

ANÁLISE COMPARATIVA DA PRECISÃO DE MEDIÇÃO DOS LOCALIZADORES APICAIS ELETRÔNICOS ROMIAPEX A15[®] E ROOT ZX MINI[®]: UM ESTUDO *IN VITRO*

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MEASURING ACCURACY OF THE ELECTRONIC APEX LOCATORS ROMIAPEX A15[®] AND ROOT ZX MINI[®]: AN *IN VITRO* STUDY

Murilo Áquila de Oliveira Viana¹, Riedja Maria Barbosa Ferreira²

1. Cirurgião-Dentista, graduado pela UEPB – Campus VIII, Mestre em Odontologia pelo PPGO/UEPB Campus I, Campina Grande – PB, Brasil.
2. Cirurgiã-Dentista, graduada pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), Pós-graduanda em Ortodontia, João Pessoa – PB, Brasil.

Palavras-chave:

Odontometria. Endodontia. Ápice Dentário.

RESUMO

Este estudo analisou a precisão de medição dos aparelhos ROMIAPEX A 15[®] e ROOT ZX MINI[®], *in vitro*, comparativamente pelo método radiográfico e eletrônico no que diz respeito à precisão e confiabilidade na determinação do Comprimento Real de Trabalho (CRT) e Comprimento Real do Dente (CRD). Vinte dentes humanos (incisivos superiores e pré-molares superiores/inferiores) foram avaliadas e seus CRD's e CRT's aferidos de forma direta por meio de lima tipo k nº 10 ou 15 (*Dentsply Sirona*, Ballaigues, Suíça), pelo método radiográfico e método eletrônico. Não foram verificadas diferenças significativas entre as medidas para CRD ($p=0,003$) e CRT ($p=0,042$) entre os métodos direto, radiográfico e eletrônico. Ambos os métodos ficaram próximos da medida real, quando por vezes também definiram a mesma medida real. Os CRD's obtidos pelos métodos radiográfico e eletrônico foram submetidos ao Teste *t* de Student ($p<0,024$), apontando relação estatística significativa para a verificação da odontometria, sugerindo que ambos os métodos são eficazes na determinação do comprimento real do dente quanto de trabalho. O método eletrônico apresentou eficácia satisfatória estatisticamente nos casos comparativamente aos outros métodos também avaliados. Os dados sugerem que os localizadores citados podem auxiliar as tomadas de decisões para determinação do CRD e CRT.

Keywords:

Odontology. Endodontics. Tooth Apex.

ABSTRACT

*This study analyzed the measurement accuracy of the ROMIAPEX A15[®] and ROOT ZX MINI[®] locators, in vitro, comparatively by the radiographic and electronic methods with regard to the precision and reliability in the determination of the Real Working Length (RWL) and Real Tooth Length (RTL). Twenty human teeth (upper incisors and upper/lower premolars) were evaluated it had the RTL and RWL measured through rasp k No 10/15 (*Dentsply Sirona*, Ballaigues, Switzerland) by radiographic and electronic methods. There were no significant differences between the measures for RTL ($p = 0,003$) and RWL ($p = 0,042$) for the methods. It means that both methods were very close to the real measure, when sometimes they also defined the same real measure. The RTL obtained by methods radiographic and electronic, were submitted to Student's *t* test ($p < 0,024$), showed statistical significance in relation to the methods used for verification of odontometry, which means that both methods are effective to determine an actual length of the element and the length of actual work. The electronic method showed statistically satisfactory effectiveness in the cases compared to the other methods. The data suggest that these locators can assist decision making to determine RTL and RWL.*

Autor correspondente:

Murilo Áquila de Oliveira Viana
Rua Manoel Ribeiro Franco, 216, Centro, Araújo (PB), CEP: 58270-000
E-mail: muriloodonto@hotmail.com
Telefone: (83) 99689-1394

INTRODUÇÃO

A remoção de tecido vital ou necrótico, microorganismos e seus produtos é considerado um desafio para um protocolo terapêutico e consequente sucesso do tratamento do sistema de canais radiculares (SCR)¹. A terapia endodôntica percorre desde o diagnóstico até a obturação do SCR, entre as várias etapas do tratamento endodôntico encontra-se a determinação da CRT. Esse

momento constitui um desafio ao profissional devido às inúmeras variações anatômicas da região apical^{2,3}. Corriqueiramente, o limite cimento-dentina-canal (CDC) é eleito como término da instrumentação endodôntica e obturação do canal, no entanto, muitas vezes esse limite não coincide com o ápice anatômico do dente, mesmo quando as raízes são retas a posição do forame apical pode estar desviada para mesial ou distal em relação ao ápice radicular radiográfico, dificultando a realização da odontometria^{4,5,6}.

