

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

LUCILA PIASECKI

**AVALIAÇÃO *IN VIVO* DA PRECISÃO DO ROOT ZX II EM LOCALIZAR O
FORAME EM DENTES COM PERIODONTITE APICAL**

CURITIBA

2011

LUCILA PIASECKI

**AVALIAÇÃO *IN VIVO* DA PRECISÃO DO ROOT ZX II EM LOCALIZAR O
FORAME EM DENTES COM PERIODONTITE APICAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto

CURITIBA

2011

DEDICO ESTE TRABALHO

Aos meus pais Ana e Edmundo, pelo amor, dedicação, em todos os momentos de minha vida, pelo incentivo constante e pela transmissão de valores éticos e morais essenciais ao meu desenvolvimento pessoal e profissional. Obrigada por me proporcionarem tantas oportunidades na vida: meu maior prêmio é o reconhecimento de vocês.

Ao meu eterno namorado Ivan, pela paciência, companheirismo, amor, compreensão por minha constante ausência, por cuidar da Lana e por ajudar a realizar meus sonhos.

Às minhas irmãs Larissa e Luciana, pela amizade, prontidão, compreensão e pelo apoio incondicional na superação deste desafio.

À minha irmã Priscila e meu sobrinho João Pedro, pela união familiar que supera as distâncias.

Ao meu amigo Marcos, parceiro novamente em mais um degrau de nosso desenvolvimento não apenas profissional... *“Jai guru deva, om”*.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial ao meu orientador professor Prof. Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto pela sua competência, apoio, prontidão e principalmente pela confiança que sempre depositou em meu trabalho e em minha pessoa.

Aos Professores Dr. Everdan Carneiro, Dra. Vânia Portela Ditzel Westphalen e Dr. Luiz Fernando Fariniuk, pelo apoio e incentivo constantes, pelos conhecimentos transmitidos, pela colaboração e disponibilidade sempre demonstrada.

Ao Professor Dr. Sérgio Vieira, pelo seu empenho no programa de Pós-Graduação em Odontologia da PUCPR.

Ao Professor Dr. Sérgio Aparecido Ignácio, pela valiosa colaboração na realização das análises estatísticas.

À amiga e colega Tatiana Santos Assumpção, pelo incentivo e pela prontidão em me ajudar, mas principalmente por ter me ensinado os primeiros passos da vida docente, pois sem o seu suporte eu não conseguiria iniciar essa jornada.

Aos meus professores de Endodontia da UNIOESTE, Eduardo Tanaka de Castro, Dr. Christian Giampietro Brandão, José Neto da Costa e Satio Inagaki, pelos ensinamentos transmitidos durante a Graduação e Especialização, pela oportunidade de convívio e amizade ao longo de minha vida profissional. Vocês são meus eternos mestres, exemplos de competência, de ética e de amor pela endodontia. São pessoas que admiro e que despertaram em mim uma direção a ser seguida, pois a docência deu um novo sentido à minha vida profissional. Não existem palavras para agradecer por todo o incentivo e por todas as oportunidades que me proporcionaram. Obrigada por terem acreditado em meu potencial, espero um dia poder corresponder à altura da confiança depositada.

Ao Professor Dr. Laerte Bremm e todo corpo docente da UNIPAR de Cascavel, pela oportunidade de convívio profissional, pelo incentivo e apoio durante o desenvolvimento da minha pesquisa. Em especial, agradeço ao Professor Wagner Bassegio, pela importante ajuda com as fotografias.

Ao Professor Dr. Vinicius Augusto Tramontina e aos mestrandos Luis Gustavo, Cristiano, Danilo e Stylianos, pela valiosa colaboração durante minha pesquisa.

Aos colegas de mestrado, Yorrana Tokuno, Marcos Antonio Fiorentim, Ricardo Machado, Guilherme Fadel, Carolina Lazarotto e Larry de Souza, pela amizade, pelo companheirismo e pela alegria que sempre norteou nosso convívio.

Ao meu colega Didier Anzolin, pela ajuda e colaboração durante o desenvolvimento da minha pesquisa.

Aos meus amigos e colegas de mestrado e doutorado Kleber, Stefânia, Rafaela, Diogo, João Paulo, Guilherme, Mariana, Luciana, Grazi, Maitê, Rodrigo, Charles e Jimenez, pela amizade e companheirismo.

A minha irmã Larissa e meu cunhado Rafael, pela paciência e prontidão em me acolher e transformarem as intermináveis idas à Curitiba em dias extremamente agradáveis e momentos inesquecíveis.

A minha amiga Vanessa Breda, por sempre ter me incentivado em meus projetos, pelo companheirismo e amizade fraternal.

Ao colega e amigo Caname Takizawa (*in memoriam*), que não pôde ver a conclusão desse sonho, mas seu amor pela Odontologia e seu exemplo de caráter estarão sempre presentes entre os que o conheceram.

Agradeço a todos os alunos, professores e funcionários do curso de Odontologia da PUCPR pela colaboração. Em especial aos pacientes da PUCPR que participaram deste estudo.

“Existem homens que perdem a saúde para juntar dinheiro e depois
perdem o dinheiro para recuperá-la.
Por pensarem ansiosamente no futuro, esquecem o presente, de tal
forma que não vivem nem no presente nem no futuro.
Vivem como se nunca fossem morrer
e morrem como se não tivessem vivido.”

Confúcius

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10
1 ARTIGO EM PORTUGUÊS	11
1.1 INTRODUÇÃO.....	12
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
1.3 RESULTADOS.....	17
1.4 DISCUSSÃO.....	19
1.5 CONCLUSÃO	22
2 ARTIGO EM INGLÊS	23
2.1 INTRODUCTION	24
2.2 METHODOLOGY.....	26
2.3 RESULTS	29
2.4 DISCUSSION.....	31
2.5 CONCLUSION	34
REFERÊNCIAS.....	35
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	38
REFERÊNCIAS.....	42
APÊNDICE A - ILUSTRAÇÕES DA METODOLOGIA	44
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	48
ANEXO B - APROVAÇÃO PELO CEP	49
ANEXO C – NORMAS DA REVISTA JOURNAL OF ENDODONTICS.....	51

RESUMO

Avaliou-se *in vivo* a precisão do aparelho Root ZX II em localizar o forame apical em dentes com periodontite apical. Vinte e sete dentes unirradiculados com exodontia indicada foram selecionados. O Grupo 1 foi composto por doze dentes com necrose pulpar e presença de imagem radiolúcida adjacente ao ápice. No Grupo 2 foram incluídos quinze dentes com vitalidade pulpar. Após abertura coronária e preparo cervical, um instrumento tipo K nº 15 foi introduzido no canal radicular até que o visor do Root ZX II indicasse "APEX". O instrumento foi fixado e o dente extraído. A porção apical da raiz foi desgastada longitudinalmente até a exposição do instrumento e obteve-se a distância entre a ponta deste e a borda coronária do forame apical. A média das distâncias no Grupo 1 foi +0.117 (± 0.373), e no Grupo 2 foi -0.105 (± 0.218), não havendo diferença estatística entre os valores médios dos grupos ($p > 0.05$). Considerando como aceitáveis as medidas compreendidas na faixa de $\pm 0,5\text{mm}$, o forame apical foi corretamente localizado pelo Root ZX II em 83% dos dentes no Grupo 1 e em 100% do Grupo 2. Comparando as percentagens de dentes em que a ponta do instrumento ficou aquém, além ou exatamente no forame, não houve diferença estatística entre os grupos. Sob as condições testadas, o aparelho Root ZX II foi considerado preciso em localizar o forame, independente da presença de periodontite apical.

Palavras-chave: Odontometria. Root ZX II. Periodontite Apical.

ABSTRACT

This study was conducted *in vivo* to investigate the accuracy of Root ZX II in locating the apical foramen in teeth with apical periodontitis. Twenty seven single root teeth scheduled for extractions were selected: in Group 1 twelve teeth with pulp necrosis and radiographic presence of apical lesion, and Group 2 with fifteen pulp vital teeth. After endodontic access, coronal portion of the canal was flared and electronic measurement was performed using a 15 K file until the device level "APEX". The file was fixed in place and tooth was extracted. The apical third of the roots were shaved until exposure of the file. The distance from file tip to coronary border of the apical foramen was obtained. The mean distances in Group 1 was +0.117 (SD 0.373) and in Group 2 was -0.105 (SD 0.218). The unpaired *t* test showed no difference between the groups comparing the mean distances ($p>0.05$). The Root ZX II device located the apical foramen accurately within $\pm 0,5\text{mm}$ in 83% of the teeth in Group 1 and 100% in Group 2. Statistical analysis showed no difference between the groups when comparing the percentages of teeth in which the file tip was short, at or beyond the foramen. The Root ZX II device was accurate in locating apical foramen regardless presence of apical periodontitis.

Key-words: Working length, Root ZX II, Apical Periodontitis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tela do programa Image Tool 3.0 usado para medir a distância da ponta do instrumento até o forame apical	16
Gráfico 1 - Intervalo de Confiança (95%) para a distância da ponta do instrumento até o forame apical.....	17
Gráfico 2 - Percentagem de dentes de acordo com a posição do instrumento em relação ao forame apical, por grupo.....	18
Tabela 1 - Distância da ponta do instrumento até o forame apical (mm).	18

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

p.	- Página
PUCPR	- Pontifícia Universidade Católica do Paraná
LFE	- Localizador Foraminal Eletrônico
MEV	- Microscópio Eletrônico de Varredura
K	- Kerr
nº	- Número
mm	- Milímetros

1 ARTIGO EM PORTUGUÊS

AVALIAÇÃO *IN VIVO* DA PRECISÃO DO ROOT ZX II EM LOCALIZAR O FORAME EM DENTES COM PERIODONTITE APICAL

Lucila Piasecki*
Vânia Portela Ditzel Westphalen **
Ulisses Xavier da Silva Neto**
Luiz Fernando Fariniuk**
Everdan Carneiro**

*Especialista em Endodontia; Mestranda em Odontologia, Área de Concentração: Endodontia PPGO PUCPR, Paraná, Brasil.

**Especialista, Mestre e Doutor em Endodontia PUCPR, Paraná, Brasil.

Resumo

Avaliou-se *in vivo* a precisão do aparelho Root ZX II em localizar o forame apical em dentes com periodontite apical. Vinte e sete dentes unirradiculados com exodontia indicada foram selecionados. O Grupo 1 foi composto por doze dentes com necrose pulpar e presença de imagem radiolúcida adjacente ao ápice. No Grupo 2 foram incluídos quinze dentes com vitalidade pulpar. Após abertura coronária e preparo cervical, um instrumento tipo K nº 15 foi introduzido no canal radicular até que o visor do Root ZX II indicasse "APEX". O instrumento foi fixado e o dente extraído. A porção apical da raiz foi desgastada longitudinalmente até a exposição do instrumento e obteve-se a distância entre a ponta deste e a borda coronária do forame apical. A média das distâncias no Grupo 1 foi +0.117 (± 0.373), e no Grupo 2 foi -0.105 (± 0.218), não havendo diferença estatística entre os valores médios dos grupos ($p > 0.05$). Considerando como aceitáveis as medidas compreendidas na faixa de $\pm 0,5\text{mm}$, o forame apical foi corretamente localizado pelo Root ZX II em 83% dos dentes no Grupo 1 e em 100% do Grupo 2. Comparando as percentagens de dentes em que a ponta do instrumento ficou aquém, além ou exatamente no forame, não houve diferença estatística entre os grupos. Sob as condições testadas, o aparelho Root ZX II foi considerado preciso em localizar o forame, independente da presença de periodontite apical.

Palavras-chave: Root ZX II. Odontometria. Periodontite Apical.

1.1 INTRODUÇÃO

A determinação exata do comprimento de trabalho está diretamente relacionada ao adequado preparo biomecânico, desinfecção e selamento hermético do sistema de canais radiculares (1). Evidências suficientes mostram que a instrumentação além ou aquém do vértice radiográfico pode prejudicar o sucesso do tratamento endodôntico (2). Idealmente, tem sido recomendada a constrição apical como limite apical ideal do comprimento de trabalho, pois corresponde ao menor diâmetro do canal radicular, criando a melhor condição de reparo (3,4).

A periodontite apical é uma consequência da infecção do sistema de canais radiculares, que pode desenvolver estágios progressivos de inflamação e reabsorções ósseas identificadas como imagens radiolúcidas em radiografias (5). Durante este processo pode também ocorrer reabsorção dos tecidos duros do dente, resultando em perda irreversível de cemento e dentina (6). A reabsorção apical pode localizar-se tanto na superfície externa da raiz, como na superfície interna do forame e canal radicular, resultando em aumento do diâmetro da porção final do canal, desvio do forame e distorção, parcial ou mesmo total, da constrição apical (6,7,8).

