



Unichristus

CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS

MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICAS

Ilana Thais de Freitas Lima

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DE DIFERENTES LOCALIZADORES
ELETRÔNICOS FORAMINAIS EM DENTES SUBMETIDOS A TRATAMENTOS
ENDODÔNTICOS INICIAIS E RETRATAMENTOS**

Fortaleza – CE

2019

ILANA THAIS DE FREITAS LIMA

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DE DIFERENTES LOCALIZADORES ELETRÔNICOS
FORAMINAIS EM DENTES SUBMETIDOS A TRATAMENTOS ENDODÔNTICOS INICIAIS
E RETRATAMENTOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas do Centro Universitário Christus como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.
Orientador: Prof. Dr. George Táccio de Miranda Candeiro

Fortaleza
2019

Dados Internacionais de Catalogação

Publicação Centro Universitário Christus Unichristus

Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L732a

Lima, Ilana Thais de Freitas.

AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DE DIFERENTES LOCALIZADORES ELETRÔNICOS FORAMINAIS EM DENTES SUBMETIDOS A TRATAMENTOS ENDODÔNTICOS INICIAIS E RETRATAMENTOS / Ilana

Thais de Freitas Lima. - 2019.

55 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Mestrado em Ciências Odontológicas, Fortaleza, 2019.

Orientação: Profa. Dra. George Táccio de Miranda Candeiro.

Coorientação: Profa. Dra. Danna Mota Moreira.

Área de concentração: Endodontia.

CDD 617.6

ILANA THAIS DE FREITAS LIMA

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DE DIFERENTES LOCALIZADORES ELETRÔNICOS
FORAMINAIS EM DENTES SUBMETIDOS A RETRATAMENTOS ENDODÔNTICOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas do Centro Universitário Christus como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.
Orientador: Prof. Dr. George Táccio de Miranda Candeiro

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. George de Táccio de Miranda Candeiro
(Orientador)

Profa. Dra. Danna Mota Moreira
(Membro Interno)

Prof. Dr. Cláudio Maniglia Ferreira
(Membro Externo)

A minha filha Lia. Com todo amor.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pelo dom da vida.

A meus pais **Gilson** e **Vilani**, pelo apoio e oportunidades que têm-me dado de alcançar meus objetivos. Nada disso seria possível se não fosse vocês.

A meu orientador, **Prof. George Candeiro**, que tem sido um mestre em minha vida e por ter exercido com retidão a arte de ensinar, ou melhor, de educar. Essa conquista é nossa.

A meu marido, **Ramon** que vibra comigo a cada conquista, e por ser sempre meu apoio.

A meus irmãos, **Thayane** e **Gilson**, que serão sempre amparo, conforto e porto seguro.

A **Nexo Odontologia** por me acolher tão bem durante esses dois anos. Minha segunda casa.

A meu amigo **Sérgio**, que sempre esteve comigo ao longo dessa jornada.

A meus amigos do mestrado, **Liliana, Carol, Vanessa, Adriana, Jordana, Smyrna, Isabella, Luíza, Tereza, Raquel** e **Jonhdner**, que foram força e união nos momentos difíceis.

Aos membros do meu grupo de oração, **Magnificat**, por serem o meu apoio espiritual e me ajudarem a ser uma pessoa melhor a cada dia.

Ao professor **Paulo Goberlânio** por ser sempre tão solícito e prestativo.

Ao **Dr. Bruno Vasconcelos** por ceder um de seus aparelhos para a realização desta pesquisa. Sempre bastante solícito em colaborar conosco.

A todos os **Professores** e **Coordenadores** do programa de pós-graduação do Centro Universitário Christus, pelo desempenho e esforço em fazer deste, um mestrado bem conceituado.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a acurácia e a eficácia de quatro diferentes Localizadores Eletrônicos Foraminais (LEFs): Root ZX II (J. Morita, Tóquio, Japão), RomiApex A15 (Romidan, Kiryat-Ono, Israel), FinePex (Schuster, Porto Alegre, Brasil) e VDW Gold (VDW, Munique, Alemanha), na determinação do comprimento do canal radicular durante as etapas de tratamento e retratamento endodôntico. Vinte e sete dentes unirradiculares humanos tiveram suas coroas seccionadas, a fim de padronizar os dentes em 17mm. O comprimento real do canal radicular foi obtido pela visualização com microscópio operatório de uma lima #15 justaposta ao forame apical. Os dentes foram instrumentados com limas R25 e R40 e, ao final do uso de cada instrumento, foram feitas medições dos comprimentos dos canais radiculares com limas #25 e #40, respectivamente. Em seguida, os dentes tiveram os canais radiculares obturados e, após sete dias, foram desobturados com os instrumentos R25 e R40. Novas medições foram feitas com limas #25 e #40 após a desobturação com cada lima. Os dados foram analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e Qui-quadrado, sendo considerado significativo quando $P < 0,05$. No tratamento endodôntico inicial, foi observado que todos os aparelhos apresentaram uma tendência a submedições com o diâmetro 0,25 mm, apresentando o aparelho Root Zx II a menor acurácia ($P < 0,001$). No diâmetro 0,40 mm, a acurácia média do aparelho Romiapex A15 foi estatisticamente maior do que a dos demais LEFs ($P < 0,001$), apresentando uma tendência a sobremedições. Não foram observadas diferenças na eficácia dos aparelhos em função do tamanho do diâmetro apical ($P > 0,05$). Durante o retratamento endodôntico, o aparelho Root ZX II foi o que apresentou maior estabilidade nas leituras odontométricas com LEFs. Em relação aos limites aceitáveis de variação, foi observado que os aparelhos apresentaram semelhantes eficácias na determinação do comprimento dos canais radiculares ($P > 0,05$), tanto com o diâmetro 0,25 mm como 0,40 mm. No entanto, foi observado que as leituras feitas com os canais desobturados com lima R25 foram estatisticamente piores do que as dos canais desobturados com lima R40 ($P < 0,001$). Concluiu-se que os LEFs apresentaram menor eficácia no retratamento endodôntico em comparação ao tratamento endodôntico inicial. Observou-se que o material obturador remanescente pode influenciar a eficácia dos LEFs. No entanto, todos os aparelhos testados apresentaram eficácia semelhante quando observado os limites aceitáveis em ambas as situações.

Palavras-chave: Endodontia. Odontometria. Retratamento.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the accuracy and efficacy of four different LEFs: Root ZX II (J. Morita, Tokyo, Japan), RomiApex A15 (Romidan, Kiryat-Ono, Israel), FinePex, Porto Alegre, Brazil) and VDW Gold (VDW, Munich, Germany) were used to determine root canal length during treatment and retreatment stages. Twenty-seven single-rooted human teeth had their crowns sectioned in order to standardize the teeth in 17mm. The actual root canal length was obtained by visualization with a surgical microscope of a # 15 file juxtaposed to the apical foramen. The teeth were instrumented with R25 and R40 files and, at the end of the use of each instrument, measurements of the root canal lengths with files # 25 and # 40, respectively, were made. Then, the teeth had root canals filled and, after seven days, were obturated with instruments R25 and R40. New measurements were made with # 25 and # 40 files after uncoiling with each file. The data were analyzed statistically by the ANOVA and Chi-square tests, being considered significant when $P < 0.05$. In the endodontic treatment, it was observed that all the devices showed a tendency to measure before the apical foramen with a diameter of 0.25 mm, with the Root Zx II device being less accurate ($P < 0.001$). At 0.40 mm diameter, the mean accuracy of the Romiapex A15 instrument was statistically higher than that of the other LEFs ($P < 0.001$), showing a tendency to over-measure. No differences were observed in the efficacy of the devices as a function of apical diameter size ($P > 0.05$). During the endodontic retreatment, the Root ZX II device presented the highest stability in readings with LEFs. Regarding the acceptable limits of variation, it was observed that the apparatuses presented similar efficacies in the determination of root canal length ($P > 0.05$), both with the diameter 0.25 mm and 0.40 mm. However, it was observed that the readings made with the partially unlabeled channels were statistically worse than those of the canals with complete dislocation of the apical third ($P < 0.001$). It was concluded that LEFs showed less efficacy in endodontic retreatment compared to initial endodontic treatment. It has been observed that the remaining obturator material may influence the efficacy of LEFs. However, all the devices tested showed similar efficacy when the acceptable limits were observed in both situations.

Key-words: Endodontics. Odontometry. Retreatment.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CT	Comprimento de Trabalho
CRD	Comprimento Real do Dente
FA	Forame Apical
LEF	Localizador Eletrônico Foraminal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo geral.....	13
2.2	Objetivos específicos.....	13
3	CAPÍTULOS.....	14
3.1	Capítulo 1.....	15
3.2	Capítulo 2.....	30
4	DISCUSSÃO GERAL.....	45
5	CONCLUSÕES GERAIS.....	47
	REFERÊNCIAS.....	48
	ANEXO.....	52

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico é composto por uma sequência operatória, em que todas as etapas estão interligadas. A correta determinação do comprimento do canal radicular é uma etapa crítica e essencial para estabelecer os limites de trabalho, ou seja, o limite do preparo químico-cirúrgico (PQC) e obturação (GESI et al., 2014).

O comprimento de trabalho (CT) é definido de acordo com o glossário de termos endodônticos, como a distância entre o ponto de referência coronário ao ponto em que a instrumentação e o preenchimento do canal deve terminar. A junção cimento-dentinária, também conhecida como limite CDC, é o marco clínico e anatômico em que a polpa e o tecido periodontal se encontram, é universalmente aceita como limite para o PQC e obturação em endodontia (RICUCCI; LANGELAND, 1998).

A determinação de forma precisa do CT é fundamental para o sucesso da terapia endodôntica, tratando ou prevenindo lesões nos tecidos perirradiculares (RICUCCI; LANGELAND, 1998).

Porém, nem sempre é possível garantir o sucesso do tratamento endodôntico. Infecções secundárias, infecções persistentes e falhas no tratamento endodôntico prévio, são fatores que comprometem o dente, levando ao retratamento (TORABINEJAD *et al.*, 2009; SIQUEIRA 2001). O retratamento endodôntico consiste na primeira opção de tratamento em casos de falhas ou insucesso (ESPOSITO *et al.*, 2017; TAINTOR *et al.*, 1983).

A remoção de materiais obturadores presentes nos canais radiculares é o objetivo primário nos procedimentos de retratamento (ROSSI-FEDELE; AHMED, 2017). O completo desbridamento desses materiais durante o retratamento endodôntico representa um desafio para essa terapia (YILMAZ *et al.*, 2018). Adicionalmente, Alves *et al.* (2005) observaram que a guta-percha residual presente no interior do canal radicular impediu que Localizadores Eletrônicos Foraminais (LEFs) determinassem o comprimento radicular até que o instrumento ultrapassasse o material de preenchimento, podendo levar a sobremedições.

Historicamente, o CT era determinado por meios radiográficos, mas diante diversas limitações desse método, os (LEFs) foram desenvolvidos para determinação do CT de forma mais precisa e confiável (JAIN; KAPUR, 2012).

Os LEFs passaram por anos de desenvolvimento até chegar aos modelos que o mercado dispõe atualmente. Os atuais aparelhos foram introduzidos na década de 1960, operando sob diferentes princípios e circuitos (SHABAHANGA *et al.*, 1996).