A determinação do CRT é primordial para o sucesso da terapia endodôntica⁷. O CRT é a distância correspondente da referência coronal até o ponto apical final em que a instrumentação e a obturação do SCR devem terminar, que idealmente corresponderia à constrição apical⁸. Algumas técnicas foram/são utilizadas para realizar essa medição do CRT, por exemplo, resposta do paciente à dor (provocada pela ultrapassagem de um instrumento pelo forame apical), uso de radiografias periapicais convencionais ou digitais e Localizadores Apicais Eletrônicos (LAE's)^{6,8}.

O método radiográfico para determinação do CRT tem sido utilizado por muitos anos, entretanto já se sabe de suas limitações, uma vez que este método apresenta uma imagem bidimensional de objetos tridimensionais, ainda também não identifica precisamente o forame apical e nem o limite CDC, e a interpretação das imagens é comprometida devido à superposição das estruturas anatômicas^{5,8,9}.

Os LAE's são usados clinicamente durante décadas, esses aparelhos auxiliam o Cirurgião-Dentista na determinação do CRT e conseqüente campo de trabalho no tratamento endodôntico¹⁰. Diversos estudos *in vivo* e *in vitro* confirmaram uma maior acurácia dos LAE's na determinação do CRT quando comparados ao método radiográfico, tendo em vista que o método eletrônico é capaz de identificar o término apical do canal, que raramente coincidirá com o ápice anatômico^{11,12,13}. Por esse benefício e outros, como por exemplo, evitar o uso de radiação ionizante (método radiográfico) e limitar a instrumentação apenas até a constrição apical, os LAE's se tornaram acessíveis entre os endodontistas⁵.

O Root ZX Mini é um aparelho que apresenta um ótimo desempenho e vem sendo considerado pela literatura como padrão-ouro no ramo dos LAE's, tendo em vista sua excelente precisão^{14,15}. O RomiApex A-15 tem seu funcionamento diferenciado da maioria dos LAE's, ele opera através da detecção da energia do sinal e não de sua amplitude, sendo assim, esse LAE mede o CRT calculando os valores médios da raiz quadrada da impedância em frequências diferentes (0,5 e 8,0 kHz), logo, ele compara os resultados obtidos com os valores de referência armazenados em sua memória e, assim, determina a posição da lima no interior do SCR¹⁶.

Esses aparelhos facilitam a determinação do CRT de forma objetiva, contudo, mais estudos são necessários para demonstrar sua precisão nessa medição. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar, *in vitro*, uma análise comparativa pelo método radiográfico e eletrônico da precisão de medição dos localizadores ROMIAPEX A-15® (Romidan Ltd., Kiryat Ono, Israel) e ROOT ZX MINI® (J Morita, Kyoto, *Japan*).

METODOLOGIA

Foram selecionados 20 dentes humanos unirradiculares (incisivos e pré molares) e birradiculares (pré molares), o método de identificação foi através de olho nu confirmado com a ajuda de radiografias com filmes periapicais, de forma

não-probabilística por conveniência, nos dentes birradiculares as medidas estatísticas consideradas foram as médias das medidas dos dois condutos. Foram utilizados incisivos centrais superiores e primeiros e segundos pré-molares superiores e inferiores. Esses 20 dentes humanos foram armazenados em solução de formol 10% (Anidrol Produtos para Laboratório, Diadema, São Paulo), e posteriormente lavados, esterilizados e armazenados em solução fisiológica 0,9% (EuroFarma Laboratórios S.A., São Paulo, São Paulo) proporcionando um ambiente com umidade relativa de 100%.

