

**FACSETE  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SETE LAGOAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENDODONTIA**

**INGRID PERES PIRES**

**USO DOS LOCALIZADORES FORAMINAIS ELETRÔNICOS EM ENDODONTIA**

**MARÍLIA  
2017**

**INGRID PERES PIRES**

**USO DOS LOCALIZADORES FORAMINAIS ELETRÔNICOS EM ENDODONTIA**

Monografia apresentada ao curso de  
Especialização Lato Sensu da Faculdade de Sete Lagoas,  
como requisito parcial para conclusão do  
Curso de especialização em Endodontia.  
Orientador: Prof. Dra. Amanda Maliza

**MARÍLIA**  
**2017**

Peres Pires, Ingrid.

Uso dos localizadores foraminais eletrônicos  
em Endodontia / Ingrid Peres Pires – Marília, 2017.

nº de f.: 28.

Orientadora: Amanda Garcia Alves Maliza

Monografia (Especialização) – Faculdade Sete Lagoas, 2017.

**FACSETE – FACULDADE SETE LAGOAS**

Monografia intitulada "**Uso dos localizadores foraminais eletrônicos em Endodontia**" de autoria da aluna Ingrid Peres Pires, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Prof. (a) Dr.(a) Orientador (a)

---

Prof.(a) Dr.(a) Orientador (a)

---

Prof. (a) Dr.(a) – Coordenador (a)

Marília, 2017

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a Deus, pois foi ele quem me deu forças para chegar até aqui, sem o meu esforço e dedicação nada disso teria acontecido.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pois, foi ele que me deu forças para chegar até aqui, sem ele eu nada seria.

Aos meus pais Rita e Júlio e a minha irmã Yasmin que sempre me apoiaram nessa caminhada.

Ao meu noivo Fernando que desde o começo esteve ao meu lado me encorajando.

E a pessoa que me deu a oportunidade desde o começo da minha profissão, me ajudando a chegar onde estou, meu amigo de profissão Marcos.

## **RESUMO**

Atualmente, a Endodontia vem se destacando por vários estudos publicados comprovando a eficácia no uso dos localizadores apicais. O objetivo deste estudo é analisar por meio de revisão da literatura a eficácia dos localizadores foraminais eletrônicos na determinação do comprimento real de trabalho durante a realização do tratamento endodôntico.

**Palavras-chaves:** Endodontia. Localizador apical. Odontometria.

## **ABSTRACT**

Currently, Endodontics has been highlighted by several published studies proving the effectiveness in the use of apex locators. The aim of this study was to analyze the literature regarding the effectiveness of apex locators in endodontic treatments under different situations and compares their accuracy in determination of the apical foramen location.

**Key-words:** Endodontics. Apex locator. Odontometry.

## SUMÁRIO

<b>1-INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2-PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>3-REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
<b>4-DISSCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>5-CONCLUSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>24</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Endodontia tem como objetivo prevenir, diagnosticar e tratar as patologias pulpares e periradiculares visando eliminar microrganismos dos canais radiculares por meio do preparo químico-mecânico e assim, junto com o uso de medicação intracanal e obturação do sistema de canais radiculares, promover a cicatrização periapical dos tecidos (ALVES 2004; ESTRELA 2007). O sucesso no tratamento endodôntico também depende da precisão na determinação do comprimento de trabalho, sendo um passo importante durante o início da terapia endodôntica, uma vez que há interdependência com as fases subsequentes. Do ponto de vista biológico, é necessário que o preparo químico-mecânico atinja toda a extensão do canal radicular, visto que bactérias podem estar localizadas próximas ou mesmo no forame apical. Do ponto de vista mecânico, dada a anatomia da região apical da raiz, é necessária a confecção de um batente apical que proporcione o travamento do material obturador, impedindo seu extravasamento para os tecidos periradiculares (ALVES 2005).

A obtenção do real comprimento do dente é imprescindível para que a instrumentação do canal radicular seja realizada no nível correto. Isso permite que a obturação preencha o canal em todo seu volume e extensão, evitando assim, a penetração de exsudato dos tecidos adjacentes, impedindo a reinfecção do canal e estimulando o reparo dos tecidos periapicais (SJOGREN 1990). Em casos de instrumentação e obturação além ou muito aquém do forame apical, inflamações mais intensas podem ocorrer ocasionando um pós-operatório mais incômodo ao paciente (SJOGREN 1990). Muitas vezes, a determinação desse comprimento de trabalho é um procedimento difícil e passível de erro, principalmente quando o operador tem pouca experiência ou devido ao fato dos canais radiculares não permitem visão direta, apresentando grande variação anatômica, como atresias e curvaturas (KIELBASSA 2003). O canal radicular é composto basicamente por duas secções cônicas. Uma formada por um cone de dentina, com base voltada para a parte coronal do dente, e um cone formado por cimento, com base voltada para o ápice do dente. Assim, obtém-se um formato de dois cones invertidos e ligados entre si pelos seus vértices, chamada de CDC (cimento-dentina-canal). No encontro desses dois cones ou, próximo a este local,

encontra-se o menor diâmetro do canal radicular. Essa constrição se encontra aproximadamente entre 0,5 a 1 mm do forame, segundo vários estudos (SCHILDER 1967, GOLDBERG 2008, PURI 2013). O local de menor diâmetro do canal é onde ocorre a mudança do tecido pulpar para o tecido periodontal, bem como, o local de escolha para servir como limite nos casos da terapia endodôntica (VENTURI, BRESCHI 2007).

