.* 1980 Feb;59(2):137.
- 103 Zakariasen KL, Dederich DN, Tulip J. Lasers in dentistry. "Star wars". Dreaming or a future reality? *J Can Dent Assoc.* 1988 Jan;54(1):27-30.
- 104 Rohanizadeh R, LeGeros RZ, Fan D, Jean A, Daculsi G. Ultrastructural properties of Laser-irradiated and heat-treated dentin. *J Dent Res.* 1999; 78(12): 1829-35.
- 105 Lizarelli Rde F, Bagnato VS. [Micro-morphological analysis of enamel and dentin exposed to picosecond-pulsed Nd: YAG laser]. *Pesqui Odontol Bras.* 2002 Jul-Sep;16(3):227-33.
- 106 Dederich DN, Zakariasen KL, Tulip J. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following neodymium-yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. *J Endod.* 1984 Sep;10(9):428-31.
- 107 Zakariasen KL, Dederich DN. Dental lasers and science. *J Calif Dent Assoc.* 1991 Nov;19(11):31-4, 6.

- 108 Wigdor-Ravenswood HA, Abt-Ravenswood S. SEM Evaluation of CO₂, Nd:YAG and Er:YAG Laser irradiation of Dentin In-Vitro. ISDL, Salt Lake City, Utah. 1992:131-2.
- 109 Liu HC, Lin CP, Lan WH. Sealing depth of Nd:YAG laser on human dentinal tubules. J Endod. 1997 Nov;23(11):691-3.
- 110 Azoubel E. Análise do Vedamento Apical em Dentes Monoradiculares Submetidos à Obturação Retrógrada e Irradiação com o Laser Nd:YAG. . Porto Alegre-RS: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 1998.
- 111 Cunha Filho JJ, Veeck E. Análise das alterações morfológicas da região cementária apical de dentes humanos unirradiculares irradiados com a luz laser de Nd:YAG: Um estudo '*in vitro*', através da microscopia eletônica de varredura. Revista ABO Nacional. 1999; 7(1).
- 112 Mello GPS, Paradella TC, Munin E, Mello JB, Pacheco MTT, Porto Neto ST. Er:YAG and Nd:YAG Laser irradiation effect on dental root cut: a SEM analysis. Proc SPIE. 2000;4161(32):80-6.
- 113 Lin CP, Lee BS, Lin FH, Kok SH, Lan WH. Phase, compositional, and morphological changes of human dentin after Nd:YAG laser treatment. J Endod. 2001 Jun;27(6):389-93.
- 114 Pozza DH, Santos RC, Sousa APC, Pinheiro ALB, Gerhardt de Oliveira M. Laseres de CO₂, Er:YAG e Nd:YAG em cirurgia paraendodôntica. Rev FOUFBA. 2003;26:5-10.

- 115 Resende LM, Lage-Marques JL, Baumotte K, Resende A, Resende AM, Martins V. Avaliação, in vitro, da permeabilidade dentinaria com o uso do Laser de Nd:YAG em diferentes parâmetros. *Braz Oral Research*, v.41, n.1, p.213, 2004. *Braz Oral Research*. 2004;41(1):213.
- 116 Mello GM, Mello EDA, Pozza DH, Weber JBB, Oliveira MG. Analise da fusao dentinaria promovida pelo laser Nd: YAG com e sem remocao do delta apical / Analysis of the dentin fusion promoted by the Nd: YAG laser with or without apex cut. *Stomatos*. 2006;12(22):43-7.
- 117 Al-Azzawi LM, Dayem RN. A comparison between the occluding effects of the Nd:YAG laser and the desensitising agent sensodyne on permeation through exposed dentinal tubules of endodontically treated teeth: an in vitro study. *Arch Oral Biol*. 2006 Jul;51(7):535-40.
- 118 Castro FC, Silva RG, Marchesan MA, Zanin F, Brugnera Jr A, Pecora JD. Evaluation of Er:YAG, CO₂, and Nd:YAG Lasers on apical dentine permeability after apicoectomies. . *Proc SPIE*. 2004;53(13):104-8.
- 119 Cunha Filho JJ, Puricelli E, Gerhardt de Oliveira, M. In vitro comparative study of dental root morphology submitted to drillers and different types of lasers apicoectomies. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2005;34(1):142.
- 120 Oliveira MG, Binz MCR, Fregapani PW, Cunha Filho JJ, Puricelli E. Scanning electron microscopy analysis of surfaces after apicoectomy resection with burs and lasers. *Chirurgia*. 2010; 23: 25-30.