Um exame radiográfico inicial foi realizado no sentido de detectar perfurações, dilacerações, tratamento endodôntico prévio, linhas de fratura, presença de objetos estranhos ou fragmentos de instrumentos fraturados no interior do SCR, calcificações e formação completa do ápice radicular, ou qualquer outro fator que comprometa a confiabilidade da medida dos LAE's, além de fornecer a medida do Comprimento Aparente do Dente (CAD), com base no exame radiográfico, metodologia esta adotada por Maachar et al.¹⁷ em seu estudo (Figura 1 – A).

O acesso coronário foi realizado em alta rotação com água refrigerada utilizando brocas esféricas diamantadas (1013, 1014, 1015, 1024) (*Dentsply Sirona*, Ballaigues, Suíça) de tamanho condizente com o tamanho da câmara pulpar verificado no exame radiográfico inicial. O acabamento final foi realizado com a broca EndoZ FG nº 152 (*Dentsply Sirona*, Ballaigues, Suíça) para favorecer o acesso direto aos canais radiculares. O preparo cervical e médio foi realizado com limas SX, S1 e S2 do Sistema Protaper Manual (*Dentsply Sirona*, Ballaigues, Suíça) no Comprimento Real do Instrumento (CRI)¹⁷, toda ação de trabalho ocorreu sob irrigação constante utilizando solução de hipoclorito de sódio 1% (Asfer Indústria Química, São Caetano do Sul, São Paulo) (Figura 1 – B e C).

Todos os dentes foram mensurados para obtenção do seu comprimento real de forma direta e considerada como padrão ouro, para isso, um operador introduziu uma lima k (*Dentsply Sirona*, Ballaigues, Suíça) #10 ou #15 até que se pudesse visualizar a real saída do forame maior ajustando em seguida a ponta do instrumento nessa região. O cursor de silicone do instrumento foi adaptado na região incisal (para incisivos) e uma região incisal plana foi confeccionada para os pré-molares, a região de cúspide foi previamente desgastada propiciando uma superfície plana com a finalidade de estabilização do *stop*. Em seqüência, o instrumento foi removido e medido em régua milimetrada (*Dentsply Sirona*, Ballaigues, Suíça) e o CRD anotado. Para evitar distorções, a mesma régua foi usada em todas as medições do experimento.

O odontometria radiográfica também foi realizada em todos os 20 dentes, a técnica radiográfica utilizada foi a periapical ortorradiar, os CRD's foram aferidos, tendo auxílio de uma régua milimetrada, levando em consideração a borda incisal (para incisivos) e a borda incisal plana confeccionada para os pré-molares até o vértice radiográfico de cada raiz, as medidas foram repassadas para uma ficha específica.

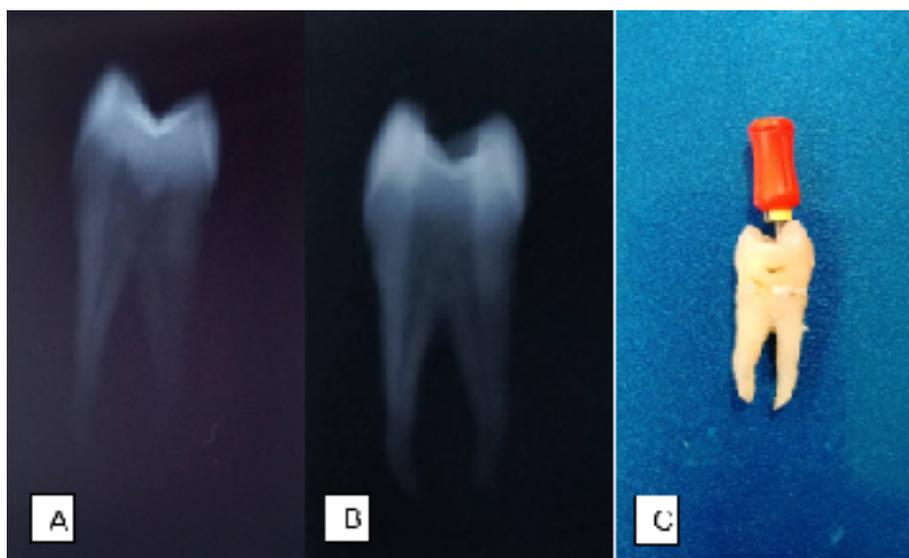


Figura 1 – (A) Radiografia inicial. (B) Radiografia mostrando desgaste incisal, acesso e preparo do terço cervical e médio. (C) Preparo do terço cervical e médio com Lima Protaper Sx. Paraíba, 2021

