

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Curso de Especialização em Endodontia

Liliane de Oliveira Ramos

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO ROOT ZX II E NOVAPEX NA LOCALIZAÇÃO DO
FORAME APICAL REALIZADA POR DOIS OPERADORES DISTINTOS E
COMPARADA COM RADIOGRAFIA DIGITAL**

Belo Horizonte
2014

Liliane de Oliveira Ramos

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO ROOT ZX II E NOVAPEX NA LOCALIZAÇÃO DO FORAME APICAL REALIZADA POR DOIS OPERADORES DISTINTOS E COMPARADA COM RADIOGRAFIA DIGITAL

Monografia apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Endodontia.

Orientadora: Prof^a. Dra. Katia Lucy de Melo Maltos

Co-Orientadora: Prof^a. Sandra Maria de Melo Maltos

Faculdade de Odontologia – UFMG
Belo Horizonte
2014

FICHA CATALOGRÁFICA

R175a 2014 MP	<p>Ramos, Liliâne de Oliveira. Avaliação da eficácia do Root ZX II e Novapex na localização do forame apical realizada por dois operadores distintos e comparada com radiografia digital / Liliâne de Oliveira Ramos. – 2014.</p> <p>59 f. : il.</p> <p>Orientadora: Kátia Lucy de Melo Maltos. Co-orientadora: Sandra Maria de Melo Maltos.</p> <p>Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.</p> <p>1. Odontometria. 2. Ápice dentário. I. Maltos, Kátia Lucy de Melo. II. Maltos, Sandra Maria de Melo. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Odontologia. III. Título.</p> <p>BLACK – D242</p>
---------------------	---

*À minha mãe, Detinha, ao meu pai, Jelso,
e ao meu noivo, Luiz Fernando, por
apoiarem-me em qualquer circunstância.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Aos meus pais e ao Lufe, por todo o apoio, paciência e incentivo.

À prof^a. Katia, pelos ensinamentos, instruções, dedicação, profissionalismo e atenção.

Às prof^{as} Sandra, Maria Ilma e Juliana, pelos conhecimentos transmitidos.

À Lilian, pela parceria na elaboração deste trabalho.

Aos verdadeiros amigos da Endo, que fizeram com que essa caminhada se tornasse ainda mais prazerosa.

“Ama-se mais o que se conquista com esforço.”
(Benjamin Disraeli)

RESUMO

No tratamento endodôntico, a determinação do comprimento de trabalho é de fundamental importância para que seja alcançada a instrumentação e obturação adequadas do sistema de canais radiculares. O propósito deste estudo foi avaliar, *in vitro*, a eficácia dos localizadores eletrônicos de forame apical (LEFAs) Root ZX II e Novapex, bem como a influência do operador, e ainda, fazer uma análise das imagens radiográficas digitais, orto-radial e angulada, das medidas obtidas. O trabalho foi aprovado pelo COEP/Plataforma Brasil (protocolo 30236614.2.0000.5149). Radiografias digitais de estudo, abertura coronária e comprovação da patência foraminal com microscópio cirúrgico (medida real) foram realizadas em 31 dentes humanos extraídos. As medições com os aparelhos Root ZX II e Novapex foram feitas por dois operadores distintos e considerou-se acerto quando coincidentes com a medida real (MR). As medidas de acerto encontradas foram: operador I - 36,1% Root ZX II, 27,8% Novapex; operador II - 33,3% Root ZX II, 25% Novapex. Em mais de 50% dos casos as imagens radiográficas foram capazes de mostrar os acertos ou erros das medidas obtidas pelos LEFAs. Concluiu-se que os LEFAs Root ZX II e Novapex falharam na determinação da MR na maioria dos canais radiculares avaliados, para ambos os operadores, o que poderia ser minimizado com a associação da técnica radiográfica.

Palavras-chave: Odontometria. Ápice dentário.

EFFICACY EVALUATION OF ROOT ZX II AND NOVAPEX IN THE LOCATION OF APICAL FORAMEN HELD BY TWO OPERATORS AND COMPARED WITH DIGITAL RADIOGRAPHY

ABSTRACT

Determining the working length is crucial for the appropriate instrumentation and obturation of the root canal system in endodontic treatment. The purpose of this study was to evaluate, *in vitro*, the efficacy of electronic foramen apical locators - Root ZX II and Novapex, as well as the influence of the operator and also, analyze ortho-radial and angled radiographic digital images, of the measurements obtained. The study was approved by COEP/Plataforma Brasil (protocol 30236614.2.0000.5149). Digital radiography study, coronary opening and proof of foraminal patency with surgical microscope (real measurement) were performed on 31 extracted human teeth. Measurements using Root ZX II and Novapex were made by two different operators and it was considered right when matching with the real measurement as in the following: operator I - Root ZX II 36.1%, Novapex 27.8%; operator II - Root ZX II 33.3%, Novapex 25%. In over 50% of cases the radiographic images were able to determine, either the correct measurements or errors of the electronic locators. It was concluded that Root ZX II and Novapex failed in determining the real measurement of the most root canals, for both operators, which could be minimized with the association of radiographic technique.

Keywords: Odontometry. Tooth Apex.

LISTA DE ABREVIATURAS

CDR	-	Comprimento do dente na radiografia
CT	-	Comprimento de trabalho
CTP	-	Comprimento de trabalho provisório
JCD	-	Junção cimento-dentinária
LEFA	-	Localizador eletrônico de forame apical
MR	-	Medida real
SCR	-	Sistema de canais radiculares
SEAR	-	Superfície externa apical radiográfica

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Comparação entre as medidas reais e as encontradas pelos operadores I e II utilizando o aparelho Root ZX II, obtidas de canais radiculares de dentes extraídos (n=36).....	24
GRÁFICO 2	Comparação entre as medidas reais e as encontradas pelos operadores I e II utilizando o aparelho Novapex, obtidas de canais radiculares de dentes extraídos (n=36).....	24
GRÁFICO 3	Comparação entre as imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais, nos casos LEFA=SEAR, obtidas de canais radiculares de dentes extraídos (n=36).....	26
GRÁFICO 4	Comparação entre as imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais, nos casos LEFA<SEAR, obtidas de canais radiculares de dentes extraídos (n=36)	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Comparação entre medidas reais e as encontradas pelos LEFAs – OPERADOR I.....	23
TABELA 2	Comparação entre medidas reais e as encontradas pelos LEFAs – OPERADOR II.....	23
TABELA 3	Comparação entre os dados obtidos das imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais (LEFA=SEAR) - OPERADOR I.....	25
TABELA 4	Comparação entre os dados obtidos das imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais (LEFA=SEAR) - OPERADOR II.....	25
TABELA 5	Comparação entre os dados obtidos das imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais (LEFA<SEAR) - OPERADOR I.....	27
TABELA 6	Comparação entre os dados obtidos das imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais (LEFA<SEAR) - OPERADOR II.....	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Tomadas radiográficas convencionais para seleção das amostras	16
FIGURA 2	Templates confeccionados para tomadas radiográficas em posição orto radial e angulada	17
FIGURA 3	Dentes inseridos nas bases experimentais	18
FIGURA 4	Localizadores utilizados no estudo	19
FIGURA 5	Medição realizada com LEFA Novapex	19
FIGURA 6	Radiografia com lima intra-canal	20
FIGURA 7	Comprovação de patência foraminal	20
FIGURA 8	Comprovação de patência foraminal por meio da observação em microscópio cirúrgico (25x de aumento)	21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1	Seleção e preparação das amostras	16
2.2	Procedimentos de medição	17
3	RESULTADOS	22
4	DISCUSSÃO	29
4.1	Importância da adequada determinação do comprimento de trabalho	30
4.2	Metodologia empregada	35
4.3	Comparação entre as medições dos LEFAs e a medida real dos dentes estudados	38
4.4	Comparação entre as medições dos LEFAs e as imagens radiográficas	40
4.5	Influência dos operadores nas medições	42
5	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS	46
	ANEXO A	53
	ANEXO B	54
	ANEXO C	55
	ANEXO D	56
	ANEXO E	57
	ANEXO F	58
	ANEXO G	59

Introdução

1 INTRODUÇÃO

No tratamento endodôntico, a determinação do comprimento de trabalho (CT) é de fundamental importância para que sejam alcançadas a instrumentação e obturação adequadas do sistema de canais radiculares (SCR). Essa etapa é determinada por meio da medição de uma referência externa coronal até um ponto apical; este último deve ser o limite em que os instrumentos vão atuar durante todo o tratamento e que coincida com o resultado final da obturação. (SIU *et al.*, 2009).

A determinação do CT adequado impede que os instrumentos utilizados durante o tratamento ultrapassem o forame apical e tragam como consequência danos aos tecidos periapicais, falta do reparo da lesão ou ainda uma limpeza deficiente dos canais, ocasionando assim um possível insucesso do tratamento (LIN *et al.*, 2005).

A junção cimento-dentinária (JCD), que é a porção mais estreita do canal radicular, é considerada o limite ideal a ser alcançado na determinação do CT, mas na maioria das vezes isso não é possível devido à grande dificuldade em sua detecção e variada localização (DUMMER *et al.*, 1984).

De acordo com Ruddle (2002), diversos métodos como o uso de pontas de papel absorvente, sensação tátil e o exame radiográfico são utilizados para auxiliar o cirurgião dentista na determinação do CT, mas vários estudos mostram que tais métodos, isoladamente, apresentam limitações que comprometem o alcance desta medida. A radiografia é um método convencional muito utilizado, porém ela está sujeita a erros de distorção, ampliação, é sensível a interpretação e exposição e, além disso, fornece uma imagem bidimensional da estrutura tridimensional (OLSON *et al.*, 1991).

Em 1962, Sunada criou o primeiro localizador eletrônico de forame apical (LEFA), baseado na sua capacidade de avaliar a resistência elétrica constante entre a membrana da mucosa e o ligamento. Desde então, diferentes gerações de LEFA foram desenvolvidos para medir o comprimento do canal radicular.

Os localizadores de primeira geração atuam através das diferenças de resistência elétrica para mensurar o comprimento do canal e os de segunda geração utilizam a impedância ou fluxo de corrente alternada; ambos reconhecem a constrição como o ponto de maior valor de impedância. A terceira geração assemelha à segunda, porém utiliza duas frequências (KIM e LEE, 2004).

Segundo Venturi e Breschi (2007) localizadores de primeira e segunda geração possuem microprocessadores que realizam os cálculos necessários e fornecem a leitura, mas são limitados por requererem calibração e por terem pouca acurácia na presença de fluidos e tecido pulpar.

Atualmente, os LEFAs de quarta geração vêm sendo empregados como ferramentas auxiliares na medição do CT, mostrando-se uma ferramenta prática para essa finalidade; eles são confiáveis nas medições mesmo com presença de fluidos e não necessitam de calibração. Seu funcionamento justifica-se pelo fechamento do circuito que ocorre quando o instrumento toca o ligamento periodontal, justamente na JCD, onde o tecido pulpar termina e começa o ligamento periodontal (NEKOO FAR *et al.*, 2006).

A associação do método eletrônico ao radiográfico é bastante eficaz na otimização das medições. (SIMON *et al.*, 2009)

O propósito deste estudo foi avaliar, *in vitro*, a eficácia dos LEFAs Root ZX II e Novapex na determinação do comprimento do canal radicular, bem como a influência do operador nas medições.

Material e Métodos

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG através da Plataforma Brasil sob o protocolo nº 30236614.2.0000.5149.