Existem diversos métodos utilizados para auxiliar na determinação do comprimento de trabalho: senso tátil digital, métodos radiográficos e métodos eletrônicos. O senso tátil digital é incerto, pois as variações anatômicas dos canais radiculares podem impossibilitar a detecção da constrição apical, causando insegurança aos profissionais, tornando-se pouco utilizado nos dias atuais (MARQUES, MARQUES, 1999; ALTENBURGER 2009). O segundo método é o mais utilizado na determinação do comprimento de trabalho, porém apresenta limitações, pois é influenciado por angulações de cone vertical e horizontal, podendo ainda apresentar distorção da imagem durante o processamento de filme (GOLDMAN, PEARSON, DARZENTA 1972), além de expor o paciente à radiação ionizante e ao fato de o profissional contar apenas com uma imagem bidimensional, tendo que analisar uma estrutura tridimensional (TOSUN 2008).

Na tentativa de superar essas limitações, o método eletrônico para determinação do comprimento de trabalho foi idealizado inicialmente por CUSTER (1918), e melhor estudado por SUZUKI (1942), o qual investigou algumas propriedades dos tecidos orais, determinando que entre a mucosa oral e o ligamento periodontal havia uma constância de resistência elétrica. Diante disso, SUNADA (1962) desenvolveu uma série de experimentos em dentes humanos e apresentou um aparelho capaz de realizar a medição eletrônica do comprimento do canal radicular, a partir da indicação do valor da diferença de potencial elétrico entre o conteúdo do canal radicular e o ligamento periodontal. HUANG, em 1987, afirmou que esse princípio não é biológico, e sim físico. Nos anos seguintes, alguns estudos questionaram a precisão dessas medições feitas na presença de eletrólitos como o hipoclorito de sódio, exsudato inflamatório e sangue. Esses primeiros aparelhos que utilizavam a oposição ao fluxo de corrente elétrica contínua, ou seja, valores de resistência elétrica para mensurar o comprimento do canal radicular receberam a denominação de primeira geração.

Os localizadores apicais de segunda geração surgiram em 1980 e passaram a utilizar a oposição ao fluxo de corrente alternada, ou seja, a impedância como forma de mensurar o comprimento do canal radicular. Estes localizadores reconhecem a constrição apical como o ponto com o maior valor de impedância.

Os localizadores de terceira geração, introduzidos por volta do ano de 1990, são similares aos de segunda geração, exceto pelo fato de utilizarem duas frequências para determinar a posição da constrição apical. Estes localizadores possuem microprocessadores capazes de realizar os cálculos necessários para fornecer leituras exatas. As limitações dos localizadores apicais de primeira e segunda geração incluem pouca exatidão na presença de fluídos e tecido pulpar, além de apresentarem necessidade de calibração. Em 1991, surgem os localizadores apicais de quarta geração, aparelhos que utilizam o “ratio method” para localizarem o forame apical. O método consiste na medição simultânea da impedância de duas ou mais frequências separadas, um quociente das impedâncias é obtido e expresso como a posição da lima no interior do canal radicular. Estes localizadores realizam medições confiáveis em presença de eletrólitos, tecido pulpar e não necessitam de calibração.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a eficácia dos localizadores foraminais na determinação do comprimento real de trabalho bem como suas vantagens e desvantagens, fornecendo informações precisas e seguras ao profissional que utiliza o localizador foraminal eletrônico na clínica endodôntica.

## **2. PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia dos localizadores foraminais eletrônicos na presença ou ausência do preparo cervical.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com a literatura, observamos que a radiografia apresenta limitações, onde nos deparamos com dificuldade de interpretação das radiografias em razão de nos oferecer uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional (TOSUN 2008) como também sobreposições de estruturas anatômicas, e até mesmo desvio do forame apical (NASS, FERREIRA, VERARDO 2007), ou seja, a posição do forame principal em relação ao ápice radicular podem não coincidir, principalmente quando a saída do forame está por vestibular ou lingual (GORDON, CHENDLER 2004).

Diante disso, foram desenvolvidos diferentes aparelhos eletrônicos foraminais, classificados de acordo com o seu princípio de funcionamento: os aparelhos de 1ª geração são baseados no princípio da resistência. Algumas marcas comerciais pertencentes a este grupo eram: Exact-A-Pex, Endometer, Neosono D, Neosono M, Foramatron (TOSUN 2008, O'NEIL 1994).

Os aparelhos de 2ª geração se basearam no princípio da impedância. Porém, logo caiu em descrédito, pois seu uso em canais atrésicos e curvos apresentava grande dificuldade na mensuração, pelo fato do instrumento ser recoberto por teflon, não permitindo ser flexionado. No entanto, era indicado apenas em canais retos e amplos. O principal representante dessa geração foi o Endocater (MCDONALD 1992, KELLER, BROWN, NEYTON 1991).

Os aparelhos de 3ª geração determinam a constrição apical através de duas frequências (diferença entre a maior e a menor variação de impedância). São parecidos com os de segunda geração, sendo capazes de detectar medições consideradas precisas. Porém, uma desvantagem, é a necessidade de um ajuste inicial, ou seja, a calibração do dispositivo independente das condições de umidade do canal a cada utilização. Esta geração foi representada pelos aparelhos Apit, Endex, Bingo1020, Root ZX e Novapex (GORDON & CHENDLER 2004, RAMOS & BRAMANTE 2005, FONINI 2008).

