



## Influência de fatores clínicos na precisão de localizadores endodônticos

Influence of clinical factors on the accuracy of electronic apex locators

Influencia de factores clínicos en la precisión de los localizadores apicales

Nicolle Rocha Cruz<sup>1</sup>, Patricia Luciane Pereira da Silva<sup>1</sup>, Isys Beatriz Brito da Silva<sup>1</sup>, Luis Gustavo Alves dos Santos<sup>1</sup>, José Evando da Silva-Filho<sup>1</sup>, Bernardo Almeida Aguiar<sup>1</sup>, Eduardo Diogo Gurgel-Filho<sup>1</sup>, Bruno Carvalho de Vasconcelos<sup>2</sup>, Alinne Patiery Oliveira Pacifico Feitosa<sup>1</sup>.

### RESUMO

**Objetivo:** Realizar uma revisão integrativa da literatura sobre quais os fatores clínicos que impactam na precisão dos localizadores apicais eletrônicos. **Métodos:** Foram pesquisados artigos nas bases de dados PubMed, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Biblioteca Virtual em Saúde, publicados entre 2018 a 2023, em português e inglês, utilizando as palavras-chave em inglês: “endodontics AND working length AND electronic apex locator”. Foram selecionados, para este estudo, artigos de acesso livre e apenas estudos clínicos e laboratoriais *in vitro*, *in vivo* e *ex vivo*. **Resultados:** Os artigos discutidos oferecem uma base sólida para compreender a relevância da precisão na medição do CT em procedimentos endodônticos. Destacam a eficácia de certos EALs e ressaltam, ainda, que a precisão das medições é influenciada por diversos fatores, como irrigantes, lesões periapicais, reabsorção e acidentes anatômicos. **Considerações finais:** A odontometria demanda um enfoque individualizado, no qual os elementos particulares de cada caso clínico são minuciosamente considerados, visando obter resultados confiáveis.

**Palavras-chave:** Endodontia, Comprimento de trabalho, Localizador eletrônico apical.

### ABSTRACT

**Objective:** To conduct an integrative literature review on the clinical factors that influence the accuracy of electronic apex locators. **Methods:** A comprehensive search was performed in the PubMed, Scientific Electronic Library Online (SciELO), and Virtual Health Library databases for articles published from 2018 to 2023, in Portuguese and English. The search used the following English keywords: “endodontics AND working length AND electronic apex locator”. For this review, only open-access articles reporting clinical or laboratory studies—in *vitro*, *in vivo*, or *ex vivo*—were included. **Results:** The selected articles provide a solid foundation for understanding the importance of measurement accuracy in determining working length during endodontic procedures. They highlight the effectiveness of specific electronic apex locators (EALs) and emphasize that measurement precision is affected by several factors, including irrigants, periapical lesions, resorption, and anatomical irregularities. **Final considerations:** Working length determination requires an individualized approach, in which the specific clinical conditions of each case must be carefully considered to achieve reliable outcomes.

**Keywords:** Endodontics, Working length, Electronic apex locator.

### RESUMEN

**Objetivo:** Realizar una revisión integrativa de la literatura con el propósito de identificar y analizar los factores clínicos que inciden en la precisión de los localizadores apicales electrónicos (LAE). **Métodos:** Se efectuó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Scientific Electronic Library Online (SciELO) y la Biblioteca Virtual en Salud (BVS), abarcando publicaciones comprendidas entre los años 2018 y 2023, en Portugués e

<sup>1</sup> Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Fortaleza - CE.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza - CE.

Inglés. La estrategia de búsqueda incluyó las siguientes palabras-clave: “endodontics AND working length AND electronic apex locator”. Se consideraron exclusivamente artículos de acceso libre que presentaran estudios clínicos o de laboratorio, desarrollados in vitro, in vivo o ex vivo. **Resultados:** Los estudios incluidos constituyen una base sólida para comprender la importancia de la precisión en la determinación de la longitud de trabajo (LT) durante los procedimientos endodónticos. La evidencia disponible destaca la efectividad de determinados LAE y pone de manifiesto que su exactitud puede verse influenciada por múltiples variables, tales como las soluciones irrigantes, la presencia de lesiones periapicales, los procesos de reabsorción y las alteraciones anatómicas. **Consideraciones finales:** La determinación de la LT requiere un abordaje individualizado, en el cual las particularidades clínicas de cada caso deben ser evaluadas con rigurosidad, con el fin de garantizar la obtención de resultados confiables.