- 121 POZZA DH. Avaliação, por infiltração de corante, de tecnologias Laser em cirurgias paraendodônticas. Salvador-BA [tese] Salvador (BA): Universidade Federal da Bahia; 2005.
- 122 Arisu HD, Sadik B, Bala O, Turkoz E. Computer-assisted evaluation of microleakage after apical resection with laser and conventional techniques. *Lasers Med Sci.* 2008 Oct;23(4):415-20.
- 123 Pozza DH, Fregapani PW, Xavier CB, Weber JB, Oliveira MG. CO(2), Er: YAG and Nd:YAG lasers in endodontic surgery. *J Appl Oral Sci.* 2009 Nov-Dec;17(6):596-9.
- 124 Gholami GA, Fekrazad R, Esmaiel-Nejad A, Kalhori KA. An Evaluation of the Occluding Effects of Er;Cr:YSGG, Nd:YAG, CO(2) and Diode Lasers on Dentinal Tubules: A Scanning Electron Microscope In Vitro Study. *Photomed Laser Surg.* 2011 Feb;29(2):115-21.
- 125 Hellwig I. Análise comparativa da microinfiltração marginal em ápices retro-obturados com mta e cimento ionômero de vidro. Porto Alegre-RS [tese] Porto Alegre (RS): Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2005.
- 126 Fader DJ, Ratner, R. Principles of CO2/Erbiun Laser safety. *Dermatol Surg.* 2000; 26: 235-9.
- 127 Stabholz A, Moshonov J, Rotstein I. [Lasers in endodontics]. *Rev Belge Med Dent.* 1992;47(4):9-15.
- 128 Kimura Y, Yamazaki R, Goya C, Tomita Y, Yokoyama K, Matsumoto K. A comparative study on the effects of three tipos of Laser irradiation at the apical stop and apical leakage alter obturation. *J Clin Laser Med Surg.* 1999; 17(6): 261-6.

129 ZAR, J.H. Bioestatistical Analysis. New Jersey: Prentice Hall. 1996. 662p.





*Comissão Científica e de Ética
Faculdade de Odontologia da PUCRS*

Porto Alegre 26 de novembro de 2009

O Projeto de: Tese

Protocolado sob nº: 0038/09
Intitulado: Avaliação da adaptação marginal após apicectomia e selamento apical com Nd:YAG
Pesquisador Responsável: Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira
Pesquisadores Associados: Lívia Prates Soares Zerbinati; Berenice Anina Dedavid; João Batista Blessmann Weber
Nível: Doutorado

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 26 de novembro de 2009.

Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEP/PUCRS

Prof. Dr. Eraldo Luiz Batista Júnior
Presidente da Comissão Científica e de Ética da
Faculdade de Odontologia da PUCRS

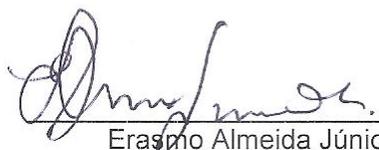
Lauro de Freitas, ___ de ___ de 200_.

AUTORIZAÇÃO – BANCO DE DENTES DA UNIME

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

Atesto pelo presente que o Banco de Dentes da União Metropolitana de Educação e Cultura-UNIME fornecerá 40 caninos necessários ao projeto de pesquisa intitulado **AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL APÓS APICECTOMIA E SELAMENTO APICAL COM Nd:YAG**, a ser conduzido por Livia Prates Soares Zerbinati sob orientação da Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira.

Atenciosamente,



Erasmo Almeida Júnior

Professor Responsável pelo Banco de Dentes



Ao Comitê de Ética Pesquisa PUCRS

Prezados senhores,

Informamos que o **Banco de Dentes Humanos da Unime** – União Metropolitana de Educação e Cultura, foi regulamentado em 24 de janeiro de 2003, de acordo com a 12ª ATA da Reunião Ordinária do Colegiado do Curso de Odontologia, e encontra-se sob a coordenação do Prof. Erasmo de Almeida Junior.

