



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – UEPB
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - PRPGP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

FERNANDA CLOTILDE MARIZ DA COSTA

**ANÁLISE COMPARATIVA DO SELAMENTO APICAL ENDODÔNTICO POR
MEIO DE MICRO TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E DA
TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA**

CAMPINA GRANDE – PB

2016

FERNANDA CLOTILDE MARIZ DA COSTA

**ANÁLISE COMPARATIVA DO SELAMENTO APICAL ENDODÔNTICO POR
MEIO DE MICRO TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E DA
TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA**

*Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Odontologia da Universidade
Estadual da Paraíba, como parte
dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Odontologia.
Área de Concentração: Clínica
Odontológica.*

Orientadora: Prof.^a Dra. Patrícia Meira Bento

Co-Orientadora: Prof.^a Dra. Ana Marly Araújo Maia

Linha de Pesquisa:

Estudo das Alterações do Sistema Estomatognático

CAMPINA GRANDE – PB

2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C837a Costa, Fernanda Clotilde Mariz da.
Análise comparativa do selamento apical endodôntico por meio de Micro Tomografia Computadorizada e da Tomografia por Coerência Óptica [manuscrito] / Fernanda Clotilde Mariz da Costa. - 2016.
82 p. : il. color.

Digitado.
Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2016.
"Orientação: Profa. Dra. Patrícia Meira Bento, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa".

1. Obturação do canal radicular. 2. Tomografia por Coerência Óptica. 3. Microtomografia. I. Título.

21. ed. CDD 617.6

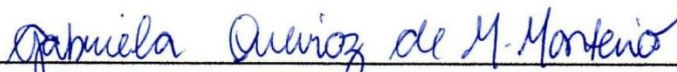
FERNANDA CLOTILDE MARIZ DA COSTA

**ANÁLISE COMPARATIVA DO SELAMENTO APICAL ENDODÔNTICO POR
MEIO DE MICRO TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E DA
TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

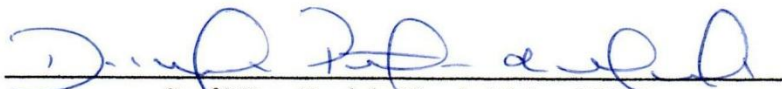
Aprovado em: 07/06/2016

BANCA EXAMINADORA



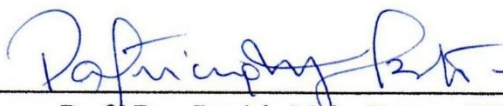
Prof.^a Dra. Gabriela Queiroz de Melo Monteiro – FOP/UPE

Membro Titular (Examinadora Externa)



Prof.^a Dra. Daniela Pita de Melo - UEPB

Membro Titular (Examinadora Interna)



Prof.^a Dra. Patrícia Meira Bento - UEPB

Membro Titular (Orientadora)

CAMPINA GRANDE – PB

2016

Dedico...
A mainha e painho.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora **Professora Dra. Patrícia Meira Bento** pela liberdade na construção do tema e execução deste trabalho, pela confiança durante estes dois anos de mestrado em conjunto com a especialização. Agradeço-lhe por me proporcionar a chance de conhecer um pouco mais da Radiologia e por ter me ajudado a ver a vida de outra forma.

À minha co-orientadora **Professora Dra. Ana Marly Araújo Maia** pelo acolhimento e disponibilidade direcionados a mim, muito obrigada por contribuir nessa jornada de forma plena, transmitindo todo o conhecimento possível e tornando esta pesquisa viável.

À **Professora Dra. Daniela Pita de Melo** pela constante disponibilidade e inúmeras contribuições para a execução do trabalho e para minha formação, sempre transmitindo seus conhecimentos de forma leve e dinâmica.

Aos **Professores da pós-graduação** pelos conhecimentos transmitidos, contribuindo para minha formação acadêmica e pessoal.

Ao **Professor Dr. Alessandro Leite Cavalcanti** por ter me inserido durante a graduação no maravilhoso mundo da pesquisa. Com o senhor dei meus primeiros passos e apreendi o suficiente para querer seguir na academia, obrigada.

A **Professora Dra. Raquel Christina Barboza Gomes** por sempre ser para mim um poço sem fim de incentivo, sempre acreditando em um potencial que eu não acreditava ter, obrigada por nossos “velhos amigos”.

Ao **Professor Dr. Anderson Stevens Leonidas Gomes** pelo acesso e disponibilidade da utilização dos Tomógrafos de Coerência Óptica presentes no Laboratório de Fotônica e Biofotônica, do Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

Aos **Professores, Funcionários e Alunos do Laboratório de Tomografia Computadorizada (LTC)** chefiado pelo Professor Dr. Antonio Celso Dantas Antonino, pela disponibilidade, treinamento, aquisição e armazenamento das imagens por microtomografia computadorizada.

Ao **Professor Dr. Richard Heck** pela atenção sempre cordial presencial ou mesmo à distância, na elaboração da metodologia do processamento de imagens através do ImageJ.

A **Professora Dra. Gabriela Queiroz de Melo Monteiro** pela disponibilidade de fazer parte da minha banca de dissertação. A pesar do pouco contato, a senhora foi um dos primeiros bons exemplos de professor que tive.

Ao **Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba**, pelo compromisso com o crescimento e qualidade do nosso Programa.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes**, pela bolsa de estudos que tornou possível a realização do presente estudo.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À **Deus** pela sua infinita misericórdia, tendo me abençoado a cada dia com coragem e ânimo para superar os desafios.

Aos **meus Pais**, por sempre terem me proporcionar a melhor educação possível, pelo apoio dado a cada decisão tomada e por mesmos que sem entender bem meus sonhos, terem embarcaram neles comigo. Agradeço pela superação dos seus desafios pensando sempre no meu bem.

Ao **meu amado noivo Lucas**, pelo apoio e compreensão constante, nunca escutei de você algo que não fosse uma palavra de incentivo para continuar, mesmo que suas expressões dissessem o contrário. Obrigada por me conhecer melhor que qualquer pessoa, pelas madrugadas compartilhadas e pelos abraços demorados.

Aos **meus irmãos Thiago e Fellipe**, que me fizeram conhecer o amor sem razão aparente, vocês são o melhor presente que pai me deu. Obrigada por sempre terem no mínimo um abraço ou um sorriso disponível.

À **Tia Maria e Carminha**, por terem exercido papel materno em diferentes épocas da minha vida, obrigada pelo carinho.

Aos **colegas de mestrado** pelo compartilhamento de conhecimentos e experiências, convivendo com vocês percebi que o futuro da educação odontológica tende a melhorar a cada dia graças à formação de profissionais sérios e apaixonados pela docência. Obrigada por se tornar a melhor turma de mestrado que eu poderia ter.

Às **queridas amigas** Diana, Gabriella e Kiara, que em muitas horas foram muito mais que amigas e sim anjos da guarda. A distância nunca foi um problema para nós, obrigada por todo carinho e compreensão.

À **família campinense** Andressa, Hianne e José Matheus, por todos os momentos compartilhados que fizeram dias ruins serem raros. Obrigada por deixar tudo mais leve.

*"Ninguém é tão grande que não possa aprender,
nem tão pequeno que não possa ensinar."*

Esopo

RESUMO

O objetivo foi avaliar comparativamente o selamento apical endodôntico promovido por três protocolos de obturação utilizados em sistema de instrumentação oscilatório por meio de tomografia por coerência óptica (OCT) e de micro tomografia (μ CT). Foi um estudo experimental *in vitro* com amostra de 45 dentes unirradiculares com condutos redondos, instrumentados com sistema recíproco e obturados através das técnicas obturadoras da condensação lateral, da compactação termomecânica e do cone único, utilizando como limite de obturação apical a embocadura do canal radicular. As amostras foram avaliadas em relação à manutenção do comprimento de trabalho e a formação de fendas na obturação. O escaneamento foi realizado na região apical por um microtomógrafo utilizando os parâmetros de 80 kV de tensão, 222 μ A de corrente, utilizando resolução de 11 μ m, em seguida foi realizada uma nova análise pelo OCT com resolução de 10 μ m, por fim como comparação clínica, foram realizadas tomadas de radiografia digital periapical. As imagens obtidas foram visualizadas em dupla análise por examinador calibrado e cego com auxílio do programa ImageJ, mensurando o limite apical de obturação e as fendas. Foram aplicadas as análises inferenciais, através dos testes Qui-quadrado de *Pearson* ou o teste exato de *Fisher*, com a finalidade de verificar a normalidade dos dados, o Teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado e, em seguida, o teste não paramétrico Kruskal-Wallis, quando foi encontrado o $p < 0,05$, aplicou-se o teste de Mann-Whitney visando comparar os grupos dois a dois. A validade do uso do OCT como teste diagnóstico foi observada através de testes de sensibilidade e especificidade. Como resultados, notamos que a média do comprimento de trabalho foi constante em relação às técnicas de obturação e métodos de análise. Para a detecção de fendas na região apical, o OCT demonstrou sensibilidade (97%) e especificidade (73%) adequada quando comparado ao μ CT. Em ambos os métodos de detecção a maior presença de fendas foi encontrada na técnica por condensação lateral (μ CT $p=0,011$ /OCT $p=0,002$). Concluindo, o OCT pode ser utilizado para visualização de fendas na obturação apical e a técnica de condensação lateral apresentou maior número de fendas, estas em maiores dimensões.

Descritores: Obturação do canal radicular. Tomografia de Coerência Óptica. Microtomografia.

ABSTRACT

The aim of this research was to comparatively evaluate the appearance of endodontic apical sealing promoted by three obturation protocols used in oscillatory system through optical coherence tomography (OCT) and micro tomography (μ CT). It was a study in vitro with a sample sample consisted of 45 single-rooted teeth with round canals, instrumented with reciproc system and obturated through the techniques obturation of lateral condensation, thermomechanical compression and single cone with guta-percha and AH Plus. The samples were scanned in the apical region by a microcomputer tomography using the parameters of tension 80 kV, 222 uA current and magnification 120.0981 without filter with 11 μ m resolution, and then were analyzed topographically by an optical coherence tomography with a resolution of 10 micrometres. The images were processed and analyzed with the aid of ImageJ program, identifying and measuring the cracks formed by faults in obturation techniques in the three axes of analysis in double analysis by calibrated examiner. Inferential analyzes were implemented, through tests chi-square Pearson's or Fisher's exact test, with the purpose to check the data normality, the Kolmogorov-Smirnov test was applied and then the nonparametric Kruskal-Wallis test, when it found the $p < 0,05$, applied the Mann-Whitney test in order to compare the groups two by two. The validity of the OCT use as a diagnostic test was observed by means of sensitivity and specificity tests. As a result, we note that the median for the working length was constant in relation to the obturation techniques and analysis methods. For detection of slits in the apical region, the OCT showed sensitivity (97%) and specificity (73%) appropriate when compared to the μ CT. In both methods of detection the greater presence of cracks was found in the technique of lateral condensation (μ CT $p=0,011$ / OCT $p=0,002$). In conclusion, the OCT can be used to visualization slits in the apical obturation and lateral condensation technique presented a higher number of slits, in larger dimensions.

Keywords: Root canal obturation, Optical coherence tomography, X ray microtomography.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CD	Comprimento do dente
CRT	Comprimento Real de Trabalho
DEN	Departamento de Energia Nuclear
EDTA	Ácido etileno diamino tetracético
HU	Escala de Hounsfield
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
kV	Quilovolt
LTC	Laboratório de Tomografia Computadorizada
mm	Milímetro
μ A	Microampére
μ m	Micrómetro
μ TC	Microtomografia computadorizada
NENDARX	Núcleo em ensaios não destrutivos de aplicações de Raios-X
NiTi	Níquel-titânio
OCT	Tomografia de coerência óptica
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

LISTA DE TABELAS

ARTIGO

- Tabela 1.** Comparação das proporções das alterações da situação do CRT41
em relação às técnicas de obturação, utilizando três diferentes métodos de diagnóstico por imagem.
- Tabela 2.** Concordância Kappa, sensibilidade, especificidade, valor41
preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) em comparação ao teste μ CT em relação ao diagnóstico de fendas (n=45).
- Tabela 3.** Comparação das medianas do número de fendas, largura e42
profundidade das fendas encontradas nos tipos de obturação utilizando dois métodos de análise.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A. Corte da porção coronária na junção amelocementária facilitando padronização da instrumentação e execução das técnicas de obturação. B. Raiz armazenada em solução salina 0,9%, contida tubo Eppendorf etiquetado (Fonte: acervo da pesquisa).23
Figura 2. Instrumentação com lima Reciproc R40 e motor elétrico VDW Silver (Fonte: acervo da pesquisa).24
Figura 3. A. Materiais utilizados na condensação lateral; B. Amostra durante a obturação26
Figura 4. A. Plastificação da guta-percha com termoplastificador; B. Compactação vertical a frio (Fonte: acervo da pesquisa).27
Figura 5. A. Inserção do cone no CT; B. Calcador em rubro (Fonte: acervo da pesquisa)27
Figura 6. A. Bloco de isopor para fixar as amostras; B. Cubo fixado no suporte giratório do microtomógrafo.28
 ARTIGO	
Figura 1. Mensuração das fendas nos três eixos nos dois métodos de análise de imagem40

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
2	OBJETIVOS	20
2.1	OBJETIVO GERAL	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3	METODOLOGIA.....	22
3.1	ASPECTOS ÉTICOS.....	23
3.2	TIPO E LOCAL DO ESTUDO	23
3.3	AMOSTRA	23
3.4	PREPARO DOS DENTES	24
3.5	PREPARO DO CANAL RADICULAR.....	25
3.6	OBTURAÇÃO DOS CANAIS RADICULARES.....	26
3.6.1	Grupo 1: Técnica de Condensação Lateral.....	26
3.6.2	Grupo 2: Compactação Termomecânica.....	27
3.6.3	Grupo 3: Cone único	28
3.7	AVALIAÇÃO MICROTOMOGRÁFICA	29
3.8	AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA POR COERÊNCIA ÓPTICA	30
3.9	RADIOGRAFIA DIGITAL PERIAPICAL.....	31
3.10	ANÁLISE DAS IMAGENS	31
3.10.1	Análise das Imagens da Microtomografia.....	31
3.10.2	Análise das Imagens da Tomografia por Coerência Óptica	32
3.11	ANÁLISE ESTÁTISTICA	33
4	ARTIGO	36
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	
	REFERÊNCIAS.....	54
	APÊNDICE	59
	APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE PESQUISA	60
	ANEXOS.....	62
	ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	63
	ANEXO B – NORMAS PARA SUBMISSÃO DO ARTIGO	65

Considerações Iniciais

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A obturação do canal radicular é considerada uma etapa fundamental do tratamento endodôntico, visto que impede uma nova contaminação bacteriana, reduzindo a infiltração coronária, selando o ápice aos fluidos dos tecidos periapicais, além de sepultar os irritantes remanescentes do canal. Para tanto, o seu objetivo é promover o preenchimento da porção modelada do canal tridimensionalmente, que deve ser selado apical, coronal e lateralmente, com materiais inertes ou antissépticos que estimulem ou não interfiram no processo de reparo através do periodonto apical (SOARES, GOLDBERG, 2002; HARGREAVES, COHEN 2011).

É essencial que a devida atenção seja dada ao selamento tridimensional do sistema de canais radiculares, para que desta forma inexista infiltrações marginais, evitando a entrada de nutrientes e de produtos bacterianos tóxicos ao longo do canal radicular. Ao dirimir a presença de infiltrações, ocorrerá morte dos microrganismos resistentes aos procedimentos de instrumentação e ao uso de substâncias auxiliares durante a modelagem dos condutos (MULIYAR et al., 2014).

