



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENDODONTIA**

Trabalho de Conclusão de Curso

LIMITE APICAL EM ENDODONTIA: REVISÃO DE LITERATURA

MATHEUS NONATO PINHEIRO

LAVRAS – MG

2026

MATHEUS NONATO PINHEIRO

LIMITE APICAL EM ENDODONTIA: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, curso de Pós-Graduação em Endodontia.

ORIENTADOR

Prof. Ms. Luís Otávio de Oliveira

LAVRAS – MG

2026

Ficha catalográfica

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento
Técnico da Biblioteca Central do UNILAVRAS

P654I Pinheiro, Matheus Nonato.
Limite apical em Endodontia – revisão de literatura /
Matheus Nonato Pinheiro. – Lavras: Unilavras. 2025.
39f.
Monografia (Graduação em Odontologia) - Unilavras,
Lavras, 2026.
Orientador: Prof. Luís Otávio de Oliveira.
1. Limite apical. 2. Endodontia. I. Oliveira, Luís Otávio de.
II. Título.

MATHEUS NONATO PINHEIRO

LIMITE APICAL EM ENDODONTIA: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, curso de Pós-Graduação em Endodontia.

Aprovado em ____/____/____

MEMBROS DA BANCA

Prof. Ms. Luís Otávio de Oliveira
Centro Universitário de Lavras (Unilavras)

Prof. Dr. Marcone Reis Luiz Júnior
Centro Universitário de Lavras (Unilavras)

Prof. Dr. Jáder Camilo Pinto
Centro Universitário de Lavras (Unilavras)

LAVRAS – MG

2026

*Dedico esta trajetória a Deus, à minha mãe
Cláudia e à minha avó Maria Helena.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha vida, pela concretização desta pós-graduação e pela força eu para superar todos os desafios. Sem a Sua graça esta conquista não seria possível.

À minha mãe Cláudia e à minha avó Maria Helena, minhas referências de determinação e sabedoria, que sempre me fortaleceram e me incentivaram a buscar mais conhecimento.

Ao Prof. Ms. Luís Otávio de Oliveira, pela orientação, ensinamentos e apoio durante a realização deste trabalho. A todos os professores do curso de Endodontia, por compartilharem seus conhecimentos conosco, com muita generosidade.

Aos colegas do curso, que fizeram essa trajetória ser mais leve e prazerosa.

Muito obrigado!

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.”

(Ayrton Senna da Silva)

RESUMO

O limite apical é uma referência anatômica e clínica essencial para o sucesso do tratamento endodôntico sendo responsável por orientar a extensão da instrumentação e obturação do canal radicular. Sua localização imprecisa pode resultar em complicações como extravasamento de materiais, inflamação crônica e falhas terapêuticas. Este estudo teve como objetivo principal avaliar se há um limite apical mais indicado para a instrumentação no tratamento endodôntico, destacando as implicações clínicas da escolha do limite, contribuindo assim, para maior previsibilidade e sucesso do tratamento endodôntico. A análise dos estudos revelou que a morfologia apical apresenta grande variabilidade entre indivíduos e grupos dentários, dificultando a adoção de um protocolo único de trabalho. Tecnologias como localizadores eletrônicos foraminais demonstraram maior acurácia na definição do comprimento de trabalho, especialmente quando comparadas à radiografia periapical isolada. Aspectos inflamatórios e alterações morfológicas da região apical, bem como a presença de doenças sistêmicas, também influenciam diretamente na resposta tecidual e no sucesso do tratamento. Conclui-se que a correta delimitação do limite periapical deve integrar a estratégia clínica de forma individualizada, com base em métodos complementares de localização, respeitando a anatomia do dente e os fatores biológicos envolvidos. Contudo, a precisão na mensuração do comprimento de trabalho é indispensável para a previsibilidade e longevidade do tratamento endodôntico.

Palavras-chave: Endodontia. Limite apical. Comprimento de trabalho. Localizador apical. Tratamento endodôntico.