Os aparelhos de 4ª geração utilizam a "*rathio method*", ou seja, uma medição simultânea da impedância de duas ou mais frequências diferentes, e assim, o quociente é obtido e expressado pela lima no interior do canal radicular (KOBAYASHI & SUDA 1994,

KOBAYASHI 1995). A medição desses dispositivos que utilizam o método de frequência é baseada na redução da espessura dentinária para determinar a constrição que se encontra no terço apical do canal radicular. A parede dentinária possui uma baixa condutividade elétrica, e se torna menos espessa à medida que se aproxima do terço apical, diminuindo a sua capacidade de isolamento elétrico. Com essa diminuição gradativa, pode-se interpretar uma diminuição da impedância da parede dentinária, sendo dessa forma possível a localização da lima próximo a constrição apical (USHIYAMA 1983, ELAYOUTI 2009, SILVA 2012). Estes aparelhos são confiáveis até mesmo na presença de fluídos e não precisam ser calibrados (NELSON-FILHO 2011). Algumas marcas desses localizadores são: Root ZX II, Root ZX mini, Propex II e Romiapex A-15 (SILVA, 2012).

Baldi (2005) fez um estudo para verificar a influência do forame apical e do calibre do instrumento comparando duas marcas distintas de localizadores apicais. Durante a pesquisa foram utilizados 40 incisivos inferiores, os quais foram divididos em grupos de acordo com o diâmetro do forame, entre eles: 100, 200, 300 e 400Ω. Utilizaram a lima #10 até que indicasse a distância 0.5 mm do forame. O autor conclui que houve diferença nos resultados, onde o aparelho Root Zx demonstrou melhores resultados quando comparado ao aparelho Novapex, observando ainda que dentes com menor diâmetro foraminal apresentaram uma medida mais precisa enquanto que os dentes com maior diâmetro houve uma diferença nas medidas.

Soujanya *et al.* (2006) estudaram a eficácia do localizador apical com diferentes tipos de solução irrigadora. Foram utilizados 30 dentes extraídos com ápices completos, os quais foram radiografados. Em seguida, foram colocados em recipientes contendo alginato e medidos com o auxílio do localizador apical Neo-Sono (Satelec, EUA), utilizando 3 diferentes soluções irrigadoras: grupo 1: em solução salina; grupo 2: hipoclorito de sódio; grupo 3: peróxido de hidrogênio. Concluíram que não houve diferença estatística significativa entre os diferentes tipos de irrigantes e que o localizador apical se torna um método muito eficaz para o tratamento endodôntico, podendo substituir a radiografia periapical.

Bonetti *et al.* (2007) compararam *in vivo* a precisão do localizador foraminal eletrônico Root ZX II com a odontometria convencional. Foram utilizados 20 dentes

multirradiculares de pacientes que se apresentavam com pulpíte irreversível ou necrose pulpar. Após a abertura dos canais foi tomada a radiografia periapical de diagnóstico com posicionador radiográfico e sem lima no canal e mensurado cada canal com régua milimetrada. Em seguida o localizador foraminal Root ZX II foi usado para a aferir o comprimento de trabalho, inserido lima no canal até atingir a indicação "APEX". Posteriormente, era mensurado o comprimento obtido em uma régua milimetrada e, então foi feita outra radiografia convencional para confirmar o comprimento real de trabalho. Os resultados encontrados demonstraram não haver diferença na precisão dos localizadores nos casos de Biopulpectomia ou Necropulpectomia. No entanto, demonstrou que os localizadores foraminais eletrônicos apresentaram maior precisão do que a odontometria convencional.

Erdemir et al. (2007) avaliaram a influência de várias soluções irrigadoras na precisão do localizador apical eletrônico Tri auto ZX. Foram utilizadas as soluções: solução salina 0,9%, hipoclorito de sódio 2,5%, peróxido de hidrogênio 3%, clorexidina 0,2%, EDTA 17%, ultracain D-S e também na ausência de soluções irrigadoras para controle. Foram utilizados 140 dentes uniradulares e de ápices completos. Os dentes foram divididos em 7 grupos aleatoriamente de acordo com as soluções utilizadas, e as medições foram feitas com o Tri auto ZX com função reversa automática. A região apical dos dentes foram expostos e analisados com um estereomicroscópio. As distâncias médias da ponta da lima a constrição apical foram medidas, onde foram maiores no grupo da solução salina a 0,9%, afetando negativamente a sensibilidade e o comprimento de trabalho do dispositivo. Nas demais soluções analisadas não apresentaram diferenças significativas.

Giusti *et al.* (2007) estudaram o localizador apical Bingo 1020. Foi utilizado um equipamento de raio x digital acoplado a um computador para transmitir a imagem da odontometria, a fim de confirmar a medição do localizador apical. Solução de hipoclorito de sódio a 1% foi utilizada como solução irrigadora. Selecionaram 20 pacientes com dentes unirradiculados todos com ápice formado e a cervical íntegra, onde foi feita a radiografia inicial. Durante o experimento concluiu-se que o aparelho Bingo mostrou-se bastante confiável e que o raio x digital mostrou-se ser um bom complemento para os procedimentos endodônticos.