**Palabras clave:** Endodoncia, Longitud de trabajo, Localizador apical electrónico.

## INTRODUÇÃO

Durante o tratamento endodôntico, o canal radicular é descontaminado por meio de preparo químico-mecânico. Nessa terapêutica, as condições clínicas preveem tratamento em três condições clínicas como polpa vital, necrosada e retratamento com ou sem lesão perirradicular. Neste contexto, o tratamento deve ser baseado na prevenção e no controle, sendo dever do cirurgião dentista garantir controle sobre o diagnóstico e as decisões de tratamento dessas condições (VAZ DE FREITAS S, et al., 2020; HÉLIO PL, 2020). Com isso, é necessário ao cirurgião-dentista (CD) o conhecimento anatômico e espacial para obter confiabilidade e sucesso ao tratamento. Para obtenção de tal parâmetro, é indispensável o acompanhamento dos casos para prevenção da formação de lesões perirradiculares obtidas como lesões secundárias a lesões endodônticas ou o inverso, e a não recontaminação do canal.

Em função disso, a determinação do comprimento de trabalho é fundamental para a aquisição do sucesso ao tratamento (HÉLIO PL, 2020). A determinação da borda apical pode ser feita após o preparo do terço médio e cervical do dente. Isto envolve principalmente a determinação do comprimento real do dente (CRD) e, em seguida, a determinação do seu comprimento de trabalho (CT) através de um processo denominado odontometria. Isso determina quantos instrumentos, tecidos e contaminantes são manipulados ou extrudados (MACHADO R, 2022). A medição do comprimento de trabalho se dá por dois diferentes métodos, o radiográfico e o eletrônico. Por um longo período, o método radiográfico foi amplamente utilizado por ele já ser um exame complementar de extrema importância para visualização anatômica e condição radiográfica do dente, porém nele acontecia ocasionais dificuldades por sobreposição de imagens, distorções e dificuldade de indicar precisamente a localização do forame apical (GORDON MPJ, CHANDLER NP, 2004).

Em virtude disso, os Localizadores Apicais Eletrônicos (LAEs), desde o seu desenvolvimento em 1962, vêm ganhando bastante espaço não para substituir, mas para serem incorporados ao processo. Esses aparelhos auxiliam amplamente o CD pelo melhor planejamento, pois com eles é possível não se limitar a trabalhar apenas na constrição apical, mas também identificam a verdadeira extremidade do canal radicular e protegem o paciente da exposição contínua à radiação ionizante, permitindo assim que se realize o tratamento de forma mais adequada (SUNADA, 1962; GORDON MPJ e CHANDLER NP, 2004; VIANA MÁ DE O e FERREIRA MB, 2021; SUBAY RK, et al., 2017).

Além disso, existem estudos que mostram a eficácia desses localizadores também para identificar fraturas e perfurações radiculares, sendo assim reconhecível como um método bastante preciso e acurado. Contudo, existem várias questões a serem estudadas, pois, com o tempo, não só a tecnologia vem evoluindo como também o mercado de trabalho reconhece as diversas empresas existentes para criarem seus produtos e fazerem testes para posterior venda. Ademais, sua precisão apesar de ser confiável é estudada também, pois de acordo com a anatomia do dente sua performance pode mudar, como a situação da vitalidade da polpa, existência de dilaceração e o tamanho do forame (KIM E e LEE SJ, 2004).

Em síntese, é de extrema importância para o CD compreender os processos na utilização de equipamentos eletrônicos assim como os localizadores apicais. Nos últimos anos o mercado vem criando essa gama de modelos com técnicas e processos variados que podem facilitar sua utilização, no entanto, assim como os localizadores tem esses variados modelos, os dentes e sua anatomia também variam entre si, alguns

possuindo dilacerações ou lesões periapicais e até mesmo possuindo divergência entre permanente e decíduo. Portanto, esse trabalho busca identificar se há essa inconformidade na utilização de localizadores apicais em diferentes situações anatômicas. Destarte, este estudo tem por objetivo sumarizar evidências quanto quais os fatores clínicos que impactam na precisão dos localizadores apicais eletrônicos a partir de uma revisão integrativa da literatura.

## MÉTODOS

### Desenho do estudo

O presente trabalho consiste em uma revisão integrativa da literatura, com a finalidade de identificar e analisar os fatores clínicos que influenciam a precisão de localizadores apicais eletrônicos.

### Pergunta de partida

A pergunta norteadora foi construída com base no protocolo “PVO”, com o intuito de orientar de maneira clara, objetiva e metodologicamente consistente a busca, a seleção dos estudos incluídos e a construção desta revisão. A formulação da pergunta permitiu a delimitação precisa do escopo da pesquisa, assegurando o foco nos aspectos clínicos que podem interferir na acurácia dos dispositivos eletrônicos utilizados para a determinação do comprimento de trabalho em procedimentos endodônticos. O protocolo PVO é composto por três elementos estruturantes: “P”, que se refere ao problema de pesquisa; “V”, que representa as variáveis de interesse; e “O”, que corresponde aos desfechos investigados.

