

FACULDADE ARNALDO

Hellen Caroline Marinho

Moara Almeida Martins

LOCALIZADOR ELETRÔNICO APICAL:

UMA REVISÃO DA LITERATURA

BELO HORIZONTE

2023

Hellen Caroline Marinho
Moara Almeida Martins

LOCALIZADOR ELETRÔNICO APICAL:

UMA REVISÃO DA LITERATURA

Monografia apresentada ao curso de Especialização em endodontia da Faculdade Arnaldo, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Endodontia.

Orientadora: Prof.Dra. Sônia Lara Mendes.

Belo Horizonte

2023

Hellen Caroline Marinho
Moara Almeida Martins

LOCALIZADOR ELETRÔNICO APICAL:


UMA REVISÃO DA LITERATURA

Monografia apresentada ao curso de Especialização em endodontia da Faculdade Arnaldo, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Endodontia.

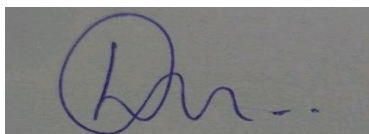
COMISSÃO EXAMINADORA



Orientadora: Prof.Dra. Sônia Lara Mendes



Examinador: Prof. Marcelo Mangelli Decnop Batista



Examinadora: Prof. Larissa Fernandes

Hellen Caroline Marinho
Moara Almeida Martins

Belo Horizonte, 2 de Março de 2023

RESUMO

Um dos fatores que determina o sucesso do tratamento endodôntico é a obtenção do comprimento do canal radicular de forma correta. O limite Cimento-Dentina-Canal (CDC) é considerado o limite ideal para intervenção endodôntica. Estudos indicam que a determinação cuidadosa dos limites apicais permitirá ao profissional evitar várias consequências desagradáveis, como instrumentação e obturação inadequadas, aparecimento de degrau e perfuração do canal radicular, além de dor pós-operatória. O uso de dispositivos eletrônicos conhecidos como localizadores apicais eletrônicos (LAEs) é considerado o método mais adequado para se determinar o comprimento de trabalho. Este método tornou-se popular nos últimos anos e surgiu como uma alternativa viável, especialmente após o desenvolvimento dos chamados dispositivos de quarta geração que aumentam a acurácia da determinação do comprimento de trabalho mesmo se houver secreções ou fluidos no canal radicular. O objetivo deste trabalho é revisar a literatura e analisar a eficácia dos localizadores apicais eletrônicos na determinação do comprimento de trabalho.

Palavras-chave: acurácia, constrição apical, comprimento de trabalho, localizador apical eletrônico, localizador de ápice, limite apical, odontometria, microtomografia-CT, motor endodôntico.

ABSTRACT

One of the factors that determine the success of endodontic treatment is obtaining the correct root canal length. The Cemento-Dentina-Canal (CDC) boundary is considered the ideal boundary for endodontic intervention. Studies indicate that the careful determination of the apical limits will allow the professional to avoid several unpleasant consequences, such as inadequate instrumentation and obturation, appearance of a step and root canal perforation, in addition to postoperative pain. The use of electronic devices known as electronic apex locators (LAEs) is considered the most suitable method for determining working length. This method has become popular in recent years and has emerged as a viable alternative, especially after the development of so-called fourth-generation devices that increase the accuracy of determining the working length even if there are secretions or fluids in the root canal. The objective of this work is to review the literature and analyze the effectiveness of electronic apex locators in determining the working length.

Keywords: accuracy, apical constriction, working length, electronic apical locator, apex locator, apical limit, odontometry, microtomography-CT, endodontic motor.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LAE	Localizador Apical Eletrônico
CA	Constrição Apical
CDC	Cimento-Dentina-Canal
CDJ	Junção Cimento-Dentina
CHX	Clorexidina
CT	Comprimento De Trabalho
EDTA	Ácido Etilenodiaminotetracético
FA	Forame Apical
FM	Forame Maior
LAEs	Localizadores Apical Eletrônico
Micro-CT	Microtomografia Computadorizada
NaOCl	Hipoclorito De Sódio
SCR	Sistema De Canais Radiculares

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS.....	8
3. METODOLOGIA	9
4. REVISÃO DE LITERATURA	10
5. DISCUSSÃO.....	17
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

A endodontia visa promover um ambiente compatível e adequado ao organismo para que o tecido periapical possa ser reparado o mais rápido possível após a intervenção terapêutica endodôntica, devolvendo assim ao dente à sua função biológica. Para isso, é necessário limpar e modelar os canais afim de que o sistema de canais radiculares possam estar descontaminados, para uma correta obturação e reabilitação oral (AMADO *et al.*, 2013).