Lauro de Freitas, 05 de maio de 2010.

Prof. Dra. Ana Isabel Fonseca Scavuzzi

Coordenadora do Curso de Odontologia

UNIME – União Metropolitana de Educação e Cultura S/C Ltda.

Av. Luis Tarquínio Pontes, nº 600, Lauro de Freitas – Bahia / Tel.: (71) 3378-8167 / 3378-8188

e-mail: odonto@unime.com.br

Lauro de Freitas, 12 de novembro de 2009.

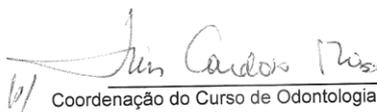


AUTORIZAÇÃO

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

Autorizo pelo presente a utilização do aparelho de ultrassom e da processadora automática de radiografias, ambas pertencentes ao acervo da União Metropolitana de Educação e Cultura-UNIME, para a execução do projeto de pesquisa intitulado **AVALIAÇÃO DA ADAPTAÇÃO MARGINAL APÓS APICECTOMIA E FUSÃO DENTINÁRIA APICAL COM ND:YAG**, a ser conduzido pela Profa. Lívia Prates Soares Zerbinati sob orientação da Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira.

Atenciosamente,


b/ Coordenação do Curso de Odontologia da UNIME

 **UNIME**
Prof. Dr. Luis Rosquin
Coordenador das Ciências Odontológicas

PROTOCOLO PARA O TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Fonte: HELLWIG, 2005

O acesso ao canal radicular foi feito através da abertura, no nível da junção amelocementária, pois as coroas já haviam sido removidas. A exploração do canal realizou-se com limas endodônticas¹⁸ calibre 10, gradualmente, milímetro a milímetro, até que a ponta da lima estivesse justaposta à saída foraminal, utilizando-se uma lupa¹⁹. O cursor foi deslizado para que tangenciasse a borda cervical radicular, determinando-se, assim, o comprimento do canal radicular, cuja medida foi utilizada como comprimento de trabalho. As limas foram introduzidas com o conduto repleto de hipoclorito de sódio a 1%²⁰, ultrapassando o forame apical. As limas foram introduzidas com o conduto repleto de hipoclorito de sódio a 1%, diluído em água destilada²¹, acoplado em uma seringa descartável de 10ml²² com agulha hipodérmica²³, usando 2ml da solução entre um instrumento e outro, em associação com a aspiração. Para a aspiração, foi usada uma cânula aspiradora com ponta 40X10²⁴, posicionada na entrada do canal radicular. Assim, determinou-se o diâmetro do canal, identificaram-se as curvaturas do mesmo e criou-se uma via de passagem para os instrumentos utilizados.

A instrumentação do conduto foi feita com limas de aço inoxidável Flex -R²⁵, sob irrigação, iniciando-se com lima de no. 15 e utilizando progressivamente instrumentos de maior calibre, conforme os princípios da técnica seriada manual descrita por Paiva et al., em 1988. Os canais foram alargados e limados até o diâmetro correspondente ao calibre 35, com movimentos de pressão negativa, na penetração da lima, e de pressão positiva contra as paredes, durante a tração (BERGER, 2002).

A substância química utilizada durante todo o preparo químico-mecânico (PQM) do canal radicular foi hipoclorito de sódio a 1%, acondicionado em uma seringa descartável de 10ml acoplada em uma agulha hipodérmica, usando-se 2ml dessa solução, a cada troca de instrumento e em associação com a aspiração. A agulha hipodérmica foi calibrada com um cursor de silicone, penetrando 3mm aquém do comprimento de trabalho, aspirando com cânula suctora²⁶ acoplada ao equipo

¹⁸ Limas endodônticas Flex -R – Roane Tip File – 21mm – Moyco® Union Broach.

¹⁹ Lupa Tinffany.

²⁰ Virex Plus 2%. Johnson Diversey. Multitonic Ind. Com. Prod. Químicos Ltda.

²¹ Água destilada Miyano®. Odontomédica Indústria Farmacêutica Ltda.

²² Seringa descartável Plastipak estéril 10ml. Becton Dickinson Ind. Cirúrg. Ltda.