Após a determinação dos comprimentos, assim como metodologia adotada por Pereira et al.⁵ e Vardaska de Oliveira et al.⁸ os dentes foram fixados em recipiente de plástico preenchido com soro fisiológico a 0,9% (EuroFarma Laboratórios S.A., São Paulo, São Paulo) o qual os ápices ficaram imersos no soro; para uma melhor adaptação do elemento dentário foi utilizada cera utilidade para posicionamento e vedação do conjunto recipiente de plástico e dente. Os canais radiculares foram irrigados com hipoclorito de sódio a 1% (Asfer Indústria Química, São Caetano do Sul, São Paulo) até o terço cervical, deixando a câmara pulpar livre de solução irrigadora. O eletrodo do aparelho foi conectado em uma lima tipo k (*Dentsply Sirona*, Ballaigues, Suíça) compatível e

adequada para cada dente analisado. A alça labial foi inserida no soro fisiológico, lateralmente ao dente objeto da análise (Figura 2). A leitura da posição do forame apical foi executada introduzindo-se a lima, conectada ao eletrodo, no interior do SCR com movimentos oscilatórios no sentido apical até o posicionamento aferido nos pontos 1.0 e 0.0 em relação a distância ao ápice. Uma vez determinada a posição pela leitura do aparelho, ajustou-se o cursor na referência incisal (incisivos e referência incisal confeccionada para os pré-molares) e a lima foi desconectada da presilha do eletrodo, obtendo-se assim o comprimento da medida eletrônica proporcionada nos dois pontos de verificação. Esse procedimento foi realizado para os dois LAE's (ROMIAPEX A-15® e ROOT ZX MINI®) deste estudo.

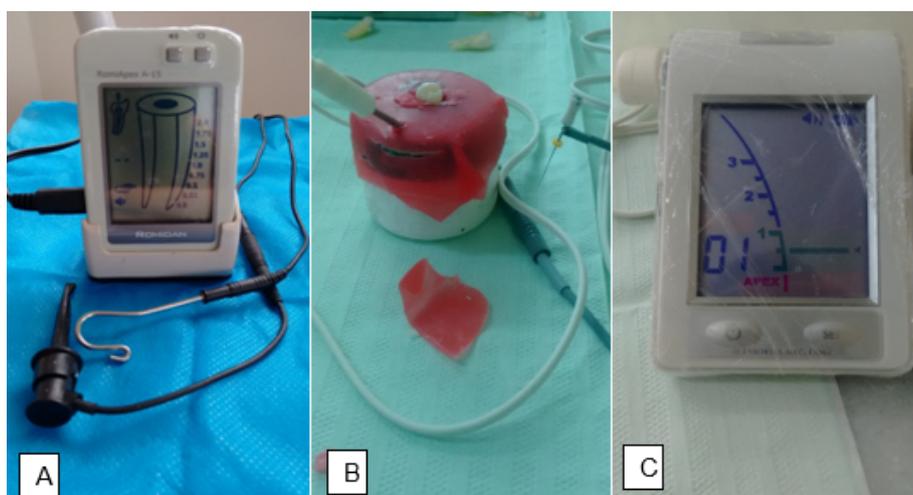


Figura 2 – (A) LAE ROMIAPEX A – 15°. (B) Modelo do experimento – recipiente de plástico, cera (vedamento) e dente. (C) LAE ROOT ZX MINI°. Paraíba, 2021.

Todos os dados obtidos, dos três métodos de aferição (direto, radiográfico e eletrônico), foram dispostos em tabelas, armazenados e analisados pelo *software Statistical Package for the Social Science (SPSS)* versão 20.0. Utilizou-se o teste *t*, considerando-se um nível de confiabilidade de 95% e significância quando $p < 0,05$.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba (parecer

444940215.8.0000.5187) e seguiu os princípios Éticos da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

RESULTADOS

Os valores, em milímetros, dos CRT's e CRD's foram obtidos pelo método direto, radiográfico e eletrônico, tais medidas foram dispostas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição dos valores representativos do CRD e CRT verificados pelos métodos de medida real direta, radiográfico e localização eletrônica. Paraíba, 2021.