A determinação correta do comprimento de trabalho (CT) exerce grande influência no resultado do preparo do canal radicular, evitando a instrumentação e obturação aquém ou além e conseqüentemente possíveis dores e complicações pós-operatórias. Tsesis *et al.* (2015) definiram que o CT é determinado como a distância entre um ponto de referência determinado na coroa do dente e o ponto em que a preparação e obturação do canal radicular devem alcançar. Goldberg *et al.* (2008) estabeleceram o CT como uma posição próximo à constrição apical do canal, que é a parte mais estreita e com o menor diâmetro de suprimento sanguíneo no canal localizado entre o tecido pulpar e o ligamento periodontal.

Existem diferentes técnicas para a obtenção do CT, sendo que a odontometria pela técnica radiográfica é a mais difundida e foi utilizada por muito tempo. Ela é realizada pela inserção de um instrumento fino e calibrado no interior do canal radicular, seguida da obtenção de uma radiografia do dente. (ElAyouti *et al.*, 2009)

Os Localizadores Apicais possuem um cabo conectado ao aparelho, dividido em duas alças: uma é colocada em contato com a mucosa oral, através de um gancho, e, a outra, é presa à lima que é introduzida no canal radicular até que se determine a constrição apical. Sua função é identificar e mensurar o canal radicular, e assim determinar seu comprimento de trabalho. (GORDON e CHANDLER, 2004)

Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o uso dos localizadores apicais no tratamento endodôntico e sua eficiência no dia a dia clínico.

2. OBJETIVO

O objetivo desta revisão de literatura é de reportar o que a ciência traz a respeito dos localizadores apicais eletrônicos tais como suas aplicações e limitações clínicas, acurácia e confiabilidade na determinação do comprimento real de trabalho com a finalidade de se alcançar um tratamento endodôntico eficaz e seguro.

3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, foi realizada uma revisão de literatura recorrendo às bases de dados Bireme, Portal Capes, Lilacs, PubMed e SciELO, coletando artigos publicados entre 1918 a 2022. Os descritores utilizados para a busca de artigos na língua portuguesa foram: acurácia, constrição apical, comprimento de trabalho, localizador apical eletrônico, localizador de ápice, limite apical, odontometria, microtomografia-CT, motor endodôntico. Na língua inglesa os descritores foram: accuracy, apical constriction, working length, electronic apical locator, apex locator, apical limit, odontometry, microtomography-CT, endodontic motor. Ao final foram selecionados 25 artigos para comporem este trabalho, incluindo revisões de literatura.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Durante o tratamento endodôntico, é imprescindível a obtenção correta da odontometria, que é a etapa na qual é estabelecido o limite de instrumentação e obturação do sistema de canais radiculares (SCR). Cometer um erro no momento da odontometria, por descuido ou imperícia por parte do profissional, pode acarretar diversas consequências desagradáveis, como a ocorrência de perfurações apicais, sobreinstrumentação, sobreobturação, dor pós-operatória, além de instrumentação e obturação deficientes e incompletas, fazendo com que ocorra insucesso no tratamento endodôntico (SAMAN *et al.* 2016).

Alguns aspectos devem ser considerados durante a odontometria: o forame apical, a constrição apical e o limite cimento-dentina-canal (CDC). O forame apical na maioria dos casos não coincide com o término apical da raiz do dente, podendo estar distante até 3mm do vértice apical e o ápice radiográfico na maioria das vezes não coincide com o forame apical (KUTTLER, 1955).

O tratamento endodôntico quando levado até o vértice apical pode levar a dor pós-operatória e ao insucesso do tratamento. A constrição apical é a porção mais estreita do canal radicular com o menor diâmetro de suprimento sanguíneo. O preparo do canal radicular neste ponto resulta em uma adaptação ótima e condições de saúde ideais pós-tratamento endodôntico (RICUCCI e LANGELAND, 1998).

Gordon e Chandler (2004) afirmaram que o CDC é o limite anatômico e histológico onde o ligamento periodontal inicia-se e a polpa dental termina. Grove (1930) relata que o preparo e a obturação do canal devem estar limitados apicalmente pela junção cimento-dentina-canal, limite CDC, que configura um ponto histológico.