O Root ZX (J.Morita, Tóquio, Japão) foi o primeiro dispositivo lançado que superava todas as limitações de seus antecessores; desde sua introdução, esse dispositivo apresenta

excelente desempenho e tem recebido atenção considerável da comunidade científica que considerou o LEF padrão-ouro (TSEISIS *et al.*, 2015).

Mesmo com a popularidade que o aparelho Root ZX ganhou por sua inovação, seu fabricante interrompeu a produção e lançou dois novos modelos, o Root ZX II e Root ZX Mini. Aparelhos criados com base no mesmo mecanismo operacional do Root ZX, mas com a possibilidade de anexar ao LEF, o motor para instrumentação mecanizada (Vasconcelos *et al.*, 2014).

O Root ZX II, consiste em um dos LEF mais utilizados na Europa, Ásia e Estados Unidos (KIM; CHANDLER, 2013). Opera calculando a razão entre as impedâncias medidas em duas frequências diferentes (8KHz e 0,4 KHz), o que justifica sua alta precisão e sensibilidade (PASCON *et al.*, 2009).

Já o RomiApex A15 é um aparelho que opera de modo diferente da maioria dos LEFs, detectando a energia do sinal, em vez de sua amplitude, ou seja, mede o CT calculando os valores médios da raiz quadrada da impedância em frequências diferentes (0,5 e 8,0 KHz). Compara os resultados obtidos com os valores de referência armazenados em sua memória e, assim, determina a posição da lima no interior do canal (MILETIC *et al.*, 2011).

Ao longo dos anos, surgiram também LEFs integrados a sistemas mecanizados, tais como o motor VDW Gold. Esse sistema pode ser configurado para medições em modo manual, assim como os LEFs padrões, ou para o modo controlado em conjunto com a instrumentação mecânica (ALI *et al.*, 2016). Embora o Root ZX II tenha passado por exaustivas pesquisas comprovando sua eficácia, poucos estudos são encontrados na literatura sobre a acurácia dos aparelhos RomiApex A15 e motor VDW Gold. Recentemente, foi lançado no mercado um localizador FinePex, não havendo, até o momento, nenhum estudo que avalie sua eficácia.

Além do que, precisão dos LEFs na determinação do CT após a desobturação dos canais radiculares, ainda não está totalmente esclarecida (EBRAHIM *et al.*, 2007).

Diante do exposto, observa-se a necessidade de que estudos sejam realizados para avaliar novos aparelhos que surgem no mercado. Ainda não existem evidências claras a respeito da acurácia dos LEFs durante o retratamento endodôntico. Além disso, até o momento, nenhum estudo foi realizado sobre a acurácia dos LEFs: Root ZX II, Romiapex A15, FinePex e VDW Gold durante o retratamento. Perante a ausência desses dados na literatura, e frente a importantes desfechos dos mesmos para o sucesso do tratamento e retratamento endodôntico, é pertinente que estudos sejam feitos para avaliar e comparar a acurácia dos LEFs frente aos procedimentos endodônticos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficácia dos aparelhos Root ZX II, FinePex, RomiApex A15 e VDW Gold durante o tratamento e retratamento endodôntico.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar se o diâmetro apical influencia na acurácia dos aparelhos.
- Verificar a influência do material obturador remanescente na acurácia e na eficácia dos localizadores eletrônicos foraminais.

3 CAPÍTULOS

Esta dissertação está baseada no regimento interno do Curso de Mestrado Acadêmico em Ciências Odontológicas do Centro Universitário Christus, que regulamenta o formato alternativo para a dissertação de mestrado e permite a inserção de artigos científicos de autoria ou coautoria do candidato. O projeto de pesquisa deste trabalho foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Unichristus, tendo sido aprovado sob o protocolo nº 3.099.081 (anexo A). Assim sendo, esta dissertação é composta de dois capítulos contendo dois artigos científicos que serão submetidos para publicação no periódico “International Endodontic Journal”, conforme descrito abaixo:

Capítulo 1:

“AVALIAÇÃO *EX-VIVO* DA ACURÁCIA DE QUATRO LOCALIZADORES ELETRÔNICOS FORAMINAIS”

Capítulo 2:

“AVALIAÇÃO *EX-VIVO* DA ACURÁCIA DE QUATRO LOCALIZADORES ELETRÔNICOS FORAMINAIS DURANTE O RETRATAMENTO ENDODÔNTICO”

Capítulo 1

**AVALIAÇÃO *EX-VIVO* DA ACURÁCIA DE QUATRO LOCALIZADORES ELETRÔNICOS
FORAMINAIS
EX-VIVO EVALUATION OF THE ACURACY OF FOUR ELECTRONIC FORAMINAL
LOCATORS**

Ilana Thaís Freitas de Lima¹, DDS; George Táccio de Miranda Candeiro¹, DDS, MSc, PhD
Área de Pesquisa: Endodontia

Autores:

Ilana Thaís de Freitas Lima, +55 (88) 99713-0656, ilanathais72@gmail.com

George Táccio de Miranda Candeiro, (85) 3224-5747, georgecandeiro@hotmail.com

Filiação:

Centro Universitário Christus (Unichristus), Curso de Odontologia, Fortaleza, Ceará, Brasil.

Autor de Correspondência

Prof. Dr. George Táccio de Miranda Candeiro

Rua: General Tertuliano Potiguara, 1313 apto 801A – Aldeota

Fortaleza, CE, Brasil

CEP: 60.135-280

E-mail: georgecandeiro@hotmail.com

Resumo

Objetivo O objetivo do presente estudo foi avaliar a acurácia de quatro diferentes Localizadores Eletrônicos Foraminais (LEFs): Root ZX II (J. Morita, Tóquio, Japão), Romiapex A15 (Romidan, Kiryat-Ono, Israel), FinePex (Schuster, Porto Alegre, Brasil) e VDW Gold (VDW, Munique, Alemanha), na determinação do comprimento do canal radicular.

Metodologia Vinte e sete dentes unirradiculares humanos tiveram suas coroas seccionadas na junção cimento/esmalte e o comprimento real do dente foi obtido pela visualização com microscópio operatório de uma lima K#15 justaposta ao forame apical. Os dentes foram instrumentados com limas R25 e R40 e, ao final de cada instrumentação, foram feitas medições dos comprimentos dos canais radiculares com limas K#25 e K#40. Os dados foram analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e Qui-quadrado, sendo considerado significativo quando $P < 0,05$.

Resultados Todos os aparelhos apresentaram uma tendência a submedições com o diâmetro 0,25 mm. A acurácia média do aparelho Root ZX II foi estatisticamente menor do que os demais LEFs ($P < 0,001$). No diâmetro 0,40 mm, a acurácia média do aparelho Romiapex A15 foi estatisticamente maior do que a dos demais LEFs ($P < 0,001$). No entanto, quando o diâmetro utilizado foi o 0,40 mm, apenas o aparelho Romiapex A15 apresentou tendência a sobremedições. Em relação aos limites aceitáveis de variação, foi observado que os aparelhos apresentaram semelhantes eficácias em determinar a odontometria ($P > 0,05$), tanto com o diâmetro 0,25 mm e 0,40 mm.

Conclusão Concluiu-se que os aparelhos apresentaram eficácia semelhantes e adequadas quando observados os limites de medidas aceitáveis. Observou-se que o aumento do diâmetro apical não influenciou a acurácia dos LEFs na determinação dos comprimentos dos canais radiculares.

Palavras-chave: Endodontia. Comprimento de trabalho. Localizadores eletrônicos foraminais. Tratamento endodôntico.

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the accuracy of four different LEFs: Root ZX II (J. Morita, Tokyo, Japan), Romiapex A15 (Romidan, Kiryat-Ono, Israel), FinePex Alegre, Brazil) and VDW Gold (VDW, Munich, Germany) in the determination of root canal length.

Method Twenty-seven human unirradicular teeth had their crowns sectioned at the cement/enamel junction and the actual tooth length was obtained by visualization with a surgical microscope of a K # 15 file juxtaposed to the apical foramen. The teeth were instrumented with R25 and R40 files and, at the end of each instrumentation, the root canal lengths were measured with K # 25 and K # 40 files. The data were analyzed statistically by the ANOVA and Chi-square tests, being considered significant when $P < 0.05$.

Results: All devices showed a tendency to sub-measurements with a diameter of 0.25 mm. The mean accuracy of the Root ZX II device was statistically lower than the other LEFs ($P < 0.001$). At 0.40 mm diameter, the mean accuracy of the Romiapex A15 was statistically higher than that of the other LEFs ($P < 0.001$). However, when the diameter used was 0.40 mm, only the Romiapex A15 showed a tendency to over-measure. Regarding acceptable limits of variation, it was observed that the apparatuses presented similar efficacies in determining odontometry ($P > 0.05$), both with the diameter 0.25 mm and 0.40 mm.

Conclusion: It was concluded that the devices presented similar and adequate efficacy when the limits of acceptable measures were observed. It was observed that the increase of the apical diameter did not influence the accuracy of the LEFs in the determination of root canal lengths.

Key words: Endodontics. Working length. Foraminal locators. Endodontic treatment.

Introdução

Durante o tratamento endodôntico, a correta determinação do comprimento do canal radicular é uma etapa crítica e essencial para o sucesso (Gesi *et al.* 2014). Historicamente, o comprimento de trabalho (CT) era determinado por meios radiográficos, mas diante das diversas limitações desses métodos, os Localizadores Eletrônicos Foraminais (LEFs) foram desenvolvidos para determinação do CT de forma mais precisa e confiável (Jain & Kapur, 2012). Esse dispositivo opera com base na impedância elétrica entre a mucosa oral e o ligamento periodontal (Kim & Lee 2004), sendo um dos métodos mais confiáveis descritos na literatura, tendo uma precisão maior que 90% em condições ideais (Gordon & Chandler, 2004).

Atualmente, o mercado dispõe de diversos dispositivos de LEFs de diferentes marcas e modelos. O Root ZX II (J.Morita, Tóquio, Japão), consiste em um dos LEF mais utilizados, na Europa, Ásia e Estados Unidos (Kim & Chandless, 2012), sendo considerado o padrão-ouro. Opera calculando a razão entre as impedâncias medidas em duas frequências diferentes (8KHz e 0,4 KHz), o que justifica sua alta precisão e sensibilidade (Pascon *et al.* 2009). Tornou-se pioneiro por apresentar vantagens superiores a seus antecessores (Vasconcelos *et al.* 2014).

Já o RomiApex A15 é um aparelho que opera de modo diferente da maioria dos LEFs, detectando a energia do sinal, em vez de sua amplitude, ou seja, mede o CT calculando os valores médios da raiz quadrada da impedância em frequências diferentes (0,5 e 8,0 kHz). Compara os resultados obtidos com os valores de referência armazenados em sua memória e, assim, determinam a posição da lima no interior do canal (Miletic *et al.* 2011).

Ao longo dos anos, surgiram também LEFs integrados a sistemas mecanizados, tais como o motor VDW Gold. Esse sistema pode ser configurado para medições em modo manual, assim como os LEFs padrões, ou para o modo controlado em conjunto com a instrumentação mecanizada (Ali *et al.* 2016). Embora o Root ZX II tenha passado por exaustivas pesquisas comprovando sua eficácia; poucos estudos são encontrados na literatura sobre a acurácia dos aparelhos RomiApex A15 e motor VDW Gold. Recentemente, foi lançado no mercado um localizador chamado FinePex, não havendo, até o presente momento, nenhum estudo que avalie sua eficácia.