ABSTRACT

The apical limit is an essential anatomical and clinical reference for the success of endodontic treatment, guiding the extent of instrumentation and obturation of the root canal. Its imprecise location can result in complications such as material extravasation, chronic inflammation, and therapeutic failures. This study aimed to evaluate whether there is a more suitable apical limit for instrumentation in endodontic treatment, highlighting the clinical implications of limit choice, thus contributing to greater predictability and success of endodontic treatment. The analysis of studies revealed that apical morphology presents great variability between individuals and dental groups, making it difficult to adopt a single working protocol. Technologies such as electronic apex locators demonstrated greater accuracy in defining the working length, especially when compared to isolated periapical radiography. Inflammatory aspects and morphological alterations of the apical region, as well as the presence of systemic diseases, also directly influence the tissue response and the success of the treatment. It is concluded that the correct delimitation of the periapical margin should be integrated into the clinical strategy in an individualized manner, based on complementary localization methods, respecting the anatomy of the tooth and the biological factors involved. However, precision in measuring the working length is indispensable for the predictability and longevity of endodontic treatment.

Keywords: Endodontics. Apical margin. Working length. Apical locator. Endodontictreatment.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Forame Apical			
AIF	Alargamento Foraminal Intencional			
CA	Constrição Apical			
CBCT	<i>Cone-Beam Computed Tomography</i>			
CDJ	Articulação Dentinária Central			
TCR	Tratamento	de	Canal	Radicular

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	Fundamentos anatômicos e histológicos do ápice radicular	14
2.1.1	Estrutura anatômica do forame apical e constrição apical	14
2.1.2	Interface histológica entre o tecido pulpar e os tecidos periapicais.....	15
2.2	Métodos de localização do limite periapical	16
2.2.1	Localização do limite periapical por métodos radiográficos	16
2.2.2	Localização do limite periapical por localizadores eletrônicos foraminais.	18
2.3	Limites apicais trabalhados na Endodontia	20
2.3.1	Implicações clínicas da delimitação do limite periapical.....	23
2.3.2	Consequências da subinstrumentação ou sobre instrumentação	23
2.3.3	Prognóstico clínico relacionado à correta delimitação do limite.....	25
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	Tipo de estudo	28
3.2	Estratégia de busca.....	28
3.3	CrITÉrios de inclusão e exclusão	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A Endodontia é responsável pelo diagnóstico e tratamento das alterações que afetam a polpa dentária e os tecidos periapicais. Um dos pontos críticos dessa prática é a correta delimitação do limite periapical, essencial para garantir o sucesso terapêutico. A determinação do comprimento de trabalho deve considerar as variações anatômicas e biológicas presentes na região apical, o que exige precisão técnica e conhecimento das estruturas envolvidas (Travassos *et al.*, 2021a).

A anatomia do ápice radicular é complexa e variável. A região periapical compreende tecidos como o ligamento periodontal, o cimento e o osso alveolar, todos vulneráveis a processos inflamatórios resultantes de infecções pulpares. A abordagem endodôntica deve preservar essas estruturas, evitando a instrumentação além do forame apical, que pode gerar complicações clínicas (Karamifar; Tondari; Saghiri, 2020).

A instrumentação e a obturação que ultrapassam o limite periapical comprometem a integridade dos tecidos adjacentes. Esse extravasamento pode causar dor pós-operatória, reações inflamatórias e retardar a cicatrização. Para minimizar tais riscos, é necessário estabelecer o comprimento de trabalho com base em critérios clínicos e radiográficos seguros (Souza *et al.*, 2021).

Radiografias periapicais são frequentemente utilizadas para a definição do limite apical. No entanto, a interpretação dessas imagens exige atenção, pois distorções e sobreposições anatômicas podem dificultar a visualização precisa do forame. Em casos complexos, a tomografia computadorizada de feixe cônico oferece uma alternativa tridimensional mais acurada (Antony; Thomas; Nivedhitha, 2020).

A detecção de lesões periapicais também representa um desafio diagnóstico. Embora a maioria das alterações derive de infecções endodônticas, há registros significativos de diagnósticos não endodônticos em biópsias periapicais. Isso reforça a importância da anamnese detalhada, exames complementares e diagnóstico diferencial criterioso (Rudman *et al.*, 2022).