Durante o tratamento endodôntico de dentes com periodontite apical, as alterações na estrutura nos tecidos duros do ápice radicular devem ser consideradas, principalmente ao se determinar o limite apical de trabalho (8). No entanto, a reabsorção apical comprovada em estudos histológicos e de microscopia eletrônica de varredura, dificilmente pode ser detectada na prática clínica, por meio do exame radiográfico (8,9,10). Além disso, a odontometria radiográfica mostra-se imprecisa dependendo das características anatômicas, como direção da curvatura radicular, posição do forame apical, e outros fatores fisiológicos ou patológicos que alterem a morfologia do ápice radicular (7,10,11). Assim, em dentes com periodontite apical, o uso do método radiográfico para determinar o comprimento de trabalho pode aumentar o risco de sobre-instrumentação e/ou sobre-obturação (11,12).

Sunada (13), em 1962, desenvolveu o primeiro aparelho eletrônico para determinação do comprimento do canal radicular, e desde então, diferentes tecnologias têm sido desenvolvidas para este fim (17). De acordo com Nekoofar et

al. (2006) (14), o uso do termo “Localizadores Apicais Eletrônicos” é equivocado, pois estes aparelhos não localizam o ápice radicular e sim, detectam o término do canal radicular, sendo apropriado denominá-los “Localizadores Foraminais Eletrônicos” (LFE).

O aparelho Root ZX II (J. Morita Corporation, Kyoto, Japão) é um LFE que utiliza duas frequências de corrente alternada para determinar a posição de um instrumento dentro do canal em relação à constrição ou ao forame apical. Este aparelho tem demonstrado leituras precisas independente do conteúdo do canal radicular (15, 16, 17), no entanto, seu desempenho é influenciado por fatores relativos ao diâmetro, área, formato e posição do forame (18, 19, 20).

Alguns autores sugerem que as alterações morfológicas presentes em dentes com reabsorção radicular inflamatória podem influenciar a precisão dos LFE (19,21). Embora vários estudos tenham avaliado o desempenho destes aparelhos em dentes com alterações na anatomia apical (18, 19, 20, 22, 23), não há evidências clínicas sobre o uso de LFE em dentes com periodontite apical.

O objetivo deste estudo foi avaliar *in vivo* a precisão do Root ZX II na localização do forame em dentes com periodontite apical. A hipótese nula foi que não há diferença na média de valores obtidos em dentes com ou sem a presença de periodontite apical.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Participaram deste estudo quatorze pacientes voluntários, seis mulheres e oito homens. Todos os pacientes submeteram-se à anamnese para avaliar a condição de saúde geral antes de serem incluídos no estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando a realização do procedimento, de acordo com a aprovação pelo Comitê de Ética para Pesquisa com Seres Humanos da PUCPR, protocolo nº 5255. Pacientes portadores de marca-passo cardíaco, portadores de Disfunção Têmporo-Mandibular ou qualquer outra condição de saúde que contra-indicasse o procedimento cirúrgico não foram incluídos. Todos os procedimentos clínicos e medições foram realizados pelo pesquisador principal. O protocolo clínico foi semelhante ao descrito por Jakobson et al., 2008 (24).

Vinte e sete dentes unirradiculados com ápices maduros e exodontia indicada por razões protéticas ou periodontais foram selecionados. Após avaliações clínica e radiográfica, os dentes foram divididos em dois grupos. No Grupo 1 foram incluídos doze dentes com necrose pulpar e presença de periodontite apical observada radiograficamente por imagem radiolúcida adjacente ao ápice. No Grupo 2 foram incluídos quinze dentes com vitalidade pulpar comprovada pela presença de sangramento após a abertura coronária. Todos os dentes apresentavam remanescente coronário que permitiu o isolamento absoluto. Foram excluídos da amostra dentes portadores de dilacerações, fraturas radiculares, calcificações pulpares, tratamento endodôntico prévio e conduto radicular demasiadamente atresiado. Também foram excluídos os dentes anquilosados, com processos agudos e com restaurações metálicas ou coroas protéticas que não pudessem ser completamente removidas.

Foi realizada anti-sepsia, anestesia local e isolamento absoluto dos dentes selecionados para o estudo. Em seguida realizou-se a abertura coronária e durante todo o procedimento os canais foram irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 1%. Um instrumento manual tipo K nº 15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), foi introduzido para explorar o canal, verificar a presença de possíveis obstruções e garantir o acesso direto ao terço apical. Na sequência foi realizado o preparo

cervical progressivo no sentido coroa-ápice usando brocas Gates Glidden 4,3 e 2. O excesso de solução irrigadora foi aspirado da câmara pulpar, mas não foi efetuada a secagem do canal.

O aparelho Root ZX II foi utilizado de acordo com as instruções do fabricante (25). Um instrumento tipo K n° 15 foi introduzido no canal radicular até que o visor do aparelho indicasse a palavra "APEX". Nesta posição, a ponta do instrumento deveria encontrar-se no forame apical (25). O instrumento foi então fixado à coroa do dente com cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável Vitro Fil LC (DFL Indústria e Comércio S.A., Rio de Janeiro, Brasil). O cimento foi preparado de acordo com as instruções do fabricante, e inserido na câmara pulpar com o auxílio de uma seringa Centrix (DFL, Rio de Janeiro, Brasil). Após a presa do cimento, a posição do instrumento foi confirmada novamente pelo aparelho Root ZX II e, então, foi realizada uma tomada radiográfica periapical. O isolamento absoluto foi removido e a exodontia realizada.

Os dentes foram mantidos em solução de hipoclorito de sódio 2,5% por 48 horas, depois, enxaguados em solução salina e secos; os restos orgânicos foram cuidadosamente removidos das superfícies radiculares e então os dentes foram mantidos em solução de formalina a 10% para fixação. Os espécimes foram inseridos e fixados com resina acrílica autopolimerizável Dencor (Clássico, São Paulo, Brasil) em recipientes plásticos retangulares codificados de tamanho compatível, deixando expostos somente os terços médio e apical de cada raiz. As raízes foram analisadas em um microscópio óptico (Nikon, Tóquio, Japão) com aumento de 10 vezes para avaliação da posição do forame em relação ao ápice anatômico dos dentes. Os 4mm apicais das raízes foram desgastados até a visualização do instrumento, com brocas de acabamento 7205 (KG Sorensen, Rio de Janeiro, Brasil) em alta-rotação, no sentido do longo eixo da raiz no plano que melhor representasse a relação da anatomia do forame apical com a ponta do instrumento.

Os dentes foram fotografados com câmera digital Nikon Reflex SLR D70, (Nikon, Tóquio, Japão), e as imagens analisadas no software Image Tool 3.0 (UTHSCSA, TX, USA) para medir a distância entre a ponta do instrumento e o forame apical em cada raiz. A relação entre a ponta do instrumento e a borda mais

coronal do forame foi registrada como (-) ou (+) quando a ponta ficou aquém ou além do forame, respectivamente. Neste estudo, as distâncias compreendidas entre -0,5 e +0,5mm do forame apical foram consideradas aceitáveis (15,27).

Para comparar as médias das distâncias da ponta do instrumento até o forame apical entre os grupos, foi utilizado o teste *t* de Student, com nível de significância de 5% ($p < 0.05$). Os dados com medidas aceitáveis foram submetidos à análise estatística, para verificar se existia diferença entre os grupos, bem como em relação ao número de dentes em que a ponta do instrumento ficou aquém, além ou exatamente no forame, por meio do teste para diferença entre duas proporções.

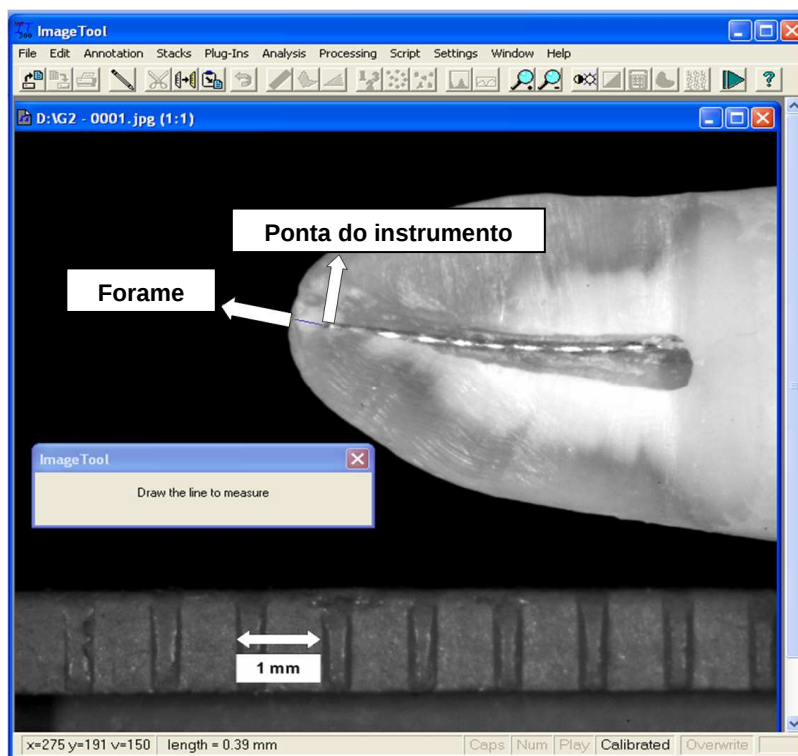


Figura 1 - Tela do programa Image Tool 3.0 usado para medir a distância da ponta do instrumento até o forame apical

1.3 RESULTADOS

Foi realizado o Teste de normalidade de Shapiro-Wilk e foi verificado que as amostras apresentavam distribuição normal. O Teste de Levene indicou que as variáveis apresentam homogeneidade entre os grupos.

A média das distâncias da ponta do instrumento até o forame no Grupo 1 foi +0.117 (desvio padrão 0.373), variando de -0.41 a +0.7mm. No Grupo 2 a média foi -0.105 (desvio padrão 0.218), variando de -0.4 a +0.26mm. Foi utilizado o teste *t* de Student para amostras independentes e verificou-se que não existe diferença estatisticamente significativa nos valores médios das distâncias do segundo grupo ($p=0.0645$).

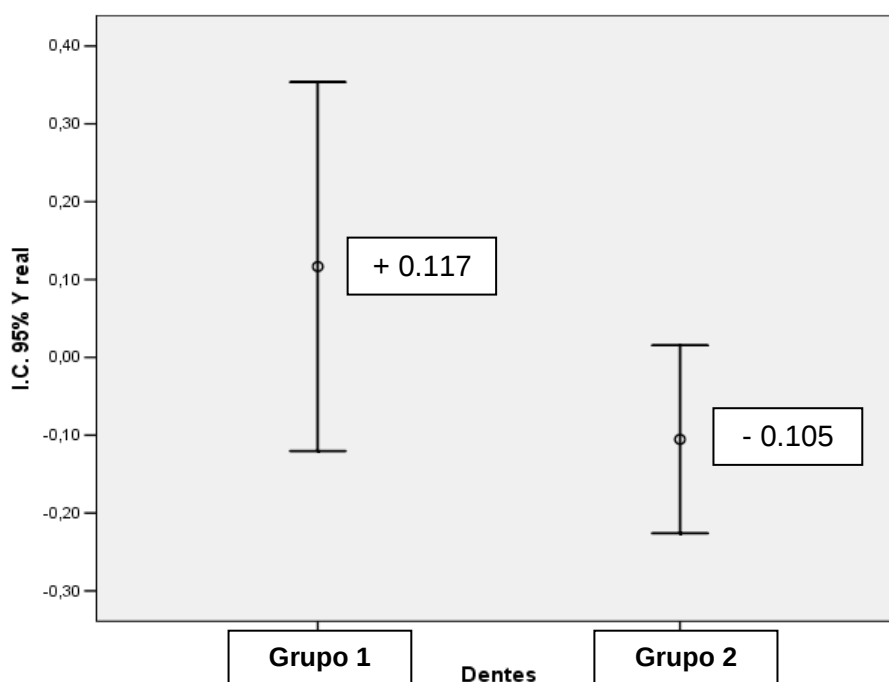


Gráfico 1 - Intervalo de Confiança (95%) para a distância da ponta do instrumento até o forame apical

A percentagem de medidas aceitáveis foi de 100% (15 dentes) no Grupo 2 e no Grupo 1 foi 83% (10 dentes) e a proporção de valores aceitáveis entre os grupos não difere estatisticamente de acordo com o teste para diferença entre duas proporções ($p=0.1092$).

Dentes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Grupo 1 (n=12)	-0.41	-0.4	-0.35	0	0	+0.1	+0.12	+0.28	+0.32	+0.46	+0.58	+0.7	-	-	-
Grupo 2 (n=15)	-0.4	-0.38	-0.38	-0.31	-0.23	-0.23	-0.16	-0.14	0	0	0	+0.03	+0.15	+0.21	+0.26

Tabela 1 - Distância da ponta do instrumento até o forame apical (mm).

** Valores negativos correspondem à posição da ponta do instrumento aquém do forame e valores positivos correspondem à posição da ponta do instrumento além do forame.