Portanto, o presente estudo teve por objetivo, avaliar a precisão de quatro LEF's que utilizam mecanismos operacionais diferentes, Root ZX (J. Morita, Tóquio,

Japão), Romiapex A15 (Romidan, Kiryat-Ono, Israel), FinePex (Schuster, Porto Alegre, Brasil) e motor VDW Gold (VDW, Munique, Alemanha), em dois momentos, após a instrumentação com lima do sistema Reciproc R25 e após instrumentação com R40.

Material e métodos

Inicialmente, o presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Christus, sob protocolo nº 3.099.081 (ANEXO 1).

Vintes e sete dentes unirradiculares humanos, extraídos por razões alheias à pesquisa, foram coletados para este estudo. Radiografias iniciais foram feitas, a fim de classificar os dentes dentro dos critérios de inclusão. Os dentes deveriam apresentar ápices totalmente formados, com diâmetro apical menor do que 0,25mm, sem reabsorções, calcificações ou dilacerações e sem tratamento endodôntico prévio. Os dentes permaneceram mergulhados em soro fisiológico até o momento de uso.

Em seguida, os dentes tiveram suas coroas cortadas com o auxílio de um disco diamantado (KG Sorensen, Cotia, Brasil), em mandril acoplado a uma peça reta de baixa rotação, padronizando o comprimento radicular em 17mm. Após a padronização dos espécimes, foi realizado o acesso coronário com pontas diamantadas nº 1013 e nº 3081 (KG Sorensen, Cotia, Brasil) nos dentes extralongos que permaneceram com coroa íntegra, mesmo após a secção da coroa. Os canais foram explorados com limas manuais K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Um microscópio clínico (Alliance, São Carlos, Brasil) com ampliação em 10x, uma lima K#15 e um paquímetro digital (Mitutoyo, Suzano, Brasil) foram usados para determinar o comprimento real do dente (CRD) e obter a patência foraminal que foi utilizada como referência para as demais medições.

Os terços cervical e médio foram preparados com broca CP Drill (Helse Dental Technology, São Paulo, Brasil). Os espécimes foram acoplados em um dispositivo de acrílico, e incorporados em meio a gel condutor (Gel de Carbopol, NaCl 0,9% e KCl 2% - FarmaVie Farmácia de Manipulação, Fortaleza, Brasil).

Foi realizado o preparo químico-cirúrgico (PQC), no CRD (Leitura 1), com lima R25 acoplado ao motor VDW Gold (VDW, Munique, Alemanha) e utilizado soro fisiológico. O excesso de solução irrigadora foi removido com sugador endodôntico EndoFlex (Maquira, Maringá, Paraná). A leitura 2 foi realizada empregando os LEFs

Root ZX II (J. Morita, Tóquio, Japão), Romiapex A15 (Romidan, Kiryat-Ono, Israel), FinePex (Schuster, Porto Alegre, Brasil) e VDW Gold (VDW, Munique, Alemanha), utilizando a lima K#25. As medições foram feitas em triplicada, a fim de se obter a média entre as medidas. As medições foram feitas com a lima inserida lentamente no canal radicular até obter o sinal “OVER” e, em seguida, recuou-se o instrumento até atingir sinal “APEX” ou “0,0”. Após cinco segundos de estabilidade, o cursor de silicone da lima era então posicionado, e a lima medida com o auxílio do paquímetro digital. As medidas eram anotadas em planilhas do programa Microsoft Excel®.

Em seguida, os canais radiculares foram preparados com o instrumento R40 acoplado ao motor VDW Gold (VDW, Munique, Alemanha) utilizando soro fisiológico como solução irrigante. A leitura 3 foi realizada de modo semelhante à leitura 2, mas empregando uma lima manual K#40 para medição.

Após as medidas serem tabuladas em planilhas do programa Microsoft Excel®, os dados quantitativos foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, expressos em forma de média e desvio-padrão e analisados pelo teste ANOVA seguido do pós-teste de Bonferroni. Feito isso, as medidas foram categorizadas com base na relevância clínica de mensuração do tamanho da unidade dentária entre - 0,50 e + 0,50, entre -1,00 e + 1,00 e entre -1,50 e + 1,50 (**Solicita referência**). Os dados foram expressos em forma de frequência absoluta e percentual e analisados pelo teste qui-quadrado.

Resultados

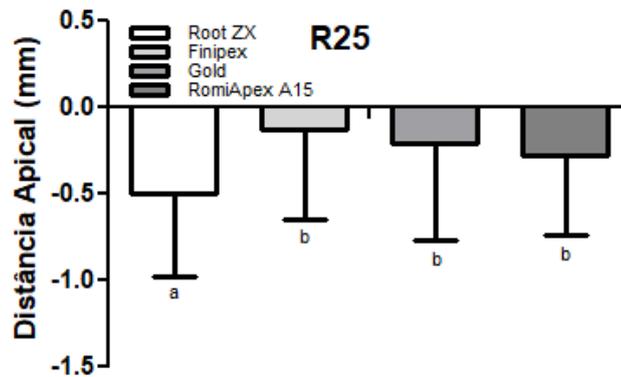
A figura 1 apresenta a média e desvio-padrão após PQC com limas do sistema Reciproc R25. Foi observado que todos os aparelhos apresentaram uma tendência a submedições com o diâmetro 0,25 mm (Tabela 1 e Figura 1). A acurácia média do aparelho Root ZX II foi estatisticamente menor do que os demais LEFs ($P < 0,001$). A tabela 2 mostra os valores das medidas observadas em cada medição, organizados por distâncias em relação ao forame apical com diâmetro 0,25 mm.

Tabela 1: médias e desvio-padrão da distância apical obtida por quatro diferentes sistemas após instrumentação com a lima R25 na posição 0.0 ou Apex.

	Desvio-			
	Média	Padrão	Máximo	Mínimo
Root ZX	-0,50 ^a	0,48	0,71	-2,14
Finepex	-0,13 ^b	0,52	2,49	-1,18
Gold	-0,21 ^b	0,56	2,84	-1,04
RomiApex				
A15	-0,28 ^b	0,46	0,84	-1,18

* $p < 0,001$ (Teste ANOVA/Bonferroni). Letras diferentes = diferença significante entre os grupos.

Fonte: Próprio Autor.



* $p < 0,001$ (Teste ANOVA/Bonferroni). Letras diferentes = diferença significante entre os grupos.

Figura 1: médias e desvio-padrão da distância apical obtida por quatro diferentes sistemas após instrumentação com lima R25

Fonte: Próprio autor.

Tabela 2. Análise das distâncias forame apical – lima realizadas em posição 0.0 ou Apex (medições com 25.02).

Distância do Forame Apical (mm)	Root Zx		Finepex		VDW Gold		RomiApex A15	
	N	%	n	%	N	%	n	%
< - 1,51	1	1,23	0	0,00	0	0,00	0	0,00
-1,01 a -1,50	12	14,81	1	1,23	1	1,23	2	2,47
-0,51 a -1,00	21	25,93	14	17,28	26	32,10	30	37,04
-0,50 a -0,01	37	45,68	38	46,91	31	38,27	26	32,10
0,00	0	0,00	2	2,47	0	0,00	0	0,00
0,01 a 0,50	9	11,11	19	23,46	18	22,22	20	24,69
0,51 a 1,00	1	1,23	5	6,17	3	3,70	3	3,70
1,01 a 1,50	0	0,00	1	1,23	1	1,23	0	0,00
> 1,51	0	0,00	1	1,23	1	1,23	0	0,00
Total	81	100,00	81	100,00	81	100,00	81	100,00

Fonte: Próprio Autor.

No diâmetro 0,40 mm, a acurácia média do aparelho Romiapex A15 foi estatisticamente maior do que a dos demais LEFs ($P < 0,001$). No entanto, quando o diâmetro utilizado foi o 0,40 mm, apenas o aparelho Romiapex A15 apresentou tendência a sobremedições (Tabela 3 e Figura 2). A tabela 4 mostra os valores das medidas observadas em cada medição, organizados por distâncias em relação ao forame apical com diâmetro 0,40 mm.

Tabela 3: médias e desvio-padrão da distância apical obtida por quatro diferentes sistemas após instrumentação com a lima R40.

	Média (mm)	Desvio-Padrão	Máximo	Mínimo
Root ZX	-0,49 ^a	0,57	-0,51	0,95
Finepex	-0,38 ^a	0,46	-0,43	1,21
Gold	-0,52 ^a	0,57	-0,54	1,09
RomiApex	0,23 ^b	0,71	0,18	1,98

A15

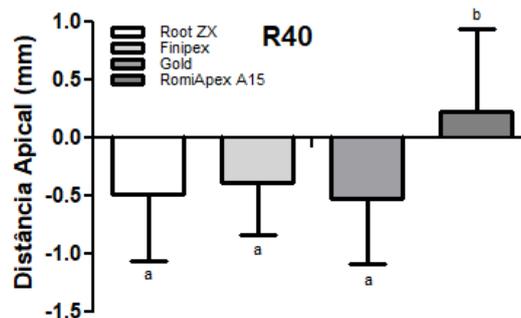
* $p < 0,001$ (Teste ANOVA/Bonferroni). Letras diferentes = diferença significativa entre os grupos.

Fonte: Próprio autor.

Tabela 4. Análises por distâncias do forame apical (medições com 40.02).

Distância do Forame Apical (mm)	Root Zx		Finipex		VDW Gold		RomiApex A15	
	n	%	n	%	N	%	n	%
< -1,51	2	2,47	0	0,00	5	6,17	0	0,00
-1,01 a -1,50	11	13,58	4	4,94	7	8,64	3	3,70
-0,51 a -1,00	28	34,57	31	38,27	32	39,51	6	7,41
-0,50 a -0,01	27	33,33	34	41,98	26	32,10	21	25,93
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,23
0,01 a 0,50	8	9,88	7	8,64	7	8,64	22	27,16
0,51 a 1,00	5	6,17	4	4,94	3	3,70	16	19,75
1,01 a 1,50	0	0,00	1	1,23	1	1,23	9	11,11
> 1,51	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	3,70
Total	81	100,00	81	100,00	81	100,00	81	100,00

Fonte: Próprio autor.



* $p < 0,001$ (Teste ANOVA/Bonferroni). Letras diferentes = diferença significativa entre os grupos.

Figura 2: médias e desvio-padrão da distância apical obtida por quatro diferentes sistemas após instrumentação com lima R40.

Fonte: Próprio autor.

Em relação aos limites aceitáveis de variação, foi observado que os aparelhos apresentaram semelhantes eficácias em determinar a odontometria ($P > 0,05$), tanto com o diâmetro 0,25 mm como com 0,40 mm (Tabela 5). Em todos os aparelhos, a eficácia das medições foi diretamente proporcional com o aumento do limite

aceitável de variação, apresentando eficácias variando entre 40,74% e 100%, dependendo do limite a ser considerado. O único aparelho que apresentou significativa modificação das médias das leituras diante do aumento do diâmetro do forame foi o Romiapex A15 ($P < 0,001$) (Figura 2).

Tabela 5: frequência absoluta e percentual dos níveis de distância apical obtidas por quatro diferentes sistemas após instrumentação com lima R25 e R40.