Maachar *et al.* (2008) realizaram um estudo com caninos superiores a fim de avaliar a precisão do localizador apical Novapex. Previamente foi realizado o preparo do terço cervical e utilizado solução irrigadora de hipoclorito de sódio 1% até o terço cervical deixando a câmara pulpar livre da solução. Avaliou-se a precisão do localizador nos pontos 1.0 e 0.0 do aparelho. O comprimento real do dente foi determinado através do método visual sob magnificação de 12.5x. Concluíram que o localizador estudado é bastante confiável, não havendo diferença estatística entre os métodos propostos.

Camargo *et al.* (2009) compararam a influência do pré alargamento cervical diante de 4 diferentes marcas de localizadores apicais, sendo eles: Root ZX, Elements Dignostic Unit and Apex Locator, Mini Apex Locator e Apex DSP. Utilizaram 40 dentes extraídos fazendo o alargamento prévio com os instrumentos S1 e Sx Protaper. Para se determinar o comprimento real de trabalho foi determinado que a lima ficasse 1 mm aquém do ápice, sendo que até 0.5 mm ainda seria aceitável. Os autores concluíram que o Root Zx e o Mini Apex Locator foram os mais precisos quando feito o pré alargamento e o Apex DSP apresentou a menor precisão.

Miguita *et al.* (2010) realizaram um estudo verificando a confiabilidade dos localizadores apicais comparando-se dois tipos de localizadores: Root Zx II e o Propex II. Utilizaram 40 dentes unirradiculados, com ápices totalmente formados, os quais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2.5%. Concluiu-se que não houve diferença estatística significativa entre os dois localizadores com o índice de 93% para o Root Zx II e 90% para o Propex II.

Corrêa *et al.* (2011) fizeram um estudo para avaliar a eficácia dos localizadores foraminais (Novapex e Root ZX II) em diferentes diâmetros de perfurações. Foram utilizados 35 dentes unirradiculados que tiveram suas coroas cortadas e as raízes padronizadas a 12mm. Essas raízes foram divididas em 4 grupos de acordo com o diâmetro das perfurações artificiais, sendo eles: grupo 1 – perfurações feitas com broca nº 01; grupo 2: perfurações feitas com broca nº 04; grupo 03: perfurações feitas com broca nº 08; grupo 4: dentes sem perfuração. Os autores concluíram que ambos localizadores foraminais mostraram alta precisão para localização das perfurações não havendo diferença estatística significativa, sendo que quanto maior era o diâmetro da perfuração, maior a sensibilidade do localizador.

Morgental *et al.* (2011) analisaram o efeito do pré alargamento em três diferentes tipos de localizadores Novapex, Mini Apex Locator e Propex II. Analisaram o comprimento de 30 incisivos inferiores visualmente. Posteriormente, analisaram os localizadores apicais antes e após o pré alargamento sempre comparando com radiografias. Concluíram que o Novapex foi o mais preciso nas duas situações, e o pré alargamento tornou-se vantajoso nos três tipos de localizadores.

Nelson-Filho *et al.* (2011) avaliaram *in vivo* a eficácia do localizador Iplex na determinação do comprimento real de trabalho em molares decíduos. Utilizaram 20 molares decíduos totalizando 33 raízes. Foi medido o comprimento de trabalho pelo método visual, uma lima tipo K foi introduzida no canal, até que sua ponta fosse visível no forame apical ou no limite de uma reabsorção radicular. Posteriormente o comprimento foi medido usando o localizador Iplex. Os autores concluíram que este dispositivo pode localizar o forame apical como também a abertura apical nos dentes com reabsorção radicular e obter o comprimento real de trabalho com precisão.

Brito-Junior *et al.* (2012) fizeram um estudo avaliando o pré alargamento e tamanho da lima analisando a precisão dos localizadores apicais Root Zx e Novapex. Utilizaram molares superiores colocando-os em recipientes com alginato. Dois diferentes examinadores fizeram as análises, onde utilizaram limas de calibre #10 #15 e #20 até chegar a 0.0 no visor do localizador e então, recuavam-se 1mm. Depois foram analisados fazendo o pré alargamento com as limas Protaper. Os resultados mostraram que houve resultados mais significativos quando o pré alargamento foi feito do que o tamanho das limas utilizadas. Ambas as marcas tiveram resultados aceitáveis.

Nakatsuka *et al.* (2012) a precisão do localizador foraminal Root ZX II associado ao motor rotatório em molares superiores extraídos. Para isso, foram utilizados 22 molares superiores foram medidos visualmente com o auxílio de uma régua e se estabeleceu uma medição odontométrica visual de 0,5 mm aquém do limite apical. Para a instrumentação foi utilizado o sistema Protaper em conjunto com o root zx II. Concluíram que o motor rotatório acoplado ao Root Zx II obteve um bom percentual de medidas clinicamente aceitáveis, onde a posição do canal não influenciou no limite de trabalho.

Renner *et al.* (2012) avaliaram dentes vitais e necróticos que não apresentavam nenhum tipo de anomalia e nem tratados endodonticamente. Foi realizado o preparo do

terço médio com sistema rotatório do Protaper, a solução irrigadora de escolha foi hipoclorito de sódio a 1%. O excesso de solução foi removido da câmara pulpar e em seguida foi utilizado o localizador apical Novapex, comparando-se com a radiografia. O objetivo deste estudo foi avaliar se havia alguma interferência em relação à condição pulpar. Os resultados mostraram que não houve nenhuma influência quanto à essa condição.