Nesta conjuntura, o componente P diz respeito à dificuldade enfrentada na obtenção de medidas precisas do comprimento de trabalho durante a terapia endodôntica; o componente V corresponde aos fatores clínicos potencialmente associados à variação na precisão dos localizadores eletrônicos foraminais, tais como presença de exsudato, canais amplamente irrigados, ápices imaturos, entre outros; e o componente O refere-se à acurácia, isto é, à capacidade dos localizadores eletrônicos em fornecer medidas confiáveis do comprimento de trabalho, conforme documentado na literatura científica. Finalmente, foi proposta a seguinte questão: “Quais os fatores clínicos que impactam a precisão do localizador eletrônico foraminal segundo a literatura?”

### Estratégia de busca

A busca foi realizada nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Foram utilizados os seguintes descritores em inglês: “endodontics”, “working length”, “electronic apex locator”, e seus correspondentes em português: “endodontia”, “comprimento de trabalho” e “localizador apical eletrônico”. Para a associação dos termos, foi utilizado o operador booleano “AND”, assim resultando na seguinte estratégia-base: “endodontics AND working length AND electronic apex locator”.

### Critérios de elegibilidade

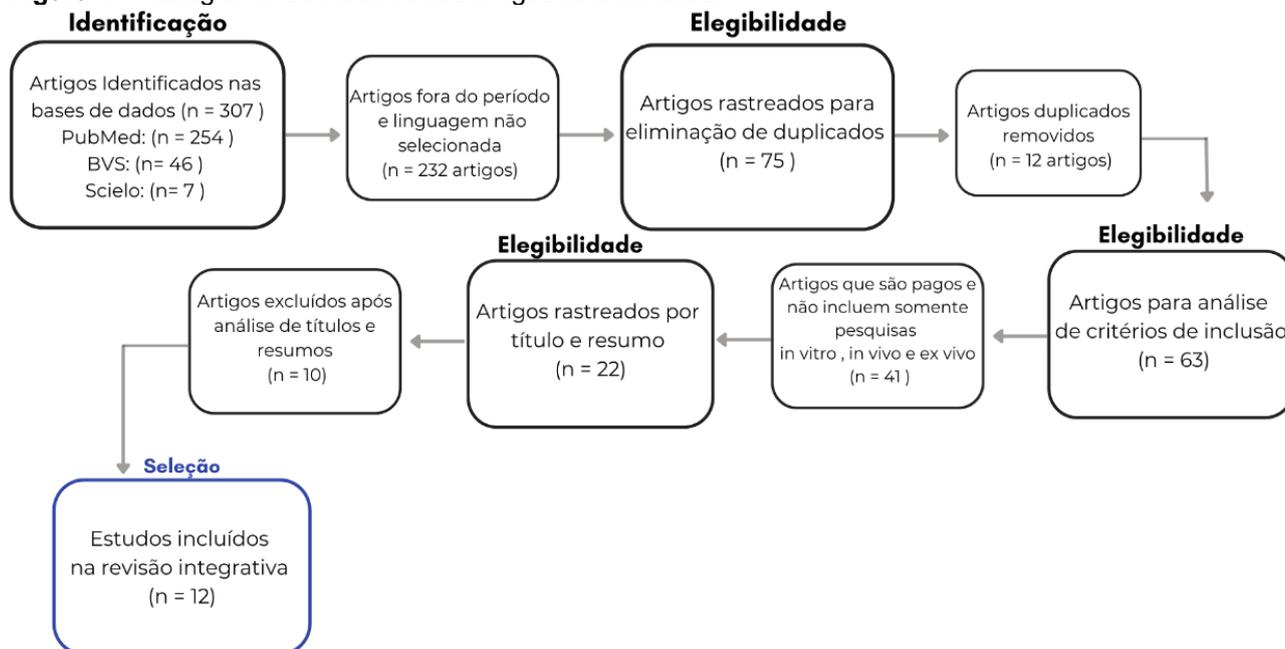
Foram incluídos apenas artigos publicados nos últimos dez anos, redigidos nos idiomas português ou inglês, disponíveis em acesso aberto. Foram selecionados estudos clínicos e laboratoriais realizados *in vitro*, *in vivo* ou *ex vivo* que abordassem diretamente a temática da medição do comprimento de trabalho com o uso de localizadores apicais eletrônicos (EALs). Não foram selecionados estudos publicados há mais de dez anos, indisponíveis em acesso aberto ou que exigissem assinatura paga. Também não foram considerados trabalhos redigidos em idiomas diferentes do português e do inglês, bem como outras revisões e outros desenhos de estudo, como estudos de caso isolados, cartas ao editor e publicações duplicadas. Além disso, foram descartadas pesquisas que não tratavam diretamente da medição do comprimento de trabalho por meio de EALs.