	Root ZX		Finipex		Gold		RomiApex A15		p-Valor	
	N	%	n	%	n	%	n	%		
Medidas aceitáveis em mm (R25)										
Entre - 0,50 e + 0,50	46	56,79	59	72,84	49	60,49	46	56,79	0,916	
Entre -1,00 e + 1,00	68	83,95	78	96,30	78	96,30	79	97,53		
Entre -1,50 e + 1,50	80	98,77	80	98,77	80	98,77	81	100,00		
Medidas aceitáveis em mm (R40)										
Entre - 0,50 e + 0,50	35	43,21	41	50,62	33	40,74	44	54,32	0,939	
Entre -1,00 e + 1,00	68	83,95	76	93,83	68	83,95	66	81,48		
Entre -1,50 e + 1,50	79	97,53	81	100,00	76	93,83	78	96,30		

Fonte: Próprio autor.

Discussão

Na Endodontia atual, a utilização dos LEFs é indispensável, uma vez que a correta determinação do comprimento de trabalho está relacionada ao sucesso no tratamento endodôntico (Ricucci 1998, Ricucci *et al.* 2011). O uso dos LEFs diminui o tempo de trabalho e a dose de radiação sobre o paciente (Kim & Lee 2004). Outra vantagem dos LEFs é sua aplicabilidade em situações difíceis, como em pacientes com ânsia de vômitos e com dificuldades de visualizações dos ápices radiculares por alguma estrutura anatômica ou por algum outro fator, como um dente incluso ou uma placa metálica de fixação.

A metodologia utilizada no presente estudo foi baseada em diversos trabalhos prévios (Ebrahim *et al.* 2006, Vasconcelos *et al.* 2013, Vasconcelos *et al.* 2016, Oliveira *et al.* 2017). Dentes unirradiculares são comumente utilizados em estudos semelhantes, com a finalidade de padronização e diminuição de viés (Oliveira *et al.* 2017). A maioria dos estudos realizados para avaliar LEFs são estudos *ex vivo*, por

apresentarem vantagens na realização em relação a estudos *in vivo*, devido à facilidade em manter um controle rigoroso sobre as condições experimentais, além disso, um maior número de canais radiculares e aparelhos podem ser testados. Duran-Sindreu *et al.* (2012), ao comparar a precisão do Root ZX II em grupo *in vivo* e *in vitro*, não observaram diferenças estatisticamente significante entre esses grupos.

A precisão dos LEFs pode ser influenciada por diversos fatores, como a qualidade do isolamento, o preparo cervical prévio, a presença de restaurações metálicas e umidade na câmara pulpar e a adaptação do instrumento às paredes do canal na porção apical. Outros fatores ainda são mais questionáveis e requerem pesquisas adicionais. No presente estudo, foi realizado o pré-alargamento dos terços cervical e médio, a fim de favorecer as determinações eletrônicas dos LEFs, conforme sugerido em trabalhos prévios (Morgental *et al.* 2011, Vasconcelos *et al.* 2016, Oliveira *et al.* 2017).

Embora Ebrahim *et al.* (2006) tenham verificado uma menor eficácia dos LEFs com forames maiores; no presente estudo, o aumento do diâmetro apical de instrumentação não influenciou significativamente a eficácia dos aparelhos. Apenas o aparelho Romiapex A15 que apresentou maiores frequências de sobremedições, no entanto, dentro do mesmo limite de acurácia.

Comparar a precisão dos LEFs é um desafio, pois diversas variáveis podem influenciar nas medidas dos canais radiculares (Aguiar *et al.* 2017). No presente estudo, observou-se uma tendência a submedições quando empregado o diâmetro 0,25mm, sendo o Root ZX II a apresentar menor acurácia em comparação aos demais aparelhos. Mas, estudos realizados por Saatchi *et al.* (2017) e Santhosh *et al.* (2014) mostram que o Root ZX II é um aparelho confiável e preciso em condições adversas, tais como, curvatura acentuada do canal radicular. Duran-Sindreu *et al.* (2012), ao comparar a precisão do Root ZX II em grupo *in vivo* e *in vitro*, não observaram diferenças estatisticamente significante entre esses grupos. Morgental *et al.* (2011) observou que o pré-alargamento do terço cervical é vantajosa na precisão dos LEFs, os melhores resultados desses aparelhos são obtidos após o preparo cervical (Vasconcelos *et al.* 2016). Ao comparar a acurácia do Root ZX II com o RomiApex A15, observamos que o RomiApex A15, diferente do Root ZX II, fornece leituras mais próximas ao forame apical, seja aquém ou além desse marco anatômico, enquanto o Root ZX II, apresenta uma tendência a obter medidas 1mm

aquém do forame apical. Com resultados divergentes a este estudo, Maia-Filho *et al.* (2014), relataram que o Root ZX II e RomiApex A15 apresentam precisão similar. Considerando uma tolerância de $\pm 0,5$ mm dos comprimentos reais, Silva & Alves (2014), considerou que o Root ZX II produziu medições mais aceitáveis em comparação ao Root ZX Mini e RomiApex A15. No presente trabalho, observou-se que, quando o diâmetro apical foi referente a um instrumento #25, a acurácia do Root ZX II foi estatisticamente menor do que os demais aparelhos. No entanto, quando o diâmetro foi correspondente a uma lima #40, a acurácia do aparelho Romiapex A15 foi estatisticamente maior do que os demais aparelhos. No entanto, dentro dos limites aceitáveis de $\pm 0,5$ mm, $\pm 1,0$ mm e $\pm 1,5$ mm, os aparelhos não apresentaram diferenças de efetividade na leitura.

A medida eletrônica foi determinada quando a ponta do instrumento ultrapassou o forame apical, marcado nos aparelhos como sinal “OVER” e recuou-se até atingir sinal 0,0 que significa a posição do forame apical. Oliveira *et al.* (2017), encontrou maiores percentuais de precisão (83% e 93%) quando o forame apical foi utilizado como marco anatômico, independente do mecanismo operacional do aparelho. Vasconcelos *et al.* (2013), ao avaliar a precisão de cinco diferentes LEFs, observou que todos os aparelhos forneceram medidas aceitáveis na posição 0,0, fato também observado no presente trabalho.

Após a instrumentação e antes da odontometria, a patência foraminal era feita para desobstrução do forame apical. De acordo com Vasconcelos *et al.* (2015), a ausência de patência foraminal afeta a precisão dos LEFs. Isso sugere que a presença de tampões de dentina, dificulta a passagem de corrente pelo canal radicular impedindo a corrente elétrica atingir o forame apical e assim interferindo, significativamente, a precisão dos LEFs.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, o Root ZX II, apresentou acurácia estatisticamente menor que os demais LEFs; no entanto, apresentou maior estabilidade nos dois diâmetros apicais. Guise *et al.* (2010), ao comparar a precisão de três diferentes LEFs, observou-se que o Root ZX II apresentou maior precisão na determinação do comprimento radicular.

Os atuais LEFs apresentam altas taxas de precisão, sendo considerados seguros e confiáveis para serem usados (Aguiar *et al.* 2017). Porém, cada fabricante dispõe de um mecanismo operacional diferente. Vasconcelos *et al.* (2013), encontraram diferenças em aparelhos que operam com mecanismos semelhantes.

Até o momento, nenhum estudo avaliou a acurácia do aparelho FinePex. No presente estudo, esse aparelho forneceu resultados adequados para que seja utilizado com segurança na clínica. Este aparelho apresentou uma tendência a submedições, sendo pouco influenciado pelo aumento do diâmetro apical. O aparelho FinePex ainda apresentou adequadas frequências de medições aceitáveis com $\pm 0,5$ mm, $\pm 1,0$ mm.

Miletic *et al.* (2011) relatou que o RomiApex A15 não seria confiável como único meio de determinação do comprimento de trabalho. No entanto, no presente estudo, esse aparelho, apresentou uma tendência a sobremedições e uma maior acurácia no diâmetro 0,40 mm. Quando o diâmetro apical foi de 0,25 mm, o RomiApex A15 apresentou maior acurácia do que o Root ZX II e semelhante ao Finepex e ao VDW Gold. Entretanto, não foi observada diferença significativa na eficácia entre os aparelhos testados, estando o RomiApex A15 adequado para uso clínico.

Somente um estudo foi encontrado avaliando a acurácia do VDW Gold no modo manual. Ali *et al.* (2016) não observaram diferenças significativas desse aparelho nas medições do CT, no modo manual e na função autorreversa, esse aparelho apresentou medidas dentro da margem de erro aceitável clinicamente, corroborando os dados do presente trabalho.

Martins *et al.* (2014) concluíram que os LEFs reduzem a exposição do paciente a radiação e que é o melhor método para determinação do comprimento de trabalho. Miletic *et al.* (2011), ao comparar a reprodutibilidade dos LEF (RomiApex A15, Dentaport ZX e Raypex 5), concluiu que os LEFs não são confiáveis como único método de determinação do CT, sob condições clínicas.

De acordo com as evidências científicas disponíveis e com os resultados obtidos nesta investigação, tornou-se possível observar que os aparelhos apresentam variações e comportamento divergentes, como exemplo, o aparelho Root ZX II apresentou maior estabilidade entre as medidas, o FinePex e RomiApex A15 forneceram medidas mais próximas ao forame apical e o VDW Gold apresentou resultados semelhantes ao Root ZX. Diante do exposto, pesquisas devem ser realizadas para que possíveis variações possam ser verificadas e o uso dos LEFs seja otimizado.

Conclusões

A partir da metodologia empregada no presente trabalho e diante dos resultados apresentados, podemos concluir que:

- Os aparelhos apresentaram níveis de eficácia semelhantes quando observados os limites de medidas aceitáveis.
- Todos os aparelhos tiveram uma tendência a submedições quando utilizados diâmetros 0,25 mm.
- Apenas o aparelho Romiapex A15 apresentou uma tendência a sobremedições quando utilizados diâmetros 0,40 mm.
- O aumento do diâmetro apical não influenciou a eficácia nem a acurácia dos aparelhos testados.

Referências

- Aguiar BA, Reinaldo RS, Frota LMA, Vale MS, Vasconcelos BC (2017) Root ZX electronic foramen locator: an ex vivo study of its three models' precision and reproducibility. *International Journal of Dentistry*, **2017**, 1-4.
- Ali MM, Wigler R, Lin S, Kaufman KY (2016) An ex vivo comparison of working length determination by three electronic root canal length measurement devices integrated into endodontic rotary motors. *Clinical Oral Investigation*, **20**, 2303-2308.
- Duran-Sidreu F, Stober E, Mercadé M *et al.* (2012) Comparison of in vivo and in vitro readings when testing the accuracy of the root zx apex locator. *Journal of Endodontics*, **38**, 236-239.
- Ebrahim KA, Wadachi R, Suda H (2007) *In vitro* evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically retreated teeth. *Australian Endodontic Journal*, **33**, 7-12.
- Gesi A, Mareschi P, Doldo T, Ferrari M (2014) Apical dimension of root canal clinically assessed with and without periapical lesions. *International Journal of Dentistry*, **2014**, 1-4.
- Gordon MPJ, Chandler NP (2004) Electronic apex locators. *International Endodontic Journal* **37**, 425-37.
- Guise GM, Goodell GG, Imamura GM (2010) In vitro comparison of three electronic apex locators. *Journal of Endodontics*, **36**, 279-281.