Esse ponto para ser localizado necessita do uso de um microscópio, sendo inviável sua visualização no ambiente clínico. A real localização do forame e da constrição apical é clinicamente impossível de ser estabelecida, a não ser que se utilize a microtomografia computadorizada (PIASECKI *et al.* 2018)

Dummer *et al.* (1984) e Ponce e Vilar Fernandez (2003) concordam que a localização da constrição apical através de radiografias ou clinicamente é uma tarefa difícil devido a mudanças fisiológicas ou patológicas nesta região, como as reabsorções ou nova formação de tecido duro que modificam a morfologia do canal radicular em sua região apical.

O método radiográfico para a realização da odontometria pode apresentar diversas limitações dentre elas distorções de imagens, interferências anatômicas causando sobreposição, interpretação de uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional, além de expor o paciente a constante radiação ionizante. Essa técnica não é mais considerada como a melhor forma de se executar a odontometria no tratamento endodôntico (SAMAN *et al.* 2016).

A mudança na determinação do comprimento do canal radicular ocorreu com o surgimento dos localizadores apicais eletrônicos. Custer (1918) estabeleceu o uso de corrente elétrica para realizar a medição do comprimento do canal radicular por meio de um dispositivo eletrônico, porém quase nada foi desenvolvido até o ano de 1942. Neste ano, Suzuki (1942) investigou, em dentes de cães, as propriedades de resistência elétrica entre um instrumento no interior de um canal radicular e um eletrodo posicionado na mucosa oral, especulando-se que este método poderia realizar a medição do comprimento do canal radicular.

Sunada (1962) usou destes princípios e criou o primeiro aparelho eletrônico para localização do forame. Os localizadores apicais foram classificados de acordo com seu princípio de funcionamento, dividindo-se assim em quatro diferentes gerações (GORDON e CHANDLER, 2004). Segundo esses mesmos autores, os primeiros aparelhos que utilizavam o princípio de resistência elétrica e corrente alternada para mensurar o comprimento do canal radicular receberam a denominação de primeira geração.

Os localizadores apicais de segunda geração surgiram em 1971. Eram do tipo de impedância de frequência única, que usava medições de impedância em vez de resistência para medir a localização dentro do canal e se baseiam na utilização da oposição ao fluxo de corrente alternada, ou seja, utilizavam a impedância ao invés de

resistência, como forma de mensurar o comprimento do canal radicular. Esses localizadores reconheciam a constrição apical como o ponto com o maior valor de impedância. As limitações dos localizadores de primeira e segunda gerações apresentavam pequena efetividade de leitura na presença de fluidos e tecido pulpar, além da necessidade de calibração (GORDON e CHANDLER, 2004).

Em 1990 surgiram os localizadores denominados de terceira geração, similares aos de segunda geração, exceto pelo fato de utilizarem frequências múltiplas para a determinação da constrição apical (GORDON e CHANDLER, 2004).

No ano de 1991, surgiram os localizadores apicais de quarta geração, que utilizam o princípio *ratio method* para localização do forame apical. O princípio *ratio method* nada mais é do que a medição simultânea da impedância de duas ou mais frequências separadas, onde um quociente das impedâncias é obtido e expresso com a posição da lima no interior do canal radicular. Os localizadores de quarta geração são considerados mais confiáveis em suas medições, pois mesmo na presença de fluidos e tecido pulpar eles possuem precisão em suas medições e não necessitam de calibração. Os aparelhos mais modernos apresentam as medidas obtidas por meio de gráficos em *display* digital, facilitando a determinação do CT ideal e a ação dos instrumentos durante o tratamento dos canais radiculares (SAMAN *et al.* 2016).

Gordon e Chandler (2004) relataram que a utilização dos localizadores apicais reduzem o número de radiografias requeridas no tratamento endodôntico e também que estes dispositivos nos auxiliam naqueles casos em que o forame apical está localizado distante do ápice radiográfico. Além disso, auxiliam na detecção de perfurações nos canais. Assim, os autores realizaram uma revisão de literatura sobre a localização eletrônica apical e também sobre o desenvolvimento dos dispositivos eletrônicos.