2.1 Seleção e preparo das amostras

Foram utilizados 40 dentes humanos extraídos com integridade radicular e ápices completamente formados, sendo 28 caninos e 12 pré-molares uni e birradiculares.

Os espécimes passaram por um processo de desinfecção ao serem imersos em hipoclorito de sódio a 2,5%⁽¹⁾ durante o período de 6 horas para remoção de restos de tecido do ligamento periodontal e outros resíduos da superfície externa radicular; em seguida, foram armazenados em solução salina a 0,9%⁽²⁾.

Foram realizadas radiografias periapicais⁽³⁾ convencionais de estudo para seleção dos dentes. A distância do cilindro do aparelho radiográfico⁽⁴⁾ até o filme foi de 5cm e o tempo de exposição de 0,4 segundos; posteriormente as películas foram processadas⁽⁵⁾ (Fig. 1).



Fig. 1 - Tomadas radiográficas convencionais para seleção das amostras

-
- 1 – Hipoclorito de sódio 2,5% - Farmácia de Manipulação LENZA FARMACÊUTICA LTDA
 - 2 – Solução de Cloreto de sódio 0,9% - EQUIPLEX
 - 3 – Filme dental intraoral E-Speed Film - KODAK
 - 4 – Modelo Spectro 70 x - DABI ATLANTE
 - 5 – Air Techniques – Peri-Pro III

Após avaliação criteriosa da topografia e anatomia interna do sistema de canais radiculares através das radiografias de estudo, nove dentes foram excluídos por apresentarem tratamento endodôntico prévio, canais calcificados ou reabsorções radiculares. Foram selecionados para este estudo 31 dentes humanos extraídos, sendo 20 caninos e 11 pré-molares, totalizando 36 canais radiculares.

2.2 Procedimentos de medição

Para os procedimentos de medição dos canais radiculares, tomadas radiográficas periapicais digitais foram realizadas de forma padronizada. Foram confeccionados dois templates de acrílico⁽⁶⁾ para cada dente de forma que os dentes pudessem ser radiografados nas posições orto-radial e angulada. Os dentes foram fixados em seus respectivos templates (Fig. 2) e duas tomadas radiográficas digitais foram realizadas com a distância de 0,5cm entre o cilindro do aparelho⁽⁷⁾ e os sensores⁽⁸⁾. A mesma distância e o mesmo tempo de exposição de 0,032 segundo foram usadas para as tomadas. A partir da radiografia inicial foi determinado o comprimento do dente na radiografia (CDR) para cada elemento, por meio da medição da distância entre a referência externa coronária até o ápice por meio do Sistema VistaScan⁽⁸⁾ e foi confeccionado um quadro com as medidas adquiridas e os respectivos valores de comprimento de trabalho provisório (CTP) (CDR-1mm) (ANEXO A).

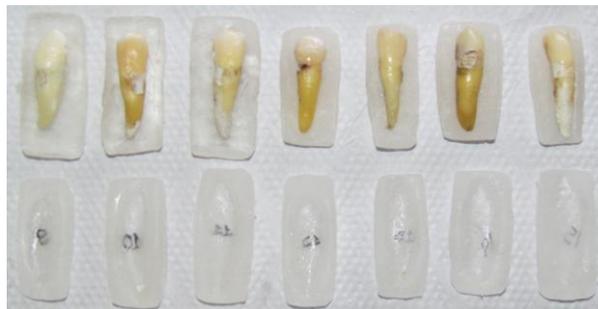


Fig. 2 – Templates confeccionados para tomadas radiográficas em posição orto radial e angulada

6 – Acrílico autopolimerizável pó e líquido - JET
7 – Gendex 765 DC
8 – Dürr Dental

A abertura coronária foi realizada com broca esférica diamantada⁽⁹⁾ e broca Endo Z⁽¹⁰⁾ em alta rotação e os canais explorados até a lima #10⁽¹¹⁾ na medida do CTP, com irrigação de hipoclorito de sódio a 2,5%. Os canais que originalmente apresentavam-se mais amplos foram explorados com uma lima compatível ao seu diâmetro. A lima que melhor se adaptou a cada canal foi também a utilizada para as medições eletrônicas com cada localizador eletrônico de forame apical (LEFA).

Para a realização das medições, cada dente foi inserido em uma base experimental confeccionada com um copo descartável⁽¹²⁾ preenchido internamente com espuma floral⁽¹³⁾ e embebida com solução de cloreto de sódio a 0,9% (Fig. 3). Os canais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% e aspirados, de forma que o canal permanecesse úmido e a câmara pulpar seca.



Fig. 3 – Dentes inseridos nas bases experimentais

Foram utilizados para o desenvolvimento do estudo os aparelhos LEFA Root ZX II⁽¹⁴⁾ e Novapex⁽¹⁵⁾ (Fig. 4).

9 – Broca esférica diamantada 1014 – KG SORENSE
 10 – Broca Endo- Z Carbide- DENTSPLY MAILLEFER
 11 – Lima tipo K - DENTSPLY MAILLEFER
 12 – Copo descartável de café - KEROCOPPO
 13 – Espuma Floral para arranjos ornamentais – OASIS
 14 – J. Morita Corp., Kyoto, Japan
 15 – Fórum Technologies, Israel



Fig.4 – Localizadores utilizados no estudo: A) Root ZX II; B) Novapex.

Os grampos labiais próprios de cada aparelho foram inseridos na espuma de cada copo. No momento da medição eletrônica, a lima selecionada anteriormente de acordo com o diâmetro do canal foi adaptada na outra extremidade do aparelho. As medições do comprimento do canal radicular foram feitas por dois operadores diferentes, de modo independente, seguindo as recomendações de funcionamento presentes no manual de cada LEFA (Fig. 5). Após a indicação do limite apical, o operador ajustou o cursor na referência externa coronal, removeu a lima do interior do canal e fez a medição com a régua endodôntica⁽¹⁶⁾. As medidas foram anotadas em tabela própria (ANEXO B).

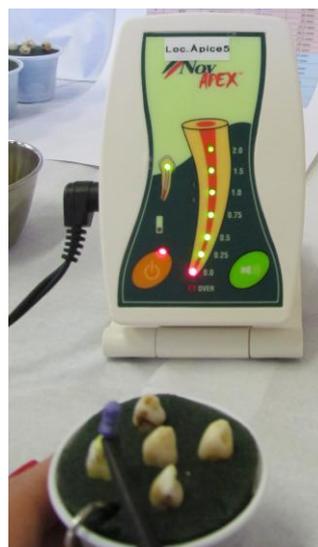


Fig. 5 – Medição realizada com LEFA Novapex.

Foram realizadas novas tomadas radiográficas digitais nas posições ortoradial e angulada após a utilização de cada aparelho LEFA com a lima intracanal na medida encontrada por cada operador (Fig. 6).

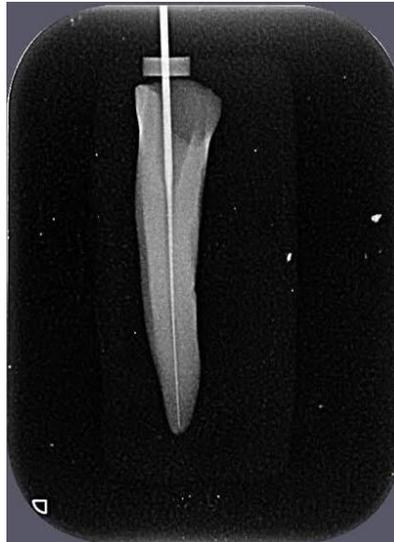


Fig. 6: Radiografia com lima intra-canal

Patência foraminal foi comprovada pela observação de um único operador, pela visualização da ponta da lima na saída do forame por meio de microscópio cirúrgico⁽¹⁷⁾ com aumento de 25 vezes. O cursor da lima foi ajustado na referência coronal e realizada a medida em régua endodôntica. Dessa forma foi obtida a medida, considerada como a real, do canal radicular (Fig. 7 e 8) (ANEXO C).

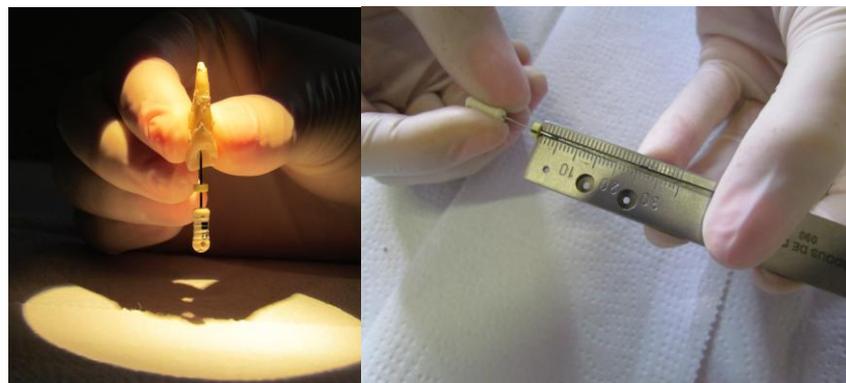


Figura 7 – Comprovação de patência foraminal



Figura 8 – Comprovação de patência foraminal por meio da observação em microscópio cirúrgico (25x de aumento)

As medidas encontradas pelos LEFAs foram comparadas com a medida real de cada canal radicular e classificadas como:

(0)	Coincidente com as medidas do microscópio.
(ALÉM 0,5)	Além 0,5mm da medida do microscópio.
(AQUÉM 0,5)	Aquém 0,5mm da medida do microscópio.
(ALÉM >0,5)	Acima de 0,5mm além da medida do microscópio.
(AQUÉM >0,5)	Acima de 0,5mm aquém da medida do microscópio.

As imagens radiográficas com a lima intracanal utilizando as medidas obtidas com os LEFAs e por cada operador foram classificadas como (ANEXOS D, E, F e G):

(0)	Coincidente com a superfície externa apical da raiz.
(+)	Além da superfície externa apical da raiz.
(-)	Aquém da superfície externa apical da raiz.

Resultados

3 RESULTADOS

As medidas encontradas pelos LEFAs Root ZX II e Novapex foram comparadas com as medidas reais obtidas pela visualização em microscópio (Tab. 1 e 2, Graf. 1 e 2) e com as imagens radiográficas finais com a lima endodôntica (Tab. 3, 4, 5 e 6 e Graf. 3 e 4).

TABELA 1 - Comparação entre as medidas reais e as encontradas pelos LEFAs OPERADOR I

LOCALIZADOR X MICROSCÓPIO	AQUÉM >0,5	AQUÉM 0,5	0	ALÉM 0,5	ALÉM >0,5
ROOT ZX	01 (2,8%)	05 (13,9%)	13 (36,1%)	11 (30,6%)	06 (16,7%)
NOVAPEX	02 (5,6%)	03 (8,3%)	10 (27,8%)	10 (27,8%)	11 (30,6%)

Medidas obtidas de canais radiculares de dentes extraídos (n=36) com os LEFAs Root ZX II e Novapex

TABELA 2 - Comparação entre as medidas reais e as encontradas pelos LEFAs OPERADOR II

LOCALIZADOR X MICROSCÓPIO	AQUÉM >0,5	AQUÉM 0,5	0	ALÉM 0,5	ALÉM >0,5
ROOT ZX	02 (5,6%)	03 (8,3%)	12 (33,3%)	10 (27,8%)	09 (25%)
NOVAPEX	04 (11,1%)	07 (19,4%)	09 (25%)	05 (13,9%)	11 (30,6%)

Medidas obtidas de canais radiculares de dentes extraídos (n=36) com os LEFAs Root ZX II e Novapex

GRÁFICO 1 - Comparação entre as medidas reais e as encontradas pelos operadores I e II utilizando o aparelho Root ZX II, obtidas de canais radiculares de dentes extraídos (n=36).