### Seleção dos estudos

A etapa de seleção foi conduzida em duas etapas. Inicialmente, os estudos foram triados por título e resumo, sendo excluídos aqueles claramente não relacionados ao cerne do presente estudo. Em seguida,

foram avaliados por texto completo, onde foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão, assim sendo definida a amostra final de incluídos. A coleta foi realizada entre agosto e setembro de 2025, resultando na identificação de 307 artigos no total, sendo 254 artigos na base PubMed, 46 na BVS e 7 na SciELO. A **Figura 1** ilustra o processo de identificação, triagem, elegibilidade e seleção dos estudos.

**Figura 1** - Fluxograma de inclusão dos artigos selecionados.



Fonte: Cruz NR, et al., 2025.

### Extração de dados

A extração dos dados foi realizada de forma sistematizada, com base na leitura completa dos artigos selecionados. Os estudos elegíveis foram analisados criticamente, considerando os objetivos propostos e critérios metodológicos, o tipo de delineamento, a amostragem, os instrumentos utilizados e os principais resultados obtidos. A avaliação crítica permitiu identificar as suas contribuições, bem como suas limitações para a compreensão da influência de diferentes variáveis na precisão dos localizadores apicais eletrônicos.

### Redação do manuscrito

A redação da presente revisão foi conduzida de forma descritiva e analítica, priorizando a exposição dos resultados e a coerência entre os achados discutidos, com base em critérios previamente estabelecidos em equipe. Os conteúdos foram organizados de modo a permitir uma interpretação crítica sobre os diferentes fatores que influenciam a precisão dos localizadores apicais eletrônicos.

## RESULTADOS

Um total de 307 estudos foi identificado nas bases de dados pré-selecionadas. Após a aplicação dos critérios de idioma e recorte temporal (últimos cinco anos), 232 artigos foram excluídos. Dos 75 artigos restantes, 12 duplicatas foram removidas. Em seguida, 63 artigos foram avaliados quanto aos critérios de inclusão. Após a leitura de títulos e resumos, 41 estudos foram excluídos por não estarem completamente disponíveis gratuitamente ou não se enquadrarem como estudos in vitro, in vivo ou ex vivo. Dos 22 artigos restantes, 10 foram excluídos após análise criteriosa de títulos e resumos.

Ao final do processo, 12 estudos foram incluídos nesta revisão integrativa. Os estudos incluídos abordam aspectos clínicos e laboratoriais diversos que influenciam a precisão dos localizadores apicais eletrônicos (EALs). Estes, em geral, demonstraram bons níveis de confiabilidade dos dispositivos, embora com variações

de desempenho conforme os contextos avaliados. Os achados sugerem que fatores como tipo de irrigante, concentração de soluções, presença de lesões periapicais e tipo de dente podem influenciar a acurácia dos dispositivos. O **Quadro 1** apresenta a síntese geral dos artigos incluídos, com informações relativas ao título, ano, autor(es), objetivo e principais resultados.