Martins *et al.* (2014) realizaram uma revisão sistemática avaliando a eficiência clínica dos localizadores apicais eletrônicos motivados pelo fato de que o método radiográfico possui limitações na determinação do comprimento de trabalho. Sendo assim, a determinação do CT foi avaliada utilizando três metodologias diferentes: método radiográfico apenas, método eletrônico apenas, e radiográfico combinado ao eletrônico. Mesmo assim, muitas limitações metodológicas estavam nos estudos. Os autores observaram que ambas as técnicas possuem suas desvantagens. A técnica radiográfica, devido a análise ser por uma estimativa da localização da constrição apical e a eletrônica, não é capaz de identificar a posição desse local em 100% dos

casos. A conclusão desta revisão sistemática foi que apesar de poucos artigos disponíveis e apresentando limitações metodológicas, os localizadores eletrônicos apicais reduzem a exposição dos pacientes à radiação, e que são mais precisos na determinação do comprimento de trabalho. Concluem também que pelo menos uma radiografia de controle deve ser realizada para a detecção de possíveis erros nestes dispositivos.

Piasecki *et al.* (2018) avaliaram a acurácia de três localizadores de ápice em canais mesiais curvos de molares inferiores extraídos através da microtomografia computadorizada (micro-CT). Foi medido o comprimento do canal e o real do dente, através de método visual e tridimensional. Esses comprimentos foram comparados com os valores médios absolutos e os percentuais das medidas eletrônicas. Dos parâmetros avaliados apenas um localizador mostrou alteração na presença de forame lateral. Os outros dois foram precisos para a determinação do comprimento do canal e do comprimento de trabalho.

De-Deus *et al.* (2022) compararam a precisão dos localizadores eletrônicos Wirele-X e Root ZXII na determinação da posição do forame maior ao usar micro-CT como uma ferramenta de análise. O estudo foi realizado *in vivo* e logo após a medição dos valores os dentes foram extraídos. Assim, concluíram que a acurácia de Root ZXII e Wirele-X foi de 81,8% e 90,9% respectivamente, excluindo as mensurações além do forame maior ou de 100% dentro do nível de tolerância de $\pm 0,5\text{mm}$ aquém ou além do forame maior.

Tsisis *et al.* (2015) realizaram uma revisão sistemática para avaliar a consistência de localizadores apicais na localização da constrição apical, durante o tratamento radicular em comparação com a localização da constrição apical histológica. Foram utilizadas 10 referências de estudos pertinentes e 4 localizadores apical eletrônico (LAEs) foram avaliados. Os autores puderam ver que as distâncias entre os forames apicais e o ápice radicular anatômico podem variar de 0,20-3,80 mm. Ao avaliar a precisão dos localizadores apicais, a maior distância média foi medida pelo Endox ($1,35 \pm 0,41\text{mm}$) e a menor distância pelo Justy II ($0,25 \pm 0,17\text{mm}$). Outro fator avaliado foi o tipo de irrigante utilizado. Foi constatado que na presença do peróxido de hidrogênio a consistência da localização eletrônica foi maior, quando comparado com o hipoclorito de sódio. As condições da polpa também entraram na análise desse estudo e não foi encontrada diferença significativa em nenhum dos dispositivos eletrônicos testados. Com isso, concluíram que o estado do tecido pulpar

não influencia na medição do dispositivo eletrônico e que a medição eletrônica do CT depende do dispositivo e do tipo de irrigante utilizado.

Gomes *et al.* (2012) testaram a acurácia do localizador Raypex 5, que é de quarta geração de localizadores apicais, em presença de clorexidina (CHX) 2%, ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) 17% e hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5%, que ainda não havia sido testado *in vivo*. O Raypex 5 foi utilizado para aferição do CT com os dentes em boca e após sua extração foram levados para um estereomicroscópio. As medidas do CT obtidas com os diferentes irrigantes foram comparadas por análise de variância e não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos experimentais. Concluíram que Raypex 5 teve um desempenho igualmente bom, independentemente do irrigante utilizado.

Diante da necessidade de se avaliar a acurácia dos localizadores perante diferentes situações que podem ocorrer dentro do canal radicular vários trabalhos experimentais foram realizados ao longo dos anos.

Carneiro *et al.* (2006) aferiram a precisão do localizador apical eletrônico Tri Auto ZX. Calibraram o dispositivo a 1 e 2 mm do forame apical e o preparo dos dentes foi realizado com o sistema ProTaper. Após a preparação foi medido a distância da ponta da lima ao forame apical e foi realizada uma análise estatística. Concluíram então, que as distâncias alcançadas foram menores que a pré-definida e também que ao definir o mecanismo reverso em 1 mm obtiveram resultados mais confiáveis.