A utilização de diferentes materiais obturadores pode influenciar no grau de irritação periapical e na qualidade do selamento. Seladores endodônticos demonstram variações na resposta tecidual e na dor pós-operatória, sugerindo que a escolha do material deve considerar tanto propriedades físico-químicas quanto a biocompatibilidade (Khandelwal *et al.*, 2022).

A presença de lesões periapicais assépticas pode induzir a erro diagnóstico, levando à indicação de intervenções desnecessárias. Em casos em que não há infecção ativa, a conduta conservadora pode ser eficaz, desde que haja acompanhamento clínico e radiográfico. Essa abordagem exige conhecimento aprofundado sobre os mecanismos de reparo periapical (Travassos *et al.*, 2021a).

Complicações intraoperatórias, como fratura de instrumentos, perfurações ou extravasamento de irrigantes têm relação direta com o desconhecimento ou negligência do limite apical. A padronização de condutas, aliada à capacitação técnica, reduz a ocorrência desses eventos adversos e favorece a previsibilidade dos resultados (Mascarello, 2021).

Além da técnica, o controle da dor pós-operatória é outro indicativo da qualidade do tratamento endodôntico. O respeito ao limite apical contribui para reduzir a liberação de mediadores inflamatórios na região periapical. Estratégias auxiliares, como a terapia fotodinâmica, vêm sendo avaliadas quanto a sua eficácia na modulação da resposta inflamatória (Souza *et al.*, 2021).

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo geral avaliar o limite apical mais indicado para a instrumentação no tratamento endodôntico, destacando as implicações clínicas da escolha do limite. Essa avaliação pode contribuir para maior previsibilidade e sucesso do tratamento.

Para tanto, será necessário analisar os fundamentos biológicos, clínicos e tecnológicos que determinam a localização e a importância do limite periapical nos tratamentos endodônticos. Especificamente, busca-se: (1) investigar os conceitos anatômicos e histológicos relacionados à região periapical e sua relevância na determinação do limite apical; (2) avaliar os métodos clínicos e tecnológicos utilizados para a localização do limite periapical durante o tratamento endodôntico e; (3) avaliar os limites apicais a serem trabalhados.

O tema é relevante diante do número expressivo de insucessos endodônticos relacionados à sobre instrumentação ou à obturação além do ápice. Essas falhas refletem tanto a limitação dos métodos de localização quanto falhas na execução clínica. Assim, torna-se necessário investigar a efetividade dos critérios atualmente utilizados para definição do limite periapical, bem como as consequências clínicas de sua má delimitação (Karamifar; Tondari; Saghiri, 2020; Rudman *et al.*, 2022).

Portanto, este estudo se justifica diante da necessidade de sistematizar os conhecimentos sobre o limite periapical, visto que erros nessa delimitação impactam

diretamente na cicatrização periapical e no sucesso do tratamento. A problemática central reside na dificuldade em estabelecer um critério objetivo, confiável e reprodutível para localização precisa desse limite. A variabilidade anatômica, as limitações dos métodos de imagem e os diferentes níveis de capacitação clínica contribuem para a persistência de falhas (Antony; Thomas; Nivedhitha, 2020; Mascarello, 2021).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fundamentos anatômicos e histológicos do ápice radicular

2.1.1 Estrutura anatômica do forame apical e constrição apical

A delimitação do forame apical é um dos aspectos mais complexos na prática endodôntica. Esse forame raramente coincide com o ápice anatômico, estando frequentemente deslocado lateralmente ou situado em posição irregular. A constrição apical, considerada o ponto ideal de término da instrumentação pode estar ausente em muitos casos, dificultando a padronização do tratamento e aumentando os riscos de sobre instrumentação. O chamado ‘tampão inflamatório’ presente na região apical, quando associado à reabsorção apical ou infecção crônica, pode alterar a anatomia original e eliminar os limites naturais do canal. Essa condição interfere na delimitação do comprimento de trabalho e exige ajustes clínicos (Zaky *et al.*, 2020).

Um estudo com *micro-computed tomography* revela grande diversidade nos formatos, diâmetros e localizações dos forames apicais, mesmo entre dentes do mesmo grupo. Em primeiros pré-molares inferiores foi observada uma ampla variação morfológica, o que dificulta a adoção de padrões universais para a definição do limite apical. A média da distância entre a constrição e o forame pode ultrapassar 0,5 mm, dependendo da anatomia do dente e da idade do paciente. Essa variação anatômica tem impacto direto sobre a eficácia da obturação apical, principalmente quando o selamento é feito além do forame (Wolf *et al.*, 2020).