No que se refere aos materiais utilizados na obturação, a guta-percha corresponde ao material mais popular em virtude de suas boas características como biocompatibilidade, inércia, plasticidade quando aquecida, facilidade de manuseio e remoção nos casos de retratamento. Entretanto, a guta-percha por não possuir propriedade adesiva, não consegue fornecer a vedação adequada, necessitando assim, da utilização de cimentos endodônticos fundamentais no fornecimento de uma vedação impermeável. Os cimentos preenchem as irregularidades e ligeiras discrepâncias entre as paredes do canal radicular e a guta-percha. Entre os tipos de cimentos endodônticos, os resinosos apresentam melhor capacidade seladora apical, adesividade e baixa expansão volumétrica quando comparada aos demais. Destaca-se entre estes o cimento AH Plus (SHILDER, 1967; SHIPPER, TROPE, 2004; LEA et al., 2005; SOBHNAMAYAN, SAHEBI, BORHANHAGHIGHI, 2013; TEDESCO et al., 2014; CELIKTEN et al., 2015; KIM et al., 2015).

A técnica da condensação lateral ou compactação a frio é utilizada amplamente como principal técnica obturadora. Por este motivo é considerada padrão para a avaliação de outras técnicas. No entanto, possui algumas desvantagens, tais como a falta de homogeneidade da massa de guta-percha, uma elevada percentagem de cimento endodôntico na porção apical do canal, má adaptação às paredes do canal radicular e

indução a fratura vertical (SCHILDER, 1967; WU et al., 2009; SCHÄFER, NELIUS, BURKLEIN, 2012; CELIKTEN et al., 2015; LOPES, SIQUEIRA JR., 2015).

McSpaden (1980) introduziu o uso de instrumentos termocompactadores visando a plastificação da guta-percha, tais instrumentos foram modificados podendo ser fabricados utilizando liga de níquel-titânio (NiTi) fornecendo maior flexibilidade. Estes promovem a compactação lateral e apical do material obturador através da geração de calor por atrito sem extrusão apical do material, reduzem o tempo de trabalho e o número de espaços vazios no material de obturação, devendo ser complementado por uma compactação vertical final fria (MALAGNINO et al., 2011; VERSIANI, 2013; LOPES, SIQUEIRA JR., 2015).

Com o advento dos instrumentos em NiTi, cresceu a popularidade da técnica de obturação do cone único, graças a facilidade de utilização de um cone de guta-percha correspondentes em calibre e conicidade aos instrumentos em NiTi. O uso destes cones em conjunto com o cimento obturador pode fornecer vedação do canal radicular, sem a exigência de cones acessórios. Além disso, esta técnica é considerada simples, rápida, com melhor adaptação com a parede dentinária do canal radicular e gera menos estresse para o paciente e profissional (TASDEMIR et al., 2009; BERUTTI et al., 2011; CAVENAGO, 2012).

A presença de infiltrações na obturação pode ser detectada por uma variedade de métodos experimentais. Estes métodos incluem a utilização de corante de penetração, espectrometria de radioisótopos, métodos eletrométricos, penetração bacteriana e modelo de transporte de fluido (YUCEL, CIFTCI, 2006; KIM et al., 2015; SADR et al., 2015). A utilização destes não permite a preservação da amostra, podendo deslocar o material de obturação antes da análise, além de limitar a avaliação em apenas duas regiões do ápice.

Na clínica odontológica, o uso de radiografias periapicais com a finalidade de analisar a qualidade de obturação é largamente empregada. Alguns pesquisadores tornaram-se conscientes das limitações encontradas nas radiografias dentárias, devido a característica bidimensional (MORTMAN, 2011). Nas últimas décadas, outros sistemas de diagnóstico por imagem estão sendo utilizados para pesquisa dos protocolos de obturação, ainda que para análise *in vitro*, a maioria deles utiliza radiação ionizante para a obtenção de imagem (SHEMESH et al., 2007).

Estudos que utilizaram a tomografia computadorizada tradicional concluíram que sua baixa resolução e formação de artefatos a torna uma técnica inadequada para a

reconstrução de pequenos objetos, como dentes. A tomografia cone-beam, bem difundida na Odontologia, forma artefatos nas raízes obturadas com guta-percha, logo tem seu uso limitado para a avaliação de qualidade da obturação endodôntica (NIELSEN et al. 1995, JUNG, LOMMEL, KLIMEK, 2005; MOELLER et al., 2013; GUPTA, DHINGRA, PANWAR, 2015).

Oriunda do tomógrafo convencional a microtomografia computadorizada (μ CT) representa um método não destrutivo de análise *in vitro*, gerando imagens de obturações radiculares, com correlação histológica, por apresentar uma alta resolução espacial 3D em um nível micrométrico, fornecendo dados objetivos, devido à diminuição de artefatos (KIERKLO et al., 2014; KIERKLO et al., 2015).

O funcionamento da μ CT baseia-se na aquisição das imagens radiográficas a partir de diversas projeções angulares da amostra ao longo de uma rotação de 180° ou 360°, estas imagens são capturadas por um sensor e convertidas em imagens digitais, com alta resolução, para tanto é necessário um maior tempo de exposição aos raios-X. Esta característica gera sua principal limitação do μ CT, a impossibilidade da sua utilização em estudos *in vivo*, devido a grande exposição à radiação, logo é considerada padrão-ouro em estudos *ex vivo* (PETERS et al., 2009; MORTMAN, 2011; MACIANO et al., 2012).

O pixel volumétrico (voxel) fornecido pode variar em média de 5-50 μ m no μ CT, quanto menor o tamanho do voxel, maior será a resolução da imagem gerada. A distância entre a fonte de radiação e o objeto de análise determina a resolução da imagem obtida e o tempo de exposição necessário. A maior resolução exige maior tempo de exposição aos raios-X e a depender da densidade tempo mais longo de digitalização e de arquivamento das imagens pelo software . (VERSIANI et al., 2011; MACIANO et al., 2012).

As amostras analisadas no μ CT podem ser quantificadas e categorizadas de forma precisa e não-invasiva, observando os tipos de anatomia, qualidade do preparo e da obturação do sistema de canal radicular. Além da possibilidade de repetir o procedimento, manipular as imagens e executar outros testes na mesma amostra, estas são vantagens que tem levado ao crescente uso do μ CT em pesquisas, principalmente em tecido duro. Considerada assim, como a forma mais confiável e menos invasiva de distinguir os materiais obturadores e os, espaços vazios no interior do canal radicular (JUNG, LOMMEL, KLIMEK, 2005; FREIRE et al., 2011; VERSIANI et al., 2011;

ZASLANSKY et al., 2011; MACIANO et al., 2012; MOLLER et al., 2013; VERSIANI et al., 2013; CELIKTEN et al., 2015; FREIRE et al., 2015)

A Tomografia por Coerência Óptica (OCT) consiste em outro método de análise com resolução micrométrica e não destrutivo capaz de obter imagens tomográficas. Este consiste em um método não radiativo, não invasivo, constituindo uma ferramenta de diagnóstico capaz de gerar imagens tridimensionais (3D) (FUGIMOTO, 2003; LOW et al., 2006; SUMI, 2012; MINIMINO, 2015).

A técnica foi desenvolvida com base no conceito de interferometria de baixa coerência. Na qual, a luz proveniente da fonte é dividida em dois feixes, o feixe de referência e o feixe que se projeta até a amostra. O primeiro feixe projeta-se até o espelho móvel onde é totalmente refletido e volta em direção ao divisor de feixes. O segundo feixe sofre espalhamento e retroespalhamento de acordo com a natureza do tecido e ao encontrar diferentes índices de refração. A luz retroespalhada é recebida por meio da análise linear é transformada, pelo software, em imagem referente a um corte da amostra (CHOMA et al., 2003; MAIA et al., 2010).

Os modelos mais recentes trabalham com domínio espectral, conferindo maior sensibilidade, melhor resolução de imagem e velocidade de escaneamento. Estes utilizam em geral o infra-vermelho próximo com baixa largura de banda, de 780 a 1550 nm como fonte de luz, que resulta em excelente resolução espacial e produz imagens em tempo real (JONES et al., 2003; SHIMADA et al., 2010; MANDURAH, SADR, BAKHSH, 2015).

No que se refere ao limite de penetração em tecido biológico, este alcança um máximo de 3 mm. A profundidade de obtenção da imagem depende do dispositivo, seus atributos e especificações, mas também das propriedades ópticas do tecido em análise. A atenuação do sinal, dispersão e absorção da luz, através da dentina é mais elevada do que do esmalte, pois contém mais de 50% em volume de estrutura orgânica e água (MINAMINO et al., 2014; MANDURAH, SADR, BAKHSH, 2015).

A OCT é capaz de gerar imagens de secção transversal da microestrutura interna de materiais e sistemas biológicos, com resolução micrométrica em torno de 10 μ m. Com princípio de funcionamento semelhante ao do ultrassom, mas usando ondas de luz, sua alta resolução lhe dá uma vantagem sobre o último e a ressonância magnética, que são ideais para imagiologia de tecidos moles (LOW et al., 2006; SHIMADA et al., 2010).

Na medicina o OCT tornou-se uma ferramenta padrão em oftalmologia. Também usado na dermatologia, gastroenterologia e cardiologia. Na odontologia, o OCT também oferece alto potencial de imagens óticas devido ao baixo espalhamento e a absorção da estrutura dentária. Sendo assim, possui relatos de uso na avaliação de cárie, interface restauradora, análise de estruturas periodontais. E na endodontia, o uso do OCT foi descrito para avaliação da anatomia intracanal, perfurações radiculares, fraturas verticais, presença de smear layer no canal radicular e análise da região apical (JONES et al., 2003; SHEMESH et al., 2007; WANG et al., 2008; SHEMESH et al., 2008; NEGRUTIU, 2011; NEGRUTIU et al., 2009; MAIA et al., 2010; SHIMADA et al., 2010; MAJKUT et al., 2015; MINAMINO et al., 2015).

A utilização do OCT em conjunto μ CT ainda é recente na literatura. Com resultados favoráveis como nos estudos de Majkut et al. (2015) que demonstrou coincidência na mensuração da espessura da dentina remanescente no teto da câmara pulpar por ambas as técnicas; e no estudo de Minamino et al. (2015) que encontraram forte correlação na análise *in vitro* de imagens de μ CT e OCT quanto a presença de falhas da interface entre núcleo de preenchimento com resina e dentina.

Tendo como base teórica a abordada, foi realizado um estudo para esclarecer aspecto de selamento apical promovido pela condensação lateral, termomecânica e cone único através de análise comparativa das imagens do OCT e do μ CT. Com a finalidade de testar as hipóteses, que o OCT possui eficácia semelhante ao μ CT o validando para análise de fendas no selamento apical *in vitro* e de que estas não podem ser visualizadas pela radiografia digital. E que há diferença do selamento apical proporcionado entre as técnicas obturadoras sem a ocorrência de alteração do comprimento de trabalho.

Objetivos

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar comparativamente a qualidade do selamento apical, segundo o limite de obturação e a presença de fendas na interface material e dentina, promovido por diferentes técnicas obturadoras por meio de imagens tomográficas do μ CT e do OCT.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mensurar a distância entre a embocadura do canal radicular e o cone de guta-percha, denominado de limite apical de obturação, segundo o μ CT, OCT e a radiografia digital periapical;
- Identificar e mensurar as fendas entre material obturador e dentina, segundo imagens do μ CT e OCT;
- Avaliar a sensibilidade e especificidade do OCT e da radiografia digital periapical quando comparada ao μ CT para a detecção de fendas no selamento apical in vitro.

Metodologia

3 METODOLOGIA

3.1 ASPECTOS ÉTICOS

Seguindo os preceitos estabelecidos pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (Ministério da Saúde), este estudo foi registrado na Plataforma Brasil e submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba, obtendo parecer favorável à sua execução, registrado sob o protocolo CAAE - 51498015.7.0000.5187 (ANEXO A).

3.2 TIPO E LOCAL DO ESTUDO

Este estudo experimental *in vitro*, foi desenvolvido em duas instituições: 1). Universidade Estadual da Paraíba – UEPB - Departamento de Odontologia, onde foi realizada a seleção das amostras, preparo e obturação endodôntica; 2). Universidade Federal de Pernambuco – Laboratório de Fotônica e Biofotônica, do Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, aonde foram realizadas as análises no tomógrafo de coerência óptica e o Laboratório de Tomografia Computadorizada (LTC) do Núcleo em Ensaios não destrutivos de aplicações de Raios-X (NENDARX) do Departamento de Energia Nuclear (DEN) da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, onde foram realizadas as microtomografias.

3.3 AMOSTRA

Foram selecionados 57 pré-molares inferiores com rizogênese completa com canais radiculares aparentemente únicos e com $\leq 5^\circ$ segundo o método de Schneider (1971). Adotou-se como critérios de exclusão a presença de nódulos pulpares, reabsorção interna, tratamento endodôntico prévio ou fratura radicular. As superfícies radiculares foram limpas com auxílio de cureta periodontal, esterilizados em autoclave e armazenado em solução salina NaCl 0,9%.

A observação dos critérios de inclusão e exclusão foi realizada através de radiográficas periapicais analógicas, executadas através do aparelho de raios X (Gnatus Timex 70E, SP, Brasil).

Das amostras selecionadas apenas 12 participaram do estudo piloto, subdivididos em 3 grupos de acordo com as técnicas de obturação.

3.4 PREPARO DOS DENTES

Os espécimes selecionados tiveram sua porção coronária removida por meio de um corte perpendicular ao longo eixo da raiz, na altura da junção amelocementária (FIGURA 1A) com auxílio de um disco diamantado (KG Sorensen, Zenith Dental ApS, Agerskov, Dinamarca) e micro motor elétrico (LB 100, Beltec, Araraquara, SP, Brasil). Em seguida, os dentes foram inseridos separadamente em tubos de polipropileno tipo Eppendorf (Micro Test Tubes 3810X standard - Eppendorf do Brasil Ltda, São Paulo, SP, Brasil) com solução salina de NaCl 0,9% trocada semanalmente, onde ficaram armazenados nos intervalos das etapas da pesquisa. Os dentes e tubos foram identificados numericamente (FIGURA 1B) nos eppendorf durante as etapas da pesquisa, também foram inseridas na etiqueta o comprimento de trabalho (CRT), o instrumento memória e a técnica de obturação utilizada na amostra. Estes ficaram dispostos verticalmente em rack para microtubos.

O comprimento de trabalho foi estabelecido como igual ao comprimento real do dente, ou seja, o limite apical de instrumentação e obturação foi estabelecido em 0,0mm. Tal medida visou fornecer condições de análise semelhante entre os métodos de imagem utilizados.

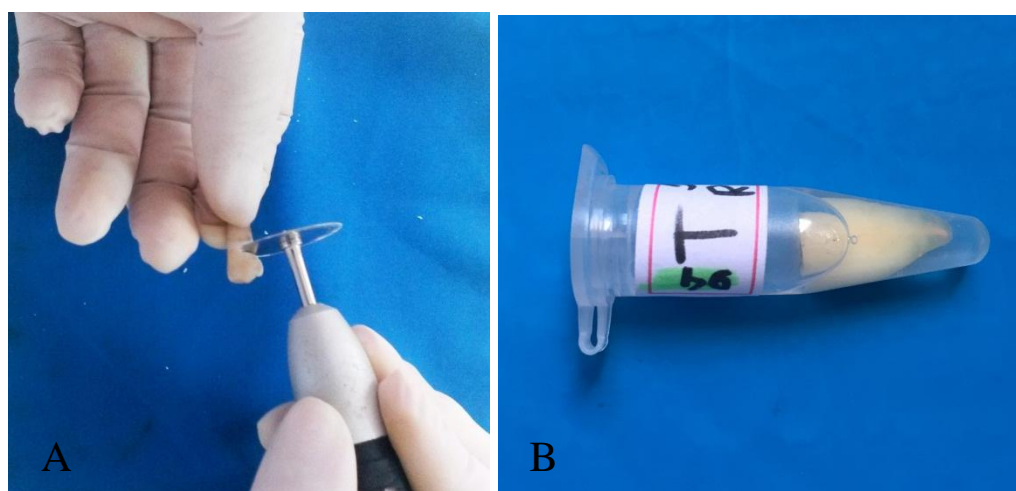


Figura 1. A. Corte da porção coronária na junção amelocementária facilitando padronização da instrumentação e execução das técnicas de obturação. **B.** Raiz armazenada em solução salina 0,9%, contida tubo Eppendorf etiquetado (Fonte: acervo da pesquisa).