Desai e Teggimani (2012) analisaram a acurácia do Tri Auto ZX em 45 dentes extraídos e preparados usando o mecanismo automático de reversão apical fixado em 0,5 mm, 1,0 mm e 1,5 mm do forame apical. Esses dentes foram instrumentados com o sistema ProTaper até a lima F3. A análise estatística entre os grupos mostrou que quando o motor foi calibrado em 0,5mm e 1,5 mm não apresentou diferenças estatísticas significantes. Entretanto, quando calibrado em 1,0 mm, apresentou nível de significância de 5%. Com isso, puderam concluir que o Tri Auto ZX é um dispositivo aceitável para a determinação do comprimento de trabalho.

Goldberg *et al.* (2008) testaram a acurácia de quatro localizadores apicais eletrônicos na localização do limite apical em dentes com simulação de fratura horizontal oblíqua. Neste estudo foram utilizados 20 dentes anteriores superiores recém extraídos. Os localizadores investigados foram: Propex, Novapex, Root ZX e Elementos Apex Locator. Após análises estatísticas, demonstraram que nenhuma diferença significativa foi encontrada dentre os localizadores avaliados.

EIAyouti *et al.* (2009) examinaram a acurácia de localizadores em dentes de 507 pacientes que precisavam de tratamento endodôntico e alguns parâmetros que poderiam gerar interferências foram avaliados: vitalidade, presença de obliteração e restaurações metálicas. Os autores observaram que os localizadores eram consistentes quando as barras de escala do localizador apical eram estáveis e apenas se moviam em correspondência com o movimento da lima de medição no canal radicular. Mediram a distância da lima ao ápice radiográfico e colocaram como parâmetro, "aceitável" - ponta da lima de 0 a 2 mm aquém do ápice radiográfico. Depois mediram a acurácia dos localizadores a partir da porcentagem de medidas consistentes. Concluíram que a função dos localizadores apicais foi consistente em 85% dos pacientes, que a obliteração dos canais leva a inconsistência do localizador, a vitalidade dos dentes não influenciou a função dos localizadores apicais, a utilização do dique de borracha e a secagem do canal ajudam a manter medidas estáveis em dentes com restaurações metálicas.

Orosco *et al.* (2017) avaliaram a precisão de dois localizadores apicais eletrônicos utilizando variados tamanhos de lima. Foram utilizados trinta incisivos inferiores unirradiculares extraídos. Os localizadores avaliados foram: MiniApex Locator e Root ZX II, realizando leituras com a sequência de limas tipo K #10 à #130. Os autores concluíram que o diâmetro da lima influencia na precisão dos LAEs e que quanto maior o tamanho da instrumentação maiores as diferenças médias em relação ao comprimento de trabalho.

Shojaee *et al.* (2020) buscaram entender sobre a consequência do resíduo de hidróxido de cálcio na leitura de dois localizadores eletrônicos, na presença de dois irrigantes diferentes. Foram utilizados 80 pré-molares de raiz única com as coroas removidas para padronizar o comprimento de trabalho. Mediram o CT real e o eletrônico, modelaram os canais e preencheram com hidróxido de cálcio e selaram sua cavidade. Posteriormente, calcularam a diferença entre o comprimento real de trabalho e o eletrônico. Os resultados mostraram, que não há diferença significativa entre os dois localizadores apicais após a remoção de hidróxido de cálcio ao utilizar dois irrigantes diferentes.

Desta forma, podemos considerar que os localizadores de ápice apresentam diversos benefícios em relação ao método radiográfico, proporcionando maior facilidade para realizar a odontometria, confiabilidade, rapidez, fácil utilização, diminuição da necessidade de tomadas radiográficas reduzindo a exposição do

paciente à radiação, além de detecção de fraturas e perfurações. O aparelho mostra o momento exato em que a ponta da lima entra em contato com o periodonto, diminuindo as chances de erros na mensuração do comprimento de trabalho. Entretanto, os localizadores apicais apresentam limitações em sua acurácia, nos casos de ápices abertos, reabsorções radiculares. Além de apresentar a limitação no caso de pacientes portadores de marca-passo cardíaco, Garofalo *et al.* (2002) realizaram um estudo *in vitro* avaliando cinco localizadores apicais e concluíram que eles não causavam interferência nos marca-passo. Entretanto, Moraes *et al.* (2016) relataram, *in vivo*, que os LAEs e guta percha HD foram capazes de causar interferência eletromagnética em pacientes portadores desse dispositivo cardíaco. Com isso, sua utilização na prática clínica deve ser avaliada criteriosamente. Para que a utilização dos LAEs seja correta o operador deve ter um breve conhecimento de anatomia apical (SAMAN *et al.* 2016).