A presença de canais acessórios e forames múltiplos é comum na região apical, o que compromete o selamento tridimensional. Mesmo com o uso de técnicas rotatórias e sistemas de obturação termo plastificados, essas estruturas representam um desafio para a completa desinfecção e preenchimento do canal. A identificação clínica do limite apical muitas vezes depende da combinação de recursos, como localizadores eletrônicos e exames radiográficos. No entanto, a confiabilidade desses métodos pode ser afetada por fatores como presença de umidade, anatomia irregular e canais com grandes curvaturas (Wolf *et al.*, 2020).

Casos de sobre instrumentação estão frequentemente relacionados à falha na detecção da constrição apical. A ultrapassagem dessa região pode causar hemorragia, inflamação e reabsorção dos tecidos periapicais. Além disso, o

extravasamento de materiais obturadores pode dificultar a cicatrização óssea. Em dentes com ápices imaturos ou reabsorções avançadas, a ausência de uma constrição definida exige técnicas alternativas, como o uso de barreiras artificiais. Nessas situações, a instrumentação deve ser criteriosa para evitar danos adicionais aos tecidos periapicais (Stanev; Yantcheva, 2024).

A mensuração precisa do comprimento de trabalho até a constrição fisiológica é essencial para o sucesso do tratamento. A negligência quanto a esse parâmetro resulta em maior taxa de insucesso e complicações pós-operatórias, como dor e persistência de infecção. O conhecimento aprofundado da anatomia do ápice radicular é indispensável para o estabelecimento de estratégias terapêuticas mais seguras e eficazes. A individualização dos procedimentos com base na morfologia apical contribui para o controle da infecção e a preservação dos tecidos periapicais (Stanev; Yantcheva, 2024).

2.1.2 Interface histológica entre o tecido pulpar e os tecidos periapicais

A interface histológica entre a polpa e os tecidos periapicais representa uma zona ativa na resposta inflamatória frente a infecções endodônticas. Essa região possui grande quantidade de vasos, fibras colágenas, fibroblastos e células imunológicas que se organizam de forma dinâmica em resposta ao dano tecidual. O ‘tampão inflamatório’, identificado em modelos *in vivo*, é composto por tecido conjuntivo inflamado, mediadores químicos e células de defesa. Essa estrutura pode limitar a progressão bacteriana, mas também dificultar a regeneração pulpar em terapias biológicas como a revascularização (Zaky *et al.*, 2020).

A resposta inflamatória nos tecidos periapicais envolve a liberação de citocinas, como interleucinas e fator de necrose tumoral, que ativam o recrutamento de neutrófilos, macrófagos e células dendríticas. Esses elementos eliminam patógenos, mas em excesso, causam destruição tecidual. Células do sistema imune também contribuem para o início do processo de reparo, por meio da liberação de fatores angiogênicos e mediadores pró-cicatrizantes. No entanto, a presença contínua de biofilmes intrarradiculares pode manter a inflamação crônica e impedir a regeneração. A intensa vascularização da região periapical favorece a chegada de células inflamatórias, mas também aumenta o risco de disseminação bacteriana para tecidos adjacentes. A magnitude da resposta depende da virulência dos

microrganismos e da imunocompetência do hospedeiro (Galler *et al.*, 2021).

Doenças sistêmicas, como fibrose hepática, interferem diretamente na histopatologia periapical. Foi identificado aumento de infiltrado inflamatório, necrose extensa e retardo na cicatrização após tratamento endodôntico. A inflamação crônica modifica a arquitetura dos tecidos periapicais, com substituição por tecido de granulação, reabsorção óssea e neoformação vascular desorganizada. Tais alterações dificultam a eficácia das técnicas convencionais de obturação e desinfecção (Cantiga-Silva *et al.*, 2021).