3.5 PREPARO DO CANAL RADICULAR

O canal radicular foi irrigado com 2ml de hipoclorito de sódio a 2,5% (Ciclo farma, Serrana, SP, Brasil) com auxílio de uma seringa para irrigação (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha Endo-Enze (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). Limas manuais número 10 tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foram introduzidas até o forame apical, a medida encontrada, referente ao comprimento do dente (CD) foi estabelecida como comprimento de trabalho (CT=CD - 0,0) e etiquetada no tubo Eppendorf.

Para preparo do canal radicular foi utilizado a lima de NiTi Reciproc (VDW, Munique, Alemanha), de uso único e com preparo realizado com um instrumento em movimento oscilatórios, realizando uma rotação de 150° no sentido anti-horário (direção de corte) e 30° no sentido horário (KIM et al., 2012; PEDULLÁ et al., 2013).

Com o canal devidamente irrigado, a escolha do instrumento Reciproc a ser utilizado seguiu as recomendações do fabricante. Este orienta a inserção de lima tipo K para seleção. Assim, um instrumento manual número 30# foi inserido passivamente até a região apical, com a lima alcançando o comprimento do dente, o canal radicular foi considerado amplo e um instrumento R50 (50.05) selecionado. Caso essa lima não tenha alcançado de forma passiva a região apical, uma lima manual número 20# foi inserida. Se esta alcançar a região apical, o canal foi considerado médio e um instrumento R40 (40.06) selecionado (FIGURA 2). Devido à seleção da amostra conter apenas dentes com conduto único não foram encontrados raízes com condutos estreitos, onde se indicaria um instrumento R25 (25.08).



Figura 2. Instrumentação com lima Reciproc R40 e motor elétrico VDW Silver (Fonte: acervo da pesquisa).

O acionamento do sistema reciproc foi realizado nesta pesquisa por meio da utilização do contra-ângulo sirona (SN 25185, VDW GmbH, Munique, Alemanha) acoplado ao micromotor SMR 114058 (VDW GmbH, Munique, Alemanha), que foi conectado ao motor elétrico VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha). Este motor elétrico possui velocidade e torque calibrados automaticamente para os sistemas reciproc.

Quanto à cinemática de movimento, seguiu-se a indicação do fabricante de utilização passiva, em movimentos de bicada, com avanços lentos até atingir o CRT, após alcançar o comprimento desejado foram feitos movimentos de pincelamento, em todas as paredes do canal radicular. Nesta etapa a irrigação foi constante, sendo realizada a cada cinco movimentos de bicada e/ou pincelamento.

Finalizada a instrumentação, os condutos radiculares passaram por uma irrigação final com 2ml de ácido etileno diamino tetracético (EDTA) a 17% (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda, Ibiporã, PR, Brasil), por 3 min sendo agitado com o auxílio de uma lima manual tipo k 15, seguido por nova irrigação com 2ml de hipoclorito de sódio a 2,5%.

Após a instrumentação, as amostras foram divididas em três grupos testes de acordo com cada protocolo de obturação. Cada grupo composto por 15 dentes, com as dimensões específicas da instrumentação e obturação descritos em instrumento de pesquisa (APÊNDICE A).

3.6 OBTURAÇÃO DOS CANAIS RADICULARES

Após a instrumentação do canal radicular, os dentes divididos em três grupos, foram submetidos aos protocolos de obturação. Todos os protocolos utilizaram cones de papel absorvente do sistema reciproc que possuem mesma conicidade dos instrumentos utilizados, seja R40 ou R50 (VDW GmbH, Munique, Alemanha) e cimento resinoso AH Plus (Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil), com sua manipulação seguindo as recomendações do fabricante.

3.6.1 Grupo 1: Técnica de Condensação Lateral

Na condensação lateral é preconizada a utilização de cones de guta-percha que utilizam conicidade ISO (.02). Desta forma, o cone principal foi selecionado de acordo com o instrumento memória, assim cones de conicidade 40.02 ou 50.02 foram selecionados de acordo com a instrumentação e medidos seguindo o comprimento de trabalho do dente, comprovando se estavam adequados pela realização da prova do cone. Os cones acessórios (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foram selecionados de acordo com espaçador e o espaço a ser preenchido.

Com o canal seco, o cimento foi aplicado com o próprio cone nas paredes do canal e espalhado em seguida nos cones que foram utilizados. O espaçador de NiTi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) penetrou o mais próximo possível do comprimento total de trabalho, conferindo espaço adequado aos cones acessórios que foram inseridos em seguida. O processo repetiu-se até o preenchimento da porção cervical. O excesso de guta-percha na região cervical foi removido com calor e a porção coronária compactada com calcador apropriado (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brasil) (FIGURA 3).

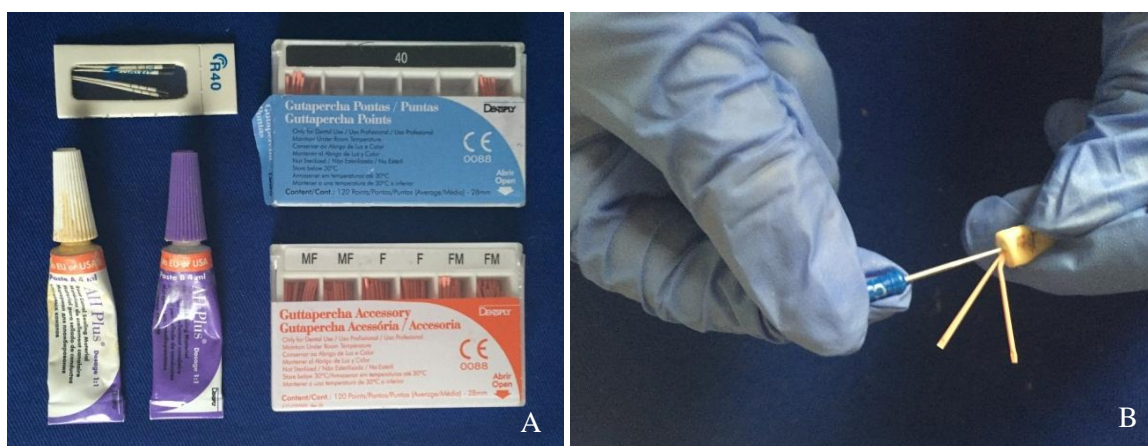


Figura 3. A. Materiais utilizados na condensação lateral; B. Amostra durante a obturação.

3.6.2 Grupo 2: Compactação Termomecânica

A execução da técnica se deu através da adaptação de um cone de tamanho e conicidade idênticos ao instrumento utilizado no preparo mecânico (40.06 ou 50.05). Com o conduto seco, se realizou pincelamento do cimento nas paredes do conduto com o próprio cone e, posteriormente dispersão uniformemente no cone, e em seguida este foi inserido no CRT.

O termocompactor PacMac 45.04 de 21 mm (SybronEndo Dental Specialties, Glendora, CA, EUA) montado em contra-ângulo com rotação em sentido horário, foi inserido ao lado do cone, sendo acionado em movimentos de bicada o instrumento gerou fricção, termoplastificando a guta-percha e a impulsionando apicalmente. A massa plástica foi compactada verticalmente com calcador frio (FIGURA 4).

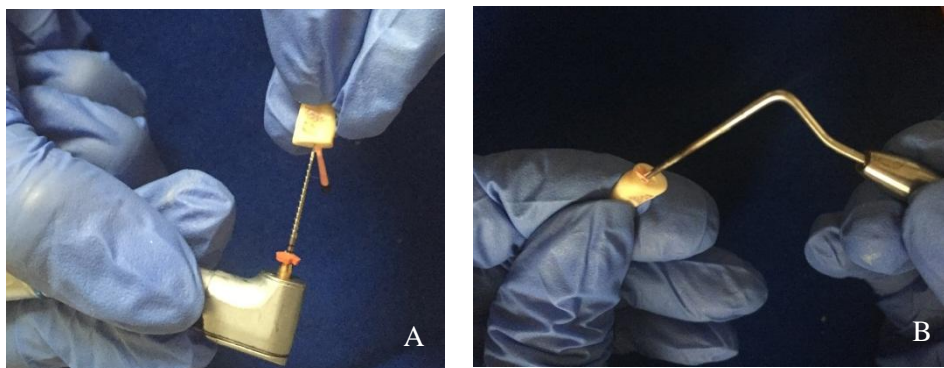


Figura 4. **A.** Plastificação da guta-percha com termoplastificador; **B.** Compactação vertical a frio (Fonte: acervo da pesquisa).

3.6.3 Grupo 3: Cone único

Os dentes obturados com a técnica de cone único foram preenchidos com cones de guta-percha com conicidade e tamanho idêntico ao instrumento de preparo radicular (40.06 ou 50.05), com uso do cimento pincelado no interior do conduto com o próprio cone e posteriormente, envolvido no cone. Este foi adaptado ao canal radicular em seu comprimento de trabalho e o seu excesso removido com calcador aquecido e em seguida compactado verticalmente a frio.

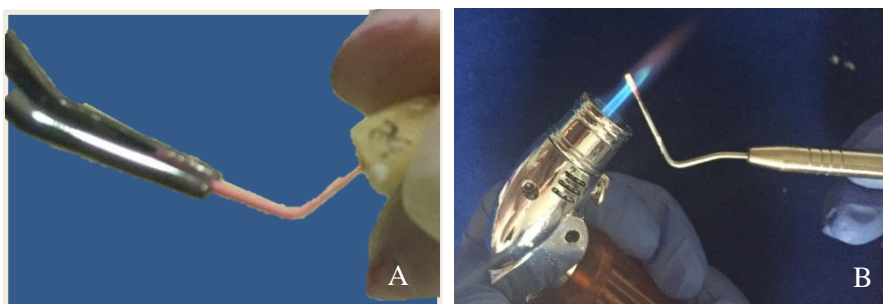


Figura 5. **A.** Inserção do cone no CT; **B.** Calcador em rubro (Fonte: acervo da pesquisa)

Após a instrumentação, as amostras foram armazenadas separadamente nos tubos de polipropileno tipo Eppendorf previamente identificados contendo solução salina NaCl 0,9% por 5 dias até as avaliações tomográficas.

3.7 AVALIAÇÃO MICROTOMOGRÁFICA

As amostras foram escaneadas pelo microtomógrafo NIKON, modelo XTEK XT-H 225 ST *microfocos*, com fonte de 225 kV, foco de 3 μm , alvo rotativo e volume de medição CT de até 250 mm de diâmetro e 600 mm de altura, o detector modelo Varian 2520 *Flat panel* de 250 x 200 mm, fornece resolução de alta faixa dinâmica para produzir imagens de 1920 x 1536 digitalizadas para 16 bits, podendo manipular as peças por 5 eixos completamente programáveis. Para aquisição das imagens, os parâmetros utilizados foram 80 kV de tensão, 222 μA de corrente e magnificação de 120.0981, sem filtro. O protocolo adotou um tamanho do pixel de 11 μm , de acordo com os limites volumétricos da amostra e tempo de aquisição de aproximadamente 25 minutos, sendo geradas 3017 imagens. Para a aquisição da referida resolução, os dentes escaneados foram inseridos 2 a 2 em blocos de isopor, visto a densidade radiográfica similar ao ar, medindo 14cmx14cmx15cm, os blocos foram fixados no suporte com auxílio de fita dupla-face deixando-os bem presos para que não se movessem durante o escaneamento (FIGURA 6).

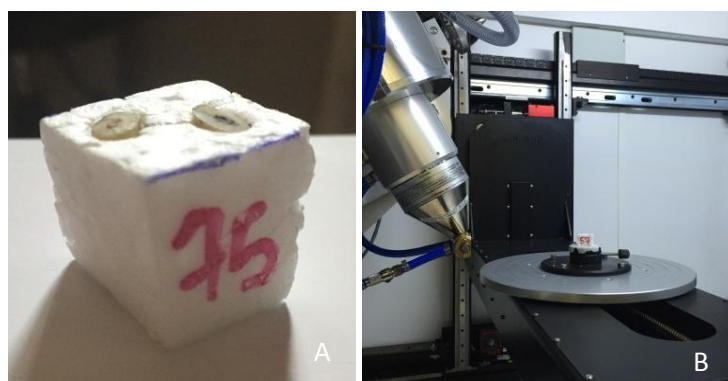


Figura 6. A. Bloco de isopor para fixar as amostras; B. Cubo fixado no suporte giratório do microtomógrafo.

As imagens obtidas foram reconstruídas nos planos (axial, sagital e coronal) utilizando o software XTEK-CT PRO 3D, desenvolvidas pela própria NIKON (Reino

Unido). A partir da imagem reconstruída foi selecionado o volume de interesse a ser estudado correspondendo ao volume da região apical.

Em seguida, as imagens da amostra selecionadas foram importadas pelo software VG Studio Max 2.2 (Volume Graphics GmbH, Heidelberg, Alemanha) e a elas atribuídos valores relativos à escala de Hounsfield (HU) (HOUNSFIELD, 1973) para a área de geociências ($A_r = 0$ e água = 1000), pré-estabelecido para os parâmetros utilizados. Em seguida, foi aplicado o filtro Gaussiano (3x3x3), objetivando suavizar a presença de artefatos e ruídos comuns nas imagens digitais. O uso de filtros visa aumentar a conformidade das imagens e facilitar o posterior processo de segmentação. Após a aplicação do filtro, as imagens foram exportadas no formato TIFF e arquivadas para posterior análise.

3.8 AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA POR COERÊNCIA ÓPTICA

Para esta análise tomográfica foi utilizado o Swept Source-Optical Coherence System SSOCS 1300nm (Thorlabs Inc., New Jersey, EUA, Thorlabs GmbH Dachau, Alemanha), de domínio espectral com fonte no infravermelho próximo (1300 nm), resolução lateral de 25 μ m e resolução axial de 12 μ m, em alta velocidade, levando em torno de 40 segundos o escaneamento tomográfico de 3x3x1,5mm. A técnica baseia-se na reflexão e retroespalhamento do laser, logo para propiciar a melhor visualização as amostras foram posicionadas em um suporte confeccionado de silicone de condensação (Perfil, Coltene, Rio de Janeiro, Brasil) (FIGURA 7A), que objetivou manter a embocadura do canal radicular paralelo ao feixe de luz, sendo possível visualizar e mensurar a presenças de fendas apicais, sem empecilhos ocasionados pela anatomia apical.

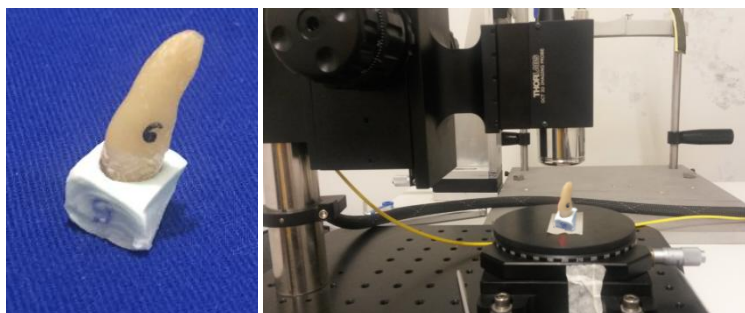


Figura 7. **A.** Suporte de silicone de condensação; **B.** Conjunto amostra/suporte posicionado para análise.

O conjunto cubo e dente foram posicionados na plataforma móvel nos eixos x,y e z, de forma que a região do forame apical foi incidida pela fonte de luz laser, a qual, permitiu a produção de imagem (FIGURA 7B). Iniciou-se pelo escaneamento de imagem bidimensional, denominada B-Scan, para posicionamento adequado e posterior escaneamento para reconstrução tridimensional da região de interesse. A imagem formada apresenta alta resolução em torno de 12 μ m, com penetração média de 1,5mm, sendo possível visualizar e mensurar presenças de fendas apicais consequentes da obturação.