5. DISCUSSÃO

De acordo com De-Deus *et al.* (2022) o sucesso ou insucesso do tratamento endodôntico depende da determinação precisa do comprimento de trabalho, definido como a distância do ponto de referência coronal até o ponto onde o preparo do canal radicular é feito. Corroborando com estes autores, Cunha D'Assunção (2007) relataram que do ponto de vista de um tratamento eficaz e seguro, o comprimento real de trabalho deve ser determinado corretamente para evitar consequências desagradáveis, como instrumentação excessiva ou insuficientes e desta forma, levar a uma sub-obturação que levaria ao comprometimento do processo de reparo (CUNHA D'ASSUNÇÃO, 2007).

Tsesis *et al.* (2015) relataram que ainda existe controvérsia sobre a localização preferencial do ponto final da localização apical. Vários autores sugeriram a junção cimento-dentina (CDJ) como um ponto final preferido para a preparação do canal radicular. No entanto, CDJ é uma localização histológica que só pode ser detectada em dentes extraídos. O CT deve estar localizado em uma região anatômica entre constrição apical (CA) e forame maior (FM). Este é um ponto de finalização aceitável para realizar o tratamento endodôntico. Piasecki *et al.* (2018) demonstraram que embora o forame apical (FA) possa ser facilmente visualizado utilizando um microscópio eletrônico, o método mais exato atualmente disponível para identificar a CA envolve o uso de micro-TC para avaliar os cortes transversais ao longo do eixo do canal.

De-Deus *et al.* (2022), em seu estudo, fez uma análise *in vivo* da precisão de dois localizadores de ápice, o Root ZX II e Wirele-X. Foram realizados testes no intuito de detectar a posição do forame maior utilizando a micro-CT como ferramenta de

análise. O estudo demonstrou que os localizadores apicais Root ZX II e Wirele-X tiveram capacidade de detecção do forame maior de 81,8% e 90,9%, respectivamente.

Carneiro *et al.* (2006) avaliaram um localizador de ápice, o Tri Auto ZX, que ao tocar a constrição apical entraria no seu modo reverso. Após a instrumentação, ele fixou a lima na medida indicada pelo dispositivo e mediu com a ajuda de um estereomicroscópio a distância entre a ponta da lima e o forame apical. O mecanismo automático de reversão apical no Tri Auto ZX não obteve exatidão ao atingir a distância predefinida. As distâncias alcançadas foram menores que as pré-definidas, entretanto, foram consideradas aceitáveis clinicamente.

Entretanto, Desai e Tegginmani (2012) realizaram um estudo semelhante ao de Carneiro *et al.* (2006) e o Tri Auto ZX provou ser um dispositivo aceitável para medir o comprimento e instrumentar o canal radicular. Utilizando uma distância predefinida entre 0,5 e 1,5 mm, demonstrou ser mais preciso do que quando definida em 1 mm.

Martins *et al.* (2014), em uma revisão sistemática, compararam o método radiográfico com o localizador de ápice para avaliar quem teria maior precisão na localização da constrição apical. Nenhuma das duas técnicas foram totalmente seguras, pois cada uma apresenta suas limitações. A técnica radiográfica utiliza-se uma estimativa da localização da constrição apical e o método eletrônico não é capaz de localizar com precisão na maioria dos casos. Os autores puderam concluir que a utilização do LAEs é mais vantajosa, pois diminui a exposição do paciente à radiação e são mais precisos na determinação do CT.

É importante ressaltar que a utilização de substâncias químicas auxiliares é comum na prática endodôntica. Gomes *et al.* (2012) testaram o localizador Raypex 5, durante a utilização com CHX 2%, EDTA 17% e NaOCl 2,5%. Puderam concluir que as medidas do CT obtidas com os diferentes irrigantes foram comparadas e não houve diferença significativa entre os grupos. O Raypex 5 teve um bom desempenho, independentemente do irrigante utilizado.