Dentes com periodontite apical apresentam modificações morfológicas significativas na região do forame, como aumento do diâmetro e perda da delimitação da constrição apical. Essas mudanças reduzem a capacidade de contenção de materiais e favorecem recidivas infecciosas. As reabsorções internas e externas observadas em dentes com inflamação crônica são resultados da ação de osteoclastos ativados por mediadores inflamatórios. Isso compromete a estabilidade óssea periapical e dificulta o controle da infecção residual (Zhang *et al.*, 2022).

2.2 Métodos de localização do limite periapical

2.2.1 Localização do limite periapical por métodos radiográficos

A determinação do comprimento de trabalho é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico. Entre os métodos disponíveis, a radiografia periapical é um dos mais utilizados, tanto em ambientes clínicos quanto acadêmicos. Essa técnica fornece uma visualização bidimensional da anatomia radicular, permitindo estimar a posição do forame apical com base em referências anatômicas. No entanto, sua eficácia está condicionada à qualidade da imagem, ao posicionamento da película e à experiência do operador (Sridhara *et al.*, 2020).

Em comparação entre radiografias intraorais e extraorais, a técnica intraoral demonstrou maior precisão na determinação do comprimento de trabalho. Em estudo *in vivo* com pacientes pediátricos, verificou-se que a radiografia intraoral permitiu melhor identificação da constrição apical, especialmente em molares. Apesar de a técnica extraoral ser útil em pacientes com limitações anatômicas ou motoras, sua acurácia foi inferior em relação ao método convencional (Sridhara *et al.*, 2020).

A acurácia da radiografia periapical na definição do comprimento de trabalho foi avaliada em estudos *in vitro* e demonstrou-se limitada, principalmente em canais com curvaturas acentuadas ou em presença de reabsorções. Em comparação com a tomografia computadorizada de feixe cônico (*Cone-Beam Computed Tomography*–CBCT), a imagem radiográfica falhou em representar com fidelidade as estruturas apicais, especialmente em canais obliterados ou com anatomia irregular (Basaiwala *et al.*, 2020).

A CBCT oferece imagens tridimensionais com maior resolução espacial, o que facilita a visualização da posição do forame e da constrição apical. Apesar de não ser indicada como método de rotina devido ao custo e a exposição à radiação, a tomografia pode ser utilizada em casos de diagnóstico complexo ou planejamento cirúrgico, ampliando a precisão na definição do limite apical (Basaiwala *et al.*, 2020).

Entretanto, mesmo a CBCT pode apresentar limitações na visualização de canais extremamente finos ou calcificados. Em estudos comparativos, a sobreposição de estruturas anatômicas e artefatos metálicos foram identificados como fatores que interferem na interpretação correta das imagens. Assim, a radiografia periapical ainda é considerada viável em contextos clínicos cotidianos, desde que aplicada com técnica adequada (Abidi *et al.*, 2020).

A confiabilidade da radiografia periapical é maior quando associada à avaliação clínica detalhada, considerando fatores como resposta ao teste de sensibilidade, presença de lesões e anatomia coronária. Em dentes posteriores, a visualização do ápice radicular pode ser dificultada pela sobreposição das estruturas ósseas, o que exige a realização de tomadas radiográficas em diferentes angulações (Abidi *et al.*, 2020).

Para minimizar os erros na determinação do comprimento de trabalho, recomenda-se o uso combinado da radiografia com localizadores apicais eletrônicos. Essa associação aumenta a precisão e reduz o risco de instrumentação além do limite anatômico, oferecendo maior segurança ao clínico, principalmente em dentes com raízes curvadas ou múltiplos canais (Araújo; Oliveira; Borges, 2020).

A radiografia isolada tende a superestimar o comprimento do canal radicular, principalmente quando há presença de lesões periapicais. Isso ocorre porque a destruição óssea e a reabsorção da região apical alteram os referenciais anatômicos utilizados para mensuração, levando à possibilidade de extravasamento de materiais (Travassos *et al.*, 2021a).