- Jain S, Kapur R (2012) Comparative evaluation of accuracy of two electronic apex locators in the presence of various irrigants: An *in vitro* study. *Contemporary Clinical Dentistry*, **3**, 140-145.
- Kim YJA, Chandler NP (2013) Determination of working length for teeth with wide or immature apices: a review. *International Endodontic Journal*, **46**, 483-491.
- Kim E, Lee S-J (2004) Electronic apex locator. *Dental Clinics of North America*, **48**, 35-54.
- Maia Filho EM, Rizzi CC, Oliveira DSB, *et al.* (2014) New electronic apex locator Romiapex A-15 presented accuracy for working length determination in permanent teeth. *Dentistry 3000*, **2**, 1-4.
- Martins JNR, Marques D, Mata A, Caramês J (2014) Clinical efficacy of electronic apical locators: systematic review. *Journal of Endodontics*, **40**, 759-777.
- Miletic V, Beljic-Ivanovic K, Ivanovic V (2011) Clinical reproducibility of three electronic apical locators. *International Endodontic Journal*, **44**, 769-776.
- Morgental RD, Vier-Relisser FV, Luisi SB, Cogo DM, Kopper PMP (2011) Preflaring effects on the accuracy of three electronic apex locators. *Revista Odonto Ciência*, **26**, 331-335.
- Oliveira TN, Gomes-Vivacqua N, Bernardes RA *et al.* (2017) Determination of the accuracy of 5 electronic apex locators in the function of different employment protocols. *Journal of Endodontics*, **43**, 1663-1667.
- Pascon EA, Marrelli M, Congi O *et al.* (2009) An *ex vivo* comparison of working length determination by 3 electronic apex locators. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, **33**, 147-151.
- Ricucci D (1998) Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *International Endodontic Journal*, **31**, 384-93.
- Ricucci D, Russo J, Rutberg M, Burleson JA, Spångberg LS (2011) A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics* **112**, 825-42.
- Saatchi M, Irvani S, Khaleghi MA, Mortahed A (2017) Influence of root canal curvature on the accuracy of root zx electronic foramen locator: an *in vitro* study. *Iranian Endodontic Journal*, **12**, 173-178.

- Santosh L, Raiththa P, Aswathanarayana S *et al.* (2014) Influence of root canal curvature on the accuracy of an electronic apex locator: An *in vitro* study. *Journal of Conservative Dentistry*, **17**, 583-586.
- Vasconcelos BC, Araújo RBR, Silva FCFA *et al.* (2014) In vivo accuracy of two electronic foramen locators based on different operation systems. *Brazilian Dental Journal*, **25**, 12-16.
- Vasconcelos BC, Bastos LM, Oliveira AS *et al.* (2016) Changes in root canal length determined during mechanical preparation stages and their relationship with the accuracy of Root ZX II. *Journal of Endodontics*, **42**, 1683-1686.
- Vasconcelos BC, Bueno MM, Luna-Cruz SM, Duarte MAH, Fernandes CAO (2013) Accuracy of five electronic foramen locators with different operating systems: an *ex vivo* study. *Journal of Applied Oral Science*, **21**, 132,137.
- Vasconcelos BC, Frota LMA, Souza TA, Bernardes RA, Duarte MAH (2015) Evaluation of the maintenance of the apical limit during instrumentation with hybrid equipment in rotary and reciprocating modes. *Journal of Endodontics*, **41**, 682-685.

CAPÍTULO 2**AVALIAÇÃO *EX VIVO* DA ACURÁCIA DE QUATRO LOCALIZADORES ELETRÔNICOS
FORAMINAIS DURANTE O RETRATAMENTO ENDODÔNTICO
EX VIVO EVALUATION OF THE ACURACY OF FOUR ELECTRONIC FORAMINAL
LOCATORS DURING ENDODONTIC RETREATMENT**

Ilana Thaís Freitas de Lima¹, DDS; George Táccio de Miranda Candeiro¹, DDS, MSc, PhD

Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Centro Universitário Christus,
Fortaleza, Brasil.

Autor de Correspondência

Prof Dr. George Táccio de Miranda Candeiro

Rua General Tertuliano Potiguara, 1313 apto 801A – Aldeota

Fortaleza, CE, Brasil

CEP: 60.135-280

E-mail: georgecandeiro@hotmail.com

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar a acurácia de quatro diferentes Localizadores Eletrônicos Foraminais (LEFs): Root ZX II (J. Morita, Tóquio, Japão), RomiApex A15 (Romidan, Kiryat-Ono, Israel), FinePex (Schuster, Porto Alegre, Brasil) e VDW Gold (VDW, Munique, Alemanha), na determinação do comprimento radicular durante as etapas de retratamento endodôntico. Vinte e sete dentes unirradiculares humanos tiveram suas coroas seccionadas a fim de padronizar os dentes em 17mm. O comprimento real do dente foi obtido pela visualização com microscópio operatório e uma lima K#15 justaposta ao forame apical. Os dentes foram instrumentados com limas R25 e R40 e, ao final de cada instrumentação, foram feitas medições dos comprimentos dos canais radiculares com limas K#25 e K#40. Em seguida, os dentes tiveram os canais radiculares obturados com cones de Guta-Percha padronizado R40 e cimento Endofill e após sete dias, foram desobturados com limas R25 e R40, respectivamente. Novas medições foram feitas com limas K#25 e K#40 entre a desobturação com cada lima. Os dados foram analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e Qui-quadrado, sendo considerados significante quando $P < 0,05$. Todos os aparelhos apresentaram uma tendência a submedições quando o material obturador foi parcialmente removido com a lima R25. Quando os canais foram desobturados com o instrumento R40, a eficácia dos aparelhos aumentou significativamente ($P < 0,05$). No diâmetro 0,40 mm, a acurácia média do aparelho Romiapex A15 foi estatisticamente menor do que a dos demais LEFs ($P < 0,001$), apresentando uma tendência a sobremedições. Concluiu-se que todos os aparelhos testados apresentaram eficácia semelhante quando observado os limites aceitáveis. Observou-se que a permanência de material obturador remanescente no terço apical influencia na acurácia e eficácia dos LEFs, em casos de retratamento endodôntico.

Palavras-chave: Endodontia. Localizadores Eletrônicos Foraminais. Comprimento de trabalho. Retratamento endodôntico.

Abstract

AIM The objective of the present study was to evaluate the accuracy of four different LEFs: Root ZX II (J. Morita, Tokyo, Japan), RomiApex A15 (Romidan, Kiryat-Ono, Israel), FinePex , Brazil) and VDW Gold (VDW, Munich, Germany) in determining root length during the stages of endodontic retreatment.

Methodology Twenty-seven human unirradicular teeth had their crowns sectioned in order to standardize the teeth in 17mm. The actual tooth length was obtained by visualization with an operative microscope and a K # 15 file juxtaposed to the apical foramen. The teeth were instrumented with R25 and R40 files and, at the end of each instrumentation, the root canal lengths were measured with K # 25 and K # 40 files. Then, the teeth had the root canals filled with standardized Guta-Percha cones R40 and Endofill cement and after seven days, they were uncured with R25 and R40 files, respectively. New measurements were made with K # 25 and K # 40 files between disbilling with each file. The data were analyzed statistically by the ANOVA and Chi-square tests, being considered significant when $P < 0.05$.

Results All apparatus showed a tendency for sub-measurements when the sealing material was partially removed with the R25 file. When the channels were uncured with the R40 instrument, the efficacy of the appliances increased significantly ($P < 0.05$). At 0.40 mm diameter, the mean accuracy of the Romiapex A15 device was statistically lower than that of the other LEFs ($P < 0.001$), showing a tendency to over-measure. It was concluded that all the devices tested showed similar efficacy when the acceptable limits were observed.

Conclusion It was observed that the presence of remaining obturator material in the apical third influences the accuracy and efficacy of LEFs in cases of endodontic retreatment.

Keywords: Endodontics. Electronic Marker Locators. Working length. Endodontic retreatment.

Introdução

O retratamento endodôntico é a primeira alternativa de reintervenção em casos de falhas na terapia inicial e apresenta taxas de sucesso de aproximadamente 75% (Riis *et al.* 2018, Laukkanen *et al.* 2019). Um dos fatores que favorecem o sucesso da terapia é a limpeza precisa e completa do sistema de canais radiculares sem prejudicar a integridade apical (Javidi *et al.* 2009). No entanto, infecções secundárias, infecções persistentes ou falhas no tratamento endodôntico inicial, são fatores que comprometem o dente, levando à indicação do retratamento (Siqueira 2001).

O procedimento de retratamento endodôntico requer, inicialmente, a desobturação completa dos canais radiculares e, posteriormente, um novo preparo químico-cirúrgico (PQC) e obturação. A determinação precisa do comprimento do canal radicular é de extrema importância para limitar a instrumentação e obturação dentro dos limites do canal radicular (Aggarwal *et al.* 2010). No entanto, uma das etapas mais difíceis do retratamento endodôntico é a completa remoção do material obturador dos canais radiculares. Diversos trabalhos prévios mostraram a dificuldade de se remover a guta-percha e o cimento endodôntico, independente do sistema de instrumentação manual ou mecanizado (Rubino *et al.* 2017, Rossi-Fedele & Ahmed 2017, Castro *et al.* 2018). Para isso, alguns procedimentos adicionais, como a utilização de ativações ultrassônicas podem ser indicados, para que a remoção seja otimizada (Castro *et al.* 2018).

Atualmente, a determinação eletrônica do CT por meio de LEFs consiste no método mais seguro, em condições ideais, e apresentam níveis de precisão acima de 95% (Parente *et al.* 2015). Os LEFs representam uma ferramenta útil na localização do forame apical (F.A) e medição do comprimento radicular (Aggarwal *et al.* 2010, Bolbolian *et al.* 2018).

No entanto, durante o retratamento, a correta determinação do CT pode apresentar-se de forma desafiadora. Wilcox *et al.* (1987) relatam que é quase impossível remover completamente materiais obturadores das paredes dos canais radiculares. A precisão dos LEFs na determinação do CT após a desobturação dos canais radiculares, ainda não está totalmente esclarecida (Ebrahim *et al.* 2007). Entretanto, Alves *et al.* (2005), observaram que a guta-percha residual presente no interior do canal impediu a transmissão de sinal até que o instrumento ultrapassasse

o material de preenchimento. Em seu estudo, os comprimentos dos canais radiculares determinados por LEFs foram maiores no retratamento.

Até o momento, poucos estudos avaliaram a precisão dos LEFs durante o retratamento endodôntico. No entanto, nenhum estudo avaliou a precisão dos LEFs: Root ZX II, RomiApex A15, FinePex e VDW Gold. Assim, o objetivo do presente do estudo foi analisar a acurácia de quatro diferentes LEFs (Root ZX II, RomiApex A15, FinePex e VDW Gold) durante retratamento endodôntico e se a quantidade remanescente de material obturador influencia na precisão desses aparelhos.

Material e métodos

Inicialmente, o presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Christus com o número de parecer 3.099.081.

Vintes e sete dentes unirradiculares humanos (n=27), extraídos por razões alheias à pesquisa, foram coletados para esse estudo. Radiografias iniciais foram feitas, a fim de classificar os dentes dentro dos critérios de inclusão. Os dentes deveriam apresentar ápices totalmente formados, com diâmetro apical menor do que 0,25mm, sem reabsorções, calcificações ou dilacerações e sem tratamento endodôntico prévio. Os dentes permaneceram mergulhados em soro fisiológico até o momento de uso.