EI Ayouti *et al.* (2009) avaliaram a consistência de dois localizadores apicais Root ZX e Raypex 5 na presença de diferentes parâmetros clínicos como vitalidade dentária, presença de obliteração e restauração metálica. Os localizadores obtiveram consistência em 85% dos pacientes. As medições inconsistentes foram associadas com raízes parcial ou totalmente obliteradas. Outra observação que fizeram foi que

quando se utiliza isolamento total e a secagem da câmara pulpar os localizadores reproduzem medições mais estáveis.

Shojaee *et al.* (2020) também avaliaram se os localizadores Raypex 6 e Root ZX apresentariam inconsistência diante da utilização de hidróxido de cálcio como medicação intracanal. Após alguns dias a medicação foi removida por solução salina normal ou NaOCl a 5,25% e irrigado em seguida por EDTA a 17%. Os LAEs não apresentaram diferenças significativas após a utilização dos dois tipos de irrigantes.

Tsesis *et al.* (2015) relataram em seu estudo que a precisão das medidas do CT depende do equipamento utilizado e do tipo de irrigante e não é afetada pelo estado do tecido pulpar (vital ou necrótico). Root ZX, Justy II e Endy 5000 são significativamente mais precisos do que o Endox. A precisão de Root ZX e Justy II é melhorada na presença de peróxido de hidrogênio em comparação com hipoclorito de sódio, devido a sua baixa condutividade. Um outro fator que pode influenciar na acurácia dos localizadores foi estudado por Orosco *et al.* (2017), em sua pesquisa ele avaliou dois localizadores de ápice (MiniApex Locator ou Root ZX II), diante da utilização de variados tamanhos de limas. Concluíram que quanto maior o tamanho da lima maiores serão as influencias na precisão dos localizadores.

Goldberg *et al.* (2008) simularam fratura horizontal oblíqua em dentes extraídos, e fizeram um estudo para avaliarem a acurácia de quatro localizadores (ProPex, NovApex, Root ZX e Elementos Apex Locator). Puderam concluir que houve precisão de 60 a 95% nas aferições realizadas.

A literatura procura esclarecer as controvérsias de indicação do uso dos localizadores apicais em pacientes com marca-passo. De acordo com Garofalo *et al.* (2002) os localizadores não causaram nenhuma alteração no ritmo do marca-passo, podendo serem utilizados com segurança. Entretanto, Moraes *et al.* (2016) demonstraram a ocorrência de ruídos graves durante o uso dos dispositivos de aquecimento de guta percha em comparação aos localizadores apicais, contraindicando a sua utilização em pacientes portando marca-passo ou desfibriladores implantados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nesta revisão da literatura, foi demonstrado que os localizadores apicais eletrônicos são utilizados para fornecer resultados mais confiáveis e precisos na determinação do CT e são considerados a melhor técnica para determinar o limite ideal para instrumentação e obturação do SCR. São ferramentas auxiliares importantes e com alta aplicabilidade clínica, podendo ser usados com segurança devido à sua alta acurácia, alta previsibilidade e alta confiabilidade na localização da constrição apical. Além disso, apresentam vantagens, como encurtar o tempo necessário para o tratamento de canal radicular e reduzir o número de radiografias durante o tratamento, reduzindo a dose de radiação para o paciente. Entretanto, devem ser utilizados com cautela em pacientes portadores de dispositivos cardíacos implantados sendo que mais estudos sejam encorajados sobre esse tema.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-AMADO D.D.A.D; PACHECO R; FARIA R.A; OLIVEIRA M.A.V.C; CARAM C.M; GEORHUTTI R.P; AMADO JUNIOR F. **Tratamento endodôntico em sessão única com uso de lima Reciproc: Relato de caso.** [Monografia]. Uberlândia; 2013
- 2- CARNEIRO, E. et al. Accuracy of Root Length Determination Using Tri Auto ZX and ProTaper Instruments: An In Vitro Study. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 2, p. 142–144, 1 fev. 2006.
- 3- CUSTER, L. E. Exact Method of Locating the Apical Foramen. **The Dental register**,v. 72, n. 9, p. 420–425, 1918.
- 4- CARNEIRO, E. et al. Accuracy of Root Length Determination Using Tri Auto ZX and ProTaper Instruments: An In Vitro Study. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 2, p. 142–144, 1 fev. 2006.
- 5- D'ASSUNÇÃO, F. L. C. **Estudo in vitro da acurácia e da reprodutividade de odontometrias realizadas com três localizadores apicais eletrônicos.** 2007. 111f. Tese (Doutorado em Dentística/Endodontia) - Universidade de Pernambuco, Faculdade de Odontologia de Pernambuco, Camaragibe,2007.
- 6- DESAI, N.; TEGGINMANI, V. Accuracy of Working Length Determination Using Tri Auto Zx & Protaper Instruments: An In Vitro Study. **Journal of Dental & Allied Sciences**, v. 1, n. 2, p. 48–51, 2012.
- 7- DUMMER, P. M. H.; MCGINN, J. H.; REES, D. G. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. **International Endodontic Journal**, v. 17, n. 4, p. 192–198, out. 1984.
- 8- ELAYOUTI, A. et al. Consistency of Apex Locator Function: A Clinical Study. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 2, p. 179–181, fev. 2009.
- 09- GAROFALO, R. R. et al. Effect of Electronic Apex Locators on Cardiac Pacemaker Function. **Journal of Endodontics**, v. 28, n. 12, p. 831–833, 1 dez. 2002.