CASO	MÉT. DIRETO			MÉT. RADIOGRÁFICO		ROMIAPEX A - 15®		ROOT ZX MINI®	
	Nº dente	CRD	CRT	CRD	CRT	CRD	CRT	CRD	CRT
1	11	27	26	27	26	27	26	26	25
2	21	23	22	23	22	23	22,5	23	22
3	21	23	22	23	22	23	22	22,5	22
4	24	20,5	19,5	20,5	19,5	20,5	19,5	20	19
5	11	25	24	25	24	25	24	25	24
6	14	22	21	22	21	21,5	21	21,5	20,5
7	24	20,5	19,5	21	20	20	19,5	20,5	19,5
8	34	21	20	21	20	21	20	21	20
9	34	22	21	22,5	21,5	22	21,5	22	21
10	14	20,5	19,5	21	20	20,5	20	21	20
11	11	23	22	23	22	23,5	22	23,5	22
12	45	21	20	21	20	21	20,5	21	20,5
13	44	20	19	19,5	18,5	20	19	20	19,5
14	34	21	20	20	19	20,5	20	20,5	20
15	21	22	21	20	19	21	20	21,5	21
16	14	21,5	20,5	21	20	21	19,5	21	20
17	25	19	18	19	18	18	17	18	17
18	11	23	22	23	22	22	21,5	21	20,5
19	15	20	19	20	19	20	19	20	19
20	21	22	21	22	21	22	21	22	21

Verificou-se, de acordo com o Gráfico 1 (A e B), que a distribuição das medidas (CRD's e CRT's) segundo os métodos direto, radiográfico e eletrônico sofreram pouca variação.

Observou-se uma significância estatística em relação aos métodos utilizados para a verificação da odontometria, sugerindo que ambos os métodos (radiográfico e eletrônico) são eficazes na determinação do comprimento real do dente, assim como o de trabalho (Tabela 2).

Nesse teste foi encontrada uma correlação entre as medidas, corroborando as do gráfico que as associou, ou seja, todas as medidas são próximas da realidade (método direto) mesmo com as variações. Esse teste e a correlação entre eles destaca que nenhum método é melhor ou pior que o outro, entretanto que todos podem ser usados e um pode servir de confirmação para o outro.

O Root ZX Mini® quando comparado com o método direto para determinação do CRD foi preciso em 11 (55%) amostras. Já 9 (45%) amostras demonstraram valores diferentes, contudo os valores de diferença não foram estatisticamente significativos, o que significa dizer que houve variação mínima de forma que não comprometeu a medida média final. O LAE RomiApex A-15® quando comparado com o método direto para determinação do CRD foi preciso em 13 (65%) amostras, e 7 (35%) amostras foram diferentes; quando comparadas as medidas para determinação do CRD radiográfico com o CRD tomado pelo RomiApex A-15® obtivemos 12 (60%) valores iguais e 8 (40%) valores diferentes; já em relação ao Root ZX Mini® obtivemos 8 (40%) valores iguais e 12 (60%) valores diferentes. Ao comparar as medidas dos CRD's tomadas pelos LAE's RomiApex A-15® e Root ZX Mini® obtivemos os seguin-

tes resultados: 15 (75%) amostras apresentaram valores iguais e 5 (25%) amostras apresentaram valores diferentes. Quando da tomada dos CRT's radiográficos em relação aos CRT's do Romiapex A-15® tivemos 15 (75%) amostras iguais e 5 (25%) amostras diferentes, já em relação aos CRT's radiográficos comparados ao LAE Root ZX Mini® obtivemos 9 (45%) amostras iguais e 11 (55%) amostras diferentes.

Por fim ao comparar as medidas dos CRT's tomados pelo método direto em relação aos CRT's do Romiapex A-15® obtivemos 17 (85%) amostras iguais e 3 (15%) amostras diferentes; em concordância em relação ao Root ZX Mini® obtivemos 16 (80%) amostras iguais e 4 (20%) amostras diferentes. Quando comparamos as medidas dos CRT's entre os dois LAE's encontramos 11 (55%) amostras iguais e 9 (45%) amostras diferentes.