Na graduação em Odontologia, a radiografia ainda é ensinada como principal recurso para estimativa do comprimento de trabalho. Contudo, a integração de tecnologias auxiliares tem sido incentivada, principalmente para ampliar a segurança do procedimento e a capacidade crítica do aluno frente às variações anatômicas. A aplicação correta da técnica radiográfica, aliada ao conhecimento da anatomia radicular e à interpretação crítica das imagens obtidas, é determinante para a eficácia do tratamento. A limitação da visão bidimensional não deve ser ignorada, sendo fundamental a associação com outros métodos de avaliação para garantir resultados mais previsíveis e seguros (Bezerra *et al.*, 2024).

2.2.2 Localização do limite periapical por localizadores eletrônicos foraminais

Os localizadores apicais eletrônicos revolucionaram a Endodontia ao oferecerem maior precisão na identificação do limite apical. Esses dispositivos operam por meio da variação da impedância elétrica entre o instrumento endodôntico e os tecidos periapicais, permitindo determinar com maior exatidão o ponto onde o canal radicular se comunica com o tecido periodontal. A acurácia dos aparelhos modernos, sobretudo de quarta e quinta geração, tem superado a obtida por métodos radiográficos isolados em diversos contextos clínicos (Abidi *et al.*, 2020).

Localizadores eletrônicos são eficazes mesmo em canais com curvaturas acentuadas ou em casos com presença de líquidos irrigadores. Diferente da radiografia periapical, que depende da interpretação subjetiva da imagem, o localizador oferece leitura digital em tempo real, reduzindo as margens de erro na definição do comprimento de trabalho. Essa característica proporciona maior segurança ao procedimento, principalmente em dentes com anatomia radicular complexa (Abidi *et al.*, 2020).

Em comparação com o método radiográfico, os dispositivos eletrônicos apresentaram melhor desempenho na determinação do comprimento de trabalho, especialmente quando usados em associação com motores endodônticos com localizadores acoplados. Essa tecnologia integrada permite realizar a instrumentação com *feedback* constante da posição do instrumento, otimizando o tempo clínico e evitando ultrapassagens (Abidi *et al.*, 2020).

A eficácia dos localizadores também foi comprovada em ambientes

laboratoriais. Em estudo *in vitro*, um novo localizador eletrônico foraminal foi avaliado quanto à sua acurácia em dentes com ápice aberto. Os resultados mostraram alta precisão, mesmo em situações com grande diâmetro apical, o que reforça sua aplicabilidade em casos de rizogênese incompleta ou reabsorções extensas (Araújo Oliveira; Borges, 2020).

Esses aparelhos se mostraram menos suscetíveis às variações de condutividade causadas por irrigantes como hipoclorito de sódio e EDTA. Além disso, a calibragem eletrônica automática de muitos modelos atuais permite compensar interferências eletrolíticas, garantindo leituras confiáveis em diferentes condições clínicas. Essa adaptação torna o localizador uma ferramenta viável em todos os estágios do preparo biomecânico (Araújo; Oliveira; Borges, 2020).

Em avaliação clínica comparativa entre odontometria eletrônica e radiográfica, verificou-se que os localizadores apresentaram menor variação em relação ao verdadeiro comprimento do canal. Enquanto a radiografia demonstrou uma tendência a superestimar a extensão apical, os localizadores mantiveram maior proximidade com a posição da constrição fisiológica, especialmente em dentes posteriores (Travassos *et al.*, 2021b).

O uso de localizadores eletrônicos é especialmente recomendado em dentes com alterações estruturais apicais, como reabsorções internas ou lesões periapicais. Nesses casos, a perda dos referenciais anatômicos inviabiliza a estimativa adequada por imagem, sendo necessário um método que considere as propriedades físicas da região, como oscilação de corrente e resistência elétrica (Travassos *et al.*, 2021b). Além disso, os localizadores reduzem a necessidade de múltiplas exposições radiográficas durante o procedimento, o que representa um benefício tanto para o paciente quanto para o profissional. Essa vantagem está alinhada aos princípios de radioproteção e à otimização do tempo clínico, tornando o tratamento mais eficiente e seguro (Bezerra *et al.*, 2024).

Contudo, é importante ressaltar que a acurácia dos localizadores depende da correta técnica de uso. O contato inadequado do clip labial, a presença excessiva de fluido no canal ou falhas no isolamento absoluto podem comprometer a leitura. Portanto, seu uso deve estar associado ao conhecimento técnico e à confirmação por outros métodos sempre que houver dúvida (Bezerra *et al.*, 2024).