Cesário *et al.* (2014) compararam *in vitro* a precisão de três localizadores foraminais, sendo eles o Root zx mini, joyplex 5 e T-Root VI em 30 incisivos inferiores humanos extraídos. Feito o acesso coronário, foi realizado a mensuração com uma lima tipo K #10 que foi inserida até o aparecimento no ápice radicular com o auxílio de um microscópio cirúrgico com x50 de magnificação. A lima foi removida do canal, e a distância entre o limitador de borracha e a ponta do instrumento foi mensurada com uma régua milimetrada. Os resultados mostraram que o localizador apical Root zx mini obteve maior precisão, entretanto, sem diferenças significantes em relação aos outros dois aparelhos, deste modo os três localizadores foram confiáveis para mensuração do canal radicular.

Bertoli *et al.* (2016) demonstrou o desempenho *in vitro* da radiografia digital e de dois localizadores foraminais eletrônicos, propex II e root ZX na determinação do comprimento real de trabalho em molares decíduos. Utilizaram 25 dentes e dividiram em grupos 1 e 2, grupo 1 sem reabsorção radicular, e 2 com reabsorção. Foi utilizado uma lima K #15 para a determinação do comprimento de trabalho visual e também para a medição da imagem no exame radiográfico digital. Anteriormente, a mensuração do comprimento real de trabalho foi feito com os dois dispositivos foraminais Propex II e root zx. Observaram que na utilização dos localizadores foraminais o root ZX apresentou maior precisão, e que todos os métodos demonstraram maior dificuldade em raízes com reabsorção, obtendo uma correlação menos precisa no Propex II. O método radiográfico digital foi o menos preciso, apresentando valores abaixo do ápice.

Borin *et al.* (2016) avaliou a distância do forame apical ao ápice radicular em dentes humanos e correlacionou os valores com a odontometria radiográfica. Foram utilizados 34 dentes humanos com indicação prévia de exodontias. Criou-se dois grupos usando ápice e forame como referências, onde no grupo 1 foi subtraído 1 mm da distância ápice

forame, e no grupo 2 foi acrescido 1 mm. No grupo 1 contava a odontometria a partir do ápice, e no grupo 2 a partir do forame apical. Os resultados foram diferentes significativamente, no grupo 1 os valores variaram de -0,56 a 0,94mm, e no grupo 2 de 1,06 a 2,56mm. Os autores concluíram que de odontometria convencional poderia levar muitos casos a sobre instrumentação e a sobre obturação desses canais radiculares, por apresentar menor precisão.

Nóbrega *et al.* (2016) avaliaram *in vitro* a precisão e a confiabilidade dos localizadores eletrônicos foraminais Novapex e Joypex 5, e compararam as médias obtidas às medidas eletrônicas dos respectivos localizadores antes e após o preparo cervical. Foram utilizados 30 dentes extraídos com ápices completos e íntegros, onde foram radiografados previamente para obter o comprimento aparente do dente (CAD) e posteriormente o comprimento real do dente (CRD). Em seguida foi feita as mensurações de todos os dentes da amostra com ambos os localizadores. Depois de realizada essa primeira medição foi feito o preparo dos terços cervical e médio, após esse preparo foi novamente realizado as mensurações eletrônicas com o localizador Novapex e Joypex 5. Constatou-se que ao avaliar a confiabilidade de ambos localizadores antes e após o preparo do terço cervical, o Novapex foi preciso em 46,6% antes do preparo cervical, e após o preparo obteve-se a mesma porcentagem. Já o Joypex 5 antes do preparo cervical foi preciso em 50% dos dentes, em contrapartida após o preparo cervical foi preciso em 66,66%, considerando ambos localizadores precisos, obtendo um maior destaque para o Joypex 5 mesmo sem ter diferenças relevantes entre os dois.

Piasecki *et al.* (2016) usaram a microtomografia computadorizada (micro CT) para avaliar a eficácia de dois localizadores (Apex ID e Root Zx) e as diversas variações anatômicas que podem prejudicar sua precisão. Foram selecionados 33 pré-molares de raiz única. Para cada localizador utilizou-se duas medidas diferente a fim de determinar o comprimento de trabalho: a primeira era a 0.5 mm do forame conforme apontava o localizador e a outra subtraía 0.5mm da marca 0.0 no visor. Essas medidas foram comparadas com as imagens da microtomografia computadorizada, bem como as variações anatômicas avaliadas através da mesma metodologia (micro CT). Chegaram à conclusão que o Root Zx e o Apex ID são precisos na determinação do comprimento do canal radicular. Porém, observaram ainda que as variações anatômicas podem

influenciar na precisão dos localizadores apicais.

Aggarwal *et al.* (2017) avaliaram a influência do tamanho do instrumento e o efeito da resistência elétrica dos instrumentos endodônticos sobre a precisão de três dispositivos eletrônicos de medição do canal radicular (ERCLMDs). Foram utilizados dentes humanos extraídos com raiz única e foram divididos em três grupos de acordo com os localizadores utilizados: Root ZX II, Propex, e Ipex II. As medições do comprimento de trabalho foram feitas com limas K em tamanhos e sequências: 08,10,15,20,25,30. O comprimento real de trabalho foi calculado inserindo uma lima K #30. A resistência elétrica tolerada por ERCLMDs foi avaliada pela conexão de resistências entre o clipe da lima e o instrumento de canal radicular. Os resultados demonstraram que os localizadores foraminais foram capazes de localizar a constricção em 7% das amostras, no geral, os ERCLMD deram 65% de leituras dentro de uma tolerância limite de 0,5 mm e 90% dentro de uma tolerância de 1,0 mm.