3.9 RADIOGRAFIA DIGITAL PERIAPICAL

Foi utilizado o aparelho de raio X intrabucal digital Heliodont com corrente de 7mA e ajustado para 70kV de tensão com tempo de exposição de 0,05s. As amostras foram inseridas em cubos isopor para fixação e dispostas sobre o sensor- sólido Kodak rvg 6100 digital radiography sytem #2. Para a tomada radiográfica o conjunto sensor/amostra e o cone localizador do aparelho de raio X foram posicionados de modo a simular a técnica do paralelismo com auxílio de um suporte de acrílico.

3.10 ANÁLISE DAS IMAGENS

A análise das imagens foi realizada por um examinador único cego por radomização, previamente calibrado e após efetuação de estudo piloto. As amostras foram observadas em todos os métodos de diagnóstico por dupla análise com intervalo de 7 dias (Kappa de Cohen 0,790). Os dados foram tabulados em Microsoft Office Excel 2010®.

3.10.1 Análise das Imagens da Microtomografia

A seleção da área de interesse com o programa VG Studio Max 2.2, correspondente a 3mm da porção apical 299 cortes foram gerados. Deste total, 150 cortes correspondentes ao primeiro 1,5mm da porção apical foram reconstruídos através do programa ImageJ, com intuito de equiparar a profundidade de visualização conseguida com OCT.

Após reconstrução, a escala dos cortes foi convertida em pixel através da ferramenta “set scale”, com o intuito de padronizar a mensuração e garantir acurácia. Em seguida, a ferramenta “orthogonal views” foi utilizada permitindo a visualização em três dimensões por eixos (XZ, YZ e XY), seguindo uma escala de 652x697 pixels.

A mensuração das fendas na obturação e aparentes alterações no comprimento de trabalho, foi traçada uma reta seguindo maior distância, em profundidade e maior diâmetro em largura, nos 3 eixos das imagens, com a finalidade de representar a dimensão da fenda uma média aritmética foi realizada, para tanto a ferramenta zoom foi utilizada. O comprimento da reta inicialmente mensurado em pixel foi convertido em milímetros onde, por matemática simples, cada pixel corresponde 0,01mm. Para mensuração do limite apical de instrumentação uma reta (em pixels) foi traçada da guta-percha ao ápice anatômico, tal medida correspondente ao limite apical de obturação, foi convertida em milímetros.

3.10.2 Análise das Imagens da Tomografia por Coerência Óptica

Um total de 512 imagens foram geradas a partir do escaneamento da porção apical dos dentes teste, correspondendo a uma varredura de 3x3x1,5cm. Tais imagens foram reconstruídas através do programa ImageJ, onde com a utilização da ferramenta “orthogonal views” foi possível a visualização em três dimensões por eixos (XZ, YZ e XY), seguindo uma escala de 512x1024 pixels.

Após a reconstrução das imagens, as fendas na obturação e aparentes alterações no comprimento de trabalho, foram visualizadas e mensuradas através de uma reta traçada seguindo a maior distância, em profundidade e maior diâmetro em largura, de uma mesma fenda nos 3 eixos das imagens. A mensuração do limite apical de instrumentação foi realizada ao traçar uma reta (em pixels) da guta-percha ao ápice anatômico, tal medida foi convertida em milímetros. Os valores mensurados em pixel foram convertidos em milímetros, de forma que cada pixel corresponde a 0,0023mm.

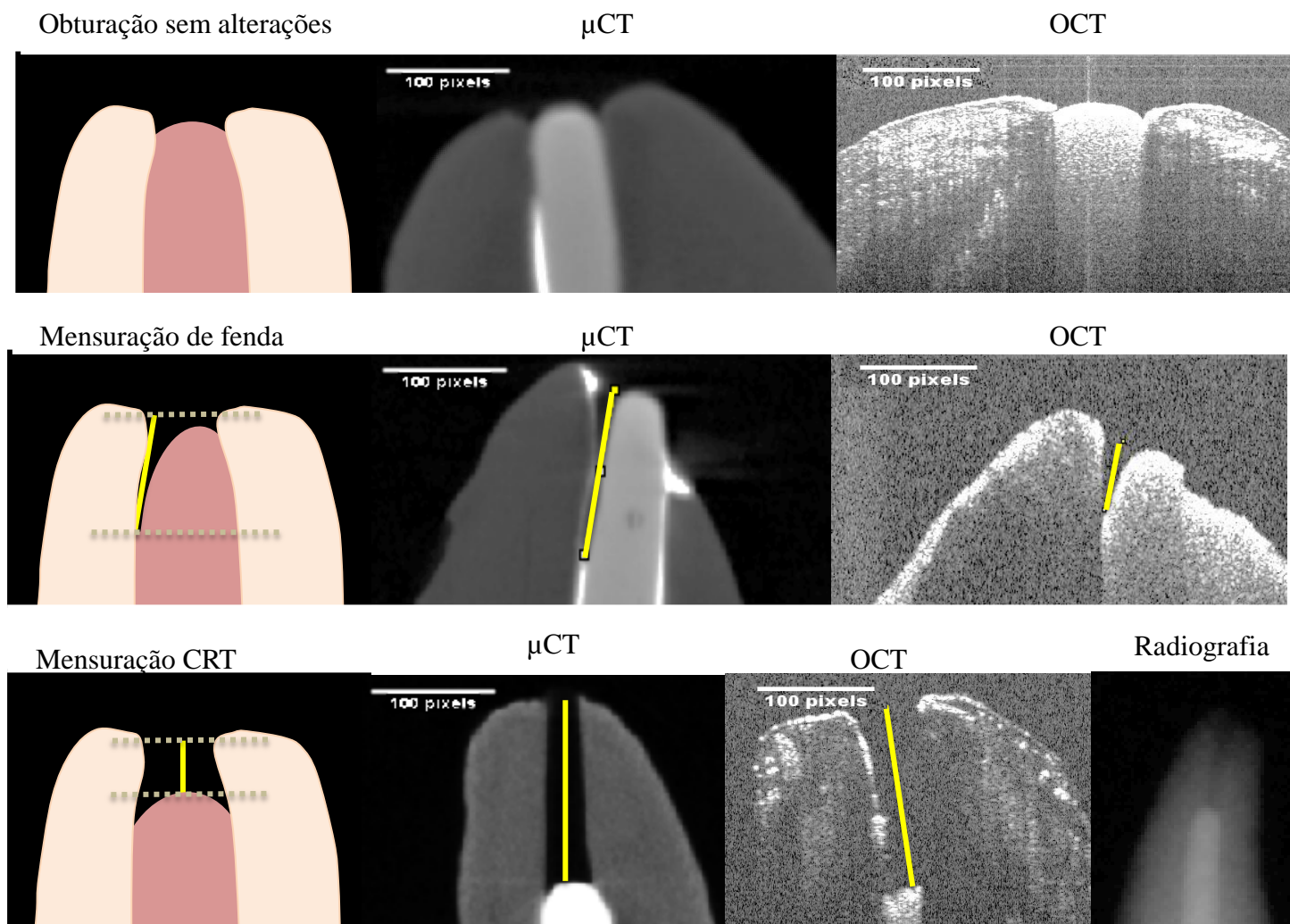


Figura 8. Esquema de mensuração das imagens no μ CT, OCT e radiografia digital.

3.11 ANÁLISE ESTÁTÍSTICA

Para garantir a reprodutibilidade dos dados a medição foi realizada em dois momentos com intervalo de 7 dias, após tabulação desses dados uma média aritmética entre esses valores foi realizada e posteriormente transferida para o SPSS para Windows na versão 20.0.

A análise estatística foi realizada de forma descritiva e inferencial. Para a realização desta última, o Teste de *Kolmogov-Smirnov* foi utilizado para verificar a distribuição da amostra, após sua aplicação notou-se a necessidade de utilização de testes não paramétricos. O teste de *Kruskal-Wallis* foi selecionado para testar a hipótese nula que todos os grupos de obturação são iguais, quando a hipótese alternativa de diferença entre grupos foi visualizada ($p < 0,05$) o teste de *Mann-Whitney* foi aplicado

visando comparar os grupos dois a dois. Os dados categóricos foram analisados através do teste Qui-quadrado de *Pearson*.

A validade do uso do OCT como teste diagnóstico em comparação ao μ CT foi observada através de testes de sensibilidade e especificidade, além da visualização dos pontos de corte para delimitar os resultados positivos.

Resultados e Discussão

4 ARTIGO

Periódico: Internacional Endodontic Journal

Qualis: A1

Fator de Impacto: 2,971

ISSN online: 1365-2591

**ANÁLISE COMPARATIVA DO SELAMENTO APICAL ENDODÔNTICO POR
MEIO DE TÉCNICAS DE TOMOGRAFIA POR COERÊNCIA ÓPTICA E DE
MICROTOMOGRAFIA**

F.C.M. Costa¹, A.M.A. Maia², D.P.M. Pita³, Gomes, A.S.L.⁴, P.M.M. Bento³

¹Aluna do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba

²Professora Curso de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba - Campus VIII

³Professora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – Campus I

⁴Professor do Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil

Descritores: Root Canal Obturation, Optical Coherence Tomography, X-Ray Microtomography

Fernanda Clotilde Mariz da Costa

UEPB

R. Baraúnas, 351 – Universitário, Campina Grande - PB, 58429-500

55 83 996204298

fernandacosta3@hotmail.com

RESUMO

Objetivo: Comparar em estudo experimental *in vitro* o aspecto do selamento apical endodôntico por meio de tomografia por coerência óptica (OCT) e de micro tomografia computadorizada (μ CT). **Metodologia:** Quarenta e cinco dentes unirradiculares com condutos redondos instrumentados com sistema recíproco, divididos em grupos (n=15) segundo os protocolos de obturação: GCL (Condensação Lateral), GCTM (compactação termomecânica) e GCU (cone único). As amostras foram escaneadas por μ CT (parâmetros: 80 kV, 222 μ A, e resolução 11 μ m), por OCT (parâmetros: SSOCT, 1300nm e resolução axial de 12 μ m) e por radiografia digital periapical. As imagens obtidas foram visualizadas em dupla análise por examinador calibrado e cego com auxílio do programa ImageJ, mensurando o limite do selamento apical de obturação, a presença e mensuração de fendas. Os dados coletados categóricos e métricos foram submetidos a análises inferenciais e a validade do uso do OCT como teste diagnóstico observada através de testes de sensibilidade e especificidade. **Resultados:** A média do comprimento de trabalho foi constante em relação às técnicas de obturação e métodos de análise. Para a detecção de fendas na região apical, o OCT demonstrou sensibilidade (97%) e especificidade (73%) adequada quando comparado ao μ CT. Em ambos os métodos de detecção a maior presença de fendas foi encontrada na técnica por condensação lateral (μ CT p=0,011/ OCT p=0,002). **Conclusão:** O OCT pode ser utilizado para visualização de fendas na obturação apical e a técnica de condensação lateral apresentou maior número de fendas, estas em maiores dimensões.

Descritores: Obturação do canal radicular, Tomografia de Coerência Óptica, Microtomografia.

INTRODUÇÃO

A obturação endodôntica promove o preenchimento tridimensional da porção modelada do canal, selando apical, coronal e lateralmente, com materiais inertes ou antissépticos que estimulam, ou não interferem no processo de reparo (Soares & Golderg, 2002).

Dentre os variados protocolos clínicos de técnicas obturadoras, a condensação lateral, considerado padrão, é amplamente utilizada, no entanto apresenta desvantagens, tais como a falta de homogeneidade da massa de guta-percha, uma elevada percentagem de cimento endodôntico na porção apical do canal, má adaptação às paredes do canal radicular e maior tendência a fratura vertical (Schilder, 1967, Wu *et al.*, 2009, Shafer *et al.*, 2012, Celikten *et al.*, 2015).

A plastificação termomecânica da guta-percha, inicialmente proposta por McSpaden (1980), e adaptada com o uso de instrumentos rotatórios flexíveis com ligas de níquel-titânio (NiTi). Promove redução do tempo de trabalho e do número de espaços vazios, através da geração de calor por atrito (Malagnino *et al.*, 2011, Versiani, 2013).

Com o advento dos instrumentos em NiTi, emergiu a técnica de obturação do cone único, que em conjunto com o cimento obturador, dispensa a utilização de cones acessórios. Além disso, esta técnica é considerada simples, rápida, com melhor adaptação com a parede dentinária do canal radicular e gera menos estresse para o paciente e profissional (Tasdemir *et al.*, 2009, Berutti *et al.*, 2011 Cavenago, 2012).

Clinicamente, a qualidade da obturação é verificada por radiografias periapicais bidimensionais, no entanto, para comparar protocolos de obturação, métodos micrométricos *in vitro* e *ex vivo* são fundamentais. A microtomografia computadorizada (μ CT) representa um método não destrutivo, gerando imagens de obturações radiculares, com correlação histológica, por apresentar uma alta resolução espacial 3D em um nível micrométrico e mínimo de artefatos (Peters *et al.*, 2009; Mortman, 2011; Kierklo *et al.*, 2014, Kierklo *et al.*, 2015). Este método permite mensurações e processamentos volumétricos de forma a avaliar anatomia, preparo e obturação. Considerado a forma mais confiável e menos invasiva de distinguir os materiais obturadores e os, espaços vazios no interior do canal radicular (Jung *et al.*, 2005, Freire *et al.*, 2011, Versiani *et al.*, 2011; Maciano *et al.*, 2012; Moeller *et al.*, 2013, Versiani *et al.*, 2013, Celikten *et al.*, 2015; Freire *et al.*, 2015).

Outro método de imagem tomográfica com resolução micrométrica e não destrutivo é a Tomografia de Coerência Óptica (OCT). Este consiste em um método não radioativo, com fonte de luz no infra-vermelho próximo (780 a 1550 nm) e banda larga, que resulta em excelente resolução espacial da ordem de 10 μ m, e imagens bi (2D) ou tridimensionais (3D) em tempo real, com potencial de aplicação *in vivo* na odontologia. (Fugimoto, 2003; Jones *et al.*, 2003; Low *et al.*, 2006, Minimino, 2015), devido ao

baixo espalhamento e a absorção da estrutura dentária, (Jones *et al.*, 2003, Shemesh *et al.*, 2007; Negrutiu *et al.*, 2009; Maia *et al.*, 2010; Shimada *et al.*, 2010; Majkut *et al.*, 2015; Minamino *et al.*, 2015),

Na endodontia, o OCT foi descrito para avaliação da anatomia intracanal, perfurações radiculares, fraturas verticais, presença de smear layer no canal radicular e análise da região apical (Shemesh *et al.*, 2007; Shemesh *et al.*, 2008; Negrutiu, 2011).

Protocolos de obturação utilizados em sistema recíprocante foram testados visando comparar: i) diferenças no selamento apical, quanto a alteração do comprimento de trabalho e presença de fendas; ii) bem como validar o OCT comparando com o μ CT na detecção falhas no selamento apical *in vitro*.

METODOLOGIA

PREPARO DA AMOSTRA

Foram selecionados 45 pré-molares inferiores com rizogênese completa, canais radiculares aparentemente únicos e com inclinação $\leq 5^\circ$ segundo o método de Schneider (1971), foram excluídos dentes com presença de nódulos pulpares, reabsorção interna, tratamento endodôntico prévio ou fratura radicular. A porção coronária dos dentes foi removida por meio de um corte perpendicular ao longo eixo da raiz na altura da junção amelocementária com auxílio de um disco diamantado (KG Sorensen, Zenith Dental ApS, Agerskov, Dinamarca). As amostras foram armazenadas em solução salina de NaOCl 0,9%.

O canal radicular foi irrigado com 2ml de hipoclorito de sódio a 2,5% (Ciclo farma, Serrana, SP, Brasil). Limas manuais nº 10 tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foram introduzidas até o forame apical, a medida encontrada, referente ao comprimento do dente (CD) foi estabelecida como comprimento de trabalho. O limite apical de instrumentação e obturação foi estabelecido em 0,0mm (CT= CD-0,0).

Para preparo do canal radicular foi executado por um especialista, utilizando a lima de NiTi Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) de uso único segundo recomendações do fabricante, instrumento R50 (50.05) para condutos amplos, ou R40 (40.06) para condutos médios. O acionamento do sistema recíproco por meio do motor

elétrico VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha) com velocidade e torque calibrados automaticamente.