***Medidas aceitáveis em negrito.

O teste para diferença entre duas proporções mostrou que não houve diferença estatística entre os dois grupos quando se comparou a percentagem de dentes em que a ponta do instrumento estava posicionada aquém, além ou coincidindo com o forame ($p>0.05$), conforme representado no Gráfico 2.

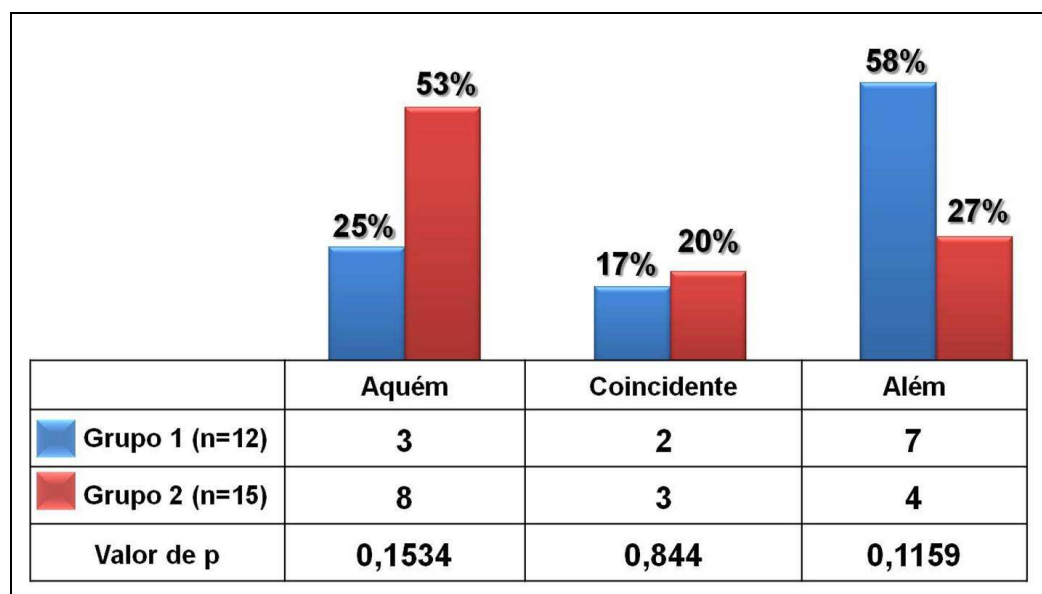


Gráfico 2 - Percentagem de dentes de acordo com a posição do instrumento em relação ao forame apical, por grupo.

1.4 DISCUSSÃO

De acordo com Frank & Torabinejad (1993) (27), sabendo-se o comprimento real do canal, é possível manter os instrumentos e materiais obturadores dentro dos limites do sistema de canais radiculares. Os fabricantes dos LFE mais recentes, tais como Root ZX II, afirmam que seus aparelhos são capazes de localizar tanto a constrição apical quanto o término do canal. Em dentes com alterações morfológicas como nos casos de periodontite apical, seria necessário localizar eletronicamente o forame e, em seguida, estabelecer um comprimento de trabalho adequado.

Para verificar o desempenho do Root ZX em dentes com reabsorção radicular apical simulada *in vitro*, Goldberg et al. (2002) (31) utilizaram este aparelho ajustado no nível “0.5” e compararam a medida eletrônica à obtida pela visualização direta diminuída de 0,5mm verificando uma precisão de apenas 62.7% ($\pm 0,5\text{mm}$). Porém, de acordo com o fabricante, a posição “0.5” no visor do aparelho indica que a ponta do instrumento encontra-se na constrição apical, enquanto o nível “APEX” corresponde ao forame; os demais números presentes no visor não correspondem à distância em milímetros, tratando-se apenas de unidades arbitrárias, informando que o instrumento está se movendo para mais perto ou mais longe da constrição (25).

Neste estudo, a precisão do aparelho Root ZX II foi avaliada por meio da visualização direta, sendo que a distância entre a ponta do instrumento e a borda mais coronal do forame foi determinada após a realização do desgaste longitudinal do terço apical da raiz (24,29). Este modelo foi utilizado porque diminui o número de variáveis envolvidas, permitindo medições mais precisas (24).

Welk et al. (2003) (29), compararam clinicamente os LFE Root ZX e Endo Analyzer Model 8005, e encontraram reabsorção radicular em 12 dentes de um total de 32 na amostra. Os autores verificaram que nos dentes com reabsorção radicular nos quais a leitura foi determinada pelo Root ZX configurado no nível “0.5”, a ponta do instrumento encontrava-se muito próxima da constrição apical, diferente do Endo Analyzer Model 8005, o qual apresentou medidas além da constrição apical. Por outro lado, Dunlap et al. (21) encontraram em dentes com lesões periapicais,

medições eletrônicas 1,5mm além da constrição apical; os autores utilizaram o Root ZX no nível "0.5" e correlacionaram este achado à reabsorção radicular que geralmente resulta na destruição da constrição apical.

Para evitar a influência das alterações morfológicas da constrição apical (21), neste estudo, o aparelho Root ZX II foi ajustado ao nível "APEX" e o forame apical foi definido como o local de referência a partir do qual a precisão do LFE foi determinada (15, 26, 34). Alguns estudos demonstraram que o Root ZX ajustado ao nível "APEX" resultou em localização mais precisa do forame do que quando o aparelho foi ajustado no nível "0.5" (28,33). O forame foi considerado como a referência adequada, por estar localizado na superfície radicular e ser facilmente visualizado ao microscópio (30,33), além disso, nos dentes com periodontite apical, dificilmente seria observada uma constrição apical definida (6,7,9).

A determinação de um referencial anatômico no forame apical é necessária para evitar resultados inconsistentes. Neste estudo as medições foram realizadas da ponta do instrumento até a borda mais coronal do forame. A média das distâncias do Grupo 1, dentes com periodontite apical, foi +0.117 (± 0.373), ou seja, além do forame. Em contrapartida, no Grupo 2 composto por dentes com vitalidade pulpar, a média foi -0.105 (± 0.218), sendo coronária ao forame. Ambos resultados estão de acordo com outros autores que relataram que a medição da ponta do instrumento até a borda mais coronal do forame pode levar a resultados ligeiramente superestimados em canais com forames elípticos, laterais ou paredes irregulares devido à reabsorção radicular (15,19).

Os resultados deste estudo confirmam os obtidos por outros investigadores que avaliaram o desempenho do Root ZX em localizar o forame e reportaram uma precisão entre 83% (19) e 96,2% (26), considerando uma margem de $\pm 0,5$ mm; esta faixa de tolerância de $\pm 0,5$ mm em relação ao referencial anatômico estabelecido é considerada clinicamente aceitável (15,27). No Grupo 2, composto por dentes com vitalidade pulpar, o forame apical foi corretamente localizado pelo Root ZX II em 100% da amostra ($\pm 0,5$ mm); no Grupo 1, dentes com periodontite apical, a precisão foi de 83%, porém não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sendo então, aceita a hipótese nula proposta.

A influência das alterações morfológicas nos dentes com periodontite apical pode justificar a ocorrência de medidas que excederam a faixa de $\pm 0,5\text{mm}$ apenas no Grupo 1. Estudos prévios demonstraram que os LFE apresentaram resultados imprecisos em dentes com forames amplos (22,23,30). Huang (1987) (23) concluiu que o funcionamento de um localizador foraminal eletrônico é baseado nos princípios elétricos e físicos, e independe das propriedades biológicas do tecido envolvido; no entanto, em canais radiculares com um grande diâmetro apical, as leituras errôneas dos LFE podem sofrer influência de diversos outros fatores, tais como a eletro-condutividade das paredes de dentina, presença de ramificações apicais e diferentes propriedades elétricas dos tecidos circundantes (18,30,32).

Neste estudo verificou-se que no Grupo 1, a ponta do instrumento estava posicionada além do forame em sete dentes, correspondendo a 58%, diferente do Grupo 2, que apresentou valores aquém do forame em 53% dos casos. Da mesma maneira, observou-se que as médias das distâncias por grupo apresentaram valores positivo, para o Grupo 1 (além do forame), e negativo, para o Grupo 2 (aquém do forame). Estes resultados estão de acordo com os estudos de Pagavino et al (1998) (19), que reportaram a variação da posição do forame, apical ou lateral, como um fator que influencia a precisão do Root ZX; por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), os autores verificaram que o erro na localização do término do canal foi significativamente maior nos dentes com o forame lateral. Este achado foi recentemente corroborado pelo estudo de Ding et al, 2010 (20); os autores verificaram que quando o LFE mostrava a leitura da "constrição apical", a ponta do instrumento estava mais próxima do forame em dentes com um "forame lateral".

Durante o tratamento endodôntico de dentes com a morfologia apical alterada, o método radiográfico de odontometria apresenta diversas limitações, e os resultados deste estudo mostraram que o uso do Root ZX II é um método confiável para a localização do forame apical. Assim, a partir da medição eletrônica no nível "APEX", o recuo de 0,5mm em dentes sem alterações periapicais, e recuo de 1,0mm nos dentes com periodontite apical, seria suficiente para evitar sobre-instrumentação. Neste nível, a obturação endodôntica será realizada em um local mais próximo possível do forame apical, porém ainda estará confinada dentro dos limites da estrutura dentária (19, 34, 28).

1.5 CONCLUSÃO

Sob as condições testadas, e dentro das limitações deste estudo *in vivo*, o aparelho Root ZX II foi preciso em localizar o forame independente da presença de periodontite apical.

2 ARTIGO EM INGLÊS

THE ROOT ZX II ACCURACY IN LOCATING FORAMEN IN TEETH WITH APICAL PERIODONTITIS: AN *IN VIVO* STUDY

Lucila Piasecki, DDS

Ulisses Xavier da Silva Neto, DDS, MS, PhD *

Everdan Carneiro, DDS, MS, PhD *

Luiz Fernando Fariniuk, DDS, MS, PhD *

Vânia Portela Ditzel Westphalen, DDS, MS, PhD *

*From the Department of Endodontics, Pontifical Catholic University of Paraná, Brazil

Abstract

Introduction: This study was conducted *in vivo* to investigate the accuracy of Root ZX II in locating the apical foramen in teeth with apical periodontitis. **Methods:** Twenty seven single root teeth scheduled for extractions were selected: in Group 1 twelve teeth with pulp necrosis and radiographic presence of apical lesion, and Group 2 with fifteen pulp vital teeth. After endodontic access, coronal portion of the canal was flared and electronic measurement was performed using a 15 K file until the device level "APEX". The file was fixed in place and tooth was extracted. The apical third of the roots were shaved until exposure of the file. The distance from file tip to coronary border of the apical foramen was obtained. **Results:** The mean distances in Group 1 was +0.117 (SD 0.373) and in Group 2 was -0.105 (SD 0.218). The unpaired *t* test showed no difference between the groups comparing the mean distances ($p > 0.05$). The Root ZX II device located the apical foramen accurately within ± 0.5 mm in 83% of the teeth in Group 1 and 100% in Group 2. Statistical analysis showed no difference between the groups when comparing the percentages of teeth in which the file tip was short, at or beyond the foramen. **Conclusion:** The Root ZX II device was accurate in locating apical foramen regardless presence of apical periodontitis.

Key-words: Working length, Root ZX II, Apical Periodontitis.

2.1 INTRODUCTION

Accurate working length determination has a profound influence on ideal preparation, disinfection, and hermetic sealing of the root canal system (1). Sufficient evidence suggests that instrumentation either beyond or well short of the radiographic apex can adversely affect success (2). The apical constriction has been recommended as the ideal apical limit of working length, as it corresponds to the narrowest diameter of the root canal, creating the smallest wound site and best healing condition (3,4).

Apical periodontitis is a consequence of root canal infection, which can involve progressive stages of inflammation and changes of periapical bone structure, resulting in resorption identified as radiolucencies in radiographs (5). The resorption of the hard tissues of the tooth may also occur during this process, resulting in loss of cementum and dentin (6). Apical root resorption as well as intracanal resorption of the apical third can cause some enlargement of the apical canal diameter, deviation of the foramen, partial or even total distortion of cementodentinal junction and apical constriction (6,7,8).

The structural alterations in the apical hard tissues should be considered during endodontic treatment of teeth with apical periodontitis, especially when establishing the working length (8). Nevertheless, the resorption observed in scanning electron microscopic or histologic studies, is difficult to demonstrate in clinical practice because radiographic assessment of small areas of resorption is difficulted by several biologic and technical factors (8,9,10). Moreover, radiographic determination of the working length may prove inaccurate depending on the direction of the root curvature, the position of the apical foramen and the physiological or pathological factors that modify the root canal morphology. (10,11) Therefore, in teeth with apical periodontitis the radiographic determination of the working length in may result in an increased risk of overinstrumentation and/or overfilling (12).

Sunada (13), in 1962, developed the first device for electronic canal length measurement and since then, various electronic devices have been developed to

detect the canal terminus. Indeed, these devices do not assess the position of the root apex and it is suitable use “Electronic Foramen Locator” (EFL) as a generic name (Nekoofar et al., 2006) (14).