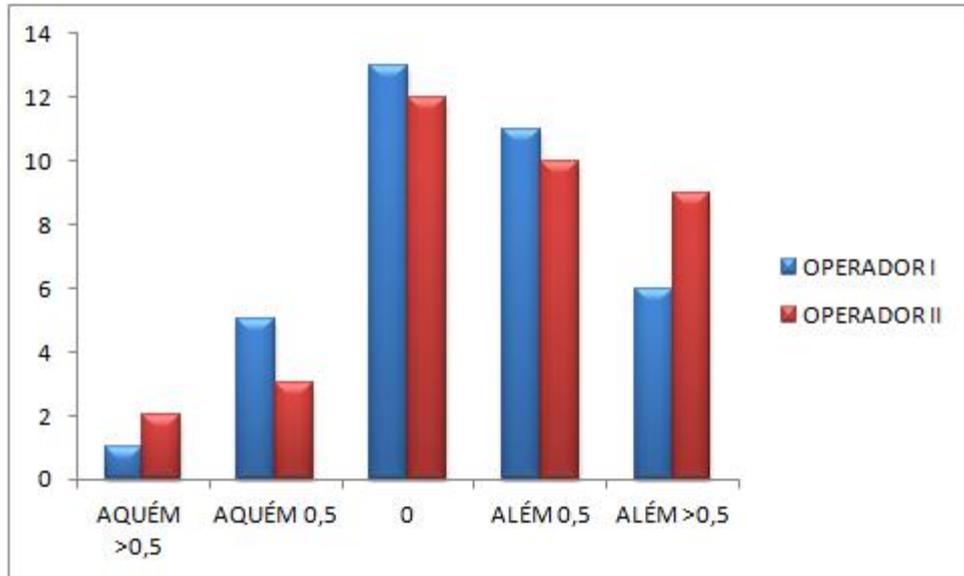


GRÁFICO 2 - Comparação entre as medidas reais e as encontradas pelos operadores I e II utilizando o aparelho Novapex, obtidas de canais radiculares de dentes extraídos (n=36).

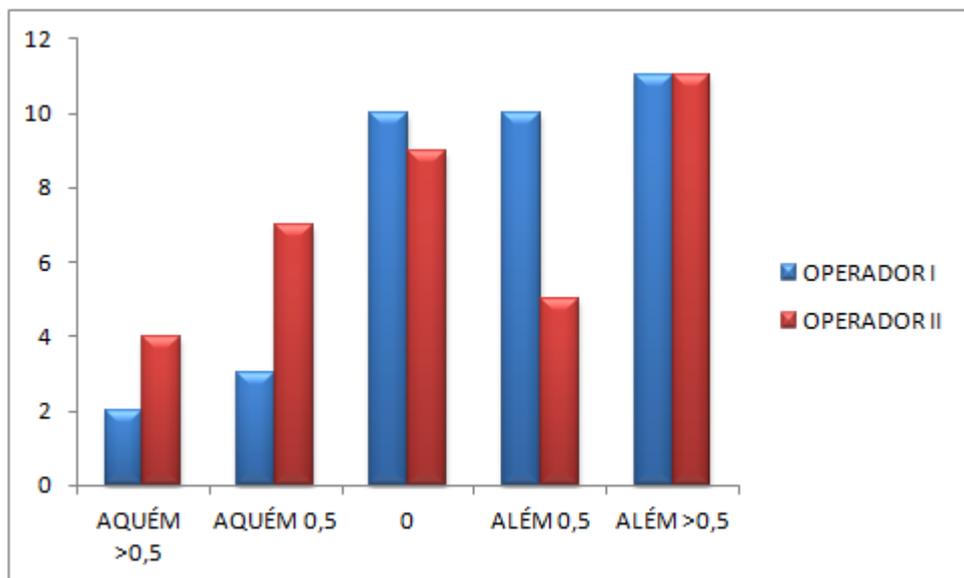


TABELA 3 - Comparação entre os dados obtidos das imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais (LEFA=SEAR).

OPERADOR I

	LEFA = SEAR (a)	LEFA = SEAR = MR (b)
ROOT ZX	17/36 (47,2%)	10/17 (58,8%)
NOVAPEX	09/36 (25%)	05/09 (55,6%)

(a) Medida de acerto (0) do LEFA mostrou-se na radiografia coincidente com a SEAR

(b) Medida de acerto (0) do LEFA mostrou-se na radiografia coincidente com a SEAR e com a MR

TABELA 4 - Comparação entre os dados obtidos das imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais (LEFA=SEAR).

OPERADOR II

	LEFA = SEAR (a)	LEFA = SEAR = MR (b)
ROOT ZX	08/36 (22,2%)	04/08 (50%)
NOVAPEX	08/36 (22,2%)	03/07 (42,9%)

(a) Medida de acerto (0) do LEFA mostrou-se na radiografia coincidente com a SEAR

(b) Medida de acerto (0) do LEFA mostrou-se na radiografia coincidente com a SEAR e com a MR

GRÁFICO 3 - Comparação entre as imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais, nos casos LEFA=SEAR, obtidas de canais radiculares de dentes extraídos (n=36)

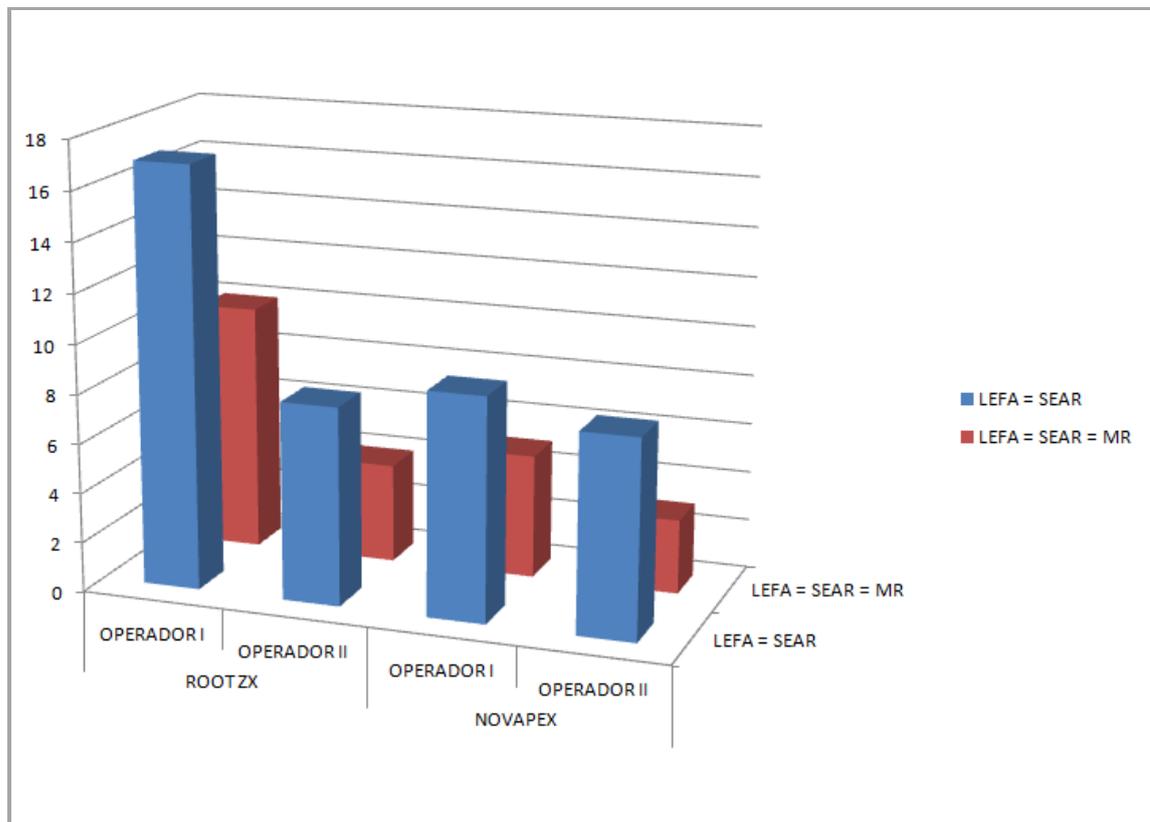


TABELA 5 - Comparação entre os dados obtidos das imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais (LEFA<SEAR).

OPERADOR I

	LEFA<SEAR (a)	(LEFA<SEAR)=MR (b)
ROOT ZX	10/36 (27,8%)	03/10 (30%)
NOVAPEX	10/36 (27,8%)	03/10 (30%)

(a) Medida (-) do LEFA mostrou-se na radiografia aquém da SEAR

(b) Medida (-) do LEFA mostrou-se na radiografia aquém da SEAR e coincidente com a MR

TABELA 6 - Comparação entre os dados obtidos das imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais (LEFA<SEAR).

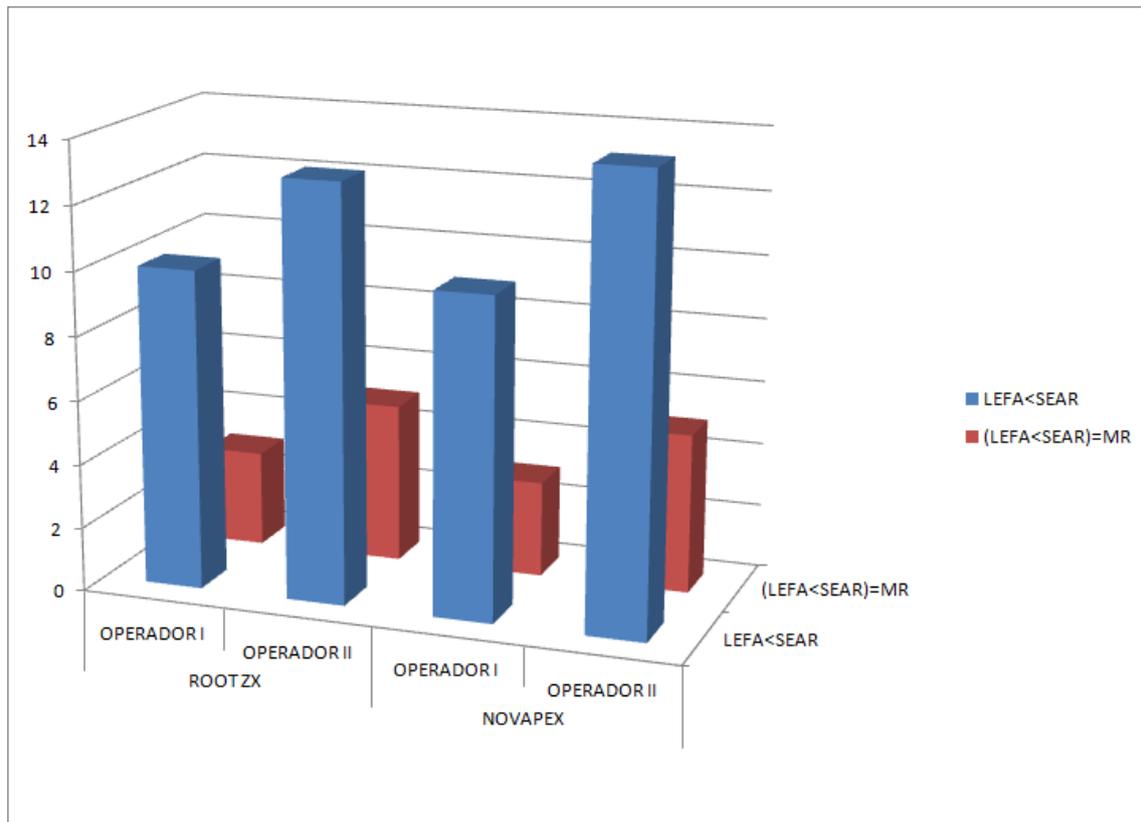
OPERADOR II

	LEFA<SEAR (a)	(LEFA<SEAR)=MR (b)
ROOT ZX	13/36 (36,1%)	05/13 (38,5%)
NOVAPEX	14/36 (38,9%)	05/14 (35,7%)