Em um estudo recente, Yilmaz *et al.* (2017) avaliou a precisão do comprimento de trabalho através de um localizador foraminal eletrônico, radiografia periapical e tomografia computadorizada de cone Beam (CBCT) obtidos em diferentes tamanhos de voxel e campo de visão (FOVs). Foram utilizados 30 pré molares inferiores extraídos de humanos. O comprimento real de trabalho foi mensurado pelo localizador root ZX subtraindo 0,5 mm deste comprimento. Após foram feitos os procedimentos de imagem periapical e a tomografia em diferentes voxel e FOVs. Os resultados mostraram que todas as imagens CBCT obtidas em diferentes FOVs com tamanhos de voxel menores que 0,3 mm<sup>3</sup> são melhores que as radiografias periapicais intraorais na determinação do comprimento real de trabalho. As medições com o localizador apical root ZX, foram melhores do que as imagens CBCT e periapicais e estão correlacionadas com as medidas reais do comprimento.

#### 4. DISCUSSÃO

O prognóstico do tratamento endodôntico está diretamente relacionado à correta determinação do limite apical de instrumentação. Portanto, estudar a eficácia dos localizadores foraminais eletrônicos é de extrema importância para a atividade clínica dos cirurgiões-dentistas.

Diante da determinação precisa desta medida, injúrias ao sistema de canais radiculares e ao tecido periapical são evitadas, dentre elas: formação de degraus na parede do canal radicular, sobre instrumentação, obturações inadequadas, perfuração radicular e pós-operatório sintomático (FERREIRA 1998).

Com o surgimento dos localizadores apicais eletrônicos (LAE) um recurso adicional foi disponibilizado no arsenal endodôntico, visando facilitar e promover uma maior precisão na odontometria, etapa de extrema importância do tratamento endodôntico (RAMOS & BRAMANTE 2005).

Após diversos equipamentos no mercado e duas gerações as quais apresentavam certas limitações (alterações na precisão das mensurações devido à necessidade de isolamento do instrumento endodôntico durante seu uso ou devido à presença de fluídos e de tecidos pulpaes (MCDONALD 1992), estes dispositivos evoluíram ao longo dos anos sendo que o mais recente e aceitável é o princípio da proporção de impedância. Esta impedância atinge o seu maior valor, justamente na área de maior constrição do canal que, na maioria das vezes, coincide com o limite CDC (BERGER 2001). O aparelho Root ZX, que utiliza o princípio da proporção da impedância, é utilizado amplamente em estudos (ELAYOUTI 2009, ANGWARAVONG & PANITVISAI 2009, BALDI 2007), o qual obteve dentre os artigos selecionados precisão de até 96,7% no intervalo de  $\pm 0,5$ mm da constrição apical (ANGWARAVONG & PANITVISAI 2009).

Além de ser rápido e de fácil manuseio, esses equipamentos ainda diminuem a exposição do paciente à radiação e facilitam a intervenção em pacientes com ansia (KIM & LEE, 2004). Outra importante vantagem é a sua capacidade de detectar perfurações, fraturas e reabsorções, uma vez que o dispositivo acusa o momento exato em que a ponta da lima toca o periodonto, diminuindo as chances de iatrogenias (KATZ 1991).

Akisue *et al.* (2007) verificaram que o dispositivo se mostrou eficaz independentemente da condição pulpar (com vitalidade ou com tecido necrótico). No entanto, deve-se ressaltar que a presença de tecido no canal, ou mesmo de exsudato e outras substâncias podem interferir em alguns princípios de funcionamento dos localizadores foraminais eletrônicos, o que não ocorre com os aparelhos que se baseiam no princípio da proporção da impedância<sup>4</sup>. Além disso, boa parte dos localizadores foraminais da terceira e quarta geração não sofre influência pela presença de soluções irrigadoras no interior dos canais radiculares, mostrando ainda que o Root ZX tem sido o mais preciso na presença de hipoclorito de sódio<sup>9</sup>, desde que as soluções irrigadoras não estejam em excesso (JENKINS 2001).

Embora não haja na literatura uma concordância quanto ao diâmetro do instrumento endodôntico que deva ser utilizado nas medições eletrônicas, sabe-se que a utilização de um instrumento mais próximo ou compatível ao diâmetro anatômico do canal, promove leituras mais precisas na determinação do comprimento do canal radicular (MCDONALD 1992, RAMOS & BRAMANTE 2005). No entanto, dentes com ápices incompletos apresentam maior dificuldade de obtenção do comprimento de trabalho pelo método eletrônico, apontando medidas menores do que é na realidade (KOBAYASHI & SUDA 1994, SAITO & YAMASHITA 1990).

Desta forma, com o avanço e aperfeiçoamento da tecnologia em Endodontia, o método eletrônico avaliado nessa revisão demonstrou ser preciso e confiável, o que atesta a facilidade de manuseio e eficácia da maioria dos localizadores forminais eletrônicos de última geração.