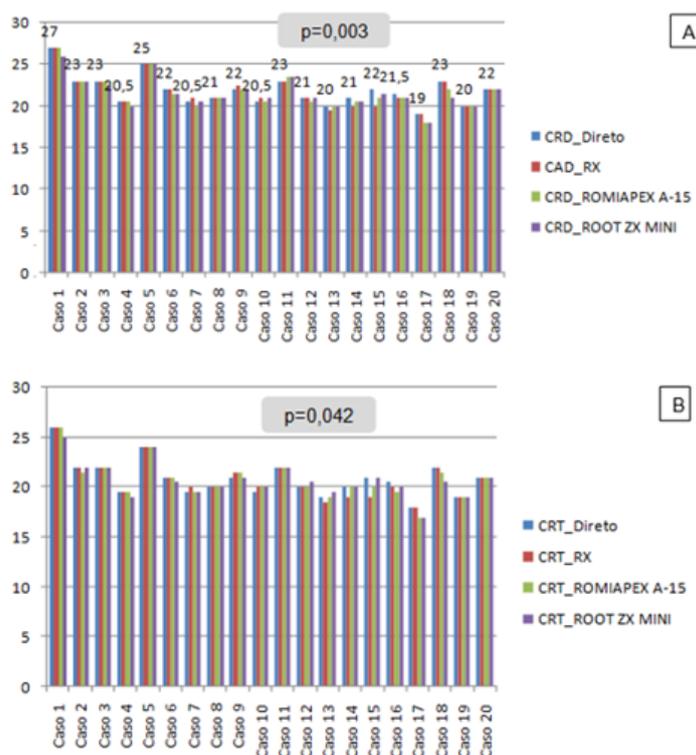


Gráfico 1 – (A) Distribuição dos valores representativos do CRD verificados pelos métodos radiográfico, medida real direta e localização eletrônica. (B) Distribuição dos valores representativos do CRT verificados pelos métodos radiográfico, medida real direta e localização eletrônica. Paraíba, 2021.

Tabela 2 – Análise de correlação estatística das medidas para CRD obtidos pelos métodos direto, radiográfico e eletrônico. Paraíba, 2021.

MÉTODOS DE VERIFICAÇÃO	Média	Q ₂₅₋₇₅	Desvio Padrão	p Valor (<0,05)
Direto	21,8	19,5 – 22,0	0,004	
Radiográfico	21,7	20,0 – 22,0	0,007	0,024*
RomiApex A-15®	21,6	19,0 – 22,0	0,006	
Root ZX Mini®	21,5	19,5 – 22,0	0,007	

*Teste t

DISCUSSÃO

Uma das mais importantes etapas do tratamento endodôntico é a odontometria, ou seja, a determinação do CRT. E é nessa etapa que o endodontista determina todo o espaço funcional, o qual se pode atuar, essa determinação criteriosa evitará erros¹⁹. A cada ano são lançados no mercado novos LAE's, apresentando segundo seus fabricantes melhores

características que seus antecessores. Previamente a utilização clínica desses equipamentos, é necessário testá-los em laboratório. Embora o Root ZX Mini seja um dos localizadores mais utilizados, o Romiapex A-15 é relativamente novo e necessita de estudos a respeito de sua acurácia.

Inúmeros fatores podem comprometer a precisão dos LAE's, como por exemplo, presença de umidade na câmara pulpar, adaptação do instrumento em relação às paredes do

canal na região apical e pré alargamento dos terços cervical e médio do canal radicular. O controle desses fatores é vantajoso para a precisão dos aparelhos eletrônicos, como já citado anteriormente neste estudo^{20,21}.

O método eletrônico de determinação do CRT já foi comprovado em diversos estudos como sendo superior a técnica radiográfica para detectar a constrição apical²². No entanto, nosso estudo destacou que tanto a técnica radiográfica como a técnica eletrônica de medição são eficazes na tomada do CRD e CRT e podem se complementar, não havendo muita discrepância entre as medidas dos dois métodos.

Peixoto et al.²³ estudaram 30 molares superiores em relação a eficácia de três LAE's o RomiApex A-15, Root ZX II e o Bingo 1020, os resultados demonstraram não haver diferença estatística entre os grupos avaliados sendo os três recomendados para determinação do CRT de canais radiculares, corroborando, assim, nosso estudo no qual ambos os LAE's RomiApex A-15 e Root ZX Mini (versão compacta do Root ZX) se mostraram eficazes com índices maiores que 95% de confiabilidade.