(a) Medida (-) do LEFA mostrou-se na radiografia aquém da SEAR

(b) Medida (-) do LEFA mostrou-se na radiografia aquém da SEAR e coincidente com a MR

GRÁFICO 4 - Comparação entre as imagens radiográficas, as medidas encontradas utilizando os LEFAs e as medidas reais, nos casos LEFA<SEAR, obtidas de canais radiculares de dentes extraídos (n=36)



Discussão

4 DISCUSSÃO

4.1 Importância da adequada determinação do comprimento de trabalho

Um dos aspectos de maior discussão na Endodontia é o limite apical da obturação do sistema de canais radiculares (SCR). Biologicamente, é necessário que o preparo atinja toda a extensão do canal radicular, gerando sua descontaminação; mecanicamente, deve promover vedamento e o travamento do material obturador (ALVES *et al.*, 2005; LIN *et al.*, 2005), reduzindo assim os danos aos tecidos periapicais (CHUGAL *et al.*, 2003). O comprimento de trabalho (CT) é determinado pela medição de um ponto de referência externo coronal até um ponto apical; esse último deve coincidir com o resultado final da obturação (SIU *et al.*, 2009).

Segundo Herrera *et al.* (2007), “o tratamento endodôntico envolve limpeza e vedação hermética dos canais radiculares; esses procedimentos devem ser restritos ao espaço do canal para evitar danos iatrogênicos como irritação dos tecidos periapicais e extrusão de material obturador para o periápice”.

Lopes *et al.* (2010) consideraram a junção cimento-dentinária (JCD) a porção mais estreita do canal, sendo ela o limite apical ideal de trabalho durante o preparo do canal radicular. De acordo com Stein *et al.* (1990), a constrição apical está posicionada próximo à JCD, onde ocorre a transição entre o tecido pulpar e os tecidos periodontais. Entretanto, a localização da constrição apical varia consideravelmente de raiz para raiz e principalmente em relação a essa junção, podendo estar localizada até mesmo 3mm mais alta em um lado da parede interna da raiz comparada com a do lado oposto (GUTIERREZ e AGUAYO, 1995) e cerca de 0,5 a 1,0mm do ápice radicular (CHAPMAN, 1969). Segundo Baugh e Wallace (2005), a constrição nem sempre está presente e não é de fácil localização.

Em 1998, Ricucci e Langeland já afirmavam que o preparo e a obturação do canal radicular dentro do limite da constrição apical favorecem as condições de reparo e alcança resultados histológicos favoráveis pós-tratamento; desse modo,

evita-se o extravasamento do material obturador além do ápice, reduz-se a destruição tecidual, a persistência da resposta inflamatória e reações do tipo corpo estranho. Afirmavam ainda que a constrição apical, marco anatômico de menor diâmetro do canal, não pode ser definida clinicamente e nem por meio das radiografias de estudo. Reafirmaram Ingle e Bakland (1994) que o CT estabelecido além da constrição apical também traz como consequências o risco de perfurações apicais, extravasamento de material obturador, dores no pós-operatório e atraso na cura.

Encontra-se na Literatura diversas citações que “a constrição apical é considerada como o limite anatômico ideal para a instrumentação e obturação do canal e, por isso, sua identificação é essencial” (HASSELGREN, 1994; RICUCCI, 1998). A localização do limite ideal de trabalho pode ser realizada através de várias técnicas, sendo o método radiográfico a mais comumente utilizada (ELAYOUTI *et al.*, 2002).

De acordo com Ruddle (2002), os tradicionais métodos utilizados para alcançar o CT incluem o uso das radiografias, conhecimento da anatomia do SCR, sensação tátil e o uso de pontas de papel absorvente. Durante muitos anos o método para determinar o CT foi o radiográfico, o qual analisava a posição da ponta da lima em relação ao ápice radiográfico (RICUCCI e LANGELAND, 1998). No entanto, o método radiográfico apresenta limitações, considerando que a imagem obtida é bidimensional e o elemento dentário uma estrutura tridimensional. Além disso, podem ocorrer distorções e erros na interpretação da imagem (OLSON *et al.*, 1991), dificuldades frente a curvaturas radiculares, variação da distância da constrição em relação ao ápice radiográfico, sobreposições das estruturas anatômicas (GORDON e CHANDLER, 2004), variações nas angulações horizontais e verticais durante a tomada radiográfica e processamento inadequado do filme (TAMSE *et al.*, 1980). A sensação tátil é um método de precisão questionável, e nos casos onde o dente apresenta ápice aberto, calcificações e curvaturas excessivas torna-se impossível sua aplicação (SHANMUGARAJ *et al.*, 2007).

Atualmente, um meio de captação de imagem que permite determinar a JCD é a microtomografia computadorizada, entretanto, é um tipo de exame que demanda alto custo (MEDER-COWHERD *et al.*, 2011).

É importante salientar que, apesar das limitações, o exame radiográfico é uma ferramenta de diagnóstico de grande valia e fundamental como indicador do sucesso ou fracasso do tratamento (ROBINSON e BRUNTON, 2008). É amplamente utilizado na fase pré-operatória onde se avalia o estado periapical inicial do dente, durante as várias fases do tratamento endodôntico, na fase de conclusão e nos controles pós-operatórios (PALMER *et al.*, 2009). Também é reconhecido do ponto de vista médico legal (ORAFI e RUSHTON, 2013).

Enfim, diversos métodos já foram sugeridos para determinar o comprimento dos canais radiculares e, dentre eles, o uso dos localizadores eletrônicos de forame apical (LEFA) (NEKOO FAR *et al.*, 2006). Em 1918, Custer idealizou o uso de corrente elétrica para medir o CT no interior do canal radicular, mas não houve avanços significativos após sua pesquisa. Passados vinte e quatro anos, Suzuki (1942) observou a ocorrência de resistência elétrica constante no valor de 6,5 K Ω quando um instrumento era inserido no interior do canal radicular e outro posicionado na mucosa oral, *in vivo*, e que isso poderia ser utilizado para localizar a constrição apical, local exato onde o canal encontra o ligamento periodontal. Sunada (1962) descobriu que a resistência elétrica entre o ligamento periodontal e a mucosa oral também é constante e que pode ser determinada por meios eletrônicos.

De acordo com Guise *et al.* (2010), quatro gerações de LEFAs foram desenvolvidos desde a sua criação. Inoue (1972) e Ushiyama (1983) desenvolveram os aparelhos de primeira geração, que utilizavam valores de resistência elétrica para medir o comprimento do canal radicular, através da oposição ao fluxo de corrente elétrica contínua. Em 1980 surgiram os LEFAs de segunda geração, que utilizavam a oposição ao fluxo de corrente alternada para medir o comprimento do canal radicular (KIM e LEE, 2004).

Os LEFAs de terceira geração foram criados por volta de 1990 e diferentemente dos aparelhos das gerações anteriores, utilizam duas frequências

para determinar a posição da constrição apical (GORDON e CHANDLER, 2004). Além disso, têm a capacidade de medir os canais em condições secas ou úmidas, na presença ou ausência de eletrólitos (VENTURI e BRESCHI, 2007). Um exemplo de LEFA de terceira geração é o Root ZX (J. Morita Corp, Tóquio, Japão). Um estudo recente (EHSAN, 2011) em que foram realizadas leituras eletrônicas do comprimento do canal radicular utilizando o aparelho Root ZX, obteve eficácia de 97,5%.

O Elements Diagnostic Unit e o Apex Locator (SybronEndo), além do Bingo 1020/Ray-X 4 (Forum Engineering Technologies, Rishon Lezion, Israel), introduziram a quarta geração de LEFA. O Bingo utiliza uma de duas frequências por vez, 8Hz ou 400 Hz, enquanto o Elements Diagnostic Unit opera em frequência de 0,5 e 4 kHz, comparando a informação de resistência e capacidade com uma base de dados para determinar a distância entre a lima e o ápice, emitindo um sinal quando a ponta da lima atinge o forame. (HIMEL *et al.*, 2007). Tilakchand *et al.* (2010) estudaram a eficácia de dois LEFAs de quarta geração, o Elements Apex Locator e o Propex II e concluíram que o primeiro alcançou 86,36% de leituras corretas, considerando um erro de $\pm 0,5$ mm, enquanto o segundo obteve 81,82% de eficácia, sem diferenças estatísticas significativas entre eles.

Os aparelhos Root ZX II (J. Morita, Tokyo, Japan), RomiApex (Romidan Ltda., Kyriat Ono, Israel) e Novapex (Forum Technologies, Rishon Le-Zion, Israel), são exemplos de LEFA presentes no mercado. O Root ZX II, utiliza simultaneamente o valor de impedância de uma frequência alta (8kHz) e baixa (400 Hz) e calcula, em seguida, o valor quociente. (JENKINS *et al.*, 2001). Este LEFA tem sido avaliado em diversos estudos, mostrando taxas de precisão superior a 90% (GUISE *et al.*, 2010; NEKOOOFAR *et al.*, 2006). O Novapex utiliza diferenças de tensão e segue o princípio de que a impedância varia entre dois eletrodos dependendo das frequências utilizadas, principalmente na região da constrição apical (D'ASSUNÇÃO *et al.*, 2006).

Existem vários aparelhos rotatórios com localizadores adaptados às limas; eles são também bastante precisos em determinar a localização da constrição durante a instrumentação rotatória (SIU *et al.*, 2009) com uma opção de *auto reverse*

e *auto stop* quando a lima atinge a constrição apical, parando de girar automaticamente (JAKOBSON *et al.*, 2008). Um exemplo é o VDW Gold (VDW Gold, VDW, Munich, Germany), motor idealizado para realização de tratamentos endodônticos com instrumentos rotatórios em que foi integrado o LEFA (ALTENBURGER *et al.*, 2009).

Os LEFAs alertam o dentista sobre a medida do canal radicular através da exibição em um painel eletrônico ou de sons audíveis quando uma lima atinge, em geral, a constrição apical (SIU *et al.*, 2009). Porém, não há uma definição concreta entre os autores ou mesmo entre os fabricantes quanto ao ponto exato detectado por esses aparelhos. Alguns afirmaram que o ponto a ser localizado é o forame apical, outros relataram ser a JCD e ainda a constrição apical. O funcionamento do aparelho aponta para que a JCD seja o ponto a ser detectado, considerando que esse é o limite do canal radicular onde encontra-se o ligamento periodontal, permitindo assim que haja o fechamento do circuito (SILVA e ALVES, 2011).

“A leitura da diferença de potencial elétrico dos tecidos propicia a execução de medidas eletrônicas. A parede dentinária do canal radicular exibe uma baixa condutibilidade elétrica, sendo que à medida que se aproxima do terço apical, a camada de tecido dentinário torna-se menos espessa, diminuindo sua capacidade de isolamento elétrico. Esta diminuição gradativa é interpretada eletricamente como uma diminuição da impedância da dentina. Os aparelhos baseados no método da frequência possuem uma calibragem tal que permite a indicação da variação de valores relativos de impedância (quociente ou diferença) da região apical, permitindo localizar a ponta do instrumento a aproximadamente 1mm do forame apical, posição sugerida da constrição apical” (LEONARDO, 2005).