The Root ZX II (J. Morita Corp., Kyoto, Japan) is an EFL device that measures the impedance of two frequencies simultaneously (0.4 and 8kHz) and expresses this quotient in terms of the position of the file inside the canal (15). This EFL has been capable of accurate readings in presence of various intracanal contents and irrigants (15,16,17). However, it has been reported to be influenced by factors such as the foramen's area, diameter, shape and position (18, 19, 20).

The pathologically altered apex in teeth with apical periodontitis may influence the accuracy of EFL (19, 21). Although different studies evaluated EFL's performance in teeth with altered apical anatomy (18, 19, 20, 22, 23), there is insufficient information concerning the clinical use of EFL's in teeth with apical lesions or root resorption. This study was conducted *in vivo* to evaluate the Root ZX II accuracy in locating the foramen in teeth with apical periodontitis.

2.2 METHODOLOGY

Fourteen healthy adult patients, eight male and six female, who were having teeth extracted for periodontal or prosthodontic reasons at PUCPR (Pontifical Catholic University of Paraná, Brazil) participated in the study. An informed written consent was obtained from each patient in accordance with approval by the Institutional Review and Ethical Board before the study began. Patients with heart pacemakers or those who had a contributory medical history were not included. All clinical procedures and measurements were conducted by the principal investigator. The clinical protocol was similar to that of Jakobson et al., 2008 (24).

Twenty seven single canal anterior teeth with mature apices were selected for the study. Twelve teeth with clinical pulp necrosis and radiographic presence of apical lesion were selected to compose the Group 1 and fifteen teeth with pulp vitality were selected to compose Group 2. Teeth with metal restorations or prosthetic crowns, pulp calcification, root fractures, previous endodontic treatment and ankylosed teeth were not included.

After administering local anesthesia and applying rubber dam isolation, an endodontic access was performed with a no. 1012 and 3081 diamond burs (KG Sorensen, Rio de Janeiro, Brazil). A 15 K file (Dentsply-Maillefer) was used to verify the presence of possible obstructions and ensure direct access to the apical foramen. The coronal portion of the canal was flared using Gates Glidden drills sizes 4 to 2, in a crown-down technique, irrigated with 1% sodium hypochlorite solution. Excess fluid was aspirated from the pulp chamber, but no attempt was made to dry the canal.

The Root ZX II device was used according to the manufacturer's instructions (25). A 15 K file was introduced into the root canal connected to the device until the word "APEX" began to blink and an audible continuous warning sound. According to the manufacturer in this position the tip of the file should be at the apical foramen.

The file was fixed in place using Vitro Fil LC glass-ionomer cement photopolymerizable (DFL Industry SA, Rio de Janeiro, Brazil). The cement was prepared according to the manufacturer's instructions and inserted into the pulp chamber with a Centrix syringe (DFL, Rio de Janeiro, Brazil). The length was rechecked electronically after cementation to confirm the same file position, and radiography was undertaken. The rubber dam was removed and the teeth were carefully extracted and placed in a coded specimen cup filled with 2,5% NaOCL solution for 48 hours.

The root surfaces were cleaned to remove all organic debris and the teeth stored in a 10% formalin solution. The specimens were fixed with acrylic resin Dencor (Clássico, São Paulo, Brazil) in rectangular plastic coded containers, leaving exposed only the middle and apical thirds of each root.

The apical surfaces were viewed under a dissecting microscope (Nikon, Tokyo, Japan) at 10X original magnification and the position of the apical foramen in relation to the anatomic apex was recorded for each root. The apical 4mm of the roots were shaved using finishing burs 7205 (KG Sorensen, Rio de Janeiro, Brazil) until exposure of the instrument, along long axis of the tooth in a plane that was determined to show the best representation of the apical foramen in relation to the file.

Each specimen was photographed with digital camera Nikon Reflex SLR D70, (Nikon, Tokyo, Japan). The images were analyzed with Image Tool 3.0 (UTHSCSA, San Antonio, TX) to measure the distance from file tip to the most coronal border of the apical foramen for each root.

The relationship of the file tip to the apical foramen was recorded as (-) or (+) when the tip was coronal to or extended beyond the apical foramen, respectively. In this study, the distances between -0,5mm and +0,5 mm from the apical foramen were considered acceptable (15).

The unpaired t test was used to compare the mean distances from the file tip to the apical foramen between groups. The proportions test was performed to compare the percentages of teeth with the file tip short, beyond or at the foramen per

group, as well as to compare the number of teeth in which the measures were acceptable between groups.

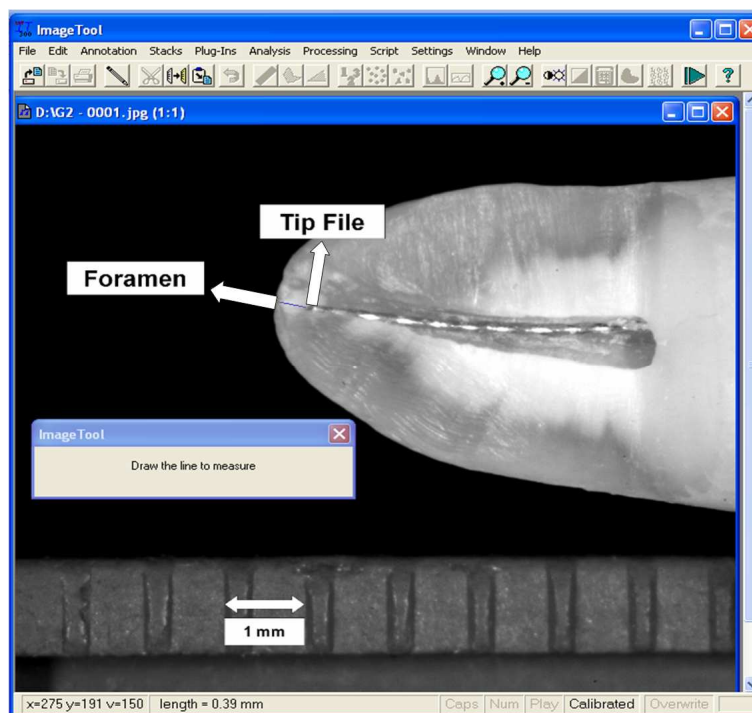


Figure 1 - Image Tool 3.0 software used to measure the distance from instrument tip to apical foramen.

2.3 RESULTS

The mean distance from the file tip to the foramen in Group 1 was +0.117 (Std. Deviation 0.373) ranging from -0.41 to 0.7 mm, and in Group 2 the mean was -0.105 (Std. Deviation 0.218), ranging from -0.4 to +0.26 mm. The unpaired t test for difference between means showed no statistically significant differences ($p = 0.0645$).

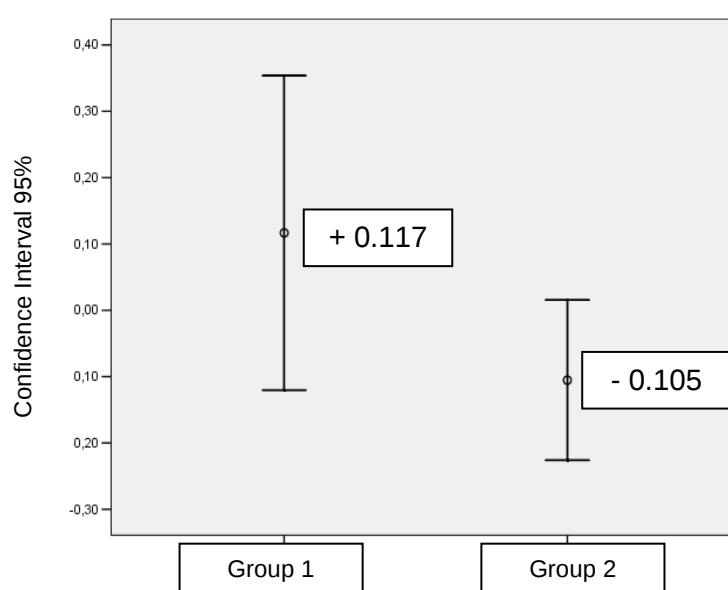


Figure 2 - Confidence interval (95%) to the distance from the file tip to apical foramen (mm) per group

The percentage of acceptable distances was 83% (ten teeth) in Group 1 and 100% (fifteen teeth) in Group 2 and the proportions test showed no differences between the groups ($p = 0.1092$).

Teeth	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Group 1 (n=12)	-0.41	-0.4	-0.35	0	0	+0.1	+0.12	+0.28	+0.32	+0.46	+0.58	+0.7	-	-	-
Group 2 (n=15)	-0.4	-0.38	-0.38	-0.31	-0.23	-0.23	-0.16	-0.14	0	0	0	+0.03	+0.15	+0.21	+0.26

Table 1 – Distance from the Instrument Tip to the Apical Foramen* (mm)

*Negative values indicate tip file position coronal to the apical foramen. Positive values indicate tip file position beyond the apical foramen. ** Acceptable measures in bold.

The proportions test showed no statistically differences ($p>0.05$) between the groups when comparing the percentages of teeth in which the file tip was short, exactly at the apical foramen or beyond, as shown in Figure 2.

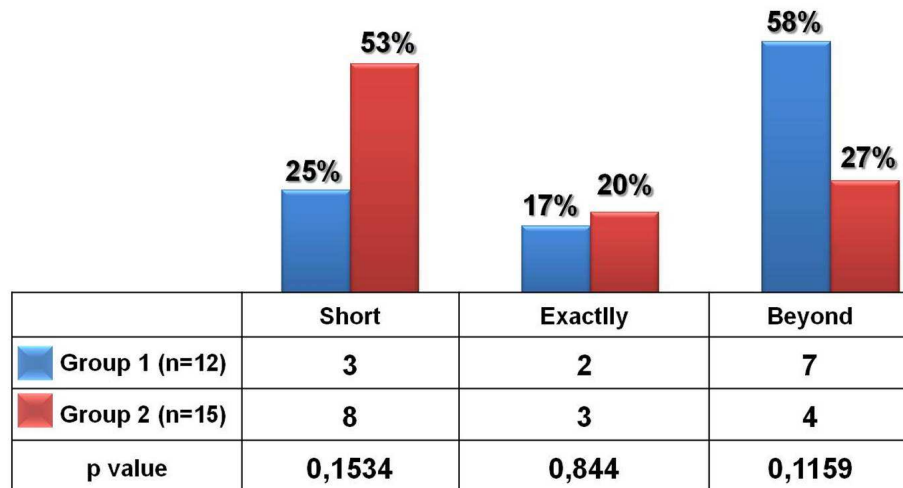


Figure 3 - Percentage of teeth according to the file tip position in relation to the apical foramen, per group.

2.4 DISCUSSION

According to Frank & Torabinejad (1993) (27), by knowing the true length, the operator can keep the instruments and the filling materials within the root canal system. The manufacturers of more recent EFL's, claim their products to locate the apical constriction, and moreover, to detect the canal terminus. In teeth with morphological alterations, such as apical periodontitis, it would be necessary just to identify the apical foramen and then, to establish a proper working length.

Goldberg et al. (2002) (31) evaluate the accuracy of the Root ZX II *in vitro* in teeth with simulated apical root resorption. The authors set the device at '0.5 bar' and found an accuracy of 62.7%, 94.0%, and 100.0% within 0.5 mm, 1 mm, and 1.5 mm, respectively, compared to direct visual measurements. However, instruction manual for Root ZX states that the meter's '0.5 bar' reading indicates that the tip of the file is in the apical constriction, and the numbers on their display do not indicate the distance to minor or major constriction in millimeters; rather, they are arbitrary units indicating if the file is moving closer or farther from the constriction.

In the present study the Root ZX precision was evaluated by means of direct visualization, after performing transversal wear of the apical portion of the root, measurements were made from the file tip to the most coronal border of the foramen (24,29). This model diminishes the number of variables involved and allows more precise measurements (24).

Welk et al. (2003) (29) compared the EFLs Root ZX and EndoAnalyzer Model 8005 under clinical conditions and found apical resorption in twelve teeth, seven teeth with files cemented using the Endo Analyzer Model 8005 measurement and five in the Root ZX group. The microscopic examination showed that for the Endo Analyzer Model 8005, in four cases file was in the range of 0.21 to 2.74 mm beyond the minor diameter. However, in cases measured with the Root ZX set at '0.5 bar', the file tip was at an apical end point within or near the minor diameter. On the other hand, Dunlap et al. (21) compared the canal length determined by the Root ZX in vital and necrotic cases and found two measurements that were 1.5 mm beyond the

apical constriction in the necrotic group; the authors related this finding to the apical root resorption that generally occurs in necrotic teeth resulting in the destruction of the apical constriction.