Adentrando ao objetivo principal deste estudo, desse ponto em diante, serão destacadas as limitações clínicas ideais para a instrumentação.

2.3 Limites apicais trabalhados na Endodontia

Embora muitos estudos tenham sido publicados, ainda há muitas controvérsias com respeito ao limite apical da instrumentação e obturação. A determinação adequada do limite apical ideal é de extrema importância, pois a instrumentação excessiva ou insuficiente pode causar complicações pós-tratamento e influenciar o sucesso terapêutico (Cailleteau; Mullane, 1977; Negishi; Kawanami; Ogam, 2005; Assiri *et al.*, 2024). Há debates sobre a extensão do limite apical do preparo do canal radicular. Essa controvérsia se baseia em diferentes opiniões clínicas sobre a distância entre o ponto final do preparo do canal radicular e os tecidos periodontais (Simon *et al.*, 2009).

Em um canal radicular com necrose pulpar e lesão periapical, sabe-se que o canal cementário está repleto de bactérias, particularmente anaeróbias, e a permeabilidade apical permite a manutenção do acesso a essa porção do canal. No entanto, deve-se levar em consideração que a manutenção da permeabilidade apical não limpa o forame, apenas evita o bloqueio apical por aprisionamento de fragmentos de dentina. O forame apical deve ser instrumentado para ser efetivamente limpo (Souza, 2003). Em outras palavras, um forame patente não está necessariamente limpo, pois a permeabilidade apical e a limpeza apical são dois procedimentos distintos (Souza, 2006).

Wolf *et al.* (2020) realizaram uma análise tridimensional da morfologia radicular de primeiros pré-molares inferiores por meio de *micro-computed tomography* e identificaram grande variação na forma e posição do forame apical. As diferenças anatômicas encontradas reforçam a necessidade de individualização na definição do comprimento de trabalho, dado que o forame raramente coincide com o ápice anatômico. Já Zaky *et al.* (2020) estudaram, em modelo *in vivo*, a influência do 'tampão inflamatório' na regeneração pulpar e observaram que esse tecido, presente na região periapical inflamada, interfere na reparação biológica e pode dificultar o sucesso de técnicas regenerativas, especialmente quando há extravasamento de material além do forame.

Galler *et al.* (2021) descreveram os mecanismos inflamatórios do complexo dentina-polpa e tecidos periapicais. Identificaram que a ativação imune local afeta diretamente a resposta inflamatória e a capacidade de cicatrização, sendo a localização correta do limite apical determinante para evitar a perpetuação do

processo patológico. Cantiga-Silva *et al.* (2021) analisaram o perfil inflamatório de ratos com fibrose hepática e observaram que doenças sistêmicas potencializam a inflamação periapical. A resposta exacerbada indica que a delimitação precisa do limite apical é ainda mais crítica em pacientes sistemicamente comprometidos.

Zhang *et al.* (2022) identificaram alterações morfológicas significativas no ápice de dentes com periodontite apical, como alargamento do forame e reabsorções. Esses achados demonstram que a inflamação crônica modifica os marcos anatômicos apicais, dificultando o estabelecimento de um comprimento de trabalho adequado. Sridhara *et al.* (2020) compararam técnicas radiográficas intraorais e extraorais para determinação do comprimento de trabalho e concluíram que a técnica intraoral oferece maior acurácia. Contudo, sua limitação reside na interpretação subjetiva das imagens e na sobreposição anatômica em áreas posteriores.

Basaiwala *et al.* (2020) avaliaram a CBCT e observaram que, embora ofereça melhor visualização tridimensional, a tomografia não substitui completamente a necessidade de controle clínico rigoroso. Em canais curvos ou calcificados, ainda há risco de imprecisão. Abidi *et al.* (2020) compararam radiografias periapicais com motores endodônticos equipados com localizadores apicais e concluíram que estes últimos apresentaram resultados mais precisos na localização da constrição apical, sobretudo em condições clínicas mais desafiadoras.