De acordo com Sunada (1962) os LEFAs são capazes de determinar com precisão o comprimento do canal radicular no limite de 1,0mm da constrição apical (BERNARDES *et al.*, 2007).

Tilakchand *et al.* (2010) citaram como vantagens da utilização dos LEFAs: maior precisão, facilidade e rapidez para a realização da odontometria; ser útil na detecção de perfurações; bom complemento para a realização de tratamentos em gestantes e pacientes com refluxo; e ideal na redução da exposição de radiações.

Outro benefício dos LEFAs é sua capacidade para determinar a posição do forame, especialmente quando ele não coincide com o ápice da raiz (GREEN, 1956, 1960).

Segundo Orafi e Rushton (2013), em seus estudos foi constatado que os profissionais mais jovens, comparando com os mais velhos, estão mais propensos a utilizar os LEFAs, provavelmente em virtude do avanço nos ensinamentos durante suas formações.

Diante da dificuldade em se encontrar a correta determinação do CT com o método radiográfico, e considerando que as medidas eletrônicas adquiriram cada vez mais popularidade nos últimos anos (KIM e LEE, 2004), optou-se por estudar a eficácia dos LEFAs para determinar o CT. Neste estudo, as radiografias foram realizadas com o objetivo de repetir e analisar, *in vitro*, a realidade clínica daqueles profissionais que a utilizam como método auxiliar ao uso de LEFAs. Ademais, buscou-se avaliar a influência do operador ao realizar as medições.

4.2 Metodologia empregada

A utilização do LEFA requer alguns cuidados para que não haja interferências na medição dos canais radiculares e determinação do CT.

No presente estudo, foram utilizadas limas que melhor se adaptaram ao diâmetro do canal para a realização das medições com os LEFAs - Root ZX II e Novapex - para evitar interferências na precisão dos mesmos.

Fouad *et al.* (1993) concluíram em seu trabalho que o diâmetro do forame apical não exerceu nenhuma influência na determinação do CT. Briseño-Marroquín *et al.* (2008) avaliaram quatro modelos diferentes de localizadores e três diferentes calibres de limas (#08, #10 e #15). Concluíram que, dentro desses diâmetros, a precisão na determinação do CT não foi influenciada pelo calibre do instrumento.

Por outro lado, segundo Siu *et al.* (2009), o ideal é que sejam utilizadas limas bem ajustadas ao diâmetro do canal para a medição. Em um estudo de 2010,

Vasconcelos *et al.* concluíram que a precisão da medição do canal radicular pode ser afetada quando existem lacunas entre a lima utilizada e as paredes do canal radicular. Quando uma lima de calibre inadequado ao diâmetro do canal é usada para a medição, as lacunas existentes podem gerar imprecisão. Kovacevic e Tamarut (1998) relataram que as limas de pequeno diâmetro são as mais utilizadas na determinação do CT e que, nos canais mais amplos, a precisão dos aparelhos foi influenciada quando o diâmetro da lima foi menor que o do conduto, pois permitiu espaços dentro do canal, ocasionando medições imprecisas. Herrera *et al.* (2007), estudando o localizador Root ZX, observaram que em canais mais amplos a precisão do aparelho pode ser influenciada pelo diâmetro da lima e concluíram que a constrição apical com uma ampliação superior a 1,02mm requer limas superiores a #40 para que não haja interferência na determinação do CT. A importância da seleção prévia de uma lima de calibre ideal para determinação do CT foi também relatada por Vasconcelos *et al.* (2012). Esses autores avaliaram a precisão de três LEFAs (Root ZX, Novapex e Justy II) na determinação da odontometria, utilizando limas com diferentes padrões de ajuste. Observaram que todos os dispositivos ofereceram medições aceitáveis independentemente do ajuste dos instrumentos; exceção feita apenas ao aparelho Root ZX, que teve seu desempenho melhorado quando uma lima ajustada foi utilizada.

Pécora *et al.*, em 2005, relataram que o alargamento prévio do terço cervical do canal radicular favorece a determinação do CT, pois na região da embocadura, a presença de uma grande deposição de dentina a torna mais estreita, dificultando a entrada dos instrumentos e uma vez retirada, garante um acesso mais retilíneo à região apical, proporcionando menor deflexão e menos riscos de acidentes com os instrumentos. Apesar disso, no presente trabalho, foi realizada apenas a exploração dos canais radiculares até a lima #10, sem nenhum preparo prévio à utilização dos LEFAs, uma vez que Anele *et al.* (2010) não encontraram diferenças estatisticamente significantes ao se determinar o CT utilizando o método eletrônico antes ou após o preparo do terço cervical.

As tomadas radiográficas iniciais, para estabelecimento do comprimento de trabalho provisório (CTP), e as finais com a lima intracanal, visando analisar

radiograficamente as medidas estabelecidas por cada localizador eletrônico, foram digitais. As vantagens desse método foram descritas já em 1991 por Benn, que considerou ser uma atividade simples, de fácil manipulação e baixo custo operacional. Castilho *et al.* (2003) relataram como vantagens do uso de radiografias digitais a redução das doses de radiação utilizadas, eliminação do processamento químico, visualização instantânea da imagem e a possibilidade de manipulação das imagens, alterando suas características. Javidi *et al.* (2006) compararam o uso da radiografia convencional e do sistema digital e observaram que na imagem digital foi possível ajustar o brilho e contraste de imagem para melhor visualização da ponta da lima e concluiu que esse método foi mais preciso para determinar o CT do que a radiografia convencional.

Olson *et al.* (1991) realizaram um estudo *in vitro* e relataram que o exame radiográfico proporcionou pouca ou nenhuma informação sobre a localização exata da saída do forame apical, em especial quando a face da raiz onde se encontra o forame apical localiza-se perpendicularmente à orientação do feixe principal dos raios-X.

Considerando essa limitação, no presente trabalho foram realizadas as tomadas radiográficas em duas posições - orto-radial e angulada - padronizadas pelo uso de templates confeccionados em acrílico para cada dente estudado. A variação do ângulo de incidência dos feixes de raios-x sobre os espécimes resultou em imagens que possibilitaram uma melhor interpretação da anatomia dental, auxiliando no estabelecimento do CT.

Nos estudos *in vitro*, para que se possa realizar as medições com o LEFA faz-se necessária a fixação dos dentes numa base experimental, que poderá ser confeccionada utilizando-se diferentes materiais. Fouad e Reid (2000) optaram em seu estudo pela rigidez relativa dos moldes de alginato, o qual, segundo ele, impede o movimento do fluido dentro do canal, que é responsável pelo registro de leituras eletrônicas prematuras, acreditando ser possível com o alginato ultrapassar as limitações dos modelos *in vitro*. Porém, Chen *et al.* (2011) realizaram um estudo *in vitro* e concluíram que o alginato, embora tenha consistência ideal, possui tempo de trabalho limitado devido a sua desidratação. Considerando esses relatos, no

presente estudo, os dentes foram fixados em base experimental feita com espuma floral umedecida com solução salina, que atuou como meio de comunicação semelhante ao sangue. Essa metodologia é semelhante à utilizada no trabalho de Anele *et al.* (2010) que também realizaram estudo sobre LEFA utilizando a espuma floral como base experimental. Desse modo, garantiu-se uma melhor estabilidade, reduzindo as interferências nas medições.

4.3 Comparação entre as medições dos LEFAs e a medida real dos dentes estudados

O CT estabelecido além da constrição apical pode causar arrombamentos de forame e extrusão de material obturador, aumentando a dor pós-operatória e atrasando o processo de reparo. Já um CT estabelecido aquém ao ideal pode levar à limpeza deficiente e persistência do tecido pulpar, causando dor prolongada e atraso no reparo (INGLE e BAKLAND, 1994). Lin *et al.* (2005) revisando a literatura, concluíram que a sobreinstrumentação, principalmente nos casos de tecido pulpar infectado, resulta em menores taxas de sucesso quando comparada com a realização de preparos no CT. E ainda, causar trauma nos tecidos periapicais e a destruição da constrição apical.

No presente trabalho, para ambos operadores, mais de 50% das medições obtidas com os LEFAs apresentaram resultados que não foram coincidentes com o forame apical (0, medida real), sendo que a maioria apresentou um erro de 0,5mm além (ALÉM 0,5). Esses achados estão em acordo com estudos anteriores que relataram que em geral os localizadores estabelecem o CT para além da constrição apical (WELK *et al.* 2003; TSELNIK *et al.* 2005). O contrário foi observado no trabalho de Pascon *et al.* (2009), em que a frequência de medições mais curtas foi sempre maior que as mais longas.

Comparando as medidas obtidas pelo aparelho Root ZX II e aquelas obtidas pelo Novapex, pôde-se observar que para ambos os operadores, o primeiro foi o que realizou o maior número de medições corretas. Esse resultado está de acordo com

diversos relatos da literatura, que consideram o Root ZX como padrão-ouro entre os LEFAs. Ehsan, em 2011, realizaram um estudo com o objetivo de correlacionar as medidas de métodos radiográficos e eletrônicos na determinação do CT; como resultado, mostraram precisão de 94,1% e 97,5% considerando um erro de $\pm 0,5$ mm e de $\pm 1,0$ mm do CT, respectivamente. As medidas obtidas utilizando a técnica radiográfica tiveram precisão de 50,4% considerando erro de $\pm 0,5$ mm do CT e de 80,6% em 1,0mm do CT. Resultado esse semelhante ao da presente pesquisa, que obteve alto índice de acerto quando considerada a margem de erro de $\pm 0,5$ a 1mm do CT quando utilizado o aparelho Root ZX II.

Em estudo feito por Bernardes *et al.* (2007), foi avaliada a precisão na determinação do CT feita por três aparelhos. O resultado alcançado com o Root ZX foi de 97,5% de precisão a 1mm do forame, o que segundo os autores, sugere ser esse LEFA um padrão de referência. Os demais aparelhos, Apex e Romiapex, mostraram precisão de 95% e 92,5%, respectivamente. Esses achados foram semelhantes àqueles encontrados por Heidemann *et al.* (2009), que observaram uma precisão para os aparelhos Root Zx; Bingo e Apex de 100%, 94% e 90%, respectivamente, dentro do limite de 1mm. Porém no limite de 0,5mm a precisão foi menor (90%, 68% e 52%, respectivamente).

Considerando-se que o LEFA deve indicar o exato CT, não se deve aceitar como corretas as medidas que estejam além ou aquém desse valor. Em 2002, ElAyouti *et al.* realizaram um estudo *in vitro* em dentes pré-molares para avaliar o aparelho Root ZX e concluíram que apenas 7% das medições obtidas haviam ultrapassado o forame. D'Assunção *et al.* (2006) observaram em seus estudos que 89,7% de acertos para o Root-ZX e 82,1% utilizando-se o Novapex, sendo que a lima ultrapassou o forame apical em 7,5% e 12,5% dos casos, respectivamente.