**Quadro 1** - Características metodológicas e principais resultados dos estudos incluídos.

Autor / ano	Objetivo	Resultados
Bolbolian M, et al. (2018).	Avaliar a acurácia do localizador apical eletrônico Root zx na presença de NaOCI 2,5% e clorexidina 0,2%.	A acurácia do Root zx foi de 76,7% e 96,7% na presença de clorexidina 0,2% e 90% e 100% na presença de NaOCI 2,5%, respectivamente. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos medidos.
El Hachem R, et al. (2019).	Avaliar a confiabilidade do Root ZX quando os canais radiculares estão em contato com o seio maxilar.	17 raízes palatinas foram incluídas. As imagens de TCFC mostraram que 8 estavam em contato com o seio e 9 não. Não houve diferenças significativas no comprimento eletrônico de trabalho (EWL) e comprimento real de trabalho (RWL) quando as raízes não estavam em relação com o seio. No entanto, a medida do EWL foi significativamente maior que o RWL para raízes relacionadas ao seio ( $p=0,001$ ).
Shojaee NS, et al. (2020).	Avaliar o efeito de resíduos de hidróxido de cálcio (Ca[OH] 2) na precisão de dois localizadores apicais eletrônicos (EALs) (Root ZX e Raypex 6) na presença de diferentes irrigantes.	Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre a precisão de dois EALs e irrigantes ( $P > 0,05$ ).
Kayabaşı M e Oznurhan F (2020).	Avaliar a precisão da determinação do CT usando três EALs, RVG e imagens de TCFC em dentes molares decíduos humanos extraídos com/sem reabsorção radicular.	Para todos os grupos, não houve diferenças significativas entre os dentes com e sem reabsorção. Não houve diferenças significativas nos métodos de medição do AL e entre os métodos utilizados ( $p>05$ ). Quando comparados os métodos eletrônico e radiográfico em diferentes faixas de frequência, não houve diferença estatisticamente significativa ( $p>.05$ ).
Chukka RR, et al. (2020).	Comparar e avaliar a precisão do localizador apical integrado (IAL) VDW Gold (VDW, Munique, Alemanha) e do Root ZX Mini (J. Morita Corp., Kyoto, Japão) em dois diferentes soluções irrigadoras.	O teste t independente para amostra pareada mostrou que não houve diferença significativa entre o localizador apical Root ZX e VDW na determinação do forame menor no grupo NaOCI ( $P=0,234$ ; $0,453$ respectivamente) e no grupo CHX ( $P = 0,085$ ; $0,087$ ) quando em comparação com o comprimento real de trabalho.
Çınar F e Ustun Y (2020).	Comparar a acurácia de três localizadores apicais eletrônicos na determinação do comprimento de trabalho em diferentes ambientes no espaço do canal radicular usando medições de tomografia.	Não houve diferenças significativas entre as medidas de CT realizadas com grupos EALs ou micro CT em diferentes ambientes clínicos. Todos os EALs testados deram resultados confiáveis em relação à constrição apical.
Adorno CG, et al. (2021).	Determinar a influência das lesões periapicais na repetibilidade de dois localizadores apicais eletrônicos (EALs), Root ZX II e RomiApex A-15, em dentes anteriores superiores, in vivo.	A diferença absoluta mediana entre pares de medidas foi significativamente menor ( $p < 0,001$ ) e os limites de concordância foram mais estreitos no grupo periapical normal (NPA). Entre os EALs, as diferenças absolutas medianas foram significativamente menores para Root ZX ( $p < 0,001$ ).

Autor / ano	Objetivo	Resultados
Cury MTS, et al. (2021).	Avaliar a acurácia dos EALs em detectar a constrição apical com e sem atingir o forame apical.	Houve diferença estatisticamente significativa nas habilidades dos EALs após atingir o forame, com o Root ZX II apresentando maior precisão (89%). Entretanto, não houve diferença na acurácia dos três EALs sem atingir o forame.
Srivastava S, et al. (2022).	Avaliar o efeito do ápice aberto na determinação do comprimento de trabalho (CT) com auxílio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e localizadores eletrônicos de ápice (EALs).	Os resultados deste estudo mostraram diferença estatisticamente significativa entre os localizadores VWL e iRoot, CWL e iRoot, e Root ZX mini e iRoot ( $p < 0,05$ ). Entre os EALs, foi observada uma precisão superior para o Root ZX mini em comparação com o iRoot. No entanto, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre Root ZX mini e CWL ( $p > 0,05$ ).
Mohan M, et al. (2022).	Determinar a precisão na medição do comprimento de trabalho (WL) usando Dentaport ZX, Rotor e um recém-introduzido localizador apical eletrônico de baixo custo, E-Pex Pro em dois estudos clínicos comumente simulados condições.	A medição usando Dentaport ZX, Rotor e E-Pex Pro teve uma precisão de 99,79%, 99,69% e 99,64%, respectivamente, no Grupo 1; e no Grupo 2 99,95%, 99,7% e 99,74%, respectivamente. A ANOVA revelou que o valor médio do erro é menor para o Dentaport ZX, seguido pelo Rotor e depois pelo E-Pex pro EAL.
López-Maekawa A e García Rupay CR (2022).	Comparar a precisão das Medidas do comprimento de trabalho de quatro localizadores de forames: Root ZX mini, Raypex 6, Woodpex III e Propex Pixi em pré molares unirradiculares com reabsorção radicular simulada.	Na comparação da medida do comprimento de trabalho obtido com os localizadores de forame, em relação ao comprimento real nos dentes com reabsorção externa. Verificou-se que não houve diferenças estatisticamente significativas nas medidas obtidas com os localizadores Raypex 6 e Propex Pixi; o localizador de forame mais preciso neste grupo foi o Raypex 6. Em dentes com reabsorção radicular interna, fica evidente que não houve diferenças estatisticamente significativas nas medidas obtidas com o forame localizadores Root ZX mini, Propex Pixi, Raypex 6; o Root ZX mini foi o localizador de forame mais preciso neste grupo.
Cîmpean SI, et al. (2023).	Comparar a precisão de três tipos de localizadores apicais eletrônicos (EALs) quando duas concentrações diferentes de Soluções de irrigação de NaOCl são usadas por dois operadores.	Na presença de solução de NaOCl a 2%, para margem de erro de $\pm 0,5$ mm, Root ZX II, Apex ID e Dual Pex apresentaram acurácia de 90%, 80% e 85% respectivamente. O aumento na concentração da solução de irrigação afetou a precisão do Root ZX II e Apex ID para ambos os operadores, diminuindo para 75% para o mesmo erro de margem, mas melhorou a precisão do Dual Pex para 100%.