Após instrumentação, os condutos radiculares foram irrigados com 2ml de ácido etileno diamino tetracético (EDTA) a 17% (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda, Ibiporã, PR, Brasil), por 3 min sendo agitado com o auxílio de uma lima manual tipo k 15, seguido por nova irrigação com 2ml de hipoclorito de sódio a 2,5%. E secagem do canal com cone de papel.

PROTÓCOLOS DE OBTURAÇÃO

As amostras foram divididas aleatoriamente em três grupos (n=15)

- **Grupo CL: Técnica de Condensação Lateral:** Inserção de cone principal gutapercha de conicidade 40.02 ou 50.02, e cones acessórios (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) embebidos em cimento Ah Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). O espaçador de NiTi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi utilizado conferindo espaço adequado aos cones acessórios. O processo repetiu-se até o preenchimento do conduto. O excesso de gutapercha na região cervical foi removido com calor, e a porção coronária compactada com calcador apropriado (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brasil).

Grupo 2: Compactação Termomecânica: Adaptação do cone com tamanho e conicidade idênticos ao instrumento utilizado no preparo mecânico (40.06 ou 50.05), pincelado no cimento no CRT. O termocompactor PacMac 45.04 de 21 mm (SybronEndo Dental Specialties, Glendora, CA, EUA) montado em contra-ângulo com rotação para a direita, foi inserido ao lado do cone, acionado em movimentos de bicada, obtendo-se o selamento apical.

Grupo 3: Cone único: Adaptação do cone de gutapercha com tamanho e conicidade idêntico ao instrumento de preparo mecânico (40.06 ou 50.05), seguida de pincelamento do cimento no CRT, removendo o excesso com calcador aquecido e posterior compactação vertical a frio.

AQUISIÇÃO E ANÁLISE DAS IMAGENS

As amostras foram escaneadas por meio da μ CT, OCT e radiografia digital. E as imagens analisadas por único examinador previamente calibrado e cego por randomização, com dupla análise das amostras com intervalo de 7 dias (Kappa de

Cohen 0,790). Para análise, reconstrução e mensuração das imagens foi utilizado o programa ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, EUA).

Micro Tomografia Computadorizada

As amostras foram escaneadas pelo microtomógrafo NIKON (modelo XTEK XT-H 225 ST *microfocos* fonte de 225 kV), segundo os parâmetros 80 kV de tensão, 222 μ A de corrente e magnificação de 120.0981, sem filtro. De acordo com os limites volumétricos da amostra e equiparando a resolução ao do OCT, o protocolo adotou resolução de 11 μ m, tendo como volume de interesse a porção apical (1,5x3x3). Para o escaneamento as amostras foram inseridas 2 a 2 em blocos de isopor, visto a densidade radiográfica similar ao ar, medindo 14cmx14cmx15cm, os blocos foram fixados no suporte.

As imagens obtidas foram reconstruídas nos planos (axial, sagital e coronal) utilizando o software XTEK-CT PRO 3D (NIKON, Reino Unido), e importadas para o software VG Studio Max 2.2 (Volume Graphics GmbH, Heidelberg, Alemanha), para atribuição de valores relativos à escala de Hounsfield (HU) (HOUNSFIELD, 1973) para a área de geociências ($A_r = 0$ e água = 1000), segundo parâmetros pré-estabelecidos. Em seguida, foi aplicado o filtro Gaussiano (3x3x3), objetivando suavizar a presença de artefatos e ruídos, e as imagens foram exportadas no formato TIFF.

As imagens TIFF foram analisadas no programa ImageJ por meio da análise por cortes (axial, frontal e sagital), verificando a presença e dimensão de fendas na obturação e aparentes alterações no comprimento de trabalho. As alterações no comprimento de trabalho e as fendas foram mensuradas em profundidade e largura, com a ferramenta de linha reta, demarcando os limites nos dois eixos de áreas vazias sem preenchimento do material obturador. Uma média aritmética foi realizada segundo as medidas da mesma fenda visualizada nos 3 eixos, e convertida em milímetros (1 pixel=0,01mm).

Tomografia por Coerência Óptica

As amostras foram escaneadas por meio do Swept Source-Optical Coherence System SSOCS 1300nm (Thorlabs Inc., New Jersey, EUA, Thorlabs GmbH Dachau, Alemanha), de domínio espectral com fonte no infravermelho próximo (1300nm), resolução lateral de 25 μ m, e resolução axial de 12 μ m, em alta velocidade, levando em torno de 40 segundos, o escaneamento tomográfico de 3x3x1,5mm, resultando 540

imagens axiais. As amostras foram posicionadas em um suporte confeccionado de silicone de condensação (Perfil, Coltene, Rio de Janeiro, Brasil) de forma a posicionar a embocadura do canal radicular perpendicular ao feixe de luz, viabilizando a detecção de fendas apicais.

As imagens foram analisadas nos cortes axial, frontal e sagital no programa ImageJ, para mensuração do limite apical de instrumentação e da profundidade e largura das fendas identificadas semelhante a análise realizada no μ CT.

Radiografia Digital

Para melhor correlação clínica da análise da obturação, as amostras foram submetida a tomadas radiográficas bidimensionais, com o aparelho de raio X intrabucal digital Heliodont seguindo os parâmetros de 7mA, 70kV de tensão e 0,05s como tempo de exposição. Para simular a técnica do paralelismo, as amostras foram inserida em cubos isopor para fixação e dispostas sobre o sensor sólido Kodak rvg 6100 digital radiography sytem #2, com distância amostra tubo de acordo com um suporte acrílico.

As imagens foram analisadas em mensuradas no ImageJ, de acordo com a resolução da técnica, de (1 pixel = 0,018mm).

Em relação ao comprimento real de trabalho foi adotado durante a instrumentação e obturação o limite apical de 0,0mm. As alterações foram consideradas como normais quando respeitavam a medida de 0,5 mm aquém do forame.

ANÁLISE ESTÁTISTICA

A análise estatística foi realizada de forma descritiva e inferencial. Os dados categóricos foram analisados através do teste Qui-quadrado de *Pearson*. O teste Teste de *Kolmogov-Smirnov* indicou a utilização de testes não paramétricos, como o teste de *Kruskal-Wallis* que foi utilizado em virtude da hipótese alternativa de diferença entre grupos ser visualizada ($p < 0,05$) e o teste de *Mann-Whitney* foi aplicado visando comparar os grupos dois a dois.

A validade do uso do OCT como teste diagnóstico em comparação ao μ CT foi observada através de testes de sensibilidade e especificidade, além da visualização dos pontos de corte para delimitar os resultados positivos.

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa SPSS para Windows na versão 20.0 (SPSS, Inc, Chicago, IL, USA).

RESULTADOS

Tabela 1. Comparação das proporções das alterações do CRT em relação às técnicas de obturação, utilizando três métodos de diagnóstico por imagem.

Técnicas	MCT		OCT		Radiografia	
	Alterado (%)	<i>p</i> *	Alterado (%)	<i>p</i> *	Alterado (%)	<i>p</i> **
Cone único	2 (13,3%)	0,799	0 (0,0%)	0,360	0 (0,0%)	0,108
Termomecânica	2 (13,3%)		1 (6,7%)		4 (26,7%)	
Condensação Lateral	1 (6,7%)		0 (0,0%)		1 (6,7%)	

A mensuração milimétrica do limite apical pré-estabelecido (0,0mm) demonstrou que todas as técnicas de obturação foram eficientes.

Para a detecção de fendas os métodos de diagnóstico OCT como método experimental, e radiografia periapical digital como método clínico, foram comparados à μ CT. O OCT demonstrou uma boa concordância com o μ CT em relação à visualização das fendas, com altos valores de sensibilidade e especificidade.

Tabela 2. Concordância Kappa, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) em comparação ao teste μ CT em relação ao diagnóstico de fendas (n=45).

Testes	Concordância Kappa	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN
OCT	0,737	97%	73%	88%	92%
Radiografia	0,125	97%	13%	69%	67%

Os métodos de avaliação micrométricos (μ CT e OCT) demonstraram a presença de fendas na região apical, geralmente entre a interface guta-percha/dentina e guta-percha /cimento. Desta forma, em relação ao tamanho das fendas foram encontradas diferenças significativas durante a comparação por pares entre as técnicas de obturação nas amostras submetidas à condensação lateral em relação às demais (Tabela 3). Tal diferença também pode ser notada quando as amostras com fendas foram analisadas isoladamente, tendo a condensação lateral maior mediana em profundidade (0,2825) e largura (0,0850) em relação às demais técnicas de obturação.

Tabela 3. Comparação das medianas do número de fendas, largura e profundidade das fendas encontradas nos tipos de obturação utilizando dois métodos de análise.

Técnica de Obturação	N	μ CT					
		Número de fendas		Largura		Profundidade	
		Moda	<i>p</i> *	Média (DV)	<i>p</i> *	Média (DV)	<i>p</i> *
Cone Único	15	1 ^a	0,011	0,10 ^{a,b} (\pm 0,13)	0,027	0,13 ^a (\pm 0,14)	0,005
Termomecânica	15	0 ^{a,b}		0,09 ^a (\pm 0,25)		0,16 ^a (\pm 0,22)	
Condensação Lateral	15	2 ^b		0,11 ^b (\pm 0,09)		0,37 ^b (\pm 0,27)	
OCT							
Cone Único	15	0 ^a	0,002	0,00 ^a (\pm 0,02)	0,006	0,00 ^a (\pm 0,01)	0,001
Termomecânica	15	0 ^a		0,04 ^a (\pm 0,17)		0,00 ^a (\pm 0,00)	
Condensação Lateral	15	1 ^b		0,13 ^b (\pm 0,17)		0,04 ^b (\pm 0,05)	

* Teste Kruskal-Wallis.

^{a,b}: Comparação por pares utilizando o teste de Mann-Whitney, com penalizações de Bonferroni ($p < 0,01$).

região de difícil acesso clínico, estudos *in vitro*, com métodos de diagnóstico por imagem com resolução micrométrica, como o μ CT, técnica padrão, e o OCT, método alternativo, consistem em ensaios adequados para comparação de protocolos de obturação endodôntica.

Um dos critérios para avaliação do selamento é o limite apical dado pelo CRT, que foi estabelecido como adequado entre 0,5mm além e 1,0 mm aquém. Comparando as médias de CRT, as técnicas obturadoras apresentaram média similar ($p < 0,05$), no entanto, o método de diagnóstico da radiografia periapical digital demonstrou limitações de imagem bidimensionais nas amostras sem coincidência do ápice anatômico com o forame apical (Vertucci, 2005, Pablo *et al.*, 2010, Malagnino *et al.*, 2011, Mortman, 2011).

Dentre os métodos para detecção de fendas apicais, a radiografia foi excluída vista a baixa especificidade. E o uso do OCT foi validado para observação de fendas de obturação apical, com altos valores de sensibilidade e especificidade, comparados ao método padrão μ CT. Tais resultados reforçam a forte correlação entre métodos micrométricos de análise de imagens encontrados por estudos de Majkut *et al.* (2015) e Minamino *et al.* (2015). Ressalta-se ainda que o OCT, opção tomográfica livre de radiação ionizante, tem alta resolução e velocidade de aquisição, com diversidade de aplicações clínicas na odontologia (Minamino *et al.* 2015).

Acredita-se que a menor especificidade do OCT, pode ser atribuída à interposição entre estruturas anatômicas, que resultavam em menor número de fendas dos que as visualizada através do μ CT, além de dimensões relativamente menores.

A técnica de condensação lateral apresentou maior número, bem como maior dimensão média do tamanho de fendas em relação às demais técnicas, corroborando com os estudos de Kierklo *et al.* (2015) e Ho *et al.* (2016). Observa-se ainda que as fendas decorrentes da técnica da condensação lateral apresentam maior valor médio em profundidade e largura, visto que o protocolo utiliza a de justa posição de cones de guta-percha de calibre ISO embebido por cimento (Schäfer *et al.*, 2012, Celikten *et al.*, 2015).

Os outros dois protocolos testados, a técnica do cone único e a termomecânica, preconizam a adaptação do cone principal de guta-percha similar ao instrumento memória dos procedimentos de preparo biomecânico (Versiani *et al.*, 2013), garantindo um selamento mais homogêneo com menor quantidade de cimento (De-Deus *et al.*, 2006, Pane *et al.*, 2012). Estatisticamente não houve diferença entre o número e

tamanho das fendas observadas entre as técnicas termomecânica e cone único. Bons resultados em técnicas termoplastificadas também foram encontradas por Antunes et al. (2015), Monticelli et al. (2007) e Hwang et al. (2005).

CONCLUSÃO

As técnicas de obturação não provocaram alterações no comprimento de trabalho. A técnica de condensação lateral foi à técnica que mostrou maior número de fendas. O OCT apresentou bons resultados para a visualização das fendas apicais na obturação, quando comparado ao μ CT, validando o uso do OCT para tal fim.

REFERÊNCIAS

- Berutti, E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Pasqualini D (2011) Effect of canal length and curvature on working length alteration with WaveOne reciprocating files. *Journal of endodontics*, **37**, 1687-1690.
- Cavenago BC, Duarte MAH, Ordinola-Zapata R, Marciano MA, del Carpio-Perochena AE, Bramante CM (2012) Interfacial adaptation of an epoxy-resin sealer and a self-etch sealer to root canal dentin using the System B or the single cone technique. *Braz Dent J* **23**, 205-211.
- Celikten B, Uzuntas C, Orhan AI, Tufenkci P, Misirli M, Demiral KO, Orhan K (2015) Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *Journal of Oral Science* **57**, 361-366.
- De-Deus G, Gurgel-Filho ED, Magalhaes KM, Coutinho-Filho T (2006). A laboratory analysis of gutta-percha-filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. *International Endodontic Journal* **39**, 378-383.
- Freire LG, Gavini G, Branco-Barletta F, Sanches-Cunha R, Santos M (2011). Microscopic computerized tomographic evaluation of root canal transportation prepared with twisted or ground nickel-titanium rotary instruments. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* **112**, e143-e148.
- Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, Santos M, Gavini G (2015) Micro-computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. *Endodontic journal* 1-7.
- Fujimoto JG. Optical coherence tomography for ultrahigh resolution *in vivo* imaging. *Nat Biotechnol* **21**, 1361-1367.

- Ho ESS, Chang, JWW, Cheung, GSP (2016). Quality of root canal fillings using three gutta-percha obturation techniques. *Restorative Dentistry & Endodontics*, **41**, 1660-1666.
- Jones R, Huynh G, Jones G, Fried D (2003). Near-infrared transillumination at 1310-nm for the imaging of early dental decay. *Optics Express*, **11**, 2259-2265.
- Jung, M., Lommel, D., & Klimek, J. (2005). The imaging of root canal obturation using micro-CT. *International endodontic journal*, **38**, 617-626.
- Kierklo, A., Tabor, Z., Pawińska, M., & Jaworska, M. (2014). A microcomputed tomography-based comparison of root canal filling quality following different instrumentation and obturation techniques. *Medical Principles and Practice*, *24*(1), 84-91.
- Kierklo A, Tabor Z, Petryniak R, Dohnalik M, Jaworska M (2014) Application of microcomputed tomography for quantitative analysis of dental root canal obturations. *Postepy Hig Med Dosw (Online)*, **68**, 310-315.
- Low AF, Tearney GJ, Bouma BE, Jang IK (2006). Technology insight: optical coherence tomography—current status and future development. *Nature Clinical Practice Cardiovascular Medicine*, **3**, 154-162.
- Marciano MA, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Del Carpio-Perochena A, Cavenago BC, & Villas-Bôas, M. H. (2012). Applications of micro-computed tomography in endodontic research. *Current Microscopy Contributions to Advances in Science and Technology* (A. Méndez-Vilas, Ed.).
- Maia A, Fonseca DD, Kyotoku BB, Gomes AS. (2010). Characterization of enamel in primary teeth by optical coherence tomography for assessment of dental caries. *International Journal of Paediatric Dentistry*, **20**, 158-164.
- Majkut P, Sadr A, Shimada Y, Sumi Y, Tagami J (2015) Validation of Optical Coherence Tomography against Micro-computed Tomography for Evaluation of Remaining Coronal Dentin Thickness. *Journal of endodontic*, **41**, 1349-1352.
- Malagnino, VA (2011). Hybrid Microseal/PacMac Obturation. *Dent Update*, **38**, 477-484.
- McSpadden, J. T. (1980). Self study course for the thermatic condensation of gutta-percha. *Toledo: Ransom and Randolph*.
- Minamino T, Mine A, Omiya K, Matsumoto M, Nakatani H, Iwashita T, Yatani H (2014). Nondestructive observation of teeth post core space using optical coherence tomography: a pilot study. *Journal of biomedical optics*, **19**.
- Minamino T, Mine A, Matsumoto M, Sugawa Y, Kabetani T, Higashi M, Yatani H. (2015). Nondestructive observation of teeth post core-space using optical coherence

tomography: comparison with microcomputed tomography and live images. *Journal of biomedical optics*, **20**.