Uma das causas para que os aparelhos realizem leituras além da medida considerada ideal foi mencionada por Plotino *et al.* (2006). Os autores avaliaram a precisão de três LEFA, onde com um deles (Propex) registrou 64,1% das medições ligeiramente maior do que a medida estabelecida através da observação em microscópio e 35,9% das medições com erro de 0,5mm da medida estabelecida em microscópio. Segundo eles, tal fato se justifica pela falta do fabricante em informar

que a lima colocada no ápice é mostrada no visor numérico como “0.0” e representa o limite correspondente ao forame apical, em vez de mostrar o marco ideal: a constrição apical. Diante disso, os autores concluíram que os aparelhos podem determinar com precisão o comprimento do canal radicular dentro do limite de $\pm 0,5\text{mm}$ a partir da constrição apical. Entretanto, deve-se considerar que esse limite sem precisão exata pode resultar em sub ou sobre-instrumentação e, conseqüentemente, numa obturação inadequada, podendo interferir no sucesso do tratamento endodôntico.

No presente estudo, observamos que a ocorrência de medições aquém à medida real foi menor que a de medidas além e isso pode ser justificado pela preocupação em selecionar a lima que melhor se adaptasse ao diâmetro do canal para a realização das medições com os LEFAs. Tal informação está de acordo com o descrito em 1995 por Kobayashi, quando afirmou que dentes com ápices amplos apresentam maior dificuldade na obtenção do CT com o uso dos LEFAs, trazendo como consequência medidas menores que a realidade, sendo necessário, portanto, instrumentos de maior diâmetro para realização da odontometria.

4.4 Comparação entre as medições dos LEFAs e as imagens radiográficas

Em mais de 50% dos casos as imagens radiográficas foram capazes de mostrar os acertos ou erros das medidas obtidas pelos LEFAs. Segundo Fouad e Reid (2000), os LEFAs foram idealizados para alcançar o mais próximo possível o comprimento real do canal, com uma precisão média de 90%, proporcionando uma redução em torno de 85% de tomadas radiográficas (MUTHU e SIVAKUMAR, 2006), sendo que os benefícios da combinação do método radiográfico com o eletrônico é bastante eficaz na otimização das medições (SIMON *et al.*, 2009).

O Root ZX II, quando comparado ao Novapex, foi o que obteve o maior número de acertos, ou seja, que tiveram a medida na radiografia coincidente com a superfície externa apical radiográfica (SEAR) e com a medida real (MR), tanto para o operador I quanto para o II.

Um dos fatores que pode levar a não coincidência entre a medição realizada pelos LEFAs e o ápice radiográfico é a saída lateral do canal radicular principal, como observado em alguns espécimes utilizados neste estudo. Segundo Kuttler (1955), o limite apical ideal da instrumentação endodôntica e obturação é a JCD que, no entanto, é bastante variável e em média se encontra 0,5 a 0,75mm coronal ao forame apical e a 0,5mm coronal do ápice anatômico; sendo assim, a distância entre a constrição apical e o ápice dentário pode variar entre 1 a 1,5mm. Diante dessa informação, o usual a ser utilizado durante o tratamento é realizar tanto a instrumentação quanto a obturação a 1mm aquém do ápice, acreditando-se assim estar atuando no limite da constrição apical. Nos dentes onde a saída do canal não está posicionada nessa média de distância do ápice radiográfico, o canal será sobre ou sub instrumentado (TAMSE *et al.*, 1980). Segundo Dummer *et al.* (1984), a localização da constrição apical varia consideravelmente de raiz para raiz sendo em alguns casos altamente irregular, podendo estar localizada até 3mm mais alto numa parede da raiz em comparação com a parede oposta.

Em nossa pesquisa foi observado que dos canais radiculares em que o instrumento intracanal foi visualizado na radiografia aquém da SEAR, 34% estavam coincidentes com a MR. Em suas pesquisas, Wu *et al.* (2000) afirmam que a saída do forame não é coincidente com o ápice radicular, estando em posição variada e superior ao mesmo e que com o passar do anos ocorre contínua deposição de dentina, aumentando ainda mais essa distância.

Shahi *et al.*, (2011) realizaram um estudo em que compararam a eficácia do LEFA Novapex com radiografias periapicais na determinação da localização do forame apical *in vivo*. Os resultados, embora não tenham sido estatisticamente significativos, demonstraram que a precisão do LEFA Novapex detectou o forame apical em 74,7%, enquanto radiograficamente ele foi localizado em 68% dos casos.

Williams *et al.* (2006) observaram em seus estudos que quando a lima endodôntica é visualizada aquém do ápice radiográfico, ela está realmente mais próxima ao forame do que parece e quando está além da superfície apical radiográfica, ela pode estar mais longe do forame do que parece. Tal relato foi confirmado pelos resultados do presente trabalho.

4.5 Influência dos operadores nas medições

Foi ainda objetivo deste estudo avaliar a influência do operador na determinação do CT. No trabalho realizado por D'Assunção *et al.* (2006) foi avaliada a precisão das medidas obtidas pelos aparelhos Root ZX II e Novapex, que foram obtidas apenas por um operador. Tal manobra foi justificada pelo fato de que o fabricante informa que o profissional deve ter experiência para obter medidas corretas. Entretanto, no presente estudo, dois operadores previamente treinados realizaram as medidas de modo independente e os resultados mostraram diferenças nas medições obtidas por cada um deles. Diante desse fato, pode-se sugerir que a precisão dos LEFAs, nas condições do presente estudo, apresentou uma variável imposta pelo operador que limita a confiabilidade dos aparelhos.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, para que haja maior possibilidade de acerto na determinação do CT, é importante que seja realizada na clínica a determinação do CT com o auxílio de LEFA e de radiografias periapicais. Outros pesquisadores já destacaram em seus trabalhos o benefício da combinação de ambos os métodos, radiográfico e eletrônico, para otimizar as medições de forma precisa (HAFFNER *et al.*, 2005; KIM e LEE, 2004; SIMON *et al.*, 2009; EHSAN, 2011).

Orafi e Rushton (2013) constataram em seu trabalho que 51,5% dos especialistas em Endodontia entrevistados utilizavam a radiografia na determinação do CT associada ao uso do LEFA, enquanto que dentre os clínicos gerais, 31,3% combinavam essas duas técnicas para determinação do CT. Palmer *et al.* (2009) concluíram em seu estudo que de 449 questionários respondidos por dentistas de atenção primária, 57,3% dos profissionais utilizavam apenas radiografias para determinação do CT e 34,5% a utilizavam em conjunto com um LEFA.

Os resultados da presente investigação sugeriram que tanto o método radiográfico quanto o eletrônico não foram capazes de determinar com precisão o CT e que a associação de ambos minimizaria os erros. Esses achados estão de acordo com os relatos de Gordon e Chandler (2004), que concluíram através de uma revisão de literatura que nenhuma técnica isoladamente é completamente

satisfatória para determinar-se o CT. O ideal seria combinar-se o conhecimento da anatomia apical, o uso correto de radiografias e de LEFA, para alcançar resultados mais seguros.

Conclusões

5 CONCLUSÕES

- Com o Root ZX II obteve-se maior número de acertos, mas a maioria das medições eletrônicas falhou na determinação da medida real dos canais radiculares avaliados, sugerindo a limitação da técnica;
- Os dados obtidos pelas medições dos localizadores eletrônicos de forame apical foram influenciados pelos operadores;
- Na análise radiográfica, na maioria dos casos, as imagens foram capazes de mostrar os acertos ou erros das medidas obtidas pelos localizadores eletrônicos de forame apical;
- Tanto o método radiográfico quanto o eletrônico não foram capazes de determinar com precisão o comprimento de trabalho e a associação de ambos foi capaz de minimizar os erros.

REFERÊNCIAS:

ALTENBURGER, M. J.; CENIK, Y.; SCHIRRMESTER, J. F.; WRBAS, K. T.; HELLWIG, E. Combination of apex locator and endodontic motor for continuous length control during root canal treatment. **Int Endod J**, v. 42, n. 4, p. 368-374, 2009.

ALVES, F. R. F.; SIQUEIRA, J. F.; LOPES, H. P. O terço apical da raiz: características morfológicas, microbiota e considerações terapêuticas. **RBO**, v. 62, p. 172-176, 2005.

ANELE, J. A.; TEDESCO, M.; MARQUES-DA-SILVA, B.; BARATTO FILHO, F.; LEONARDI, D. P.; HARAGUSHIKU, G.; TOMAZINHO, F. S. F. Análise *ex vivo* da influência do preparo cervical na determinação do comprimento de trabalho por três diferentes localizadores apicais eletrônicos. **RSBO (Online)**, v. 7, n. 2, Jun. 2010.

BAUGH, D.; WALALACE, J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: A review of the literature. **J. Endod**, v. 31, p. 333-40, 2005.

BENN, D. K. Automatic analysis of radiographic images: Theoretical considerations. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 19, n. 2, p. 187-192, 1991.

BERNARDES, R. A.; DUARTE, M. A.; VASCONCELOS, B. C.; MORAES, I. G.; BERNARDINELLI, N.; GARCIA, R. B.; BALDI, J. V.; VICTORINO, F. R.; BRAMANTE, C. M. Evaluation of precision of length determination with 3 electronic apex locators: Root Zx, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, and Romiapex D-30. **Oral Sug Oral Med Oral Pathol Oral Radilo Endod**, v. 104, p. 91-94, 2007.

BRISEÑO-MARROQUÍN, B.; FRAJLICH, S.; GOLDBER, G. F.; WILLERSHAUSEN, B. Influence of instrument size on the accuracy of different apex locators: an in vitro study. **J Endod**, v. 34, n. 6, p. 698-702, Jun. 2008.

CASTILHO, J. C. M.; MORAES, L. C.; COSTA, N. P.; DOTTO, G. N. Radiologia digital – histórico e evolução. **Rev Odonto Ciênc**, v. 18, n. 41, p. 279-284, 2003.

CHAPMAN, C. E. A microscopic study of the apical region of human anterior teeth. **Int Endod J**, v. 3, n. 4, p. 52-58, 1969.

CHEN, E.; KAING, S.; MOHAN, H.; TING, S.; WU, J.; PARASHOS, P. An *Ex Vivo* Comparison of Electronic Apex Locator Teaching Models. **American Association of Endodontists**, v. 10, p. 1147-1151, 2011.

CHUGAL, N. M.; CLIVE, J. M.; SPANBERG, L. S. Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 96, n. 1, p. 81-90, 2003.

CUSTER, L.E. Exact methods of locating the apical foramen. **J Natl Dent Assoc**, v. 5, p. 815-819, 1918.

D'ASSUNCAO, F. L.; DE ALBUQUERQUE, D. S.; DE QUEIROZ FERREIRA, L. C. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. **JOE**, v. 32, n. 6, p. 560-562, 2006.

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**, v. 17, n. 4, p. 192-198, 1984.

EHSAN, S. Comparative Role of Radiographs and Electronic Apex Locator in Working Length Determination. **Pakistan Oral & Dental Journal**, v. 31, n. 1, p. 185-188, Jun. 2011.

ELAYOUTI, A.; WEIGER, R.; LOST, C. The ability of root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. **J Endod**, v. 28, p. 116-119, 2002.

FOUAD, A, F; REID, L, C. Effect of using electronic apex locatrs on selected endodontic treatment parameters. **Int. Endod J**, v. 26, p. 364-7, 2000.

FOUAD, A. F.; RIVERA, E. M.; KRELL, K. Y. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. **J Endod**, v. 19, p. 63-7, 1993.

GORDON, M. P. J.; CHANDLER, N. P. Electronic apex locators. **Int. Endod J**, v. 37, p. 425–437, 2004.

GREEN D. A stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 13, n. 6, p. 728–733, 1960.

GREEN, D. A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 9, n. 11, p. 1224–1232, 1956.