²³ Agulha hipodérmica BD Precision Glide® Calibre 16 – 40X16mm São Paulo.

²⁴ Kit sucção endodôntica – Cânulas 40X60; 40X10; 40X20 Indusbelo®.

²⁵ Limas endodônticas Flex – R - Roane Tip File – Size: 15-40 – 21mm – Moyco® Union Broach.

²⁶ Kit sucção endodôntica – Cânulas:40-60; 40-10; 40-20. Indusbelo®.

odontológico e posicionada na entrada do canal radicular, durante a irrigação. Em seguida, os condutos foram secos com cones de papel absorvente no. 40²⁷.

A obturação dos canais foi realizada com a técnica de condensação lateral, utilizando cones de guta-percha (cone principal no. 40²⁸ e cones acessórios de tamanho B7²⁹) e cimento endodôntico de óxido de zinco eugenol³⁰, manipulado de acordo com as orientações do fabricante (BERGER, 2002).

O cimento foi colocado no cone principal e inserido no canal radicular, com movimentos de pincelamento contra as paredes, até o comprimento de trabalho. Após a remoção do cone, este foi novamente preenchido com cimento obturador e inserido no canal radicular, até a saída foraminal. Em seguida da colocação do cone principal e com o auxílio de um espaçador bidigital, tamanho B³¹, inseriram-se os cones acessórios. Este espaçador foi inserido no canal radicular exercendo pressão apical moderada, entre o cone principal e a parede, até encontrar resistência. Nesse momento, removeu-se o espaçador digital e se colocou um cone acessório. Tal procedimento foi realizado até que o canal radicular estivesse completamente preenchido. Com um calcador³² aquecido, o excesso de guta-percha no nível da entrada do canal radicular foi removido, bem como o excedente do mesmo material que, porventura, tivesse extravasado o forame radicular. A porção cervical da guta-percha foi, então, condensada firmemente em sentido vertical, com um calcador no. 1³³.

²⁷ Pontas de papel absorvente – 28 mm – tamanho 40 - Endopoints® Indústria e Comércio Ltda.

²⁸ Guta-percha pontas no. 40 - Endopoints® Indústria e Comércio Ltda.

²⁹ Cones acessórios RS – 21 mm - Endopoints® Indústria e Comércio Ltda.

³⁰ Endofill® - Cimento endodôntico – Dentsply e Comércio Ltda.

³¹ Espaçador STEINER 30 - Moyco® Union Broach, 24415.

³² Calcador nº. 3 - Golgram®.

³³ Calcador tipo Paiva nº. 1 - Jon®.

PUCRS, maio de 2009

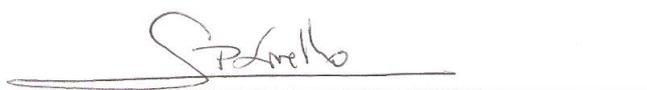
No que se refere à pesquisa de Livia Prates soares, orientada de Doutorado da Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira (Professora Titular da PUCRS e Pesquisadora por Produtividade CNPq) intitulada:

Avaliação da adaptação marginal após apicectomia e selamento apical com Nd:YAG

(LP – Diagnóstico e Terapêuticas Aplicadas)

as amostras serão irradiadas no equipamento sob nossa responsabilidade técnica na cidade de São José dos Campos - SP.

Cientes e de acordo,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. Mello', is written over a horizontal line.

Dr. Guilherme P. S. Mello

PUCRS, maio de 2009

No que se refere à pesquisa de Lívia Prates soares, orientada de Doutorado da Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira (Professora Titular da PUCRS e Pesquisadora por Produtividade CNPq) intitulada:

Avaliação da adaptação marginal após apicectomia e selamento apical com Nd:YAG

(LP – Diagnóstico e Terapêuticas Aplicadas)

as amostras serão avaliadas por MEV e EDS no Laboratório da PUCRS sob minha responsabilidade e coordenação.

Ciente e de acordo,


PUCRS
CEMIC - Centre de Microscopia e Microanálises
Profa. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira
Av. Ipiranga, 6681 Prédio 30 Bloco 3 Sala 34
90619-900 - PORTO ALEGRE - RS - BRASIL