Moeller L, Wenzel A, Wegge-Larsen AM, Ding M, Kirkevang LL (2013) Quality of root fillings performed with two root filling techniques. An in vitro study using micro-CT. *Acta Odontologica Scandinavica*, **71**, 689-696.

Mortman RE (2011). Technologic Advances in Endodontics. *Dent Clin*, **55**, 461–480.

Muliyar S, Shameem KA, Thankachan RP, Francis PG, Jayapalan CS, Hafiz KAA (2013). Microleakage in endodontics. *Journal of international oral health: JIOH*, **6**, 99-104.

Negrutiu ML, Sinescu C, Topala F, Rominu M, Markovic D (2009) Imaging of Defects at the Interface of Fiber by optical coherence tomography: comparison between 850 and 1280 nm. *Joun of Biomed*, **14**, 1-5.

Pablo OV, Estevez R, Sánchez MP, Heilborn C, Cohenca N (2010) Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. *J Endod*, **36**, 1919-1931.

Pane ES, Palamara JEA, Messer HH (2012) Behavior of resin-based endodontic sealer cements in thin and thick films. *Dent Mater*, **28**, 150-159.

Shilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dental Clinics of North America*, **11**, 723-744.

Shafer E, Nelius B, Burklein S (2012) A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. *Clin Oral Invest*, **16**, 225-30.

Shemesh, H, Van Soest G, Wu MK, Wesselink PR (2008). Diagnosis of vertical root fractures with optical coherence tomography. *Journal of endodontics*, **34**, 739-742.

Shemesh H, Van Soest G, Wu MK, Van der Sluis LW, Wesselink PR (2007) The ability of optical coherence tomography to characterize the root canal walls. *Journal of endodontics*, **33**, 1369-1373.

Shimada Y, Sadr A, Burrow MF, Tagami J, Ozawa N, Sumi Y (2010). Validation of swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) for the diagnosis of occlusal caries. *Journal of Dentistry*, **38**, 655-665.

Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Buruk K, Çelik D, Cora S, Serper A. (2009). Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary systems: a bacterial leakage study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, **108**, e129-e134.

Versiani MA, Leoni GB, Steier L, De-Deus G, Tassani S, Pécora JD, Sousa-Neto MD (2013) Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the

self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper Universal systems. *Journal of endodontics*, **39**, 1060-1066.

Vertucci FJ (2005) Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics*, **10**, 3-29.

Wu MK, Bud MG, Wesselink PR (2009) The quality of single cone and laterally compacted gutta-percha fillings in small and curved root canals as evidenced by bidirectional radiographs and fluid transport measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **108**, 946-951.

Considerações Finais

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados encontrados, observamos que o comprimento de trabalho estipulado não foi alterado por influência de nenhuma das técnicas de obturação, segundo a análise do μ CT, OCT e da radiografia digital. Logo, a metodologia de execução das técnicas de obturação em análise não altera o comprimento de trabalho estipulado pelo operador.

Nesta pesquisa o μ CT foi utilizado como padrão de referência para análise de fendas na região apical da obturação, apresentando o OCT uma boa correlação, verificado através de testes de sensibilidade e especificidade. Desta forma o OCT pode ser utilizado laboratorialmente como forma de observação de fendas e do ápice radicular de uma forma geral. A radiografia periapical digital foi utilizada como parâmetro clínico e não mostrou bons resultados nos testes de correlação.

No que se referem às fendas, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as técnicas de obturação em análise. As fendas foram encontradas em maior número e com maiores dimensões de comprimento e largura na técnica de obturação lateral. A região apical possui características anatômicas específicas, desta forma técnicas que utilizam um maior volume de guta-percha permitem um aparente melhor preenchimento do canal radicular, incluído a região apical.

Referências

REFERÊNCIAS

- BERUTTI E. et al. Effect of canal length and curvature on working length alteration with WaveOne reciprocating files. **J Endod**, v. 37, p. 1687-90, 2011 Cavenago, 2012
- CELIK TEN B. et al. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. **Journal of Oral Science**, v. 57, n. 4, p. 361-366, 2015.
- DE-DEUS G. et al. A laboratory analysis of guttapercha- filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. **Int Endod J**. v.39, n.5, p. 378-83, 2006
- FREIRE, L.G. et al. Microscopic computerized tomographic evaluation of root canal transportation prepared with twisted or ground nickel-titanium rotary instruments. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 112, n. 6, p. e143-e148, 2011.
- FREIRE, Laila Gonzales et al. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. **Journal of endodontics**, v. 41, n. 10, p. 1660-1666, 2015.
- FUJIMOTO, J.G. Optical coherence tomography for ultrahigh resolution *in vivo* imaging. **Nat Biotechnol**. v. 21, p. 1361–1367, 2003.
- GUPTA, Ruchi; DHINGRA, Anil; PANWAR, Nidhi R. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. **Journal of clinical and diagnostic research: JCDR**, v. 9, n. 8, p. ZC15, 2015.
- HARGREAVES K.M., COHEN S. Caminhos da Polpa 10ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- HO, E.S.S; CHANG, J.W.W.; CHEUNG, G.S.P. Quality of root canal fillings using three gutta-percha obturation techniques. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v. 41, 2016.
- JONES, Robert et al. Near-infrared transillumination at 1310-nm for the imaging of early dental decay. **Optics Express**, v. 11, n. 18, p. 2259-2265, 2003.
- JUNG M., LOMMEL D., KLIMEK, The imaging of root canal obturation using micro-CT. **Int Endod J**, v.38, p. 617-26, 2005.
- KIERKLO A. et al. Microcomputed Tomography-Based Comparison of Root Canal Filling Quality following Different Instrumentation and Obturation Techniques. **Med Princ Pract**, v. 24, p. 84-91, 2015.
- KIERKLO A., TABOR Z., PTRYNIAK R., DOHNALIK M., JAWORSKA M. Application of microcomputed tomography for quantitative analysis of dental root canal obturations. **Postep Hig Med Dosw**, v.68, p.310-15, 2014.

KIM, S.Y. et al. Quantitative microleakage analysis of root canal filling materials in single-rooted canals. **Scanning**, v. 37, n. 4, p. 237-245, 2015.

LEA C.S. et al. Comparison of the Obturation Density of Cold Lateral Compaction Versus Warm Vertical Compaction Using the Continuous Wave of Condensation Technique. **Journal of Endodontics**. v. 31, n. 1, 2005.

LOPES, H. P., SIQUEIRA JR, J. F. Endodontia: biologia e técnica. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2015.

LOW A.F. et al. Technology insight: optical coherence tomography— current status and future development. **Nat Clin Pract Cardiovasc Med**. v.3:154–62, 2006.

MAIA A.M.A. et al. Characterization of enamel in primary teeth by optical coherence tomography for assessment of dental caries. **Internl J of Paed Dent**, v.20, p. 158-64, 2010.

MC SPADDEN, J. T. Self study course for the thermatic condensation of gutta-percha. **Toledo: Ransom and Randolph**, 1980.

MAJKUT, P. et al. Validation of Optical Coherence Tomography against Micro-computed Tomography for Evaluation of Remaining Coronal Dentin Thickness. **Journal of endodontics**, v. 41, n. 8, p. 1349-1352, 2015.

MALAGNINO, Vito Antonio. Hybrid Microseal/PacMac Obturation. **Dent Update**, v. 38, p. 477-484, 2011.

MANDURAH, M.M. et al. Characterization of transparent dentin in attrited teeth using optical coherence tomography. **Lasers in medical science**, v. 30, n. 4, p. 1189-1196, 2015.

MARCIANO M.A. et al. Applications of micro-computed tomography in endodontic research. **Formatex Curret Microscopy Contributions to Advances in Science and Techonology**. p. 782-88, 2012.

MINAMINO et al. Non-destructive observation of teeth post-corespace using optical coherence tomography: a pilot study, *J. Biomed. Opt.* v. 19, n.4, 2014.

MINAMINO, Takuya et al. Nondestructive observation of teeth post core-space using optical coherence tomography: comparison with microcomputed tomography and live images. **Journal of biomedical optics**, v. 20, n. 10, p. 107001-107001, 2015.

MOLLER L. et al. Comparison of images from digital intraoral receptors and cone beam computed tomography scanning for detection of voids in root canal fillings: an in vitro study using micro-computed tomography as validation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 115, n. 6, 2013.

MORTMAN R.E., Technologic Advances in Endodontics. **Dent Clin**, v.55, p.461–480, 2011.

- MULIYAR S. et al. Microleakage in Endodontics. **J of Intern Oral Health**, v.6, n.6, p.99-104, 2014.
- NEGRUTIU M.L., SINESCU C., TOPALA F. ROMINU M., MARKOVIC D. et al. Imaging of Defects at the Interface of Fiber by optical coherence tomography: comparison between 850 and 1280 nm. **Joun of Biomed**, v.14, n. 2, p. 1-5, 2009.
- NIELSEN, R. Blake et al. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. **Journal of Endodontics**, v. 21, n. 11, p. 561-568, 1995.
- PABLO, Ó.V. et al. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 12, p. 1919-1931, 2010.
- PANE, E.S.; PALAMARA, J.E.A; MESSER, H.H. Behavior of resin-based endodontic sealer cements in thin and thick films. **Dental Materials**, v. 28, n. 9, p. e150-e159, 2012.
- PEDULLÀ E. et al. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. **Journal of Endodontics**, v.39, p. 258-61, 2013.
- PETERS, A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **Journal of endodontics**, v. 30, n. 8, p. 559-567, 2004.
- PETERS, A.; PAQUÉ, F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: A review. **Quintessence International**, v. 41, n. 6, 2010.
- SADR, Saeedeh et al. Microleakage of Single-Cone Gutta-Percha Obturation Technique in Combination with Different Types of Sealers. **Iranian endodontic journal**, v. 10, n. 3, p. 199, 2015.
- SCHÄFER, Edgar; NELIUS, Birthe; BÜRKLEIN, Sebastian. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. **Clinical oral investigations**, v. 16, n. 1, p. 225-230, 2012.
- SHAFER E.; NELIUS B.; BURKLEIN S. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. **Clin Oral Invest**, v. 16, p.225-30, 2012.
- SHEMESH H. et al. Diagnosis of Vertical Root Fractures with Optical Coherence Tomography. **J of Endod**, v.34, n.6, p.739-42, 2008.
- SHEMESH H. et al. The Ability of Optical Coherence Tomography to Characterize the Root Canal Walls. **J of Endod**, v.33, n.11, p. 1369-73, 2007
- SHILDER, H. Filling root canals in three dimensions. **Dental Clinics of North America**, v.11, n.5, p. 723-744, 1967.

SHIMADA, Y. et al. Validation of swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) for the diagnosis of occlusal caries. **Journal of Dentistry**, v. 38, n. 8, p. 655-665, 2010

SHIPPER, G.; TROPE, M. In vitro microbial leakage of endodontically treated teeth using new and standard obturation techniques. **Journal of Endodontics**, v. 30, n. 3, p. 154-158, 2004..

SOARES, I.J.; GOLDBERG, F. Endodoncia. Técnica y fundamentos. **Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana**, p. 34-63, 2002.

SOBHNAMAYAN, F. et al. Comparison of apical sealing ability of lateral condensation technique in room and body-simulated temperatures (An in vitro study). **Journal of Dentistry**, v. 14, n. 1, p. 25, 2013.

TASDEMIR T. et al. Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary systems: A bacterial leakage study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** v. 108, n.3, p. 130e-134e, 2009.

TEDESCO, Maybell et al. Adhesive interface and bond strength of endodontic sealers to root canal dentine after immersion in phosphate-buffered saline. **Microscopy research and technique**, v. 77, n. 12, p. 1015-1022, 2014.

VERSIANI M.A. et al. Micro-computed Tomography Study of Oval-shaped Canals Prepared with the Self-adjusting File, Reciproc, WaveOne and ProTaper Universal Systems. **J of Endod**, v.39, n.8, 2013.

VERTUCCI, Frank J. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. **Endodontic topics**, v. 10, n. 1, p. 3-29, 2005.

WU M.K., BUD M.G., WESSELINK P.R. The quality of single cone and laterally compacted gutta-percha fillings in small and curved root canals as evidenced by bidirectional radiographs and fluid transport measurements. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** v.108, n. 6, p. 946-51, 2009.

YARED, G. Canal preparation using one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **Int Endod J**, v.41, n.4, p.339-44, 2008.

YÜCEL, A.Ç. et al. Bacterial penetration after obturation with four different root canal sealers. **Journal of endodontics**, v. 32, n. 9, p. 890-893, 2006.

Appendice

APÊNDICE A - INSTRUMENTO DE PESQUISA

Grupo 1: Condensação lateral				
Identificação	Instrumento Reciproc	Comprimento de trabalho	Espaçador utilizado	Cone
G1 - 1				
G1 - 2				
G1 - 3				
G1 - 4				
G1 - 5				
G1 - 6				
G1 - 7				
G1 - 8				
G1 - 9				
G1 - 10				
G1 - 11				
G1 - 12				
G1 - 13				
G1 - 14				
G1 - 15				

Grupo 2: Compactação Termomecânica			
Identificação	Instrumento Reciproc	Comprimento de trabalho	Cone
G2 - 1			
G2 - 2			
G2 - 3			
G2 - 4			
G2 - 5			
G2 - 6			
G2 - 7			
G2 - 8			

G2 -9			
G2- 10			
G2 - 11			
G2 – 12			
G2 – 13			
G2 - 14			
G2 - 15			

Grupo 3: Cone único			
Identificação	Instrumento Reciproc	Comprimento de trabalho	Cone
G3 - 1			
G3 - 2			
G3 - 3			
G3 - 4			
G3 - 5			
G3 - 6			
G3 - 7			
G3 - 8			
G3 -9			
G3- 10			
G3 - 11			
G3 – 12			
G3 – 13			
G3 - 14			
G3 - 15			

Anexos

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS – CEP/UEPB



COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER DO RELATOR: (02)

Número do Parecer: 51498015.7.0000.5187

Título: *Análise comparativa do selamento apical endodôntico através do micro TC e da tomografia por coerência óptica.*

Data da relatoria: 09 de dezembro de 2015

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo experimental *in vitro*. Será desenvolvido em três instituições: 1) UEPB – departamento de Odontologia, a fim de realizar o preparo e obturação endodôntica da amostra; 2) UFPE – Laboratório de Fotônica e Biofotônica, do Departamento de Física da UFPE, aonde serão realizadas as análises no Tomógrafo de Coerência óptica e o Laboratório de Tomografia Computadorizada (LTC) do Núcleo de Ensaio não destrutivo de aplicações de Raios –X (NENDARX) do Departamento de energia Nuclear da UFPE, onde serão realizadas as microtomografias; 3) Associação Brasileira de Odontologia –Seção paraíba (ABO/PB) onde serão realizadas as radiografias digitais prévias das amostras. Serão selecionados 51 pré-molares inferiores com raízes completamente formadas, canal radicular único e relativamente reto, adotando como critérios de exclusão a presença de nódulos pulpares, reabsorção interna, tratamento endodôntico prévio ou fratura radicular. Estes dentes serão obtidos através de doação de um cirurgião-dentista. Posteriormente a superfície radicular será limpa com auxílio de cureta periodontal, esterilizados em autoclave e armazenado em soro fisiológico.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar comparativamente o aspecto de selamento apical promovido por três técnicas obturadoras utilizadas em sistema recíprocante por meio do TCO e do Micro TC.