## **5. CONCLUSÃO**

Com base nesta revisão de literatura conclui-se que os localizadores eletrônicos foraminais comprovam ser um método eficiente e preciso na determinação do comprimento real de trabalho tanto em dentes com quanto em dentes sem vitalidade pulpar. No entanto, esses aparelhos apresentam grande aplicabilidade clínica possuindo diversas vantagens como diminuição de tomadas radiográficas durante o tratamento endodôntico, além maior agilidade na determinação do CRT, podendo ainda ser utilizado em dentes decíduos e permanentes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGGARWAL V, SINGLA M, BHASIN S S. Influence of instrument size and varying electrical resistance of root canal instruments on accuracy of three electronic root canal length measurement devices. **Int Endod J.**, v. 50, n. 5, p. 506-511, may. 2017.
- AKISUE E, GAVINI G, DE FIGUEIREDO J A P. Influence of pulp vitality on length determination by using the elements diagnostic unit and apex locator. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod.**, v 104, n 4, p. E129-E132, oct. 2007.
- ALTENBURGER M. J. *et al.* Combination of apex locator and endodontic motor for continuous length control during root canal treatment. **Int Endod J.**, v. 42, n. 4, p. 368-374, feb. 2009.
- ALVES F. R F. Compreendendo a etiologia microbiana das infecções endodônticas. **Rev Bras Biociênc.**, v.10, n. 1/2, p. 67-71, 2004.
- ALVES R. F, SIQUEIRA J. F., LOPES H. P. O terço apical da raiz: características morfológicas, microbiota e considerações terapêuticas. **Rev Bras Odontol.**, v. 62, n. 3/4, p. 172-176, 2005.
- ANGWARAVONG O, PANITVISAI P. Accuracy of an electronic apex locator in primary teeth with root resorption. **Int Endod J.**, v. 42, n. 2, p. 115-121, feb. 2009.
- BALDI, J V. **Influência do diâmetro do forame apical e do calibre do instrumento endodôntico nas leituras odontométricas proporcionadas por dois aparelhos localizadores apicais.** 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Endodontia). Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru. 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/25/25138/tde-09022007101948/.../jarcio.pdf>> Acesso em: 13 ago. 2017.
- BALDI J V, Victorino F R, Bernardes R A *et al.* Influence of embedding media on the assessment of electronic apex locators. **J Endod.**,v. 33, n. 4, p. 476-479, apr 2007.
- BERGER C, PELLISIARI C, KROLING A. Avaliação da eficiência de um localizador apical. **Jornal Brasileiro de Endodontia**, v. 2, p. 253-257, 2001.
- BERTOLI F M P. Performance in vitro of apex locators in determining root length in primary molars. **Rev Gaúch Odontol.**, v. 64, n. 3, p. 244-249, 2016.
- BONETTI C. Avaliação comparativa entre dois métodos na Odontometria: Eletrônico e

radiográfico. **Arq Bras Odontol.**, v. 3, n. 1, p. 17-24, 2007.

BORIN A C *et al.* Distância ápice-forame e sua correlação com o método de odontometria radiográfica. **Revista Uningá.**, n. 47 p. 45-49, jan./mar. 2016.

BRITO-JUNIOR M *et al.* Effect of pre-flaring and file size on the accuracy of two electronic apex locators. **J Appli Oral Sci.**, v. 20, v.5, p.538-543, sep/oct. 2012.

CAMARGO E J, ZAPATA R O, MEDEIROS P L. Influence of Preflaring on the Accuracy of Length Determination With Four Electronic Apex Locators. **J Endod.**, v. 35, n. 9, p. 1300-1302, sep. 2009.

CESÁREO F *et al.* Avaliação da precisão de três localizadores foraminais na determinação do comprimento de trabalho: um estudo *in vitro*. **Salusvita**, v. 33, n. 2, p. 169-79, 2014.

CORRÊA A C P, SILVA E J N L da, FERREIRA C M A. Eficácia de localizadores apicais na identificação de perfurações de diferentes diâmetros. **RFO.**, v. 16, n. 2, p. 161-165, mai/ago. 2011.

CUSTER L. E. Exact methods of location the apical foramen. **J Nati Dent Res**, v. 5, n. 8, p. 815-819, apr. 1918.

ELAYOUTI A. *et al.* Consistency of apex locator function: a clinical study. **J Endod.**, v. 35, n. 2, p. 179-181, feb.2009.

ERDEMIR A. *et al.* The influence of irrigation solutions on the accuracy of the electronic apex locator facility in the Tri Auto ZX handpiece. **Int Endod J.**, v. 40, n. 5, p. 391-397, may 2007.

GIUSTI E C, FERNANDES K P S, MARQUES J L L. Medidas eletrônica e radiográfica digital na odontometria: análise *in vivo*. **RGO**, v. 55, n. 3, p. 239-246, jul/set 2007.

GOLDBERG F. *et al.* The evaluation of four electronic apex locators in teeth with simulated horizontal oblique root fractures. **J Endod.**, v. 34, n. 12, p. 1497-1499, dec 2008. GOLDMAN M, PEARSON AH, DARZENTA N. Endodontic success: who's reading the radiograph?. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 33, n.3, p. 432-437, mar. 1972.

GORDON, M. P.; CHANDLER, N. P. Electronic apex locators. **Int Endod J.**, v. 37, n. 7, p. 425-437, jul. 2004.