To prevent the possible influence of the morphological changes of apical constriction (21), in this study, the apical foramen was used as the reference by which the EFL accuracy was determined (15,26,34). The foramen on the root surface is an appropriate reference because it is easily visualized under the microscope (30,33), and a well-defined apical constriction has not been expected in root canals of teeth with apical lesions (6,7,9). Moreover, it has been shown that the use of Root ZX II meter reading "APEX" gave more accurate measurements than the meter reading '0.5 bar' (28,33).

The determination of a specific anatomical reference point on the foramen is necessary to avoid inconsistency. In this study the measurements were performed from file tip to the most coronal border of the apical foramen for each root. The mean distance of Group 1, teeth with apical periodontitis, was +0.117 (SD 0.373) thus, beyond the foramen. However, in Group 2 composed by teeth with pulp vitality, the average was -0.105 (SD 0.218), in other words, short to the apical foramen. These results are in agreement with some authors' reports that measuring the distance from the file tip to the most coronal border of the foramen may lead to a slight overestimation in canals with an oval shape foramen, lateral foramina or irregular walls caused by root resorption (15,19).

The results of this study confirm those obtained by other investigators that evaluated the performance of the Root ZX in locating the apical foramen, and reported a clinical accuracy between 83% (19) and 96.2% (26) with a range of $\pm 0,5\text{mm}$. This clinical tolerance of $\pm 0,5\text{mm}$ is considered to be the strictest acceptable range (Kim & Lee 2004) (15). In our findings 100% ($\pm 0,5\text{mm}$) of the apical foramina were correctly located in vital pulp teeth. For teeth with apical periodontitis, accuracy in root length measuring was 83% ($\pm 0,5\text{mm}$), but there were no statistically significant differences between groups.

The influence of morphological alterations may explain measures beyond the range of $\pm 0,5\text{mm}$ only in Group 1 (teeth with apical periodontitis). Some previous

studies demonstrated that an EFL gave incorrect results in teeth with wide foramen (22,23,30). Huang (1987) (23) concluded that the operation of an EFL was based on the principles of electricity rather than biological properties of the tissue involved. However, in root canals with a large apical size, the misleading EFL readings may have been influenced by other factors, such as the electro-conductivity of the dentine walls or the presence of apical ramifications (18,30,32).

It was found that in Group 1, the instrument tip was positioned beyond the foramen in seven teeth, representing 58%, different from Group 2, which showed the file tip short to the foramen in 53% of cases. Likewise, the mean distances for each group showed positive value for Group 1 (beyond the foramen), and negative value for Group 2 (short to the foramen). Our results are consistent with Pagavino et al (1998) (19), that investigated the effects of the variation in the position of the foramen (normal apical versus lateral) on the accuracy of the Root ZX; by means of scanning electron microscopy (SEM) authors found that the error in locating the foramen was significantly smaller in cases with a normal apical foramen. This finding was recently corroborated by Ding et al 2010 (20) study: according to the authors, when the “minor foramen” reading was given, the file tips were much closer to the major foramen in teeth with a “lateral major foramen”.

During the endodontic treatment of teeth with altered apical morphology, the radiographic method to locate the canal length is poorly reliable and this makes the results of electronic devices such as Root ZX II a confident method for locating the apical foramen. Based on the present results, clinically it seems reasonable to avoid over instrumentation, a withdrawal of the instrument, approximately 1mm from the Root ZX II measurement at “APEX”, in teeth with apical periodontitis, and, for vital teeth, a withdrawal of approximately 0,5mm. At this level, the root canal will be filled to a point as close to the apical foramen as possible and still be within tooth structure (19, 28, 34).

2.5 CONCLUSION

Under the tested conditions and within the limitations of this *in vivo* study, the Root ZX II was accurate in locating the foramen with no significant difference between teeth with or without presence of apical periodontitis.

REFERÊNCIAS

- 1) WU, M.K., WESSELINK, P.R., WALTON, R.E. Apical terminus location of root canal treatment procedures. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 89:99-103, 2000.
- 2) SJÖGREN, U., HAGGLUND, B., SUNDQVIST, G., WING, K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. **J Endod**, v.16, n. 10, p. 498-504, 1990.
- 3) KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apexes. **J Am Dent Assoc**, v. 50, p. 544-52, 1955.
- 4) RICUCCI, D., LANGE LAND K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. **Int Endod J**, 31:394–409, 1998.
- 5) NAIR, P.N.R., SJÖGREN, U., FIGDOR, D., SUNDQVIST, G. Persistent periapical radiolucencies of root-filled human teeth, failed endodontic treatments, and periapical scars. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 87:617–27.62, 1999.
- 6) MALUEG, L. A., WILCOX, L. R., JOHNSON, W. Examination of external apical root resorption with scanning electron microscopy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 82:89-93, 1996.
- 7) DUMMER, P.M.H., MCGINN, J.H., REES, D. G. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen, **Int Endod J**, 17: 192, 1984.
- 8) DELZANGLES, B. Scanning electron microscopic study of apical and intracanal resorption. **J Endod**, 15:281–5, 1989.
- 9) ESTRELA, C., BUENO, M.R., LELES, C.R., AZEVEDO, B., AZEVEDO, J.R. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. **J Endod**, 34:273–279, 2008.
- 10) BALTO, K., WHITE, R., MUELLER, R., STASHENKO, P. A mouse model of inflammatory root resorption induced by pulpal infection. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, 93:461-8, 2002.
- 11) STEIN, T.J. Corcoran JF. Radiographic “working length” revisited. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, 74:796-800, 1992.
- 12) MENTE, J., SEIDEL, J., BUCHALLA, W., KOCH, M.J. Electronic determination of root canal length in primary teeth with and without root resorption. **Int. Endod J**, 35:447–52, 2002.
- 13) SUNADA, I. A new method for measuring the length of the root canal. **J Dent Res**, v. 41, n. 2, p. 375-87, 1962.

- 14) NEKOO FAR, M.H., GHANDI, M.M., HAYES, S.J., DUMMER, P.M.H. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. **Int Endod J**, 39: 595–609, 2006.
- 15) KIM, E., LEE, S.J. Electronic apex locator. **Dent Clin North Am**, 48:35-54, 2004.
- 16) GORDON, M.P, CHANDLER, N.P. Electronic apex locators. **Int. Endod J**, 37:425–37, 2004.
- 17) KOBAYASHI, C., SUDA, H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. **J Endodon**, 20:111–4, 1994.
- 18) ELAYOUTI, A., KIMIONIS, I., CHU, A-L. , LOST, C. Determining the apical terminus of root-end resected teeth using three modern apex locators: a comparative ex vivo study. **Int Endod J**, 38: 827–833, 2005.
- 19) PAGAVINO, G., PACE, R., BACCETTI, T. A SEM study of *in vivo* accuracy of the Root ZX electronic apex locator. **J Endod** 24:438–441, 1998.
- 20) DING, J., GUTMANN, J.L., FAN, B., LU, Y., CHEN, H. Investigation of apex locators and related morphological factors. **J Endod**, 36: 1399-1403, 2010.
- 21) DUNLAP, C.A., REMEIKIS, N.A., BEGOLE, E.A., RAUSCHENBERGER, C.R. An *in vivo* evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. **J Endod**, 24:48–50, 1998.
- 22) HULSMANN, M., PIEPER, K. Use of an electronic apex locator in the treatment of teeth with incomplete root formation. **Endod Dent Traumatol**, 5:238–41, 1989.
- 23) HUANG, L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. **J Endod**, 13:60–4, 1987.
- 24) JAKOBSON, S. J. M., WESTPHALEN, V.P.D., CARNEIRO, E., PICOLI, F., SILVA NETO, U.X., FARINIUK, L. F. The accuracy in the control of the apical extent of rotary canal instrumentation using Root ZX II and Protaper instruments: an *in vivo* study. **J Endod**, 34:1342–1345, 2008.
- 25) J. Morita Corp. Fully automatic root canal measuring device. Root ZX II operation instructions. Tustin, CA, p.7 –16, 2007.
- 26) SHABAHANG, S., GOON, W.W.Y., GLUSKIN, A.H. An *in vivo* evaluation of Root ZX electronic apex locator. **J Endod**, 22:616–8, 1996.
- 27) FRANK, A.L., TORABINEJAD, M. An *in vivo* evaluation of Endex electronic apex locator. **J Endod**, 19:177–9, 1993.
- 28) ANGWARAVONG, O., PANITVISAI, P. Accuracy of an electronic apex locator in primary teeth with root resorption. **Int Endod J**, 42:115–121, 2009.

- 29) WELK, A.R., BAUMGARTNER T.C., MARSHALL, J.G. An *in vivo* comparison of two frequency based electronic apex locators. **J Endod**, 29:497–500, 2003.
- 30) VENTURI, M., BRESCHI, L. A comparison between two electronic apex locators: an *in vivo* investigation. **Int Endod J**, 38:36–45, 2005.
- 31) GOLDBERG, F., DE SILVIO, A., MANFRE, S., NASTRI, N. *In vitro* measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. **J Endod**, 28: 461–3, 2002.
- 32) KRIZAJ, D., JAN, J., VALENCIC, V. Modeling AC current conduction through a human tooth. **Bioelectromagnetics**, 25:185-195, 2004.
- 33) OUNSI, H.F., NAAMAN, A. *In vitro* evaluation of the reliability of the Root ZX electronic apex locator. **Int Endod J**, 32:120–3, 1999.
- 34) MAYEDA, D.L., SIMON, J.H.S., AIMAR, D.F., FINLEY, K. *In vivo* measurement accuracy in vital and necrotic canals with the Endex apex locator. **J Endod**, 19:545–8, 1993.

3 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Kutler (1955) (1), o canal radicular é formado por um canal dentinário, convergente para apical, e por um canal cementário, divergente para apical, sendo que este se abre para a superfície externa da raiz através do forame apical. O forame é a circunferência que separa o término do canal radicular da superfície externa da raiz, e pode estar localizado de 0,0 a 3,0 mm do vértice anatômico radicular. A junção entre o canal dentinário e o canal cementário é conhecida como limite CDC (canal-dentina-cemento) e nestas imediações encontra-se a constrição apical, que corresponde ao maior estreitamento do canal radicular, independente de estar localizado em dentina ou cimento, podendo estar a cerca de 0,5 a 0,7 mm do forame.

A presença de periodontite apical é um dos principais fatores que podem determinar o insucesso endodôntico (2). Essas lesões no periápice estimulam a atividade reabsortiva, destruindo osso, cimento e dentina, ainda que esta reabsorção não seja detectável radiograficamente (3). A reabsorção radicular apical é um processo multifatorial associado a estímulos fisiológicos ou patológicos e resulta em uma perda irreversível de estrutura dental: ocorre formação de crateras no cimento e dentina de maneira irregular, e sua evolução pode levar a uma deformação da região apical, do forame e da constrição apical. (3)

Os estudos histológicos de Ricucci & Langeland (1998) (4) demonstraram que o comprimento de trabalho, idealmente, deve ser limitado na constrição apical do canal radicular, para que se preserve a integridade dos tecidos periapicais, favorecendo o reparo. Porém a morfologia do ápice dos dentes com periodontite apical difere daquela encontrada nos dentes íntegros, dificultando a determinação do limite apical, comprometendo todas as fases do tratamento e consequentemente seu prognóstico. (5)

Para realizar a odontometria pelo método radiográfico em dentes com periodontite apical, Weine (1995) (6) propôs a determinação do comprimento de trabalho baseado na aparência radiográfica da região periapical. Considerando as possíveis alterações que podem ocorrer no ápice da raiz, como resultado da

inflamação periapical, o autor sugeriu como distâncias apropriadas a partir do ápice radiográfico, as seguintes medidas: recuo de 1,0 mm, para dentes com estruturas periapicais normais, 1,5 mm, em casos de reabsorção óssea apical, e 2 mm, em casos de reabsorção apical óssea e radicular.

O método radiográfico de odontometria é tradicionalmente utilizado, porém de acordo com Stein & Corcoran (1992) (7) a real distância da ponta do instrumento em relação ao ápice pode ser visualizada na imagem radiográfica com uma discrepância de até 0,7mm, aumentando o risco de sobre-instrumentação. Além disso, as radiografias apresentam uma série de limitações, pois se tratam da representação bidimensional de estruturas tridimensionais, permitem apenas a visualização do vértice anatômico da raiz, o qual na maioria das vezes, não coincide com a posição do forame apical, a interpretação da imagem radiográfica é prejudicada pela sobreposição de estruturas anatômicas, existe a dificuldade de verificar curvaturas que estejam no sentido vestibulo-lingual, além de não ser possível identificar, radiograficamente, a localização da constrição apical.

A dificuldade em estabelecer a posição do forame apical por meio de radiografias levou ao desenvolvimento de aparelhos conhecidos como localizadores foraminais eletrônicos. Custer (8), em 1918, foi o primeiro a citar o uso de um aparelho capaz de registrar a passagem de corrente elétrica entre um eletrodo posicionado entre o canal radicular e a mucosa bucal. Suzuki (9), em 1942, descobriu a existência de valores constantes da resistência elétrica entre o ligamento periodontal e a mucosa oral, permitindo o desenvolvimento do primeiro localizador foraminal eletrônico por Sunada, em 1962 (10).