GUISE, G. M.; GOODELL, G. G.; IMAMURA, G. M. In vitro comparison of three electronic apex locators. **JOE**, v. 36, n. 2, p. 279-281, fev. 2010.

GUTIERREZ, J. H.; AGUAYO, P. Apical foraminal openings in human teeth. Number and location. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 79, p. 769-77, 1995.

HAFFNER, C.; FOLWACZN, Y. M.; GALLER, K.; HICKEL, R. Accuracy of electronic apex locators in comparison to actual length an *in vivo* study. **Journal of Dentistry**, v. 33, p. 619-625, 2005.

HASSELGREN G. Where shall the root filling end? **Dent J**, v. 60, p. 34–35, 1994.

HEIDEMANN, R.; VAILATI, F.; TEIXEIRA, C. S.; OLIVEIRA, C. A. P.; PASTERNAK, J. B. Análise comparativa *ex vivo* da eficiência na odontometria de três localizadores apicais eletrônicos: Root ZX, Bingo 1020 e Iplex. **Rev Sul-Bras Odontol**, v. 6, p. 7-12, 2009.

HERRERA, M.; ÁBALOS, C.; PLANAS, A. J.; LLAMAS, R. Influence of Apical Constriction Diameter on Root ZX Apex Locator Precision. **JOE**, v. 33, n. 8, ago. 2007.

HIMEL, V. T.; MCSPADDEN, J. H.; GOODIS, H. E. Instrumentos, materiais e aparelhos. In: COHEN, S., HARGREAVES, K. M. **Caminhos da polpa**, 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. Cap. 8, p. 255-256.

INGLE, J.L.; BAKLAND, L.K. **Endodontics**, 4 ed. Baltimore: Williams e Wilkins, 1994. p.191-227.

INOUE, I. Dental 'stethoscope' measures root canal. **Dental Survey**, v. 48, n. 1, p. 38–39, 1972.

JAKOBSON, S. J.; WESTPHALEN, V. P.; DA SILVA NETO, U. X.; FARINIUK, L. F.; PICOLI, F.; CARNEIRO, E. The accuracy in the control of the apical extent of rotar canal instrumentation using Root ZX II and Pro Taper instruments: an *in vivo* study. **J Endod**, v. 34, n. 11, p. 1342-1345, 2008.

JAVIDI, M.; SHOJA RAZAVI, A.; ESMAIELI, H. A comparison between conventional and digital radiography in estimating the working length of root canal. **Journal of Dentistry**. Mashhad Univ Med Sci, v. 30, p. 33-40, 2006 (In Persian).

JENKINS, J. A. *et al.* An in vitro evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. **J Endod**, v. 27, n. 3, p. 209-211, 2001.

KIM, E.; LEE, S. J. Electronic apex locator. **Dent. Clin. North. Am**, v. 48, n. 1, p. 35-54, 2004.

KOBAYASHI, C. Eletronic canal length measurement. **Oral Sug Oral Med Oral Pathol**, v. 79, p. 226-31,1995.

KOVACEVIC, M.; TAMARUT, T. Influence of the concentration of ions and foramen diameter on the accuracy of electronic root canal length measurement—An experimental study. **J Endod**, v. 24, p. 346-351, 1998.

KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apexes. **J Am Dent Assoc**, v. 50, p. 544-52,1955.

LEONARDO, M. R. Comprimento real de trabalho fundamentos e técnicas (localizadores eletrônicos foraminais). In: RAMOS, C. A. S., BRAMANTE, C. M. **Endodontia. Tratamento de canais radiculares - princípios técnicos e biológicos**. São Paulo: Artes Médicas, 2005. v.1, p. 945-976.

LIN, L. M.; ROSENBERG, P. A.; LIN, J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? **J Am Dent Assoc**, v. 136, n. 2, p. 187-93, 2005.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR, J. F.; ELIAS, C. N. Preparo químico-mecânico dos canais radiculares. In: LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR, J. F. **Endodontia: biologia e técnica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010, p. 433-442.

MEDER-COWHERD, L; WILLIAMSON, A. E.; JOHNSON, W. T.; VASILESCU, D.; WALTON, R.; QIAN, F. Apical Morphology of the palatal roots of maxillary molars by using micro-computed tomography. **JOE**, v. 37, n. 8, p. 1162-1165, ago. 2011.

MUTHU, M. S.; SIVAKUMAR, N. Accuracy of electronic apex locator in length determination in the presence of different irrigants: an in vitro study. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**, v. 24, n. 4, p. 182-185, 2006.

NEKOOFFAR, M. H.; GHANDI, M. M.; HAYES, S. J.; DUMMER, P. M. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. **Int Endod J**, v. 39, n. 8, p. 595–609, 2006.

OLSON, A. K. et al. The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. **Int Endod J**, v. 24, n. 1, p. 28-35, 1991.

ORAFI, I.; RUSHTON, V. E. The use of radiography and the apex locator in endodontic treatment within the uk :a comparison between endodontic specialists and general dental practitioners. **Int Endod J**, v. 46, p. 355-64, 2013.

PALMER, N.; AHMED, M.; GRIEVESON, B. An investigation of current endodontic practice and training needs in primary care in the north west of England. **Br Dent J**, v. 206, n. 11, p. 584–5, 2009.

PASCON, A. L.; MARRELLI, M.; CONGI, O.; CIANCIO, R; MICELI, F.; VERSIANI, M. A. An *ex vivo* comparison of working length determination by 3 electronic apex locators. **Published by Mosby**, Inc. p.147-151, 2009.

PÉCORA J. D.; CAPELLI, A.; GUERISOLI, D. M.; SPANÓ, J. C.; ESTRELA, C. Influence of cervical preflaring on apical file size determination. **Int Endod J**, v.38, n. 7, p.430-435, 2005.

PLOTINO, G ; GRANDE, M, N; BRIGANTE, L; LESTI, B; SOMMA, F. *Ex vivo* accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and Propes. **Int. Endod J**, v. 39, p. 408-414, 2006.

RICUCCI, D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part I: literature-review. **Int Endod J**, v. 31, p. 384–393, 1998.

RICUCCI, D.; LANGELAND, K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation. Part II: A histological study. **Int Endod J**, v. 31, n. 6, p. 394-409, 1998.

ROBINSON, S.; BRUNTON, P. A. Endodontic length determination- What lengths should we go to? **Dental Update**, v. 35, n. 10, p. 678-683, 2008.

RUDDLE, C. J. Cleaning and shaping root canal systems. In: COHEN .S.; BURNS R.C. **Pathways of the Pulp**. 8 ed. St Louis. Mo: Mosby, p. 231-91, 2002.

SHAHI, S.; RAHIMI, S.; MILANI, A. S.; ASGHARI JAFARABADI, M.; DJOORABBAF NAGHSH, G. R. Comparison between the accuracy of NovApex apex locator and radiographs in determining radiographic apex. **Iranian Endodontic Journal**, v. 6, n. 2, p. 65-68, 2011.

SHANMUGARAJ, M.; NIVEDHA, R.; MATHAN, R.; BALAGOPAL, S. Evaluation of working length determination methods: an *in vivo* / *ex vivo* study. **Indian J Dent Res**, v. 18, n. 2, p. 60-62, 2007.

SILVA, T. M.; ALVES, F. R. F. Localizadores apicais na determinação do comprimento de trabalho: a evolução através das gerações. **Rev. bras. odontol.**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 2, p. 180-5, jul./dez. 2011.

SIMON, S.; MACHTON, P.; ADAMS, N.; TOMSON, P.; LUMLEY, P. Apical limit and working length in endodontics. **Dental Update**. v. 36, p.146-53, 2009.

SIU, C.; MARSHALL, J. G.; BAUMGARTNER, J. C. An *In Vivo* Comparison of the Root ZX II, the Apex NRG XFR, and Mini Apex Locator by Using Rotary Nickel-Titanium Files. **JOE**, v. 35, n. 7, p. 962-965, jul. 2009.

STEIN, T. J.; CORCORAN, J.F.; ZILLICH, R. M. The influence of the major and minor foramen diameters on apical electronic probe measurements. **J Endod**, v.16. n. 11, p. 520-522, 1990.

SUNADA, I. New method for mensuring the length of the root canals. **J. Dent. Res.**, v. 41, p. 375-387, mar. 1962.

SUZUKI, K. Experimental study on iontophoresis. **J. Jap. Stomatol.**, v. 16, p. 414-416, 1942.

TAMSE, A.; KAFFE, I.; FISHEL, D. Zygomatic arch interference with correct radiographic diagnosis in maxillary molar endodontics. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 50, n. 6 p. 563–566, 1980.

TILAKCHAND, M.; MALU, K. N.; KIDIYOORC, K. H. Evaluation of accuracy of two electronic apex locators Viz Propex-II and elements apex locator: an in-vitro study. **Indian Journal of Dental Advancements**, v. 2, n. 4, p. 327-331, out./dez. 2010.

TSELNIK, M ; BAUMGARTNER, C, J; MARSHALL, G, L. An evaluation of Root Zx and Element Diagnostic Apex Locators . **Int. Endod J**. v.31, p. 507-509, 2005.

USHIYAMA, J. New principle and method for measuring the root canal length. **Journal of Endodontics**, v. 9, n. 3, p. 97–104, 1983.

VASCONCELOS, B. C.; MATOS, L. D. E. A.; PINHEIRO-JÚNIOR, E. C.; MENEZES, A. S.; VIVACQUA-GOMES, N. *Ex Vivo* Accuracy of Three Electronic Apex Locators Using Different Apical File Sizes. **Braz Dent J**, v. 23, n. 3, p. 199-204, 2012.

VASCONCELOS, B. C.; VALE, T. M.; MENEZES, A. S.; PINHEIRO-JUNIOR, E. C.; VIVACQUA-GOMES, N.; BERNARDES, R. A.; HUNGARO DUARTE, M. A. An *ex vivo* comparison of root canal length determination by three electronic apex locators at positions short of the apical foramen. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 110, n. 2, p. 57-61, 2010.

VENTURI, M.; BRESCHI, L. A comparison between two electronic apex locators: an *ex vivo* investigation. **Int Endod J**, v. 40, n. 5, p. 362-373, 2007.

WELK, A, R; BAUMGARTNER, J, C; MARSHALL, J, G. An *in vivo* comparison of two frequency based electronic apex locators. **Int. Endod J**, v. 29, p. 497-500, 2003.

WILLIAMS, C. B; JOYCE, A. P.; ROBERTS, S. A comparison between *in vivo* radiographic working length determination and measurement after extraction. **J Endod**, v. 32, p. 624-7, 2006.

WU, M.; WESSELINK, P. R.; WALTON, R. E. Apical terminus location of root canal treatment procedures. **Oral Surg Oral Med.Oral Pathol.Oral Radiol Oral Endod. Oral Endod** , v. 89, n. 1, p. 99-103, 2000.