Os dentes tiveram suas coroas seccionados, padronizando o comprimento radicular em 17mm, e aplanados de modo a facilitar o posicionamento do cursor de borracha durante a medição, favorecendo a precisão das medidas. Para isso, foi necessário um disco diamantado (KG Soresen, Cotia, Brasil) e um paquímetro digital (Mitutoyo, Suzano, Brasil). Após a padronização dos espécimes, foi realizado o acesso coronário com pontas diamantadas nº 1013 e nº 3081 (KG Sorensen, Cotia, Brasil) nos dentes que permaneceram com coroa íntegra. Os canais radiculares foram explorados com lima manual K#10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

O comprimento real do dente (CRD) foi obtido pela visualização com microscópio operatório (Alliance, São Carlos, Brasil) com ampliação em 10x e lima K#15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) justaposta ao forame apical (F.A.). A lima era medida com o auxílio do paquímetro digital (Mitutoyo, Suzano, Brasil). O CRD foi utilizado como referência para as demais medidas (Leitura 1).

Os terços cervical e médio foram preparados com broca CP Drill (Helse Dental Technology, São Paulo, Brasil). Os dentes foram acoplados em um

dispositivo de acrílico e imersos em meio a gel condutor (Gel de Carbopol, NaCl 0,9% e KCl 2% - Farma Vie Farmácia de Manipulação, Fortaleza, Brasil).

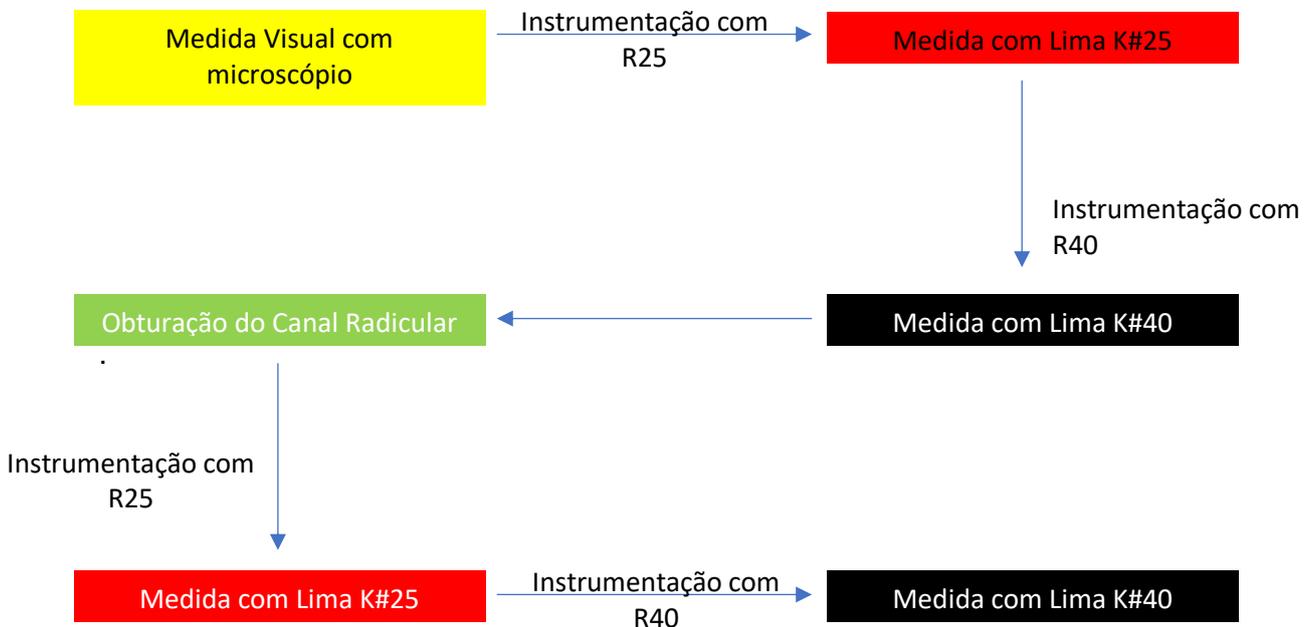
Foi realizado o preparo químico cirúrgico (PQC) no CRD (Leitura 1) com lima R25 e R40, acoplado ao motor VDW Gold (VDW, Munique, Alemanha) sob irrigação de soro fisiológico. Os canais foram secos com sugador endodôntico EndoFlex (Maquira, Maringá, Paraná) e ponta de papel absorvente Reciproc R40 (VDW, Munique, Alemanha). Os dentes tiveram seus canais radiculares obturados com cone de Guta-Percha padronizada Reciproc VDW R40 (VDW, Munique, Alemanha) e cimento endodôntico Endofill (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Os espécimes foram mantidos por sete dias em umidade dentro de uma estufa a 37°. Após esse período, os canais radiculares foram desobturados no CT (CRD-1mm) com limas R25, acionada por motor VDW Gold e irrigados com soro fisiológico em seringa para irrigação de 5ml com rosca de luer lock e cânula de irrigação NaviTip (Ultradent, Indaiatuba, São Paulo), seguindo da remoção do excesso de solução irrigadora com sugador endodôntico EndoFlex (Maquira, Maringá, Paraná).

A leitura 2 foi feita, utilizando lima manual K#25, paquímetro digital e os LEFs Root ZX II (J Morita, Tóquio, Japão), RomiApex A15 (Romidan, Kiryat-Ono, Israel), FinePex (Schuster, Porto Alegre, Brasil) e motor VDW Gold (VDW, Munique, Alemanha). As medições foram feitas em triplicada, a fim de se obter a média entre as medidas. A lima era inserida lentamente no canal radicular até obter o sinal "OVER" e, em seguida, recuou-se o instrumento até atingir sinal "APEX" ou "0,0". Após cinco segundos de estabilidade, o cursor de silicone da lima era então posicionado, e a lima medida com o auxílio do paquímetro digital. As medidas foram anotadas em planilhas do programa Microsoft Excel®.

Em seguida, os canais foram preparados com lima R40 e irrigados com soro fisiológico. A leitura 3 foi executada de modo semelhante à leitura anterior, a lima K#40 foi empregada para medição.

Figura 1. Organograma das etapas experimentais e das leituras feitas pelos LEFs



Fonte: Autoria própria

Após medidas serem tabuladas em planilhas do programa Microsoft Excel®, os dados quantitativos foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, expressos em forma de média e desvio-padrão e analisados pelo teste ANOVA seguido do pós-teste de Bonferroni. Feito isso, as medidas foram categorizadas com base na relevância clínica de mensuração do tamanho da unidade dentária entre - 0,50 e + 0,50, entre -1,00 e + 1,00 e entre -1,50 e + 1,50. Os dados foram expressos em forma de frequência absoluta e percentual e analisados pelo teste qui-quadrado. O nível de significância do estudo foi estabelecido em 5%.

Resultados

Em casos de retratamento, foi observado que todos os aparelhos apresentaram uma tendência a submedições quando os canais foram desobturados parcialmente com o instrumento R25 (Tabela 1 e Figura 1). A acurácia média do aparelho Root ZX II foi estatisticamente maior do que os demais LEFs ($P < 0,001$). A tabela 2 mostra os valores das medidas observadas em cada medição, organizados

por distâncias em relação ao forame apical com após a desobturação o instrumento R25.

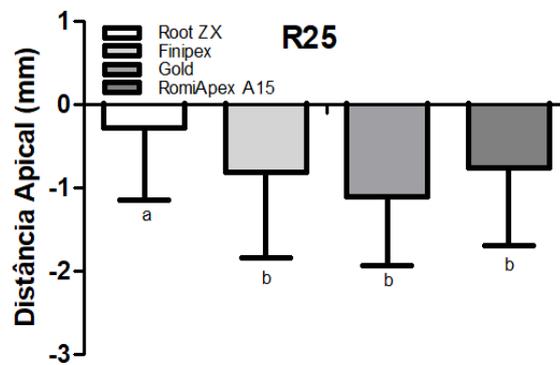
Tabela 1: médias e desvio-padrão da distância apical obtida por quatro diferentes sistemas após desobturação com a lima R25.

	Média (mm)	Desvio- Padrão	Máximo	Mínimo
Root ZX	-0,29 ^a	0,86	-0,45	2,44
Finepex	-0,82 ^b	1,03	-0,93	3,98
Gold	-1,11 ^b	0,82	-0,98	0,70
RomiApex A15	-0,77 ^b	0,92	-0,73	3,57

* $p < 0,001$ (Teste ANOVA/Bonferroni). Letras diferentes = diferença significante entre os grupos.

Fonte: Autoria própria.

Figura 2: Médias e desvio-padrão da distância apical obtida por quatro diferentes sistemas após desobturação com a lima R25.



* $p < 0,001$ (Teste ANOVA/Bonferroni). Letras diferentes = diferença significante entre os grupos.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 2. Análises das distâncias forame apical-lima em posição 0.0 (medições com 25.02) após o retratamento com o instrumento R25.

Distância do Forame Apical	Root Zx		Finepex		VDW Gold		RomiApex A15	
	N	%	n	%	N	%	n	%
< - 1,51	6	7,40	14	17,28	19	23,46	17	20,99
-1,01 a -1,50	8	9,88	25	30,86	20	24,69	7	8,64
-0,51 a -1,00	18	22,22	13	16,05	27	33,33	31	38,27
-0,50 a -0,01	26	32,10	16	19,75	9	11,11	14	17,28
0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,01 a 0,50	13	16,05	9	11,11	5	6,17	10	12,35
0,51 a 1,00	6	7,41	3	3,70	1	1,23	1	1,23
1,01 a 1,50	2	2,47	0	0,00	0	0,00	0	0,00
> 1,51	3	3,70	1	1,23	0	0,00	1	1,23
Total	81	100,00	81	100,00	81	100,00	81	100,00

Fonte: Autoria própria.

Após a desobturação com instrumentos de diâmetro 0,40 mm (R40), a acurácia média do aparelho Romiapex A15 foi estatisticamente menor do que a dos demais LEFs ($P < 0,001$). No entanto, apenas o aparelho Romiapex A15 apresentou tendência a sobremedições (Tabela 3 e Figura 2). A tabela 4 mostra os valores das medidas observadas em cada medição, divididos por distâncias em relação ao forame apical com após a desobturação com o instrumento R40.

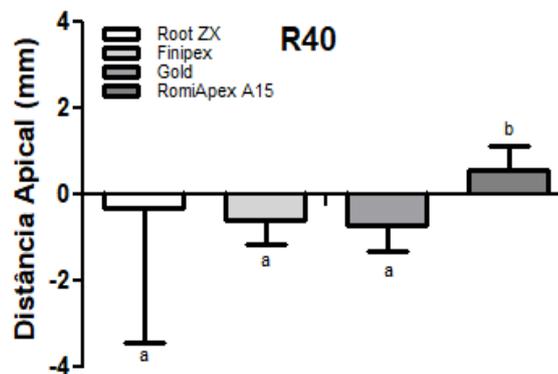
Tabela 3: Médias e desvio-padrão da distância apical obtida por quatro diferentes sistemas após desobturação com a lima R40.