Fonte: Cruz NR, et al., 2025.

## DISCUSSÃO

### Influência dos irrigantes na precisão dos EALs

O crescente uso de instrumentos eletrônicos para odontometria fez-se necessário o aumento do conhecimento teórico e prático sobre o assunto. Ao abordar a medição do comprimento de trabalho, Shojaee, et al. (2020) e Cîmpean, et al. (2023) estão relacionados. O primeiro discute a influência dos resíduos de

hidróxido de cálcio (CaOH) após o uso de diferentes irrigantes, enquanto Cîmpean, et al. (2023) trata da concentração de hipoclorito de sódio (NaOCl), uma solução irrigadora amplamente utilizada na prática endodôntica. Ambos os artigos discutiram métodos e restrições similares, simulando condições clínicas por meio de modelos de alginato. No entanto, os resultados foram bastante diferentes.

Shojaee, et al. (2020) não encontrou diferenças significativas na precisão dos equipamentos de busca apical (EALs), independentemente do irrigante utilizado, desde que estivessem dentro de tolerâncias específicas. Isso ressalta a alta eficácia do Root ZX II, Dual Pex e Apex ID. Por outro lado, Cîmpean, et al. (2023) mostrou que a concentração da solução de NaOCl, teve um efeito significativo na precisão dos EALs. Os resultados variaram de acordo com a concentração da solução utilizada. Logo, não houve diferença significativa se mudar a solução irrigadora, mas houve se mudar a concentração da solução.

Em concordância a Shojaee, et al. (2020) no que tange a utilização do Root ZX, considerado padrão ouro em EALs, Chukka, et al. (2020) e Bolbolian, et al. (2018) também se utilizam de soluções irrigantes para validar a acurácia de medição do CT. Em síntese, os artigos apresentam uma fundamentação sólida sobre a importância da precisão na medição do CT em tratamentos endodônticos. Além disso, fornecem evidências que comprovam a eficácia do Root ZX Mini e destacam a falta de influência significativa das concentrações de irrigantes na precisão dos localizadores apicais. Essas conclusões contradizem os resultados do estudo de Cîmpean et al. (2023).

### **Condições clínicas e desafios anatômicos**

Há também outros dois estudos que abordam a acurácia dos localizadores em ambientes clínicos de soluções. Eles mencionam a importância de utilizar técnicas que garantam resultados precisos e levem em conta as condições reais encontradas na prática clínica. Çinar, et al. (2020) discute diferentes desafios clínicos que podem surgir, como vazamento de saliva, restaurações metálicas e dentes com canal imaturo, portanto, esses desafios podem prejudicar a eficiência dos aparelhos eletrônicos de localização apical (EALs).

Por outro lado, Mohan, et al. (2022) realiza uma comparação direta entre três modelos de EALs: o Dentaport ZX, o Rotor e o E- Pex Pro. De acordo com o estudo, o Dentaport ZX foi considerado o mais preciso em sua função. No entanto, Çinar, et al. (2020) não compara esses modelos específicos, mas menciona que a precisão dos EALs pode variar dependendo das condições clínicas e da presença de irrigantes, o que se alinha com a questão problemática abordada nos artigos anteriores.

### **Influência de estruturas anatômicas e lesões periapicais**

Além de soluções aquosas, existem diferentes situações que podem gerar dúvidas ao realizar a medição do comprimento aparente do dente (CAD). A pesquisa Hachem, et al. (2019) se concentra em um campo pouco investigado anteriormente, que diz respeito aos canais radiculares próximos ao seio maxilar. O estudo revelou que há uma diferença significativa entre o comprimento real da raiz ao entrar em contato com o seio em comparação ao CT com os EALs. Assim, a hipótese de que não existem diferenças na confiabilidade em situações de proximidade com o seio foi rejeitada. Em outro objeto de análise, Sandoval Cury, et al. (2021) tem como objetivo explorar a precisão dos localizadores durante a biopulpectomia. Os resultados revelaram uma alta confiabilidade na detecção da constrição foramina, tanto se o forame apical fosse atingido ou não.

Adorno, et al. (2021) e Hachem, et al. (2019) estão intimamente relacionados em suas pesquisas, pois ambos ressaltam a importância dos fatores como a proximidade de estruturas anatômicas críticas, como as lesões periapicais e o seio maxilar, respectivamente, e seu possível impacto nos resultados. As lesões periapicais comprometeram a acurácia dos Localizadores Apicais Eletrônicos (EALs), resultando em um aumento da discrepância entre medições consecutivas com o mesmo aparelho. No entanto, é importante destacar que essas diferenças podem ser atribuídas à presença de reabsorção radicular apical causada pelas lesões, bem como ao tipo de EAL utilizado. Com isso, outro estudo sobre casos de reabsorção é estudado.