ANEXO A

Determinação do CDR e CTP a partir de radiografias padronizadas digitais

NÚMERO DO DENTE	CDR	CTP
01	24 mm	23 mm
02	24 mm	23 mm
03	26 mm	25 mm
04	23,5 mm	22,5 mm
05	23 mm	22 mm
06	27 mm	26 mm
07	26 mm	25 mm
08	25 mm	24 mm
09	25,5 mm	24,5 mm
10	26,5 mm	25,5 mm
11	27,5 mm	26,5 mm
12	24 mm	23 mm
13	25 mm	24 mm
14	26 mm	25 mm
15	28 mm	27 mm
16	27,5 mm	26,5 mm
17	21 mm	20 mm
18	28,5 mm	27,5 mm
19	26 mm	25 mm
20	22 mm	21 mm
21-V	23 mm	22 mm
21-P	23 mm	22 mm
22-V	25 mm	24 mm
22-P	22,5 mm	21,5 mm
23-V	22 mm	21 mm
23-P	20,5 mm	19,5 mm
24-V	23 mm	22 mm
24-P	23 mm	22 mm
25-V	20 mm	19 mm
25-P	22,5 mm	21,5 mm
26	22 mm	21 mm
27	22 mm	21 mm
28	23,5 mm	22,5 mm
29	23 mm	22 mm
30	22,5 mm	21,5 mm
31	20 mm	19 mm

ANEXO B

Medidas encontradas por cada localizador de acordo com cada operador

LOCALIZADOR OPERADOR Nº DENTE	ROOT ZX II		NOVAPEX	
	OPERADOR I	OPERADOR II	OPERADOR I	OPERADOR II
01	27 mm	27 mm	27 mm	26 mm
02	25 mm	25 mm	25 mm	24 mm
03	24,5 mm	25 mm	25 mm	25 mm
04	22 mm	22 mm	21 mm	22 mm
05	23 mm	23 mm	23 mm	24 mm
06	26 mm	26,5 mm	26 mm	26 mm
07	25 mm	26 mm	26 mm	26 mm
08	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm
09	25,5 mm	25,5 mm	25 mm	25 mm
10	26 mm	26 mm	27 mm	26 mm
11	27 mm	27 mm	27 mm	26,5 mm
12	25 mm	23,5 mm	23 mm	24 mm
13	24 mm	24 mm	25 mm	24,5 mm
14	25,5 mm	26 mm	26 mm	25,5 mm
15	26 mm	26 mm	27,5 mm	27,5 mm
16	27 mm	27 mm	28 mm	28 mm
17	22 mm	21,5 mm	21,5 mm	21 mm
18	27 mm	27 mm	28 mm	28 mm
19	25 mm	25,5 mm	25 mm	25,5 mm
20	21,5 mm	21,5 mm	22 mm	21 mm
21-V	21 mm	21,5 mm	22 mm	21 mm
21-P	22,5 mm	23 mm	21 mm	22 mm
22-V	22 mm	22 mm	22,5 mm	21 mm
22-P	21 mm	22 mm	22 mm	21 mm
23-V	25 mm	24 mm	24 mm	23 mm
23-P	24,5 mm	24 mm	24,5 mm	24 mm
24-V	21,5 mm	22 mm	22 mm	22 mm
24-P	22 mm	22,5 mm	22 mm	22,5 mm
25-V	21 mm	21 mm	21 mm	21 mm
25-P	20 mm	21,5 mm	20 mm	21 mm
26	23,5 mm	23 mm	22 mm	23 mm
27	22 mm	22,5 mm	23 mm	21,5 mm
28	23 mm	23 mm	23 mm	23 mm
29	23 mm	22,5 mm	24 mm	22 mm
30	21 mm	20,5 mm	22 mm	22,5 mm
31	20 mm	20,5 mm	20 mm	19 mm

ANEXO C

Medida real de cada canal radicular obtida por meio da observação em microscópio cirúrgico (25x de aumento)

NÚMERO DO DENTE	MEDIDA REAL
01	26,5 mm
02	24,5 mm
03	25 mm
04	21,5 mm
05	22,5 mm
06	26 mm
07	25 mm
08	24,5 mm
09	26 mm
10	26 mm
11	27 mm
12	23 mm
13	25 mm
14	26 mm
15	26 mm
16	27 mm
17	22 mm
18	27,5 mm
19	25 mm
20	21 mm
21-V	21 mm
21-P	21,5 mm
22-V	22 mm
22-P	21 mm
23-V	24 mm
23-P	24 mm
24-V	20 mm
24-P	21,5 mm
25-V	20 mm
25-P	20 mm
26	23 mm
27	20,5 mm
28	23 mm
29	22,5 mm
30	21,5 mm
31	19,5 mm

ANEXO D

**Medidas encontradas pelos LEFAs comparadas com a medida real e
com as imagens radiográficas com a lima intracanal
ROOT ZX – OPERADOR I**

NÚMERO DO DENTE	MEDIDA REAL	MEDIDA LOCALIZADOR ROOT ZX	MEDIDA RADIOGRAFIA
01	26,5 mm	27 mm	+
02	24,5 mm	25 mm	-
03	25 mm	24,5 mm	-
04	21,5 mm	22 mm	-
05	22,5 mm	23 mm	-
06	26 mm	26 mm	0
07	25 mm	25 mm	0
08	24,5 mm	25 mm	0
09	26 mm	25,5 mm	0
10	26 mm	26 mm	-
11	27 mm	27 mm	0
12	23 mm	25 mm	+
13	25 mm	24 mm	0
14	26 mm	25,5 mm	0
15	26 mm	26 mm	0
16	27 mm	27 mm	-
17	22 mm	22 mm	0
18	27,5 mm	27 mm	-
19	25 mm	25 mm	0
20	21 mm	21,5 mm	-
21-V	21 mm	21 mm	-
21-P	21,5 mm	22,5 mm	+
22-V	22 mm	22 mm	0
22-P	21 mm	21 mm	0
23-V	24 mm	25 mm	0
23-P	24 mm	24,5 mm	0
24-V	20 mm	21,5 mm	0
24-P	21,5 mm	22 mm	+
25-V	20 mm	21 mm	+
25-P	20 mm	20 mm	0
26	23 mm	23,5 mm	+
27	20,5 mm	22 mm	+
28	23 mm	23 mm	0
29	22,5 mm	23 mm	+
30	21,5 mm	21 mm	-
31	19,5 mm	20 mm	+

Legenda:

(0)	Coincidente com a superfície externa apical da raiz.
(+)	Além da superfície externa apical da raiz.
(-)	Aquém da superfície externa apical da raiz.

ANEXO E

**Medidas encontradas pelos LEFAs comparadas com a medida real e
com as imagens radiográficas com a lima intracanal
NOVAPEX – OPERADOR I**

NÚMERO DO DENTE	MEDIDA REAL	MEDIDA LOCALIZADOR NOVAPEX	MEDIDA RADIOGRAFIA
01	26,5 mm	27 mm	+
02	24,5 mm	25 mm	-
03	25 mm	25 mm	-
04	21,5 mm	21 mm	-
05	22,5 mm	23 mm	-
06	26 mm	26 mm	0
07	25 mm	26 mm	+
08	24,5 mm	25 mm	0
09	26 mm	25 mm	-
10	26 mm	27 mm	+
11	27 mm	27 mm	0
12	23 mm	23 mm	-
13	25 mm	25 mm	+
14	26 mm	26 mm	+
15	26 mm	27,5 mm	+
16	27 mm	28 mm	+
17	22 mm	21,5 mm	-
18	27,5 mm	28 mm	+
19	25 mm	25 mm	0
20	21 mm	22 mm	0
21-V	21 mm	22 mm	+
21-P	21,5 mm	21 mm	-
22-V	22 mm	22,5 mm	+
22-P	21 mm	22 mm	+
23-V	24 mm	24 mm	-
23-P	24 mm	24,5 mm	0
24-V	20 mm	22 mm	+
24-P	21,5 mm	22 mm	+
25-V	20 mm	21 mm	+
25-P	20 mm	20 mm	0
26	23 mm	22 mm	-
27	20,5 mm	23 mm	+
28	23 mm	23 mm	0
29	22,5 mm	24 mm	+
30	21,5 mm	22 mm	0
31	19,5 mm	20 mm	+

Legenda:

(0)	Coincidente com a superfície externa apical da raiz.
(+)	Além da superfície externa apical da raiz.
(-)	Aquém da superfície externa apical da raiz.

ANEXO F

**Medidas encontradas pelos LEFAs comparadas com a medida real e
com as imagens radiográficas com a lima intracanal
ROOT ZX – OPERADOR II**

NÚMERO DO DENTE	MEDIDA REAL	MEDIDA LOCALIZADOR ROOT ZX	MEDIDA RADIOGRAFIA
01	26,5 mm	27 mm	+
02	24,5 mm	25 mm	-
03	25 mm	25 mm	-
04	21,5 mm	22 mm	-
05	22,5 mm	23 mm	-
06	26 mm	26,5 mm	+
07	25 mm	26 mm	+
08	24,5 mm	25 mm	0
09	26 mm	25,5 mm	0
10	26 mm	26 mm	-
11	27 mm	27 mm	0
12	23 mm	23,5 mm	-
13	25 mm	24 mm	0
14	26 mm	26 mm	+
15	26 mm	26 mm	0
16	27 mm	27 mm	-
17	22 mm	21,5 mm	-
18	27,5 mm	27 mm	-
19	25 mm	25,5 mm	+
20	21 mm	21,5 mm	-
21-V	21 mm	21,5 mm	0
21-P	21,5 mm	23 mm	+
22-V	22 mm	22 mm	0
22-P	21 mm	22 mm	+
23-V	24 mm	24 mm	-
23-P	24 mm	24 mm	-
24-V	20 mm	22 mm	+
24-P	21,5 mm	22,5 mm	+
25-V	20 mm	21 mm	+
25-P	20 mm	21,5 mm	+
26	23 mm	23 mm	+
27	20,5 mm	22,5 mm	+
28	23 mm	23 mm	0
29	22,5 mm	22,5 mm	+
30	21,5 mm	20,5 mm	-
31	19,5 mm	20,5 mm	+

Legenda:

(0)	Coincidente com a superfície externa apical da raiz.
(+)	Além da superfície externa apical da raiz.
(-)	Aquém da superfície externa apical da raiz.

ANEXO G

**Medidas encontradas pelos LEFAs comparadas com a medida real e
com as imagens radiográficas com a lima intracanal
NOVAPEX – OPERADOR II**

NÚMERO DO DENTE	MEDIDA REAL	MEDIDA LOCALIZADOR NOVAPEX	MEDIDA RADIOGRAFIA
01	26,5 mm	26 mm	-
02	24,5 mm	24 mm	-
03	25 mm	25 mm	-
04	21,5 mm	22 mm	-
05	22,5 mm	24 mm	+
06	26 mm	26 mm	0
07	25 mm	26 mm	+
08	24,5 mm	25 mm	0
09	26 mm	25 mm	-
10	26 mm	26 mm	-
11	27 mm	26,5 mm	-
12	23 mm	24 mm	0
13	25 mm	24,5 mm	+
14	26 mm	25,5 mm	0
15	26 mm	27,5 mm	+
16	27 mm	28 mm	+
17	22 mm	21 mm	-
18	27,5 mm	28 mm	+
19	25 mm	25,5 mm	+
20	21 mm	21 mm	-
21-V	21 mm	21 mm	-
21-P	21,5 mm	22 mm	0
22-V	22 mm	21 mm	-
22-P	21 mm	21 mm	0
23-V	24 mm	23 mm	-
23-P	24 mm	24 mm	-
24-V	20 mm	22 mm	+
24-P	21,5 mm	22,5 mm	+
25-V	20 mm	21 mm	+
25-P	20 mm	21 mm	+
26	23 mm	23 mm	+
27	20,5 mm	21,5 mm	+
28	23 mm	23 mm	0
29	22,5 mm	22 mm	0
30	21,5 mm	22,5 mm	+
31	19,5 mm	19 mm	-

Legenda:

(0)	Coincidente com a superfície externa apical da raiz.
(+)	Além da superfície externa apical da raiz.
(-)	Aquém da superfície externa apical da raiz.