A fim de se obter medições mais precisas e que não sofressem alterações em presença de soluções no interior do canal, novas tecnologias foram desenvolvidas, como os aparelhos tipo “frequência-dependente”, dentre os quais o Root ZX II (J. Morita, Kyoto, Japão). O aparelho Root ZX II calcula o quociente entre as impedâncias de duas frequências para localizar a constrição apical (11). Estudos demonstram que o desempenho do aparelho não é afetado pelo conteúdo do canal radicular, vitalidade pulpar, solução irrigadora ou tipo de dente (12,13,14), mas que os casos de alterações anatômicas que acarretam alterações na constrição apical, como dentes com ápices abertos, periodontite apical e reabsorções radiculares,

podem impedir a correta determinação do término do canal radicular pelo Root ZX II (17,15).

Os fabricantes dos Localizadores Foraminais Eletrônicos (LFE) modernos alegam que seus produtos são capazes de localizar a constrição apical e, além disso, detectar o término do canal (11). A capacidade destes dispositivos de detectar o ponto em que a ponta do instrumento deixa o dente e entra no periodonto, explica a precisão dos LFE em localizar o término do apical do canal em dentes com ressecção do ápice radicular (16) e diagnosticar perfurações ou fraturas radiculares horizontais (14).

Goldberg et al. (2002) (17) realizaram um experimento *in vitro* para avaliar a precisão do LFE Root ZX em determinar o comprimento de trabalho em dentes com reabsorção radicular apical simulada. Os autores utilizaram o aparelho no nível “0,5” e compararam a medida eletrônica à obtida pela visualização direta diminuída de 0,5mm. A precisão foi de 62,7%, 94,0% e 100,0%, considerando margens de +0,5 mm, +1,0 mm, e +1,5 mm, respectivamente.

Krizaj et al. (2004) (18) investigaram medidas de impedância e de condução de corrente através do dente humano, usando um aparelho que realiza medidas de Indutância, Capacitância e Resistência, o LCR meter HP 4284, em dentes extraídos. Os autores demonstraram a influência de parâmetros importantes na impedância, tais como condutância da dentina, o preparo do canal, e a condutância da solução irrigadora; como consequência de tais variações, o uso da razão entre as impedâncias medidas em duas ou mais frequências, que é o princípio dos localizadores foraminais modernos, permite a determinação mais exata da extensão do canal radicular. No entanto, os autores afirmaram que esta abordagem, utilizando duas ou mais frequências, é adequada para a detecção exata do forame apical, mas não pode ser aplicada para determinação da distância entre a ponta do instrumento até o forame apical, uma vez que as relações entre as impedâncias não são lineares e são difíceis de prever.

Nekoofar et al. (2006) (15) sugeriram que se deve subtrair 0,5 mm do comprimento em que a ponta lima está em contato com o ligamento periodontal, ou seja, no forame apical. Segundo os autores, isso não significa que foi localizada a

constrição apical, mas que o instrumento está dentro do canal e muito próximo do forame.

Tosun et al. (2008) avaliaram *in vitro* o desempenho Root ZX em dentes decíduos, com ou sem reabsorção radicular, e consideraram que o Root ZX demonstrou a mesma precisão entre os grupos.

Angwaravong & Panitvisai (2009) avaliaram a precisão do Root ZX em molares decíduos com reabsorção radicular, *in vitro*. Os autores relataram que considerando como aceitável um intervalo de $\pm 0,5$ mm, a precisão do Root ZX no nível "APEX" foi alta, 96,70% e o desempenho do aparelho não foi afetado pela presença de reabsorção radicular.

Camargo et al. (2009) (21) reportaram que realizar o preparo cervical dos canais antes de efetuar a medição eletrônica permite melhor acesso das limas à região apical e aumenta significativamente a precisão dos LFE.

De acordo com Jan & Krizaj (2009) (22), clinicamente, uma maior variação nas medidas é esperada porque, em contraste com os estudos *in vitro*, as circunstâncias favoráveis para medições precisas não estão disponíveis. Os dentes diferem morfológicamente, pode-se esperar que os tecidos circundantes tenham diferentes propriedades elétricas que variam de indivíduo para indivíduo; estes parâmetros, assim como vários outros mecanismos que influenciam a condução de corrente através do dente, precisam ser mais profundamente pesquisados. Além disso, existem poucos estudos que investigaram as propriedades elétricas e as alterações de impedância do dente humano com dispositivos não-comerciais, visando avaliar os fatores que influenciam a medição dos LFE ou para melhorar o método em si.

REFERÊNCIAS

- 1) KUTLER, Y. Microscopic investigation of root apices. **J Amer Dent Assoc**, 50: 544-52, 1955.
- 2) STRINDBERG, L.Z. The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. **Acta Odontol. Scand.** 14 (Supl.21), 1956.
- 3) MALUEG, L. A., WILCOX, L. R., JOHNSON, W. Examination of external apical root resorption with scanning electron microscopy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 82:89-93, 1996.
- 4) RICUCCI, D., LANGE LAND K. Apical Limit of Root Canal Instrumentation and Obturation, Part 2. A Histological Study. **Int Endod J**, 31: 394–409, 1998.
- 5) PRATA, M.I.A. et al. Apical external and internal root resorption findings in teeth with periapical lesions. **J Bras Endod**, Curitiba, v3, n10, p.222-228, jul./set. 2002.
- 6) WEINE, F.S. **Tratamento Endodôntico**. São Paulo, Livraria Santos Editora, 1995, 395.
- 7) STEIN, T.J., Corcoran JF. Radiographic “working length” revisited. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, 74: 796-800, 1992.
- 8) CUSTER, L.E. Exact methods of locating the apical foramen. **J Natl Dent Assoc**, 5:815-9, 1918. 6.
- 9) SUZUKI, K. Experimental study on iontophoresis. **J Jap Stomatol**, 16:411, 1942.
- 10) SUNADA, I. A new method for measuring the length of the root canal. **J Dent Res**, 41:375-87, 1962.
- 11) J. Morita Corp. Fully automatic root canal measuring device. Root ZX II operation instructions. Tustin, CA, p.7 –16, 2007.
- 12) DUNLAP, C.A., REMEIKIS, N. A., BEGOLE, E.A., RAUSCHENBERGER, C. R. An *in vivo* Evaluation of an Electronic Apex Locator that Uses the Ratio Method in Vital and Necrotic Canals. **J Endod**, 24:48-50, 1998.
- 13) EL AYOUTI, A., DIMA, E., OHMER, J., SPERL, K. Consistency of Apex Locator Function: A Clinical Study. **J Endod**, 35:179 –181, 2009.
- 14) GORDON, M.P, CHANDLER, N.P. Electronic apex locators. **Int. Endod J**, 37:425–37, 2004.
- 15) NEKOO FAR, M.H., GHANDI, M.M., HAYES, S.J., DUMMER, P.M.H. The Fundamental Operating Principles of Electronic Root Canal Length Measurement Devices. **Int Endod J**, 39: 595–609, 2006.

- 16) ELAYOUTI, A., KIMIONIS, I., CHU, A-L. , LOST, C. Determining the apical terminus of root-end resected teeth using three modern apex locators: a comparative ex vivo study. **Int Endod J**, 38: 827–833, 2005.
- 17) GOLDBERG, F., DE SILVIO, A., MANFRE, S., NASTRI, N. *In Vitro* Measurement Accuracy of an Electronic Apex Locator in Teeth with Simulated Apical Root Resorption. **J Endod**, 28: 461–3, 2002.
- 18) KRIZAJ, D., JAN, J., VALENCIC, V. Modeling AC Current Conduction through a Human Tooth. **Bioelectromagnetics**, 25:185-195, 2004.
- 19) TOSUN, G., ERDEMIR, A., ELDENIZ, A.U., SERMET, U., SENER, Y. Accuracy of two electronic apex locators in primary teeth with and without apical resorption: a laboratory study. **Int Endod J**, 41:436–441, 2008.
- 20) ANGWARAVONG, O., PANITVISAI, P. Accuracy of an electronic apex locator in primary teeth with root resorption. **Int Endod J**, 42:115–121, 2009.
- 21) CAMARGO, E.J., ZAPATA, R.O., MEDEIROS, P.L., BRAMANTE, C.M., BERNARDINELLI, N., GARCIA, R.B., MORAES, I.G., DUARTE, M.A.H. Influence of preflaring on the accuracy of length determination with four Electronic apex locators. **J Endod**, 35:1300–1302, 2009.
- 22) JAN J, KRIZAJ D. Accuracy of root canal length determination with the impedance ratio method. **Int Endod J**, 42:819-26. 2009.
- .

APÊNDICE A - ILUSTRAÇÕES DA METODOLOGIA

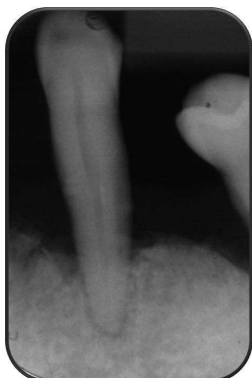


Figura 1 – Imagem radiográfica de dente com indicação de exodontia por motivo periodontal.



Figura 2 – Dente com isolamento absoluto posicionado, após assepsia e anestesia local.

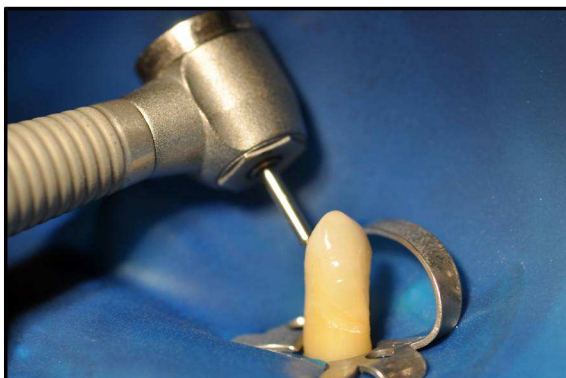


Figura 3 – Ponta diamantada em alta rotação para realizar a abertura coronária.

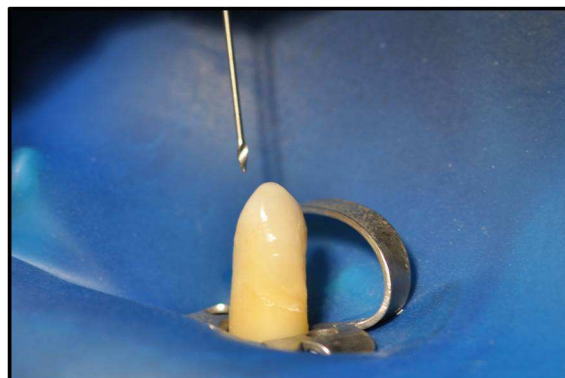


Figura 4 – Preparo cervical realizado com brocas tipo Gates Glidden.

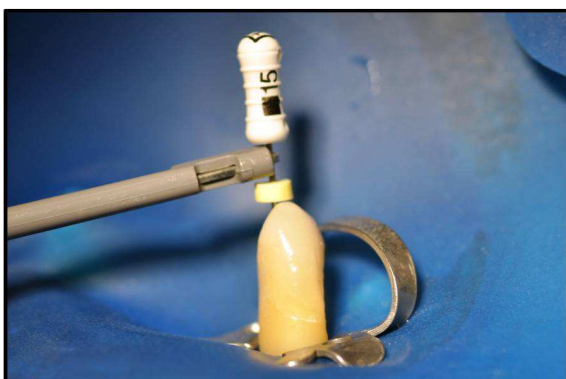


Figura 5 – Eletrodo do aparelho Root ZX II conectado ao instrumento tipo K n° 15 inserido dentro do canal radicular.

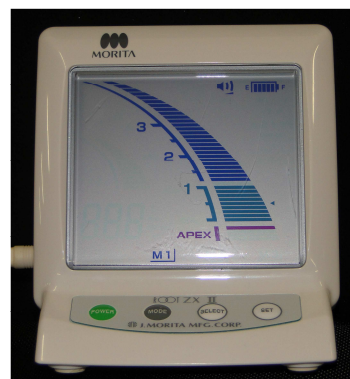


Figura 6 – Tela do Root ZX II indicando que a ponta do instrumento atingiu o forame (nível "APEX").

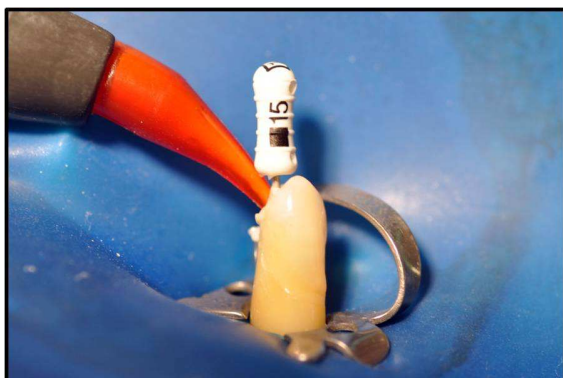


Figura 7 – Ponta da seringa Centrix inserindo o cimento de ionômero de vidro na câmara pulpar.