- HUANG L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. **J Endod.** v. 13, n. 2, p. 60-64, feb. 1987.
- JENKINS J A *et al.* An in vitro evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. **J Endod.**, v. 27, n. 3, p. 209-211, mar. 2001.
- KATZ A, MASS E, KAUFMAN AY. Electronic apex locator: a useful tool for root canal treatment in the primary dentition. **ASDC J Dent Child.**, v. 63, n. 6, p. 414-417, nov./dec. 1996.
- KELLER, M. E.; BROWN, C. E.; NEWTON JÚNIOR, C. W. A clinical evaluation of the Endocater--an electronic apex locator. **J Endod.**, v. 17, n. 6, p. 271-274, jun. 1991.
- KIELBASSA A. M, MULLER U., MUNZ I., MONTING J. S. Clinical evaluation of the measuring accuracy of Root ZX in primary teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod.**, v. 95, n. 1, p. 94–100, jan. 2003.
- KIM E, LEE S J. Electronic apex locator. **Dent Clin North Am.**, v. 48, n. 1, p. 35-54, jan.2004.
- KOBAYASHI C. Electronic canal length measurement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 79, n. 2, p. 226-231, feb. 1995.
- KOBAYASHI C, SUDA H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. **J Endod.**,v. 20, n. 3, p. 111-114, mar. 1994.
- MAACHAR D.F *et al.* Avaliação da precisão do localizador apical Novapex: estudo *in vitro*. **Rev Odontol Unesp**, v. 37, n. 1, p. 41-46, 2008.
- MARQUES J. H. S., MARQUES S. B. S. Avaliação na Precisão da Odontometria com o Just II, Localizador Eletrônico de Ápice. **Revista APCD.**, v. 53, n. 4, p. 285-88, 1999.
- MCDONALD, N. J. The electronic determination of working length. **Dent Clin North Am.**, v. 36, n. 2, p. 293-307, apr. 1992.
- MIGUITA K B *et al.* Análise comparativa de dois localizadores apicais eletrônicos na definição do comprimento de trabalho na terapia endodôntica: estudo in vitro. **RSBO.**, v. 8, n. 1, p. 27-32, jan-mar 2011.
- MORGENTAL R D *et al.* Preflaring effects on the accuracy of three electronic apex locators. **Rev Odonto Cienc.**, v. 26, n. 4, p. 331-335, 2011.
- NAKATSUKA A A, NABESHIMA C K, BRITTO M L B. Avaliação da confiabilidade odontométrica do Root ZX II. **Rev Gaúch Odontol.**, v. 60, n. 2, p. 215-219, 2012.

- NASS C., FERREIRA R. Comparação in vivo do método radiográfico e eletrônico, na obtenção do comprimento de trabalho para Endodontia. **J Bras Endod.**, v. 8, p. 72-76, 2008.
- NELSON-FILHO, P. Accuracy of the iPex multi- frequency electronic apex locator in primary molars: an ex vivo study. **Int Endod J.**, v. 44, n. 4, p. 303-306, apr. 2011.
- NÓBREGA W F S *et al.* Análise comparativa da precisão e da confiabilidade de dois localizadores eletrônicos foraminais: um estudo in vitro. **RFO.**, v. 21, n. 1, p. 15-22, jan/abr. 2016.
- O'NEILL L. J. A clinical evaluation of electronic root canal measurement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.**, v. 38, n. 3, p. 469-473, sep. 1974.
- PIASECKI L. *et al.* The Use of Micro-Computed Tomography to Determine the Accuracy of 2 Electronic Apex Locators and Anatomic Variations Affecting Their Precision. **J Endod.**, v. 42, n. 8, p. 1263-1267, aug. 2016.
- PURI N. *et al.* An in vitro comparison of root canal length determination by DentaPort ZX and iPex apex locators. **J Conserv Dent.**, v.16, n. 6, p. 555-558, nov. 2013.
- RAMOS C A S, BRAMANTE C M. Odontometria: fundamentos e técnica. 1. Ed. São Paulo: Editora Santos; 2005. 130 p.
- RENNER D. Influence of pulp condition on the accuracy of an electronic foramen locator in posterior teeth: an in vivo study. **Braz Dent Res.**, v. 26, n. 2, p. 106-111, mar/apr. 2012.
- SAITO T, YAMASHITA Y. Electronic determination of root canal length by newly developed measuring device: influences of the diameter of apical foramen, the size of K-file and the root canal irrigants. **Dent Jpn.**, v.27, n. 1, p. 65-72, 1990.
- SCHILDER H. Filling root canals in three dimensions. **Dent Clin North Am.** , p. 723-744, nov. 1967.
- SILVA, T. M. **Comparação in vivo da precisão de três localizadores apicais na detecção do forame apical.** 2012. 80 f. Dissertação (Mestrado em Endodontia). Faculdade de Odontologia, Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <<http://portal.estacio.br/media/3512/disserta%C3%A7%C3%A3o-thais-medeiros.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2017.
- SJOGREN U *et al.* Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. **J Endod.**, v. 16, n. 10, p.498-504, oct. 1997.

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

SUNADA I. New method for measuring the length of root canal. **J Dent Res**, v. 41, n. 2, p. 375-387, jan./feb. 1962.

SUZUKI, K. Experimental study in iontophoresis. **Jpn J Stomatol.**, v. 16, p.414-417, 1942.

TOSUN G *et al.* Accuracy of two electronic apex locators in primary teeth with and without apical resorption: a laboratory study. **Int Endod J.**, v. 41, n. 5, p. 436-444, may 2008.

USHIYAMA, J. New principle and method for measuring the root canal length. **J Endod.**, v. 9, n. 3, p.97-104, mar. 1983.

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

YILMAZ F. Endodontic working length measurement using cone-beam computed tomographic images obtained at different voxel sizes and field of views, periapical radiography, and apex locator: a comparative *ex vivo* Study. **J Endod.**, v. 43, n. 1, p. 152-156, jan. 2017.