	Média (mm)	Desvio- Padrão	Máximo	Mínimo
Root ZX	-0,33 ^a	3,11	-0,54	2,65
Finepex	-0,61 ^a	0,54	-0,64	1,90
Gold	-0,70 ^a	0,63	-0,82	1,17
RomiApex A15	0,58 ^b	0,55	0,52	2,54

* $p < 0,001$ (Teste ANOVA/Bonferroni). Letras diferentes = diferença significativa entre os grupos.

Fonte: Autoria própria.

Figura 3: Médias e desvio-padrão da distância apical obtida por quatro diferentes sistemas após desobturação com a lima R40.



* $p < 0,001$ (Teste ANOVA/Bonferroni). Letras diferentes = diferença significativa entre os grupos.

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 4. Análises por distâncias do forame apical (medições com 40.02) após o retratamento com o instrumento R40.

Distância do Forame Apical	Root Zx		Finepex		VDW Gold		RomiApex A15	
	N	%	n	%	N	%	n	%
< - 1,51	5	6,17	0	0,00	4	4,94	0	0,00
-1,01 a -1,50	10	12,35	18	22,22	25	30,86	0	0,00
-0,51 a -1,00	30	37,04	34	41,98	30	37,04	0	0,00
-0,50 a -0,01	30	37,04	21	25,93	10	12,35	11	13,58
0,00	0	0,00	1	1,23	0	0,00	1	1,23
0,01 a 0,50	2	2,47	3	3,70	7	8,64	28	34,57
0,51 a 1,00	4	4,94	3	3,70	4	4,94	24	29,63
1,01 a 1,50	0	0,00	1	1,23	1	1,23	14	17,28
> 1,51	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	3,70
Total	81	100,00	81	100,00	81	100,00	81	100,00

Fonte: Aatoria própria.

Observou-se que todos os aparelhos apresentaram uma tendência à submedições quando os canais foram desobturados apenas com os instrumentos R25 (Tabela 2). Quando os canais foram desobturados com os instrumentos R40, os aparelhos Root ZX II e Finepex diminuíram a frequência de sobremedições, enquanto o aparelho Romiapex A15 apresentou significativo aumento das sobremedições, respectivamente (tabela 4).

Em relação aos limites aceitáveis de variação, foi observado que os aparelhos apresentaram eficácias semelhantes em determinar a odontometria ($P > 0,05$), tanto quando desobturados com os instrumentos R25, quanto com os instrumentos R40 (tabela 5). As medições feitas com os aparelhos após a desobturação com a lima R25 foram piores do que as realizadas com o instrumento R40. Em todos os aparelhos, a eficácia das medições foi diretamente proporcional ao aumento do limite aceitável de variação, apresentando eficácias variando entre 17,28% e 100%, dependendo do limite a ser considerado. Os aparelhos FinePex, VDW Gold e

Romiapex A15 apresentaram significantes modificações das médias das leituras diante do aumento do diâmetro do instrumento apical ($P < 0,001$).

Tabela 5: Frequência absoluta e percentual e percentual dos níveis de distância apical obtidas por quatro diferentes sistemas após retratamento com lima R25 e R40.

	Root ZX		Finipex		Gold		RomiApex A15		p-Valor
	n	%	N	%	n	%	n	%	
Medidas aceitáveis (R25)									
Entre - 0,50 e + 0,50	39	48,15	25	30,86	14	17,28	24	29,63	0,234
Entre -1,00 e + 1,00	63	77,78	41	50,62	42	51,85	56	69,14	
Entre -1,50 e + 1,50	73	90,12	66	81,48	62	76,54	63	77,78	
Medidas aceitáveis (R40)									
Entre - 0,50 e + 0,50	32	39,51	25	30,86	17	20,99	40	49,38	0,225
Entre -1,00 e + 1,00	66	81,48	62	76,54	51	62,96	64	79,01	
Entre -1,50 e + 1,50	76	93,83	81	100,00	77	95,06	78	96,30	

Fonte: Autoria própria.

Discussão

Assim como no tratamento endodôntico inicial, o PQC nos limites adequados é essencial para a completa remoção de bactéria e tecidos necróticos. A utilização dos LEFs é, atualmente, imprescindível para adequada obtenção do comprimento de trabalho (Javidi *et al.* 2009, Bolbolian *et al.* 2018). Trabalhos prévios mostraram a importância dessa tecnologia devido à sua maior acurácia quando comparados aos métodos radiográficos tradicionais, diminuindo, ainda, a dose de radiação administrada ao paciente (Javidi *et al.* 2009). No entanto, a precisão desses aparelhos ainda não está totalmente esclarecida durante o retratamento endodôntico.

Durante o retratamento, a completa remoção de materiais obturadores aderidos nas paredes dos canais representa um grande desafio (Wright *et al.* 2019; Alves *et al.* 2005). A presença desses materiais remanescentes podem comprometer o processo de desinfecção dos canais radiculares (Ebrahim *et al.* 2007). Portanto, é essencial que esforços sejam feitos para garantir o completo desbridamento do canal radicular durante o retratamento endodôntico.

No retratamento endodôntico, um fator importante para o sucesso é o estabelecimento de um correto limite apical de trabalho. Assim, os LEFs são ferramentas importantes que determinam de forma segura e precisa os limites de trabalho durante o tratamento endodôntico. No entanto, Al Bulushi *et al.* (2009), relataram que a presença de materiais obturadores endodônticos podem influenciar a impedância dos canais radiculares e, conseqüentemente, a eficácia dos LEFs pode ser prejudicada em casos de retratamento endodôntico.

Aggarwal *et al.* (2010), relataram que os LEFs são excelentes coadjuvantes na determinação de medidas dos canais radiculares, mas não podem substituir as radiografias. Devem ser utilizados com cautela, porque há chances de sobreinstrumentação em casos de extrusão do material obturador. Mancini *et al.* (2014), consideram que a odontometria realizada com LEF durante o retratamento endodôntico pode levar o preparo do canal radicular para além do forame apical e conseqüente sobreobturação. Em contrapartida, Ebrahim *et al.* (2007), afirmam que os LEFs fornecem medidas confiáveis durante o retratamento.

Os resultados do presente estudo mostram que os aparelhos apresentaram uma tendência a submedições quando utilizado o diâmetro 0,25mm (instrumento R25) para promover a desobturação, mantendo parte do material obturador apical. Outrossim, foi observado que somente o aparelho RomiApex A15 apresentou significantes sobremedições quando a desobturação ocorreu com instrumentos do diâmetro 0,40mm (R40), com pouco ou nenhum material obturador no terço apical. Baseado no estudo de Shabahang *et al.* (1996), que considera clinicamente aceitável a medida de ± 1 mm do forame apical, os resultados apresentados pelo presente estudo são bastante significativos. Nekoofar *et al.* (2006), consideram o limite anatômico localizado a 0,5mm e 1mm do forame apical, o limite ideal de instrumentação e obturação.

Corroborando o presente estudo, Ustun *et al.* (2013), encontraram diferenças entre as medidas do CRD e a medida eletrônica do Tri Auto ZX (J. Morita, Tóquio, Japão) no modo manual. As medidas eletrônicas apresentaram-se aquém do forame apical durante o retratamento endodôntico.

Ao observar os limites de medidas aceitáveis, todos os aparelhos apresentaram eficácia semelhante. Assim como, Goldberg *et al.* (2005), que ao avaliar a precisão de três diferentes LEFs durante o processo de retratamento, não encontraram diferenças estatisticamente significante entre os aparelhos. As leituras

obtidas com os aparelhos testados mostraram uma precisão de 95-100%. No presente estudo, apenas quando foi considerado o limite entre $\pm 1,5$ mm e com a desobturação ocorrida com o instrumento de maior diâmetro é que a eficácia dos aparelhos ficou acima de 90%.

Diferente dos resultados obtidos por Mancini *et al.* (2014), que observaram sobremedições nas odontometrias realizadas com LEFs após a desobturação e diferenças estatisticamente significantes entre o CRD e as medidas eletrônicas após o tratamento endodôntico e retratamento. De acordo com os resultados obtidos em estudos prévios, observou-se que os LEFs forneceram medidas confiáveis durante o retratamento e apresentam altas taxas de precisão (Goldberg *et al.* 2005, Ebrahim *et al.* 2007, Aggarwal *et al.* 2010, Ustun *et al.* 2013).

Diante dos resultados do presente estudo, percebe-se que o uso dos LEFs é importante para o sucesso no retratamento endodôntico, devendo o clínico remover totalmente o material obturador, a fim de aumentar a acurácia e a eficácia dos LEFs.

Conclusões

- A presença de material obturador remanescente no terço apical teve influência na medição da odontometria com o uso dos LEFs.
- A acurácia dos aparelhos foi inversamente proporcional à quantidade de material obturador apical.
- O aparelho Root ZX II foi o que apresentou maior estabilidade nas leituras odontométricas com LEFs.
- Os aparelhos apresentaram eficácias semelhantes quando observados os limites de medidas aceitáveis.
- Todos os aparelhos tiveram uma tendência a submedições quando os canais foram desobturados com instrumentos de menor diâmetro do que o diâmetro apical de obturação.
- Apenas o aparelho Romiapex A15 apresentou maior tendência a sobremedições quando os canais foram desobturados com instrumentos de igual diâmetro ao diâmetro apical de obturação.

Referências

- Aggarwal V, Singla M, Kabi D (2010) An in vitro evaluation of performance of two electronic root canal length measurement devices during retreatment of different obturating materials. *Journal of Endodontics*, **36**, 1526-1530.
- Al Bulushi U, Levinkind M, Flanagan M. *et al* (2008) Effect of canal preparation and residual root filling material on root impedance. *International Journal of Dentistry*, **41**, 892-904.
- Alves AMH, Felipe MCS, Felipe WT, Rocha MJC (2005) Ex vivo evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment. *International Endodontic Journal*, **38**, 718–724.
- Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Engstrom B (1979) Influence of apical overinstrumentation and overfilling on retreated root canals. *Journal of Endodontics*, **5**, 310–314.
- Bolbolian M, Golchin S, Faegh S (2018) *In vitro* Evaluation of the Accuracy of the Root Zx in the Presence of NaOCl 2.5% and Chlorhexidine 0.2. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* **10**, 1054-1057.
- Castro RF, Melo JDSS, Dias LCL, *et al* (2018) Evaluation of the efficacy of filling material removal and re-filling after different retreatment procedures. *Brazilian Oral Research* **32**,94.
- Ebrahim AK, Wadachi Reiko, Suda H (2007) *In vitro* evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically retreated teeth. *Australian Endodontic Journal*, **33**, 7-12.
- Goldberg F, Marroquín BB, Frajlích S, Dreyer C (2005) In vitro evaluation of the ability of three apex locators to determine the working length during retreatment. *Journal of Endodontics*, **31**, 676-678
- Javidi M, Moradi S, Rashed R, Raziee L (2009) In vitro comparative study of conventional radiography and Root ZX apex locator in determining root canal working length. *New York State Dental Journal* **75**, 48-51.
- Laukkanen E, Vehkalahti MM, Kotiranta AK (2019) Impact of type of tooth on outcome of non-surgical root canal treatment. *Clinical Oral Investigation*. Feb 2 (in press).