### **Reabsorções interna e externa**

Neste cenário López-Maekawa, et al. (2022), destaca duas variações distintas: reabsorção interna e reabsorção externa. Além disso, são mencionados alguns localizadores eletrônicos específicos, como Root

ZX mini, Raypex 6, Woodpex III e Propex Pixi. Enquanto o Root foi mais preciso em casos de reabsorção interna, o Raypex 6 se demonstrou o mais preciso em dentes com reabsorção externa. De maneira geral, a precisão dos EALs é afetada por diversos fatores, como o diâmetro do forame, o localizador utilizado e a umidade do canal radicular. Por exemplo, o Raypex apresentou resultados precisos em canais tanto secos quanto úmidos, enquanto o Root, mesmo sendo considerado o padrão de referência, necessita de um canal relativamente seco. Assim, constatou-se que os localizadores de forame tiveram maior precisão ao serem utilizados em dentes com reabsorção interna em comparação com dentes com reabsorção externa.

### **Casos especiais: ápice aberto, sangue e dentes decíduos**

Tal qual a maioria das pesquisas, Srivastava, et al. (2022) também utilizou o Root ZX mini para investigar a precisão das EALs. Foram realizados ajustes removendo 5mm da região apical para simular um ápice aberto e verificou-se que o instrumento de lima de tamanho #15 e o uso do Root ZX mini proporcionaram medições precisas do CT. Porém, essa mesma precisão não foi verificada na presença de sangue, o que foi considerado como uma limitação do cenário do caso. Da mesma forma que os dentes com ápice aberto, os dentes decíduos também podem representar um desafio em um tratamento endodôntico. Os EALs são conhecidos por serem rápidos, precisos, seguros e indolores. Além disso, não envolvem radiação, o que os torna seguros para uso em odontopediatria para determinar o comprimento total do canal radicular. Para Kayabasi, et al. (2020) o uso de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) também pode ser útil para facilitar a prática endodôntica.

### **Limitações**

A presente revisão localizou muitos estudos laboratoriais, o que limita a comparabilidade direta com situações clínicas reais. Observa-se que a maioria das investigações foi conduzida *in vitro* ou *ex vivo*, com simulações que, embora controladas, não reproduzem devidamente a complexidade biológica dos tecidos periapicais e das variações clínicas encontradas na prática diária. Além disso, houve grande diversidade nos irrigantes utilizados, especialmente em relação às concentrações de hipoclorito de sódio e clorexidina, o que pode, de alguma forma, ter influenciado os resultados, dificultando também a comparação dos achados. A atuação de diferentes operadores, como destacado em alguns estudos, também surge como um fator de interferência, uma vez que a experiência clínica pode impactar na interpretação dos dados e na repetibilidade das medições.

Soma-se a isso a ausência de uniformidade nos critérios utilizados para definição do comprimento real de trabalho, que variou entre os autores, comprometendo a comparação entre os métodos. Em vista disso, recomenda-se que em estudos futuros as aferições sejam realizadas por um único examinador. Também foi identificada a utilização de diferentes tipos dentários e condições anatômicas variadas, como ápices abertos, presença de lesões periapicais e reabsorções radiculares simuladas, o que impõe outra dificuldade quanto à variabilidade dos resultados. A heterogeneidade é ainda mais comprometida pela variedade de dispositivos avaliados, com distintos princípios de funcionamento e níveis de evolução tecnológica, o que dificultou conclusões amplas sobre a superioridade de um modelo sobre outro, especialmente quando comparações foram realizadas com amostras reduzidas e sem poder estatístico significativo. Diante de todo o exposto, ainda que os EALs mostrem desempenho satisfatório em diversos contextos, as limitações metodológicas identificadas reforçam a necessidade de cautela na interpretação dos resultados reportados e evidenciam a importância de novos estudos clínicos controlados, preferencialmente randomizados, com critérios padronizados e amostras mais representativas da realidade clínica.

### **Síntese das evidências e implicações clínicas**

A prática endodôntica é influenciada por uma ampla variedade de fatores clínicos, os quais interagem entre si e podem influenciar na realização da odontometria. Cada situação clínica possui aspectos específicos a serem considerados, e é altamente provável que essas variáveis estejam presentes em conjunto, em vez de estarem separadas, por exemplo reabsorções causadas por lesões periapicais. Portanto, torna-se imprescindível a realização de novos estudos a fim de investigar se essas diferentes associações influenciam no uso do EALs.