Avaliação dos Riscos e Benefícios: O presente estudo não gerará riscos à outrem, por se tratar de um estudo *in vitro* onde o ambiente é controlado e foram doados após indicação de exodontias. Os dentes humanos que serão utilizados estarão devidamente limpos e estéreis e o operador utilizará equipamentos de proteção individual (EPI) em seu manuseio. Os achados desta pesquisa colaborarão para mensurar a eficiência destes aparelhos na visualização das regiões apicais e a aderência dos materiais restauradores nas mesmas. Sendo assim, a utilidade ou não destes aparelhos e a escolha da melhor técnica de obturação poderão trazer benefícios para a população.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: Sendo o protocolo de pesquisa um conjunto de documentos contemplando a descrição de pesquisa em seus aspectos fundamentais o atual projeto, atende assim aos critérios e diretrizes da Resolução 466/12 do CNS/MS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O pesquisador apresenta todos os termos exigidos para a realização da pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: Diante do exposto, sou de parecer Aprovado, salvo melhor juízo.

Situação do parecer:

Aprovado()

Pendente ()

Retirado () – quando após um parecer de pendente decorrem 60 dias e não houver procura por parte do pesquisador no CEP que o avaliou.

Não Aprovado ()

Cancelado () - Antes do recrutamento dos sujeitos de pesquisa.

ANEXO B – NORMAS PARA SUBMISSÃO DO ARTIGO

Internacional Endodontic Journal

Author Guidelines

Content of Author Guidelines: 1. General, 2. Ethical Guidelines, 3. Manuscript Submission Procedure, 4. Manuscript Types Accepted, 5. Manuscript Format and Structure, 6. After Acceptance

Useful Websites: [Articles published in *International Endodontic Journal*](#), Author Services, Wiley's Ethical Guidelines, Guidelines for Figures

The journal to which you are submitting your manuscript employs a plagiarism detection system. By submitting your manuscript to this journal you accept that your manuscript may be screened for plagiarism against previously published works.



1. GENERAL

International Endodontic Journal publishes original scientific articles, reviews, clinical articles and case reports in the field of Endodontology; the branch of dental sciences dealing with health, injuries to and diseases of the pulp and periradicular region, and their relationship with systemic well-being and health. Original scientific articles are published in the areas of biomedical science, applied materials science, bioengineering, epidemiology and social science relevant to endodontic disease and its management, and to the restoration of root-treated teeth. In addition, review articles, reports of clinical cases, book reviews, summaries and abstracts of scientific meetings and news items are accepted.

Please read the instructions below carefully for details on the submission of manuscripts, the journal's requirements and standards as well as information concerning the procedure after a manuscript has been accepted for publication in *International Endodontic Journal*. Authors are encouraged to visit for further information on the preparation and submission of articles and figures.

2. ETHICAL GUIDELINES

International Endodontic Journal adheres to the below ethical guidelines for publication and research.

2.1. Authorship and Acknowledgements

Authors submitting a paper do so on the understanding that the manuscript has been read and approved by all authors and that all authors agree to the submission of the manuscript to the Journal.

International Endodontic Journal adheres to the definition of authorship set up by The International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). According to the ICMJE, authorship criteria should be based on 1) substantial contributions to conception and design of, or acquisition of data or analysis and interpretation of data, 2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content and 3) final approval of the version to be published. Authors should meet conditions 1, 2 and 3.

Acknowledgements: Under acknowledgements please specify contributors to the article other than the authors accredited. Please also include specifications of the source of funding for the study and any potential conflict of interests if appropriate. Please find more information on the conflict of interest form in section 2.6.

2.2. Ethical Approvals

Experimentation involving human subjects will only be published if such research has been conducted in full accordance with ethical principles, including the World Medical Association Declaration of Helsinki (version 2008) and the additional requirements, if any, of the country where the research has been carried out. Manuscripts must be accompanied by a statement that the experiments were undertaken with the understanding and written consent of each subject and according to the above mentioned principles. A statement regarding the fact that the study has been independently reviewed and approved by an ethical board should also be included. Editors reserve the right to reject papers if there are doubts as to whether appropriate procedures have been used.

When experimental animals are used the methods section must clearly indicate that adequate measures were taken to minimize pain or discomfort. Experiments should be carried out in accordance with the Guidelines laid down by the National Institute of Health (NIH) in the USA regarding the care and use of animals for experimental procedures or with the European Communities Council Directive of 24 November 1986 (86/609/EEC) and in accordance with local laws and regulations.

All studies using human or animal subjects should include an explicit statement in the Material and Methods section identifying the review and ethics committee approval for each study. The authors **MUST** upload a copy of the ethical approval letter when submitting their manuscript. Editors reserve the right to reject papers if there is doubt as to whether appropriate procedures have been used.

2.3 Clinical Trials

2.3.1 Randomised control clinical trials

Randomised control clinical trials should be reported using the guidelines available at www.consort-statement.org. A CONSORT checklist and flow diagram (as a Figure) should also be included in the submission material. It is also mandatory for all authors submitting clinical trial manuscripts to *The International Endodontic Journal* to ensure that the trial is registered in any of the following free, public clinical trials

registries: www.clinicaltrials.gov and <http://isrctn.org/>. The clinical trial registration number and name of the trial register will then be published with the paper.

2.3.2 Epidemiological observational trials

Submitting authors of epidemiological human observations studies are required to review and submit a 'strengthening the reporting of observational studies in Epidemiology' (STROBE) checklist and statement. Compliance with this should be detailed in the materials and methods section. (www.strobe-statement.org)

2.4 Systematic Reviews

Systematic reviews should be reported using the PRISMA guidelines available at <http://prisma-statement.org/>. A PRISMA checklist and flow diagram (as a Figure) should also be included in the submission material.

2.5 DNA Sequences and Crystallographic Structure Determinations

Papers reporting protein or DNA sequences and crystallographic structure determinations will not be accepted without a Genbank or Brookhaven accession number, respectively. Other supporting data sets must be made available on the publication date from the authors directly.

2.6 Conflict of Interest and Source of Funding

International Endodontic Journal requires that all authors (both the corresponding author and co-authors) disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or relationship, financial or otherwise that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or indirectly related to the work that the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include but are not limited to patent or stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company. If authors are unsure whether a past or present affiliation or relationship should be disclosed in the manuscript, please contact the editorial office atiejeditor@cardiff.ac.uk. The existence of a conflict of interest does not preclude publication in this journal.

The above policies are in accordance with the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals produced by the International Committee of Medical Journal Editors (<http://www.icmje.org/>).

It is the responsibility of the corresponding author to have all authors of a manuscript fill out a conflict of interest disclosure form, and to upload all forms together with the manuscript on submission. The disclosure statement should be included under Acknowledgements. Please find the form below:

Conflict of Interest Disclosure Form

2.7 Appeal of Decision

The decision on a paper is final and cannot be appealed.

2.8 Permissions

If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publishers.

2.8 Copyright Assignment

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper. Your article cannot be published until this has been done.

For authors choosing OnlineOpen

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial - No Derivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author

Services http://exchanges.wiley.com/authors/faqs---copyright-_301.html and

visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>.

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by certain funders [e.g. The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science Fund (FWF)] you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with Wellcome Trust and Research Councils UK requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

3. OnlineOpen

OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see

http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at:

https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

3.1 MANUSCRIPT SUBMISSION PROCEDURE

Manuscripts should be submitted electronically via the online submission site <http://mc.manuscriptcentral.com/iej>. The use of an online submission and peer review site enables immediate distribution of manuscripts and consequentially speeds up the review process. It also allows authors to track the status of their own manuscripts. Complete instructions for submitting a paper is available online and below. Further assistance can be obtained from iejeditor@cardiff.ac.uk.

3.2. Getting Started

- Launch your web browser (supported browsers include Internet Explorer 5.5 or higher, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4 or higher) and go to the journal's online Submission Site: <http://mc.manuscriptcentral.com/iej>
- Log-in, or if you are a new user, click on 'register here'.
- If you are registering as a new user.
 - After clicking on 'register here', enter your name and e-mail information and click 'Next'. Your e-mail information is very important.
 - Enter your institution and address information as appropriate, and then click 'Next.'
 - Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID), and then select your areas of expertise. Click 'Finish'.
- If you are registered, but have forgotten your log in details, please enter your e-mail address under 'Password Help'. The system will send you an automatic user ID and a new temporary password.
- Log-in and select 'Author Centre '

3.3. Submitting Your Manuscript

- After you have logged into your 'Author Centre', submit your manuscript by clicking on the submission link under 'Author Resources'.
- Enter data and answer questions as appropriate. You may copy and paste directly from your manuscript and you may upload your pre-prepared covering letter.
- Click the 'Next' button on each screen to save your work and advance to the next screen.
- You are required to upload your files.
 - Click on the 'Browse' button and locate the file on your computer.
 - Select the designation of each file in the drop down next to the Browse button.
 - When you have selected all files you wish to upload, click the 'Upload Files' button.
- Review your submission (in HTML and PDF format) before completing your

submission by sending it to the Journal. Click the 'Submit' button when you are finished reviewing.

3.4. Manuscript Files Accepted

Manuscripts should be uploaded as Word (.doc) or Rich Text Format (.rft) files (not write-protected) plus separate figure files. GIF, JPEG, PICT or Bitmap files are acceptable for submission, but only high-resolution TIF or EPS files are suitable for printing. The files will be automatically converted to HTML and PDF on upload and will be used for the review process. The text file must contain the abstract, main text, references, tables, and figure legends, but no embedded figures or Title page. The Title page should be uploaded as a separate file. In the main text, please reference figures as for instance 'Figure 1', 'Figure 2' etc to match the tag name you choose for the individual figure files uploaded. Manuscripts should be formatted as described in the Author Guidelines below.

3.5. Blinded Review

Manuscript that do not conform to the general aims and scope of the journal will be returned immediately without review. All other manuscripts will be reviewed by experts in the field (generally two referees). International Endodontic Journal aims to forward referees' comments and to inform the corresponding author of the result of the review process. Manuscripts will be considered for fast-track publication under special circumstances after consultation with the Editor.

International Endodontic Journal uses double blinded review. The names of the reviewers will thus not be disclosed to the author submitting a paper and the name(s) of the author(s) will not be disclosed to the reviewers.

To allow double blinded review, please submit (upload) your main manuscript and title page as separate files.

Please upload:

- Your manuscript without title page under the file designation 'main document'
- Figure files under the file designation 'figures'
- The title page and Acknowledgements where applicable, should be uploaded under the file designation 'title page'

All documents uploaded under the file designation 'title page' will not be viewable in the html and pdf format you are asked to review in the end of the submission process. The files viewable in the html and pdf format are the files available to the reviewer in the review process.

3.6. Suspension of Submission Mid-way in the Submission Process

You may suspend a submission at any phase before clicking the 'Submit' button and save it to submit later. The manuscript can then be located under 'Unsubmitted Manuscripts' and you can click on 'Continue Submission' to continue your submission when you choose to.

3.7. E-mail Confirmation of Submission

After submission you will receive an e-mail to confirm receipt of your manuscript. If

you do not receive the confirmation e-mail after 24 hours, please check your e-mail address carefully in the system. If the e-mail address is correct please contact your IT department. The error may be caused by some sort of spam filtering on your e-mail server. Also, the e-mails should be received if the IT department adds our e-mail server (uranus.scholarone.com) to their whitelist.

3.8. Manuscript Status

You can access ScholarOne Manuscripts any time to check your 'Author Centre' for the status of your manuscript. The Journal will inform you by e-mail once a decision has been made.

3.9. Submission of Revised Manuscripts

To submit a revised manuscript, locate your manuscript under 'Manuscripts with Decisions' and click on 'Submit a Revision'. Please remember to delete any old files uploaded when you upload your revised manuscript.

4. MANUSCRIPT TYPES ACCEPTED

Original Scientific Articles: must describe significant and original experimental observations and provide sufficient detail so that the observations can be critically evaluated and, if necessary, repeated. Original Scientific Articles must conform to the highest international standards in the field.

Review Articles: are accepted for their broad general interest; all are refereed by experts in the field who are asked to comment on issues such as timeliness, general interest and balanced treatment of controversies, as well as on scientific accuracy. Reviews should generally include a clearly defined search strategy and take a broad view of the field rather than merely summarizing the authors' own previous work. Extensive or unbalanced citation of the authors' own publications is discouraged.

Mini Review Articles: are accepted to address current evidence on well-defined clinical, research or methodological topics. All are refereed by experts in the field who are asked to comment on timeliness, general interest, balanced treatment of controversies, and scientific rigor. A clear research question, search strategy and balanced synthesis of the evidence is expected. Manuscripts are limited in terms of word-length and number of figures.

Clinical Articles: are suited to describe significant improvements in clinical practice such as the report of a novel technique, a breakthrough in technology or practical approaches to recognised clinical challenges. They should conform to the highest scientific and clinical practice standards.

Case Reports: illustrating unusual and clinically relevant observations are acceptable but they must be of sufficiently high quality to be considered worthy of publication in the Journal. On rare occasions, completed cases displaying non-obvious solutions to significant clinical challenges will be considered. Illustrative material must be of the highest quality and healing outcomes, if appropriate, should be demonstrated.

Supporting Information: *International Endodontic Journal* encourages submission of adjuncts to printed papers via the supporting information website (see submission of supporting information below). It is encouraged that authors wishing to describe novel procedures or illustrate cases more fully with figures and/or video may wish to utilise this facility.

Letters to the Editor: are also acceptable.

Meeting Reports: are also acceptable.

5. MANUSCRIPT FORMAT AND STRUCTURE

5.1. Format

Language: The language of publication is English. It is preferred that manuscript is professionally edited. A list of independent suppliers of editing services can be found at http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication

Presentation: Authors should pay special attention to the presentation of their research findings or clinical reports so that they may be communicated clearly. Technical jargon should be avoided as much as possible and clearly explained where its use is unavoidable. Abbreviations should also be kept to a minimum, particularly those that are not standard. The background and hypotheses underlying the study, as well as its main conclusions, should be clearly explained. Titles and abstracts especially should be written in language that will be readily intelligible to any scientist.

Abbreviations: *International Endodontic Journal* adheres to the conventions outlined in *Units, Symbols and Abbreviations: A Guide for Medical and Scientific Editors and Authors*. When non-standard terms appearing 3 or more times in the manuscript are to be abbreviated, they should be written out completely in the text when first used with the abbreviation in parenthesis.

5.2. Structure

All manuscripts submitted to *International Endodontic Journal* should include Title Page, Abstract, Main Text, References and Acknowledgements, Tables, Figures and Figure Legends as appropriate

Title Page: The title page should bear: (i) Title, which should be concise as well as descriptive; (ii) Initial(s) and last (family) name of each author; (iii) Name and address of department, hospital or institution to which work should be attributed; (iv) Running title (no more than 30 letters and spaces); (v) No more than six keywords (in

alphabetical order); (vi) Name, full postal address, telephone, fax number and e-mail address of author responsible for correspondence.

Abstract for Original Scientific Articles should be no more than 250 words giving details of what was done using the following structure:

- **Aim:** Give a clear statement of the main aim of the study and the main hypothesis tested, if any.
- **Methodology:** Describe the methods adopted including, as appropriate, the design of the study, the setting, entry requirements for subjects, use of materials, outcome measures and statistical tests.
- **Results:** Give the main results of the study, including the outcome of any statistical analysis.
- **Conclusions:** State the primary conclusions of the study and their implications. Suggest areas for further research, if appropriate.

Abstract for Review Articles should be non-structured of no more than 250 words giving details of what was done including the literature search strategy.

Abstract for Mini Review Articles should be non-structured of no more than 250 words, including a clear research question, details of the literature search strategy and clear conclusions.