- Rubino GA, Candeiro GTM, Freire LG, *et al* (2018) Micro-CT Evaluation of Gutta-Percha Removal by Two Retreatment Systems. *Iranian Endodontic Journal* **13**, 221-227.
- Mancini M, Palopoli P, Iorio L, Conte G, Cianconi L (2014) Accuracy of an electronic apex locator in the retreatment of teeth obturated with plastic or cross-linked gutta-percha carrier-based materials: an ex vivo study. *Journal of Endodontics* **40**, 2061-5.
- Nekoofar MH, Ghandi MM, Hayes SJ, Dummer PMH (2006) The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *International Endodontic Journal*, **39**, 595–609.
- Parente LA, Levin MD, Vivan RR. *et al* (2015) Efficacy of electronic foramen locators in controlling root canal working length during rotary instrumentation. *Brazilian Dental Journal*, **26**, 547-551.
- Riis A, Taschieri S, Del Fabbro M, Kvist T (2018) Tooth Survival after Surgical or Nonsurgical Endodontic Retreatment: Long-term Follow-up of a Randomized Clinical Trial. *Journal of Endodontics* **44**, 1480-1486.
- Rossi-Fedele G, Ahmed HM (2017) Assessment of Root Canal Filling Removal Effectiveness Using Micro-computed Tomography: A Systematic Review. *Journal of Endodontics* **43**, 520-526.
- Siqueira Jr JF (2001). Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *International Endodontic Journal* **34**, 1-10.
- Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S (2009) Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *Journal of Endodontics* **35**, 930–937.
- Ustun Y, Uzun O, Er O, *et al.* (2013) Effects of dissolving solutions on the accuracy of an electronic apex locator-integrated endodontic handpiece. *The ScientificWorld Journal*, **2013**.
- Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B (1987) Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal re-instrumentation. *Journal of Endodontics* **13**, 453-457.

4 DISCUSSÃO GERAL

Diversos estudos demonstraram precisão dos LEFs na determinação do comprimento de trabalho dos canais radiculares durante o tratamento endodôntico (ALI *et al.*, 2016; AGUIAR *et al.*, 2017; SARAF *et al.*, 2017). No entanto, poucos estudos têm sido realizados sobre o comportamento dos LEFs durante o retratamento endodôntico.

A completa remoção dos materiais obturadores é essencial para garantir o sucesso do retratamento do canal radicular e a presença de materiais remanescentes podem causar falhas, dificultando a remoção de bactérias e tecidos necróticos que podem ser responsáveis pela infecção periapical persistente (EBRAHIM *et al.*, 2007). Porém, estudos que avaliam a remoção de materiais obturadores no retratamento afirmam ser quase impossível remover todos os traços de guta percha e cimento das paredes dos canais (WILCOX *et al.*, 1987; BARRIESHI-NUSAIR 2002).

O presente estudo teve por objetivo correlacionar a presença de material obturador remanescente com a acurácia dos LEFs e ainda comparar a eficácia dos aparelhos após a instrumentação dos canais radiculares e após a desobturação. Observou-se que a presença de material obturador no terço apical influencia na medição odontométrica com uso de LEF. Os aparelhos apresentaram uma tendência a submedições quando utilizado o diâmetro 0,25mm (instrumento R25). Quando a desobturação foi realizada com o instrumento R40, somente o aparelho Romiapex A15 apresentou alterações significativas sobre medições, mostrando que a acurácia dos aparelhos foi inversamente proporcional à quantidade de material obturador apical.

Corroborando nossos achados, ALVES *et al.* (2005), EBRAHIM *et al.* (2007) e USTUN *et al.* (2013), afirmaram que as medidas eletrônicas mostraram uma tendência a submedições em comparação ao CRD. AL BULUSHI *et al.* (2008) relatam que a obturação do canal radicular influencia na impedância do dente. Esses resultados também podem ser explicados por VASCONCELOS *et al.* (2016), que afirmam que o comprimento do canal radicular sofre redução do comprimento durante o PQC.

Em contraste com os resultados obtidos neste estudo, MANCINI *et al.* (2014), observaram sobremedições nas medições eletrônicas feitas após instrumentação e após desobturação dos canais radiculares, em comparação ao CRD.

Comparando as medidas eletrônicas realizadas após a instrumentação e após a desobturação, os LEFs tiveram menor eficácia durante o retratamento do que nos casos de tratamento endodôntico inicial. O Root ZX II foi o aparelho a apresentar maior estabilidade nas leituras odontométricas durante o retratamento. Mas, ao considerar os limites de medidas aceitáveis, todos os aparelhos testados apresentaram eficácia semelhante. Resultados semelhantes foram encontrados por GOLDBERG *et al.* (2005), ao avaliar a precisão de três LEFs (Root ZX, ProPex e NovApex) durante o processo de retratamento, não encontrou diferenças estatisticamente significantes entre os aparelhos.

Assim, diante dos resultados obtidos neste estudo e em concordância com estudos prévios, os LEFs apresentam boa margem de segurança para serem utilizados durante o retratamento endodôntico. No entanto, esforços devem ser feitos para a completa remoção dos materiais obturadores.

5 CONCLUSÃO GERAL

A partir do presente experimento, podemos concluir que:

- os LEFs Root ZX II, FiniPex, VDW Gold e Romiapex A15 apresentaram eficácia semelhantes quando observados os limites de medidas aceitáveis tanto no tratamento endodôntico inicial, quanto no retratamento endodôntico.
- o aumento do diâmetro apical não influenciou a eficácia dos LEFs avaliados.
- a presença de material obturador pode influenciar negativamente a acurácia dos LEFs.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, B. A. *et al.* (2017) Root ZX electronic foramen locator: an ex vivo study of its three models' precision and reproducibility. **International Journal of Dentistry**, v. 2017, 2017.

AL BULUSHI, U. *et al.* Effect of canal preparation and residual root filling material on root impedance. **International Journal of Dentistry**, v. 41, n.10, p.892-904, 2008.

ALI, M. M. *et al.* An ex vivo comparison of working length determination by three electronic root canal length measurement devices integrated into endodontic rotary motors. **Clinical Oral Investigations**, v. 20, n.8, p. 2303-2308, 2016.

ALVES, A. M. H. *et al.* Ex vivo evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment. **International Endodontic Journal**, v.38, p.718–724, 2005.

BARRIESHI-NUSAIR, K. M. Gutta-percha retreatment: effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. **Journal of Endodontics**, v.28,n. 6, p.454-456.

EBRAHIM, A. K.; WADACHI, R.; SUDA, H. *In vitro* evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically retreated teeth. **Australian Endodontic Journal**, v.33, n.1, p.7-12, 2007.

ESPOSITO, M. *et al.* Endodontic retreatment vs dental implants of teeth with an uncertain endodontic prognosis: 1-year results from a randomised controlled trial. **European Journal of Oral Implantology**, v. 10, n.3, p. 293-308, 2017.

GESI, A. *et al.* (2014) Apical dimension of root canal clinically assessed with and without periapical lesions. **International Journal of Dentistry**, v.2014, 2014.

GOLDBERG, F. *et al.* In vitro evaluation of the ability of three apex locators to determine the working length during retreatment. **Journal of Endodontics**, v. 31,n.9, p. 676-678, 2005.

JAIN, S.; KAPUR, R. Comparative evaluation of accuracy of two electronic apex locators in the presence of various irrigants: An *in vitro* study. **Contemporary Clinical Dentistry**, v. 3, n.6, p. 140-145, 2012.

KIM, Y. J. A; CHANDLER, N. P. Determination of working length for teeth with wide or immature apices: a review. **International Endodontic Journal**, v.46, p. 483-491, 2013.

MANCINI, M. *et al.* Accuracy of an electronic apex locator in the retreatment of teeth obturated with plastic or cross-linked gutta-percha carrier-based materials: an ex vivo study. **Journal of Endodontics**, v. 40, n.12, p. 2061-2065, 2014.

MILETIC, V. *et al.* Clinical reproducibility of three electronic apical locators. **International Endodontic Journal**, v.44, p.769-776, 2011.

PASCON, E. A. *et al.* An ex vivo comparison of working length determination by 3 electronic apex locators. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v. 108, n. 3, p. 147–151, 2009.

RICUCCI, D; LANGELAND, K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation,part 2. A histological study. **International Endodontic Journal**, v. 31, p.394-409, 1998.

ROSSI-FEDELE, G; AHMED, H. M. A. Assessment of root canal filling removal effectiveness using micro–computed tomography: a systematic review. **Journal of Endodontics**, v.43, n.4, p.520-526, 2017.

SARAF, P. A. *et al.* A comparative clinical evaluation of accuracy of six apex locators with intraoral periapical radiograph in multirooted teeth: An *in vivo* study. **Journal of**

Conservative Dentistry, v. 20, n.4, p. 264-268, 2017.

SHABAHANG, S; GOON, W. W. Y; GLUSKIN, A.H. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. **Journal of Endodontics**, v.22, n. 11, p. 616-618, 1996.

SIQUEIRA-JÚNIOR, J. F. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. **International Endodontic Journal**, v.34, p.1-10, 2001.

TAINTOR, J; INGLE, J; FAHID, A. Retreatment versus further treatment. **Clinical Preventive Dentistry**, v.5, n.5, p.8-14, 1983.

TORABINEJAD, M. *et al.* Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. **Journal of Endodontics**, v.35, n. 7, p.930-937, 2009.

TSESIS, T. *et al.* The precision of electronic apex locators in working length determination: a systematic review and meta-analysis of the literature. **Journal of Endodontics**, v. 41, n.11, p.1818-1823, 2015.

USTUN, Y. *et al.* Effects of dissolving solutions on the accuracy of an electronic apex locator-integrated endodontic handpiece. **Scientific Word Journal**, p.1-7, 2013.

VASCONCELOS, B. C. *et al.* Changes in root canal length determined during mechanical preparation stages and their relationship with the accuracy of Root ZX II. **Journal of Endodontics**, v. 42, n.11, 2016.

VASCONCELOS, B. C. *et al.* In vivo accuracy of two electronic foramen locators based on different operation systems. **Brazilian Dental Journal**, v. 25, n.1, p. 12-16, 2014.

WILCOX, L. R. *et al.* Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal re-instrumentation. **Journal of Endodontics**, v.13, n. 9, p. 453-457, 1987.

YILMAZ, F. *et al.* Evaluation of 3 different retreatment techniques in maxillary molar teeth by using micro-computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 44, n.3, p. 480-484, 2018.

ANEXO 1 – PROTOCOLO DE APROVAÇÃO CEP

CENTRO UNIVERSITÁRIO
CHRISTUS - UNICHRISTUS

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Avaliação ex vivo da acurácia do localizador eletrônico foraminal na determinação do comprimento de trabalho com limas de diferentes conicidades e em retratamento endodôntico

Pesquisador: Ilana Thais de Freitas Lima

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 03285018.1.0000.5049

Instituição Proponente: IPADE - INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCACAO LTDA.

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.099.081

CENTRO UNIVERSITÁRIO
CHRISTUS - UNICHRISTUS



Continuação do Parecer: 3.099.081

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1239497.pdf	06/11/2018 04:53:49		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Brochurainvestigador.pdf	06/11/2018 04:52:40	Ilana Thais de Freitas Lima	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	isencao.pdf	06/11/2018 04:49:18	Ilana Thais de Freitas Lima	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	cartadeanuenciaassinada.pdf	06/11/2018 04:48:55	Ilana Thais de Freitas Lima	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostoassinada.pdf	02/11/2018 08:56:28	Ilana Thais de Freitas Lima	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 20 de Dezembro de 2018

Assinado por:
OLGA VALE OLIVEIRA MACHADO
(Coordenador(a))