Figura 8 – Fotopolimerização do cimento.



Figura 9 – Instrumento fixado na posição indicada pelo Root ZX II.

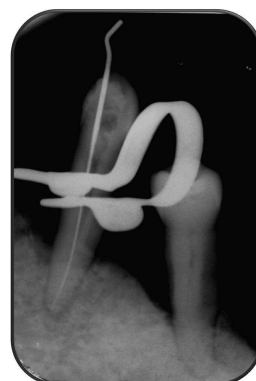


Figura 10 – Imagem radiográfica do dente com o instrumento fixado.

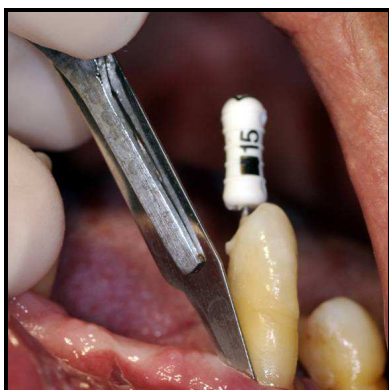


Figura 11 – Incisão realizada após remoção do isolamento absoluto.

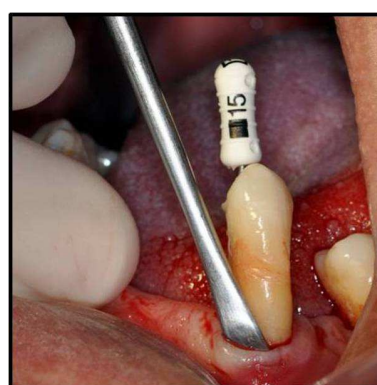


Figura 12 – Descolamento mucoperiosteio.

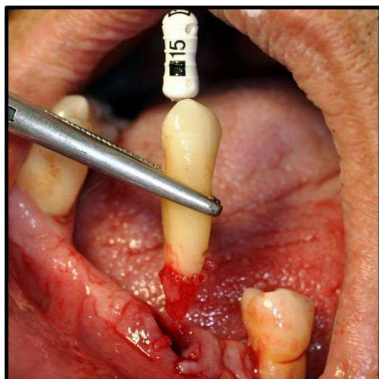


Figura 13 – Exodontia realizada.

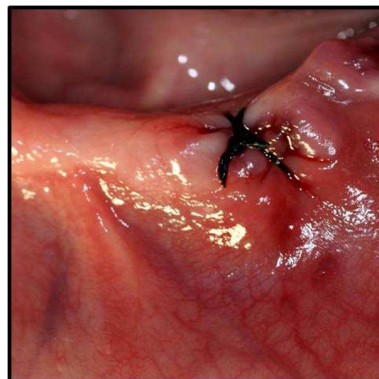


Figura 14 – Sutura.

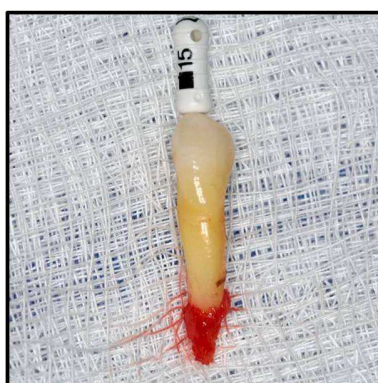


Figura 15 – Dente após a exodontia.



Figura 16 – Ápice radicular após a remoção dos resíduos orgânicos.

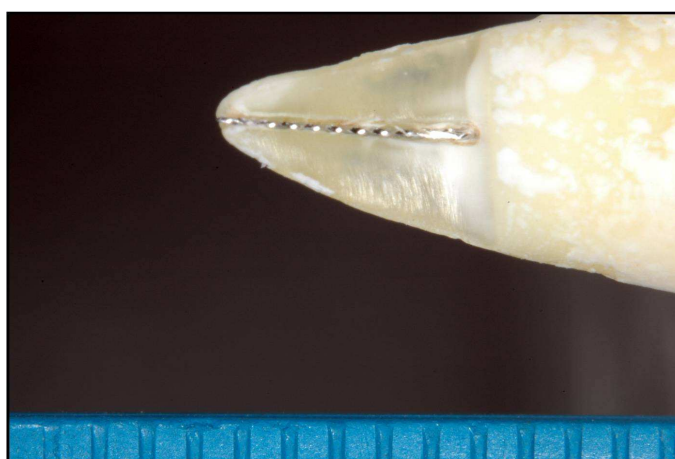


Figura 17 – Ápice radicular após desgaste longitudinal e exposição do instrumento.



Figura 18 - Imagem radiográfica de dente com alteração periapical e indicação de exodontia por motivo periodontal.



Figura 19 - Imagem radiográfica do dente com o instrumento fixado.



Figura 20 – Localização do forame apical

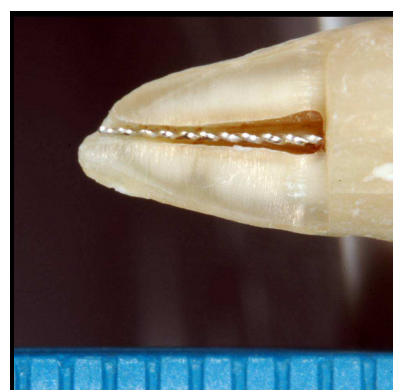


Figura 21 –. Ápice radicular após desgaste longitudinal e exposição do instrumento.

		Grupo 1 (n=12)	Grupo 2 (n=15)
Superior	Incisivo central	1	5
	Incisivo lateral	3	4
	Canino	-	1
Inferior	Incisivo central	5	1
	Incisivo lateral	1	1
	Canino	2	3

Figura 22 – Distribuição dos espécimes de acordo com o grupamento dentário.

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____
RG nº _____, estou sendo convidado a participar de um estudo denominado “Avaliação *in vivo* da precisão do Root ZX II em localizar o forame em dentes portadores de periodontite apical”.

Sei que para o avanço da pesquisa a participação de voluntários é de fundamental importância. Caso aceite participar desta pesquisa eu doarei para esta pesquisa os dentes que tiverem extração indicada, por não apresentarem nenhuma possibilidade de recuperação e manutenção, e concordo que imediatamente antes do procedimento de extração seja realizado o procedimento de odontometria eletrônica destes dentes.

Fui informado que não existem riscos adicionais ao procedimento cirúrgico e que não haverá qualquer interferência na cicatrização da cirurgia. Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado confidencial será mantido em sigilo. A elaboração final dos dados será feita de maneira codificada, respeitando o imperativo ético da confidencialidade.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são o Professor Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto e a cirurgiã-dentista Lucila Piasecki, aluna do mestrado em endodontia, com quem poderei manter contato pelo telefone 045 - 8816-9887 (Lucila). Estão garantidas todas as informações que eu queira saber antes, durante e depois do estudo.

Estou ciente que posso me recusar a participar do estudo ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, nem sofrer qualquer dano. Em caso de reclamação ou qualquer tipo de denúncia sobre este estudo devo ligar para o CEP PUCPR (41) 3271-2292 ou mandar um email para nep@pucpr.br.

Li, portanto, este termo, fui orientado quanto ao teor da pesquisa acima mencionada e compreendi a natureza e o objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. Concordo, voluntariamente em participar desta pesquisa, sabendo que não receberei nem pagarei nenhum valor econômico por minha participação.

Assinatura do paciente

Assinatura do Prof. Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto

Assinatura da pesquisadora Lucila Piasecki

Local e data

ANEXO B - APROVAÇÃO PELO CEP



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
Núcleo de Bioética
Comitê de Ética em Pesquisa
Ciência com Consciência

PARECER CONSUBSTANCIADO DE PROTOCOLO DE PESQUISA

Parecer Nº **0003347/09**

Protocolo CEP Nº **5255**

Título do projeto **AValiação IN VIVO DA PRECISÃO DO ROOT ZX II EM LOCALIZAR O**

Grupo

FORAME EM DENTES PORTADORES DE PERIODONTITE APICAL....

Versão **2**

Protocolo CONEP **0382.0.084.000-09**

Pesquisador responsável **Ulisses Xavier da Silva Neto**

Instituição **PUCPR-CCBS - Curitiba**

Objetivos

OBJETIVO(S) GERAL(IS)

Avaliar a precisão do localizador apical eletrônico Root ZX II

OBJETIVO(S) ESPECÍFICO(S)

Avaliar in vivo, a precisão do aparelho Root ZX II em determinar a localização do forame em dentes portadores de periodontite apical.

Comentários e considerações

Projeto de pesquisa relevante, metodologicamente adequado. A amostra neste estudo será constituída de dois grupos de 10 dentes humanos com extração previamente indicada, obtidos de pacientes da Disciplina de Cirurgia I e II do curso de Odontologia da PUC-PR.

A triagem será realizada pelos professores responsáveis pelas disciplinas de Periodontia, Prótese, Ortodontia e Endodontia, e os dentes serão encaminhados para extração após todas as possibilidades de recuperação e manutenção dos dentes tenham sido esgotadas.

Os pacientes voluntários deverão submeter-se à anamnese para avaliar a condição de saúde geral e serão informados sobre os riscos e benefícios deste estudo e assinarão um consentimento informado, autorizando a realização do procedimento.

Em relação aos dentes, estes deverão apresentar um remanescente coronário que permita o isolamento absoluto e que posteriormente possa ser utilizado para a fixação de um instrumento endodôntico. Serão avaliados clinicamente e radiograficamente para atestar a necessidade de extração e possibilidade de inclusão para compor a amostra.

Serão selecionados 10 dentes que radiograficamente apresentem um periápice normal para compor o Grupo 1 e outros 10 dentes que radiograficamente apresentem presença de periodontite apical para compor o Grupo 2

Critérios para Inclusão e exclusão da amostra

• Pacientes maiores de 18 anos que apresentem:

- Dentes com doença periodontal avançada, sem condições de recuperação, que representem risco sistêmico para o paciente;

• Dentes portadores de periapicopatias crônicas sem condições de tratamento endodôntico com riscos de reagudecimentos;

• Dentes sem valor estratégico no arco dentário que estejam com indicação protética de extração;

• Dentes com indicação de extração por razões ortodônticas.

Critérios para exclusão da amostra:

• Pacientes menores de 18 anos

- Pacientes portadores de marca-passo cardíaco, portadores de Disfunção Tempor-Mandibular ou qualquer outra condição de saúde que contra-indique o procedimento cirúrgico

• Dentes portadores de dilacerações e reabsorções dentárias;

• Dentes anquilosados; Dentes com fraturas radiculares; Dentes sem remanescentes coronários; Dentes com calcificações pulpare ou demasiadamente atresiaados; Dentes com processos agudos; Dentes com tratamento endodôntico prévio.

RISCOS E BENEFÍCIOS - Os pacientes voluntários deverão submeter-se à anamnese para avaliar a condição de saúde geral e serão informados sobre os riscos e benefícios deste estudo e assinarão um consentimento informado, autorizando a realização do procedimento.



Parecer Nº **0003347/09**

Protocolo CEP Nº **5255**

Título do projeto **AValiação IN VIVO DA PRECISÃO DO ROOT ZX II EM LOCALIZAR O FORAME EM DENTES PORTADORES DE PERIODONTITE APICAL....**

Grupo
Versão **2**

Protocolo CONEP **0382.0.084.000-09**

Pesquisador responsável **Ulisses Xavier da Silva Neto**

Instituição **PUCPR-CCBS - Curitiba**

Termo de consentimento livre e esclarecido e/ou Termo de compromisso para uso de dados.

TCLE claro, objetivo, mantém os princípios éticos, assim como o anonimato do sujeito da pesquisa.

Conclusões

Projeto aprovado.

Devido ao exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa da PUCPR, de acordo com as exigências das Resoluções Nacionais 196/96 e demais relacionadas a pesquisas envolvendo seres humanos, em reunião realizada no dia: **23/09/2009**, manifesta-se por considerar o projeto **Aprovado**.

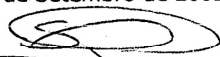
Situação Aprovado

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 196/96, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEP em qualquer tempo.

Curitiba, 23 de Setembro de 2009.



Prof. Dr. Sergio Surugi de Siqueira
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
PUC PR



ANEXO C – NORMAS DA REVISTA JOURNAL OF ENDODONTICS

The Journal of Endodontics, the official journal of the American Association of Endodontists, publishes scientific articles, case reports and comparison studies evaluating materials and methods of pulp conservation and endodontic treatment. Endodontists and general dentists can learn about new concepts in root canal treatment and the latest advances in techniques and instrumentation in the one journal that helps them keep pace with rapid changes in this field.