Futuramente, espera-se que novos estudos clínicos longitudinais investiguem não apenas a acurácia imediata dos EALs, mas também sua correlação com o sucesso endodôntico a longo prazo. Além disso, há necessidade de que as pesquisas também considerem a avaliação do custo-benefício de modelos tanto de baixo quanto alto custo, o que seria de grande valia especialmente na eleição de modelos destinados aos serviços associados à saúde pública. O desenvolvimento de localizadores com outras tecnologias associadas, capazes de integrar automações a fim de complementar o balanceamento dos parâmetros, também surge como uma perspectiva promissora, podendo estimular aumento da precisão mesmo em condições clínicas adversas como as tantas aqui discutidas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os artigos discutidos oferecem uma base sólida para compreender a relevância da precisão na medição do CT em procedimentos endodônticos. Destacam a eficácia de certos EALs como o Root ZX mini e ressaltam ainda que a precisão das medições é influenciada por diversos fatores, como o contato com o seio maxilar, lesões periapicais, concentração de soluções irrigantes, vazamento de saliva, casos de reabsorções e quais os melhores localizadores para se usar em determinados casos. Logo, a odontometria demanda um enfoque individualizado, onde os elementos particulares de cada caso clínico são minuciosamente considerados, visando obter resultados confiáveis.

## REFERÊNCIAS

1. ADORNO CG, et al. The influence of periapical lesions on the repeatability of two electronic apex locators in vivo. *Clinical Oral Investigations*, 2021; 25(9): 5239–5245.
2. BOLBOLIAN M e GOLCHIN S, et al. In vitro evaluation of the accuracy of the Root ZX in the presence of NaOCl 2.5% and chlorhexidine 0.2%. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 2018.
3. CHUKKA R, et al. Efficiency of an integrated apex locator in determining working length in various irrigating solutions: an in vivo study. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 2020; 12(5): 410.
4. CÎMPEAN SI, et al. In vitro evaluation of the accuracy of three electronic apex locators using different sodium hypochlorite concentrations. *Medicina (Kaunas)*, 2023; 59(5): 918.
5. ÇINAR F. Ex vivo evaluation of the accuracy of 3 electronic apex locators in different circumstances: a micro-computed tomography study. *European Endodontic Journal*, 2020.
6. CURY MTS, et al. Accuracy of Root ZXII, E-PEX and FIND apex locators in teeth with vital pulp: an in vivo study. *Brazilian Oral Research*, 2021; 35: 80.
7. DE FREITAS V, et al. Consequências e condutas clínicas frente a acidentes por extravasamento de NaClO em endodontias. *CES Odontologia*, 2020; 44–52.
8. EL HACHEM R, et al. Influence of the maxillary sinus on the accuracy of the Root ZX apex locator: an ex vivo study. *Dentistry Journal*, 2019; 7(1): 3.
9. GORDON MPJ e CHANDLER NP. Electronic apex locators. *International Endodontic Journal*, 2004; 37(7): 425–437.
10. HÉLIO PL e FREITAS J. *Endodontia: biologia e técnica*, 2020; 4.
11. KAYABASI M e OZNURHAN F. Evaluation of the accuracy of electronic apex locators, cone-beam computed tomography, and radiovisigraphy in primary teeth: an in vitro study. *Microscopy Research and Technique*, 2020; 83(11): 1330–1335.
12. KIM E e LEE SJ. Electronic apex locator. *Dental Clinics of North America*, 2004; 48(1): 35–54.
13. LÓPEZ-MAEKAWA A e GARCÍA RUPAY CR. Accuracy of four apex locators in premolars with root resorption: an in vitro study. *Iranian Endodontic Journal*, 2022; 17(1): 20–26.
14. MACHADO R. *Endodontia: princípios biológicos e técnicos*. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2022.
15. MOHAN M, et al. Comparison of accuracy of Dentaport ZX, Rooter and E-Pex Pro electronic apex locators in two simulated clinical conditions: an in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 2022; 25(1): 58–62.
16. SHOJAEI NS, 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*, 2020; 17(1): 48–53.
17. SRIVASTAVA S, et al. Influence of open apex on working length determination using cone-beam computed tomography and apex locators: a comparative in vitro study. *BioMed Research International*, 2022; 3811983.
18. SÜBAY RK e KARA Ö, et al. O. Comparison of four electronic root canal length measurement devices. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2017; 75(5): 325–331.
19. SUNADA I. New method for measuring the length of the root canal. *Journal of Dental Research*, 1962; 41(2): 375–387.
20. VIANA MÁO e FERREIRA RMB. Análise comparativa da precisão de medição dos localizadores apicais eletrônicos Romiapex a15® e Root ZX mini®: um estudo in vitro. *Odontologia Clínica-Científica*, 2021; 25–31.