- 10- GOLDBERG, F. et al. The Evaluation of Four Electronic Apex Locators in Teeth with Simulated Horizontal Oblique Root Fractures. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 12, p. 1497–1499, 1 dez. 2008.
- 11- GOMES, S. et al. In Vivo Evaluation of the Raypex 5 by Using Different Irrigants. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 8, p. 1075–1077, ago. 2012.
- 12- GORDON, M. P. J.; CHANDLER, N. P. Electronic apex locators. **International Endodontic Journal**, v. 37, n. 7, p. 425–437, jul. 2004.
- 12- SKILLEN, W. G. Why Root Canals Should Be Filled to the Dentinocemental Junction. **Journal of the American Dental Association**, v. 17, n. 11, p. 2082–2090.
- 13- DE-DEUS, G. et al. Micro-CT Study of the In Vivo Accuracy of a Wireless Electronic Apex Locator. **Journal of Endodontics**, v. 48, n. 9, p. 1152–1160, set. 2022.
- 14- KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apexes. **The Journal of the American Dental Association**, v. 50, n. 5, p. 544–552, maio 1955.
- 15- MARTINS, J. N. R. et al. Clinical Efficacy of Electronic Apex Locators: Systematic Review. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 6, p. 759–777, jun. 2014
- 16- MORAES, A. P. et al. Influence of electronic apex locators and a gutta-percha heating device on implanted cardiac devices: an *in vivo* study. **International Endodontic Journal**, v. 49, n. 6, p. 526–532, 15 jul. 2015.
- 17- OROSCO, F. A. et al. Influence of different sized files on the accuracy of two electronic apex locators. **Australian Endodontic Journal**, v. 44, n. 3, p. 251–254, 20 set. 2017.
- 18- PIASECKI, L. et al. A Micro-computed Tomographic Evaluation of the Accuracy of 3 Electronic Apex Locators in Curved Canals of Mandibular Molars. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 12, p. 1872–1877, dez. 2018.
- 19- PONCE, E.; VILARFERNANDEZ, J. The Cemento-Dentino-Canal Junction, the Apical Foramen, and the Apical Constriction: Evaluation by Optical Microscopy. **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 3, p. 214–219, mar. 2003.

- 20- RICUCCI; LANGELAND. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. **International Endodontic Journal**, v. 31, n. 6, p. 394–409, 4 jan. 2002.
- 21- SAMAN, R.P.E. et al. Localizadores apicais: revisão de literatura. **Clipe Odonto**. 2016; 8(1):51-7.
- 22- SHOJAEE, N. S. et al. Influence of calcium hydroxide residues after using different irrigants on the accuracy of two electronic apex locators: An *in vitro* study. **Dental research journal**, v. 17, n. 1, p. 48–53, 2020.
- 23- SUNADA, I. New Method for Measuring the Length of the Root Canal. **Journal of Dental Research**, v. 41, p. 375-387, 1962.
- 24- Suzuki, K. Experimental Study on Iontophoresis, **J. Jap. Stomatol**, v.16, p. 411, 1942.
- 25- TSEISIS, I. 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, nov. 2015.