Abstract for Case Reports should be no more than 250 words using the following structure:

- **Aim:** Give a clear statement of the main aim of the report and the clinical problem which is addressed.
- **Summary:** Describe the methods adopted including, as appropriate, the design of the study, the setting, entry requirements for subjects, use of materials, outcome measures and analysis if any.
- **Key learning points:** Provide up to 5 short, bullet-pointed statements to highlight the key messages of the report. All points must be fully justified by material presented in the report.

Abstract for Clinical Articles should be no more than 250 words using the following structure:

- **Aim:** Give a clear statement of the main aim of the report and the clinical problem which is addressed.
- **Methodology:** Describe the methods adopted.
- **Results:** Give the main results of the study.
- **Conclusions:** State the primary conclusions of the study.

Main Text of Original Scientific Article should include Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion and Conclusion

Introduction: should be focused, outlining the historical or logical origins of the study and gaps in knowledge. Exhaustive literature reviews are not appropriate. It should close with the explicit statement of the specific aims of the investigation, or hypothesis to be tested.

Material and Methods: must contain sufficient detail such that, in combination with the references cited, all clinical trials and experiments reported can be fully reproduced.

(i) *Clinical Trials* should be reported using the CONSORT guidelines available at www.consort-statement.org. A CONSORT checklist and flow diagram (as a Figure) should also be included in the submission material.

(ii) *Experimental Subjects:* experimentation involving human subjects will only be published if such research has been conducted in full accordance with ethical principles, including the World Medical Association Declaration of Helsinki (version 2008) and the additional requirements, if any, of the country where the research has been carried out. Manuscripts must be accompanied by a statement that the experiments were undertaken with the understanding and written consent of each subject and according to the above mentioned principles. A statement regarding the fact that the study has been independently reviewed and approved by an ethical board should also be included. Editors reserve the right to reject papers if there are doubts as to whether appropriate procedures have been used.

When experimental animals are used the methods section must clearly indicate that adequate measures were taken to minimize pain or discomfort. Experiments should be carried out in accordance with the Guidelines laid down by the National Institute of Health (NIH) in the USA regarding the care and use of animals for experimental procedures or with the European Communities Council Directive of 24 November 1986 (86/609/EEC) and in accordance with local laws and regulations.

All studies using human or animal subjects should include an explicit statement in the Material and Methods section identifying the review and ethics committee approval for each study, if applicable. Editors reserve the right to reject papers if there is doubt as to whether appropriate procedures have been used.

(iii) *Suppliers:* Suppliers of materials should be named and their location (Company, town/city, state, country) included.

Results: should present the observations with minimal reference to earlier literature or to possible interpretations. Data should not be duplicated in Tables and Figures.

Discussion: may usefully start with a brief summary of the major findings, but repetition of parts of the abstract or of the results section should be avoided. The Discussion section should progress with a review of the methodology before discussing the results in light of previous work in the field. The Discussion should end with a brief

conclusion and a comment on the potential clinical relevance of the findings. Statements and interpretation of the data should be appropriately supported by original references.

Conclusion: should contain a summary of the findings.

Main Text of Review Articles should be divided into Introduction, Review and Conclusions. The Introduction section should be focused to place the subject matter in context and to justify the need for the review. The Review section should be divided into logical sub-sections in order to improve readability and enhance understanding. Search strategies must be described and the use of state-of-the-art evidence-based systematic approaches is expected. The use of tabulated and illustrative material is encouraged. The Conclusion section should reach clear conclusions and/or recommendations on the basis of the evidence presented.

Main Text of Mini Review Articles should be divided into Introduction, Review and Conclusions. The Introduction section should briefly introduce the subject matter and justify the need and timeliness of the literature review. The Review section should be divided into logical sub-sections to enhance readability and understanding and may be supported by up to 5 tables and figures. Search strategies must be described and the use of state-of-the-art evidence-based systematic approaches is expected. The Conclusions section should present clear statements/recommendations and suggestions for further work. The manuscript, including references and figure legends should not normally exceed 4000 words.

Main Text of Clinical Reports and Clinical Articles should be divided into Introduction, Report, Discussion and Conclusion,. They should be well illustrated with clinical images, radiographs, diagrams and, where appropriate, supporting tables and graphs. However, all illustrations must be of the highest quality

Acknowledgements: *International Endodontic Journal* requires that all sources of institutional, private and corporate financial support for the work within the manuscript must be fully acknowledged, and any potential conflicts of interest noted. Grant or contribution numbers may be acknowledged, and principal grant holders should be listed. Acknowledgments should be brief and should not include thanks to anonymous referees and editors. See also above under Ethical Guidelines.

5.3. References

It is the policy of the Journal to encourage reference to the original papers rather than to literature reviews. Authors should therefore keep citations of reviews to the absolute minimum.

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting. The EndNote reference style can be obtained upon request to the editorial office (iejeditor@cardiff.ac.uk). Reference Manager reference styles can be searched for here: www.refman.com/support/rmstyles.asp

In the text: single or double authors should be acknowledged together with the year of publication, e.g. (Pitt Ford & Roberts 1990). If more than two authors the first author followed by *et al.* is sufficient, e.g. (Tobias *et al.* 1991). If more than 1 paper is cited the references should be in year order and separated by "," e.g. (Pitt Ford & Roberts 1990, Tobias *et al.* 1991).

Reference list: All references should be brought together at the end of the paper in alphabetical order and should be in the following form.

- (i) Names and initials of up to six authors. When there are seven or more, list the first three and add *et al.*
- (ii) Year of publication in parentheses
- (iii) Full title of paper followed by a full stop (.)
- (iv) Title of journal in full (in italics)
- (v) Volume number (bold) followed by a comma (,)
- (vi) First and last pages

Examples of correct forms of reference follow:

Standard journal article

Bergenholtz G, Nagaoka S, Jontell M (1991) Class II antigen-expressing cells in experimentally induced pulpitis. *International Endodontic Journal* **24**, 8-14.

Corporate author

British Endodontic Society (1983) Guidelines for root canal treatment. *International Endodontic Journal* **16**, 192-5.

Journal supplement

Frumin AM, Nussbaum J, Esposito M (1979) Functional asplenia: demonstration of splenic activity by bone marrow scan (Abstract). *Blood* **54** (Suppl. 1), 26a.

Books and other monographs

Personal author(s)

Gutmann J, Harrison JW (1991) *Surgical Endodontics*, 1st edn Boston, MA, USA: Blackwell Scientific Publications.

Chapter in a book

Wesselink P (1990) Conventional root-canal therapy III: root filling. In: Harty FJ, ed. *Endodontics in Clinical Practice*, 3rd edn; pp. 186-223. London, UK: Butterworth.

Published proceedings paper

DuPont B (1974) Bone marrow transplantation in severe combined immunodeficiency with an unrelated MLC compatible donor. In: White HJ, Smith R, eds. Proceedings of the Third Annual Meeting of the International Society for Experimental Rematology; pp. 44-46. Houston, TX, USA: International Society for Experimental Hematology.

Agency publication

Ranofsky AL (1978) *Surgical Operations in Short-Stay Hospitals: United States-1975*. DHEW publication no. (PHS) 78-1785 (Vital and Health Statistics; Series 13; no. 34.) Hyattsville, MD, USA: National Centre for Health Statistics.8

Dissertation or thesis

Saunders EM (1988) *In vitro and in vivo investigations into root-canal obturation using thermally softened gutta-percha techniques (PhD Thesis)*. Dundee, UK: University of Dundee.

URLs

Full reference details must be given along with the URL, i.e. authorship, year, title of document/report and URL. If this information is not available, the reference should be removed and only the web address cited in the text.

Smith A (1999) *Select committee report into social care in the community [WWW document]*. URL <http://www.dhss.gov.uk/reports/report015285.html> [accessed on 7 November 2003]

5.4. Tables, Figures and Figure Legends

Tables: Tables should be double-spaced with no vertical rulings, with a single bold ruling beneath the column titles. Units of measurements must be included in the column title.

Figures: All figures should be planned to fit within either 1 column width (8.0 cm), 1.5 column widths (13.0 cm) or 2 column widths (17.0 cm), and must be suitable for photocopy reproduction from the printed version of the manuscript. Lettering on figures should be in a clear, sans serif typeface (e.g. Helvetica); if possible, the same typeface should be used for all figures in a paper. After reduction for publication, upper-case text and numbers should be at least 1.5-2.0 mm high (10 point Helvetica). After reduction, symbols should be at least 2.0-3.0 mm high (10 point). All half-tone photographs should be submitted at final reproduction size. In general, multi-part figures should be arranged as they would appear in the final version. Reduction to the scale that will be used on the page is not necessary, but any special requirements (such as the separation distance of stereo pairs) should be clearly specified.

Unnecessary figures and parts (panels) of figures should be avoided: data presented in small tables or histograms, for instance, can generally be stated briefly in the text instead. Figures should not contain more than one panel unless the parts are logically connected; each panel of a multipart figure should be sized so that the whole figure can be reduced by the same amount and reproduced on the printed page at the smallest size at which essential details are visible.

Figures should be on a white background, and should avoid excessive boxing, unnecessary colour, shading and/or decorative effects (e.g. 3-dimensional skyscraper histograms) and highly pixelated computer drawings. The vertical axis of histograms

should not be truncated to exaggerate small differences. The line spacing should be wide enough to remain clear on reduction to the minimum acceptable printed size.

Figures divided into parts should be labelled with a lower-case, boldface, roman letter, a, b, and so on, in the same typesize as used elsewhere in the figure. Lettering in figures should be in lower-case type, with the first letter capitalized. Units should have a single space between the number and the unit, and follow SI nomenclature or the nomenclature common to a particular field. Thousands should be separated by a thin space (1 000). Unusual units or abbreviations should be spelled out in full or defined in the legend. Scale bars should be used rather than magnification factors, with the length of the bar defined in the legend rather than on the bar itself. In general, visual cues (on the figures themselves) are preferred to verbal explanations in the legend (e.g. broken line, open red triangles etc.)

Figure legends: Figure legends should begin with a brief title for the whole figure and continue with a short description of each panel and the symbols used; they should not contain any details of methods.

Permissions: If all or part of previously published illustrations are to be used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. This is the responsibility of the authors before submission.

Preparation of Electronic Figures for Publication: Although low quality images are adequate for review purposes, print publication requires high quality images to prevent the final product being blurred or fuzzy. Submit EPS (lineart) or TIFF (halftone/photographs) files only. MS PowerPoint and Word Graphics are unsuitable for printed pictures. Do not use pixel-oriented programmes. Scans (TIFF only) should have a resolution of 300 dpi (halftone) or 600 to 1200 dpi (line drawings) in relation to the reproduction size (see below). EPS files should be saved with fonts embedded (and with a TIFF preview if possible). For scanned images, the scanning resolution (at final image size) should be as follows to ensure good reproduction: lineart: >600 dpi; half-tones (including gel photographs): >300 dpi; figures containing both halftone and line images: >600 dpi.

Further information can be obtained at Wiley Blackwell's guidelines for figures:<http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.

Check your electronic artwork before submitting
it:<http://authorservices.wiley.com/bauthor/eachecklist.asp>.

5.5. Supporting Information

Publication in electronic formats has created opportunities for adding details or whole sections in the electronic version only. Authors need to work closely with the editors in developing or using such new publication formats.

Supporting information, such as data sets or additional figures or tables, that will not be published in the print edition of the journal, but which will be viewable via the online edition, can be submitted. It should be clearly stated at the time of submission that the supporting information is intended to be made available through the online edition. If the size or format of the supporting information is such that it cannot be accommodated on the journal's website, the author agrees to make the supporting information available free of charge on a permanent Web site, to which links will be set up from the journal's website. The author must advise Wiley Blackwell if the URL of the website where the supporting information is located changes. The content of the supporting information must not be altered after the paper has been accepted for publication.

The availability of supporting information should be indicated in the main manuscript by a paragraph, to appear after the References, headed 'Supporting Information' and providing titles of figures, tables, etc. In order to protect reviewer anonymity, material posted on the authors Web site cannot be reviewed. The supporting information is an integral part of the article and will be reviewed accordingly.

Preparation of Supporting Information: Although provision of content through the web in any format is straightforward, supporting information is best provided either in web-ready form or in a form that can be conveniently converted into one of the standard web publishing formats:

- Simple word-processing files (.doc or .rtf) for text.
- PDF for more complex, layout-dependent text or page-based material. Acrobat files can be distilled from Postscript by the Publisher, if necessary.
- GIF or JPEG for still graphics. Graphics supplied as EPS or TIFF are also acceptable.
- MPEG or AVI for moving graphics.

Subsequent requests for changes are generally unacceptable, as for printed papers. A charge may be levied for this service.

Video Imaging: For the on-line version of the Journal the submission of illustrative video is encouraged. Authors proposing the use such media should consult with the Editor during manuscript preparation.

6. AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of a paper for publication, the manuscript will be forwarded to the Production Editor who is responsible for the production of the journal.

6.1. Figures

Hard copies of all figures and tables are required when the manuscript is ready for publication. These will be requested by the Editor when required. Each Figure copy should be marked on the reverse with the figure number and the corresponding author's name.

6.2 Proof Corrections

The corresponding author will receive an email alert containing a link to a web site. A working email address must therefore be provided for the corresponding author. The proof can be downloaded as a PDF (portable document format) file from this site. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following Web site: This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Hard copy proofs will be posted if no e-mail address is available; in your absence, please arrange for a colleague to access your e-mail to retrieve the proofs. Proofs must be returned to the Production Editor within three days of receipt. As changes to proofs are costly, we ask that you only correct typesetting errors. Excessive changes made by the author in the proofs, excluding typesetting errors, will be charged separately. Other than in exceptional circumstances, all illustrations are retained by the publisher. Please note that the author is responsible for all statements made in his work, including changes made by the copy editor.

6.3 Early Online Publication Prior to Print

International Endodontic Journal is covered by Wiley Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article.

6.4 Online Production Tracking

Online production tracking is available for your article through Blackwell's Author Services. Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

6.5 Author Material Archive Policy

Please note that unless specifically requested, Wiley Blackwell will dispose of all hardcopy or electronic material submitted two months after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production

editor as soon as possible.

6.6 Offprints

Free access to the final PDF offprint of your article will be available via Author Services only. Please therefore sign up for Author Services if you would like to access your article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers.

Additional paper offprints may be ordered online. Please click on the following link, fill in the necessary details and ensure that you type information in all of the required fields: [Offprint Cosprinters](#) If you have queries about offprints please email offprint@cosprinters.com

The corresponding author will be sent complimentary copies of the issue in which the paper is published (one copy per author).

6.7 Author Services

For more substantial information on the services provided for authors, please see Wiley Blackwell Author Services

6.8 Note to NIH Grantees: Pursuant to NIH mandate, Wiley Blackwell will post the accepted version of contributions authored by NIH grant-holders to PubMed Central upon acceptance. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see www.wiley.com/go/nihmandate

7 Guidelines for reporting of DNA microarray data

The *International Endodontic Journal* gives authors notice that, with effect from 1st January 2011, submission to the *International Endodontic Journal* requires the reporting of microarray data to conform to the MIAME guidelines. After this date, submissions will be assessed according to MIAME standards. The complete current guidelines are available at http://www.mged.org/Workgroups/MIAME/miame_2.0.html. Also, manuscripts will be published only after the complete data has been submitted into the public repositories, such as GEO (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>) or ArrayExpress (http://www.ebi.ac.uk/microarray/submissions_overview.html), in MIAME compliant format, with the data accession number (the identification number of the data set in the database) quoted in the manuscript. Both databases are committed to keeping the data private until the associated manuscript is published, if requested.

Prospective authors are also encouraged to search for previously published microarray data with relevance to their own data, and to report whether such data exists. Furthermore, they are encouraged to use the previously published data for qualitative and/or quantitative comparison with their own data, whenever suitable. To fully acknowledge the original work, an appropriate reference should be given not only to the database in question, but also to the original article in which the data was first published. This open approach will increase the availability and use of these large-scale data sets and improve the reporting and interpretation of the findings, and in increasing

the comprehensive understanding of the physiology and pathology of endodontically related tissues and diseases, result eventually in better patient care.