Comparando a reprodutibilidade dos LAE's RomiApex A-15, Dentaport ZX e Raupex 5 Miletic et al.¹⁶ chegaram à conclusão que, sob condições clínicas, esses LAE's não eram confiáveis como único método de determinação do CRT; entretanto alguns anos depois, Maia Filho et al.²⁴ analisaram, *in vitro*, o Root ZX II e o RomiApex A-15 e a comparação entre os dois aparelhos não teve diferença, ambos apresentaram semelhantes acurácias, sendo o novo RomiApex A-15 considerado como uma opção para determinação do CRT em dentes permanentes, e o Root ZX II mantendo-se também como uma ótima escolha.

Leonardo et al.²⁵ afirmam que os resultados favoráveis dos LAE's não implicam que as radiografias devam ser substituídas pelo uso dos localizadores foraminais, esse método eletrônico deve ser complementar ao método radiográfico na determinação do CRT, objetivando diminuir o número de tomadas radiográficas. No entanto, de acordo com vários estudos relatados pela literatura nos últimos anos assim como nesse trabalho, sugere-se que o uso de LAE pode ser considerado como método único para realização da odontometria, determinando, assim, com precisão o CRT. Em contrapartida, destacam-se ainda algumas desvantagens relacionadas aos LAE's, como por exemplo, em questões de caráter jurídico, as radiografias convencionais são provas físicas que atestam a olho nu o trabalho realizado, já os LAE's não possuem essas características, pois as medidas são apenas aferidas e anotadas em prontuário; outra desvantagem ainda a ser citada é a limitação de alguns pacientes ao uso do LAE, indivíduos portadores de marcapasso, por exemplo, estão contra-indicados ao uso de LAE's²⁶.

Este experimento testou apenas dois dos vários LAE's encontrados no mercado. Ambos foram considerados como tendo boa acurácia demonstrando que podemos usá-los no dia-a-dia de forma efetiva ou auxiliar durante a determinação das medidas na odontometria, seja por necessidades técnicas ou por dificuldades inerentes ao caso. Outros estudos devem ser realizados com o intuito de demonstrar a efetividade de aparelhos novos e contribuir para o seu aperfeiçoamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos dentro das condições estabelecidas para o experimento e tomando por base o objetivo da referida pesquisa, podemos observar que o método eletrônico utilizando os LAE's RomiApex A-15® e Root ZX Mini® apresentou eficácia satisfatória estatisticamente nos casos comparativamente aos outros métodos também avaliados (direto e radiográfico) assim como também ambos os aparelhos apresentaram acurácia semelhante para determinar o CRT. Mais estudos que incluam como variáveis alterações no micro ambiente de atuação dos LAE's, bem como outros modelos de aparelhos eletrônicos devem ser estimulados, para que haja a possibilidade de realização de uma terapia endodôntica com a mínima possibilidade de erros.

FINANCIAMENTO

Própria.

CONFLITOS DE INTERESSE

Não há conflitos de interesse no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Nair PNR, Sjögren U, Figdor D, Sundqvist G. Persistent periapical radiolucencies of root filled human teeth, failed endodontics treatments and periapical scars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;87(5):617-27.
2. Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J.* 1984;17(4):192-98.
3. Siu C, Marshall G, Baumgartner JC. An in vivo comparison of the Root ZX II, the apex NRGXFR, and mini apex locator by using rotary nickel-titanium files. *J Endod.* 2009;35(7):962-65.
4. Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, Part 2. A histological study. *Int Endod J.* 1998 Nov;31(6):394-09.
5. Pereira KFS, Guerisoli DMZ, Yoshinari GH, Arashiro FN, Chita JJ, Ramos CAS. Avaliação comparativa da precisão dos localizadores foraminais eletrônicos FIT e Root ZX II: Investigação "ex vivo". *Rev INPEO de Odontologia Cuiabá-MT.* 2008;2(1):61-67.
6. Subay RK, Kara O, Subay MO. Comparison of four electronic root canal length measurement devices. *Acta odontologica scandinavica.* 2017;75(5):325-31.
7. Broon NJ, Palafox-Sánchez CA, Estrela C, Salazar-Camarena DC, Uribe M, Ceja I, Ramos CS, Cruz A. Analysis of Electronic Apex Locators in Human Teeth Diagnosed With Apical Periodontitis. *Braz Dent J.* 2019;30(6):550-54.
8. Gordon MPJ, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J.* 2004;37(7):425-37.
9. Abdullah A, Singh N, Rathore MS, Tandon S, Rajkumar B. Comparative evaluation of electronic apex locators and radiovisography for working length determination in primary teeth in vivo. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2016;2(9):118-23.

10. Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. An *in vitro* evaluation of the accuracy of Dentaport ZX apex locator in enlarged root canals. *Aust Dent J.* 2007;52(3):193-97.
11. Nekoofar MH, Ghandi MM, Hayes SJ, Dummer PM. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J.* 2006;39(8):595-09.
12. Martins JNR, Marques D, Mata A, Caramês J. Clinical efficacy of electronic apical locators: systematic review. *Journal of Endodontics.* 2014;40(6):759-77.
13. Piasecki L, Carneiro E, da Silva Neto UX, Westphalen VPD, Brandão CG, Gambarini G, Azim AA. The use of micro-computed tomography to determine the accuracy of 2 electronic apex locators and anatomic variations affecting their precision. *J Endod.* 2016;42(8):1263-267.
14. Tsesis T, Blazer T, Bem-Izhack G, Taschieri S, Del Fabbro M, Corbella S, Rosen E. The precision of electronic apex locators in working length determination: a systematic review and meta-analysis of the literature. *Journal of Endodontics.* 2015;41(11):1818-823.
15. Vasconcelos BC, Araújo RBR, Alves e Silva FCF, Fernandes CAO. *In vivo* accuracy of two electronic foramen locators based on different operation systems. *Brazilian Dental Journal.* 2014;25(1):12-16.
16. Miletic V, Beljic-Ivanovic K, Ivanovic V. Clinical reproducibility of three electronic apical locators. *International Endodontic Journal.* 2011;44(8):769-76.
17. Maachar DF, Silva PG, Barros RMG, Pereira KFS. Avaliação da precisão do localizador apical Novapex: estudo *in vitro*. *Rev Odont da UNESP.* 2008;37(1):41-46.
18. Vardaska de Oliveira PT, Chita JJ, Silva PG, De Vicente KFS. Análise da Precisão e Confiabilidade de Dois Localizadores Apicais de Fabricação Chinesa comparados o Root ZX II. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2010;10(1):83-88.
19. Leonardo MR. Tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos. São Paulo (SP): Artes Médicas; 2005.
20. Vasconcelos BC, Bastos LM, Oliveira AS, Bernardes RA, Duarte MAH, Vivacqua-Gomes N, Vivan RR. Changes in root canal length determined during mechanical preparation stages and their relationship with the accuracy of Root ZX II. *Journal of Endodontics.* 2016;42(11):1683-686.
21. Oliveira TN, Gomes-Vivacqua N, Bernardes RA, Vivan RR, Duarte MAH, Vasconcelos BC. Determination of the accuracy of 5 electronic apex locators in the function of different employment protocols. *Journal of Endodontics.* 2017;43(10):1663-667.
22. Pishipati KVC. An *In Vitro* Comparison of Propex II Apex Locator to Standard Radiographic Method. *IEJ.* 2013;8(3):114-17.
23. Peixoto ENP, Neto MM, Pithon MM. Avaliação *in vitro* da eficiência de três localizadores foraminais eletrônicos. *Full Dent Sci.* 2012;3(11):352-55.
24. Maia Filho EM, Rizzi CC, Oliveira DSB, Nelson-Filho P, Silva RAB. New electronic apex locator Romiapex A-15 presented accuracy for working length determination in permanente teeth. *Dentistry 3000.* 2014;2(1):1-4.
25. Leonardo MR, Silva LAB, Nelson-Filho RAB, Silva RAB, Raffaini MSGG. *Ex vivo* evaluation of the accuracy of two electronic apex locators during root canal length determination in primary teeth. *Int Endod J.* 2008;41(4):317-21.
26. Moraes AP, Silva EJ, Lamas CC, Portugal PH, Neves AA. Influence of electronic apex locators and a gutta-percha heating device on implanted cardiac devices: an *in vivo* study. *Int Endod J.* 2016;49:526-32.