For Authors

The Journal of Endodontics is owned by the American Association of Endodontists. Submitted manuscripts must pertain to endodontics and may be original research (e.g., clinical trials, basic science related to the biological aspects of endodontics, basic science related to endodontic techniques, case reports or zebras) or review articles related to the scientific or applied aspects of endodontics. Authors of potential review articles are encouraged to first contact the editor during their preliminary development via e-mail at JEndodontics@UTHSCSA.edu). Manuscripts submitted for publication must be submitted solely to the JOE and not published elsewhere.

First-Time Users

All manuscripts must be submitted online through editorial manager Web site at www.editorialmanager.com/joe/. Please click the Register button on the home page and enter the requested information. Upon successful registration, you will be sent an e-mail indicating your username and password. Print a copy of this information for future reference. (Note: If you have received an e-mail from us with an assigned username and password, or if you are a repeat user, do not register again; just log in. Once you have an assigned username and password, you do not have to reregister, even if your status changes (that is, author, reviewer or editor).)

Authors: Please click the log-in button from the menu at the top of the page and log in to the system as an Author. Submit your manuscript according to the contributor instructions. You will be able to track the progress of your manuscript during the review. If you experience any problems, please contact Ken Hargreaves,

D.D.S., Ph.D., at JEndodontics@UTHSCSA.edu or by fax at 210/567-3389. Requests for help and other questions will be addressed in the order received.

Submission of Manuscript

Please review the guidelines for publishing papers in the JOE before submitting your manuscript. A cover letter, containing signatures of all authors and the following information, must be scanned and submitted on the Web site with the manuscript files or else mailed to Kenneth Hargreaves, D.D.S., Ph.D., Editor, Dept. of Endodontics, UTHSCSA, 7703 Floyd Curl Dr, San Antonio, TX 78229-3900:

a. The manuscript title, name and address (including e-mail) of one author designated as the corresponding author. This author will be responsible for editing proofs and ordering reprints when applicable.

b. The following paragraph: "In consideration of the editors of the Journal of Endodontics taking action in reviewing and editing this submission, the author(s) undersigned hereby transfer, assign or otherwise convey all copyright ownership to the AAE in the event that such work is published in that Journal."

c. If the purpose of a paper is to evaluate a commercial product, then a separate statement must be included with the submission, which asserts that the product was used exactly according to manufacturer's instructions. If this was not the case, a precise description of any variant use must be prominently stated in the abstract, methods and, if appropriate, in the title.

d. All authors must also sign the following statement, which must accompany the manuscript: "I affirm that I have no financial affiliation (e.g., employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultants hips, patent licensing arrangements or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past three years. Any other potential conflict of interest is disclosed." Any author who cannot sign this statement must append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest that poses a conflict. This paragraph should follow the "Discussion" section.

e. If human subjects are used, include the following statement: "The informed consent of all human subjects who participated in the experimental investigation

reported or described in this manuscript was obtained after the nature of the procedure and possible discomforts and risks had been fully explained.”

f. If animals are used, a statement on protocol approval by the institutional animal care and use committee must be included.

Disclaimer

“The statements, opinions and advertisements in the Journal of Endodontics are solely those of the individual authors, contributors, editors or advertisers, as indicated. Those statements, opinions and advertisements do not effect any endorsement by the American Association of Endodontists or its agents, authors, contributors, editors or advertisers, or the publisher. Unless otherwise specified, the American Association of Endodontists and the publisher disclaim any and all responsibility or liability for such material.”

Guidelines for Publishing Papers in the JOE

Writing an effective article is a challenging assignment. The following guidelines are provided to assist authors in submitting manuscripts.

1.The JOE publishes original and review articles related to the scientific and applied aspects of endodontics. Moreover, the JOE has a diverse readership that includes full-time clinicians, full-time academicians, residents, students and scientists. Effective communication with this diverse readership requires careful attention to writing style.

2.General Points on Composition

Authors are strongly encouraged to analyze their final draft with both software (e.g., spelling and grammar programs) and colleagues who have expertise in English grammar. References listed at the end of this section provide a more extensive review of rules of English grammar and guidelines for writing a scientific article. Always remember that clarity is the most important feature of scientific writing. Scientific articles must be clear and precise in their content and concise in their

delivery since their purpose is to inform the reader. The Editor reserves the right to edit all manuscripts or to reject those manuscripts that lack clarity or precision, or have unacceptable grammar. The following list represents common errors in manuscripts submitted to the JOE:

a. The paragraph is the ideal unit of organization. Paragraphs typically start with an introductory sentence that is followed by sentences that describe additional detail or examples. The last sentence of the paragraph provides conclusions and forms a transition to the next paragraph. Common problems include one-sentence paragraphs, sentences that do not develop the theme of the paragraph (see also section “c”, below), or sentences with little to no transition within a paragraph.

b. Keep to the point. The subject of the sentence should support the subject of the paragraph. For example, the introduction of authors' names in a sentence changes the subject and lengthens the text. In a paragraph on sodium hypochlorite, the sentence, “In 1983, Langeland et al., reported that sodium hypochlorite acts as a lubricating factor during instrumentation and helps to flush debris from the root canals” can be edited to: “Sodium hypochlorite acts as a lubricant during instrumentation and as a vehicle for flushing the generated debris (Langeland et al., 1983)”. In this example, the paragraph's subject is sodium hypochlorite and sentences should focus on this subject.

c. Sentences are stronger when written in the active voice, i.e., the subject performs the action. Passive sentences are identified by the use of passive verbs such as “was,” “were,” “could,” etc. For example: “Dexamethasone was found in this study to be a factor that was associated with reduced inflammation”, can be edited to: “Our results demonstrated that dexamethasone reduced inflammation”. Sentences written in a direct and active voice are generally more powerful and shorter than sentences written in the passive voice.

d. Reduce verbiage. Short sentences are easier to understand. The inclusion of unnecessary words is often associated with the use of a passive voice, a lack of focus or run-on sentences. This is not to imply that all sentences need be short or even the same length. Indeed, variation in sentence structure and length often helps

to maintain reader interest. However, make all words count. A more formal way of stating this point is that the use of subordinate clauses adds variety and information when constructing a paragraph. (This section was written deliberately with sentences of varying length to illustrate this point.)

e. Use parallel construction to express related ideas. For example, the sentence, “Formerly, Endodontics was taught by hand instrumentation, while now rotary instrumentation is the common method”, can be edited to “Formerly, Endodontics was taught using hand instrumentation; now it is commonly taught using rotary instrumentation”. The use of parallel construction in sentences simply means that similar ideas are expressed in similar ways, and this helps the reader recognize that the ideas are related.

f. Keep modifying phrases close to the word that they modify. This is a common problem in complex sentences that may confuse the reader. For example, the statement, “Accordingly, when conclusions are drawn from the results of this study, caution must be used”, can be edited to “Caution must be used when conclusions are drawn from the results of this study”.

g. To summarize these points, effective sentences are clear and precise, and often are short, simple and focused on one key point that supports the paragraph’s theme.

3. General Points on the Organization of Original Research Manuscripts

a. Title Page: The title should describe the major conclusion of the paper. It should be as short as possible without loss of clarity. Remember that the title is your advertising billboard—it represents your major opportunity to solicit readers to spend the time to read your paper. It is best not to use abbreviations in the title since this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (e.g., use “sodium hypochlorite” rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at www.icmje.org).

b. Abstract: The abstract should concisely describe the purpose of the study, the hypothesis, methods, major findings and conclusions. The abstract should describe the new contributions made by this study. The word limitations (150 words) and the wide distribution of the abstract (e.g., PubMed) make this section challenging to write clearly. This section often is written last by many authors since they can draw on the rest of the manuscript. Write the abstract in past tense since the study has been completed. Three to ten keywords should be listed below the abstract.

c. Introduction: The introduction should briefly review the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address. The purpose of the study, the tested hypothesis and its scope should be described. Authors should realize that this section of the paper is their primary opportunity to establish communication with the diverse readership of the JOE. Readers who are not expert in the topic of the manuscript are likely to skip the paper if the introduction fails to provide sufficient detail. However, many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals.

d. Material and Methods: The objective of the methods section is to permit other investigators to repeat your experiments. The three components to this section are the experimental design, the procedures employed, and the statistical tests used to analyze the results. The vast majority of manuscripts should cite prior studies using similar methods and succinctly describe the particular aspects used in the present study. The inclusion of a “methods figure” will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then the authors should carefully describe the method and include validation experiments. If the study utilized a commercial product, the manuscript should state that they either followed manufacturer’s protocol or specify any changes made to the protocol. Studies on humans should conform to the Helsinki Declaration of 1975 and state that the institutional IRB approved the protocol and that informed consent was obtained. Studies involving animals should state that the institutional animal care and use committee approved the protocol. The statistical analysis section should describe which tests were used to analyze which dependent measures; p-values should be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis, drop-outs from clinical trials, etc.

e. Results: Only experimental results are appropriate in this section (i.e., neither methods nor conclusions should be in this section). Include only those data that are critical for the study. Do not include all available data without justification, any repetitive findings will be rejected from publication. All Figs./Charts/Tables should be described in their order of numbering with a brief description of the major findings.

Figures: There are two general types of figures. The first type of figure includes photographs radiographs or micrographs. Include only essential figures, and even if essential, the use of composite figures containing several panels of photographs is encouraged. For example, most photo-, radio- or micrographs take up one column-width, or about 185 mm wide X 185 mm tall. If instead, you construct a two columns-width figure (i.e., about 175 mm wide X 125 mm high when published in the JOE), you would be able to place about 12 panels of photomicrographs (or radiographs, etc.) as an array of four columns across and three rows down (with each panel about 40 X 40 mm).

This will require some editing on your part given the small size of each panel, you will only be able to illustrate the most important feature of each photomicrograph. Remember that each panel must be clearly identified with a letter (e.g., "A", "B", etc.), in order for the reader to understand each individual panel. Several nice examples of composite figures are seen in recent articles by Chang, et al, (JOE 28:90, 2002), Hayashi, et al, (JOE 28:120, 2002) and by Davis, et al (JOE 28:464, 2002). At the Editor's discretion, color figures may be published at no cost to the authors. However, the Editor is limited by a yearly allowance and this offer does not include printing of reprints.

The second type of figure are graphs (i.e., line drawings) that plot a dependent measure (on the Y axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). Examples include a graph depicting pain scores over time, etc. Graphs should be used when the overall trend of the results are more important than the exact numerical values of the results. For example, a graph is a convenient way of reporting that an ibuprofen treated group reported less pain than a placebo group over the first 24 hours, but was the same as the placebo group for the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

Tables: Tables are appropriate when it is critical to present exact numerical values. However, not all results need be placed in either a table or figure. For example, the following table may not necessary; Instead, the results could simply state that there was no inhibition of growth from 0.001-0.03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0.03-3% NaOCl (N=5/group). Similarly, if the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure. These and many other suggestions on figure and table construction are described in additional detail in Day (1998).

f. Discussion: The conclusion section should describe the major findings of the study. Both the strength and weaknesses of the observations should be discussed. What are the major conclusions of the study? How does the data support these conclusions? How do these findings compare to the published literature? What are the clinical implications? Although this last section might be tentative given the nature of a particular study, the authors should realize that even preliminary clinical implications might have value for the clinical readership. Ideally, a review of the potential clinical significance is the last section of the discussion.

g. References: The reference style follows Index Medicus and can be efficiently learned from reading past issues of the JOE. Citations are placed in parentheses at the end of a sentence or at the end of a clause that requires a literature citation. Do not use superscript for references. Original reports are limited to 35 references. There are no limits in the number of references for review articles.

4. Page Limitations for Manuscripts in the Category of Basic Science/Endodontic Techniques

a. What is the limitation? Original research reports in the category of basic science/endodontic techniques are limited to no more than 2,000 words (total for the abstract, introduction, methods, results and conclusions), and a total of three Figs./Charts/Tables. If a composite figure is used (as described above), then this will count as two of the three permitted Figs./Charts/Tables.

b. Does this apply to me? Manuscripts submitted to the JOE can be broadly divided into several categories including review articles, clinical trials (e.g., prospective or retrospective studies on patients or patient records, or research on biopsies excluding the use of human teeth for technique studies), basic science/biology (animal or culture studies on biological research related to endodontics, or relevant pathology or physiology), and basic science/techniques (e.g., stress/strain/compression/strength/failure/composition studies on endodontic instruments or materials). Manuscripts submitted in this last category are the only category subject to these limitations.

c. Why page limitations? Most surveyed stakeholders of the JOE desire timely publication of submitted manuscripts and an extension of papers to include review articles and other features. To accomplish these goals, we must reduce the average length of manuscripts since increasing the JOE's number of published pages is prohibitively expensive. Although a difficult decision, restricting this one category of manuscripts accomplishes nearly all of these goals since ~40-50% of published papers are in this category.

d. How do I make my manuscript fit these limitations? Adhering to the general writing methods described in these guidelines (and in the resources listed below) will help to reduce the size of the manuscript. Authors are encouraged to focus on only the essential aspects of the study and to avoid inclusion of extraneous text and figures. The Editor will reject manuscripts that exceed these limitations.