Araújo, Oliveira e Borges (2020) investigaram *in vitro* a acurácia de um novo localizador eletrônico foraminal e observaram desempenho superior mesmo em canais amplos e com ápice aberto, sugerindo aplicabilidade clínica promissora em situações de complexidade anatômica. Travassos *et al.* (2021a) compararam a odontometria eletrônica à radiográfica e demonstraram maior confiabilidade do método eletrônico, especialmente quando associado ao uso de motores endodônticos integrados. Isso proporcionou maior controle na instrumentação apical.

Bezerra *et al.* (2024) relataram, em contexto acadêmico, que o uso de tecnologias como localizadores apicais otimizou os tratamentos endodônticos realizados por alunos. A utilização desses dispositivos reduziu o número de falhas e aumentou a confiança clínica na delimitação do limite apical. Karamifar, Tondari e Saghiri (2020) destacaram a etiologia bacteriana das lesões periapicais e reforçaram a importância da completa desinfecção do canal radicular. A delimitação incorreta do limite impede a eliminação dos microrganismos e favorece a manutenção de

infecções crônicas.

Bispo *et al.* (2021) relataram casos de insucesso endodôntico relacionados à extrusão de material obturador. A presença de guta-percha além do forame, induziu resposta inflamatória persistente, exigindo remoção cirúrgica. A causa foi atribuída à sobre instrumentação. Hori *et al.* (2021) evidenciaram a importância da limpeza eficaz do canal radicular. Destacaram que falhas na delimitação do comprimento de trabalho, tanto para menos, quanto para mais, comprometem a desinfecção, sendo essencial alcançar a constrição fisiológica para garantir o sucesso terapêutico.

Rodrigues *et al.* (2021) relataram um caso de selamento de perfuração radicular sem retratamento, com bom prognóstico. No entanto, ressaltaram que a manutenção do tratamento original só foi possível porque o limite apical havia sido corretamente respeitado na terapia inicial. Gabrielli *et al.* (2022) compararam infecções endodônticas sintomáticas e assintomáticas e identificaram maior concentração de endotoxinas em casos mal instrumentados. A permanência dessas substâncias em canais subinstrumentados impediu a resolução das lesões periapicais.

Travassos *et al.* (2025) descreveram um retratamento de dente com lesão periapical extensa e obturação aquém do ideal. Após redefinição do comprimento de trabalho e nova obturação até a constrição, foi observada regressão completa da lesão no acompanhamento de seis meses. Ao confrontar os estudos, é possível notar consenso sobre a importância da delimitação precisa do limite apical.

Trabalhos como os de Wolf *et al.* (2020) e Stanev e Yantcheva (2024) reforçam que a variabilidade anatômica impede a adoção de uma abordagem padronizada. Nesse sentido, a utilização de tecnologias como os localizadores eletrônicos, conforme demonstrado por Abidi *et al.* (2020) e Araújo, Oliveira e Borges (2020), apresenta-se como alternativa eficaz à limitação dos métodos radiográficos destacados por Sridhara *et al.* (2020).

Do ponto de vista biológico, estudos como os de Zaky *et al.* (2020) e Galler *et al.* (2021) apontam que a inflamação periapical e a presença de mediadores químicos afetam diretamente o sucesso da cicatrização, sendo a ultrapassagem do forame apical um fator de risco. Essa observação é reforçada por Gabrielli *et al.* (2022), que demonstraram a permanência de endotoxinas em tratamentos subinstrumentados.

No campo clínico, as evidências trazidas por Bispo *et al.* (2021), Hori *et al.*

(2021) e Travassos *et al.* (2025) demonstram que tanto a subinstrumentação quanto a sobre instrumentação comprometem o prognóstico, exigindo muitas vezes retratamentos complexos. Assim, observa-se coerência entre os achados anatômicos, clínicos, radiográficos e microbiológicos, todos reforçando que o respeito ao limite apical é central para a efetividade do tratamento endodôntico.

Em seu estudo sobre o efeito do alargamento do forame apical na dor pós-operatória e nos marcadores inflamatórios em dentes mandibulares unirradiculares assintomáticos com periodontite apical Pooja Gandhe *et al.* (2024), realizaram um ensaio clínico randomizado e controlado *in vivo*. Segundo os autores, o alargamento intencional do forame apical é necessário para reduzir a carga microbiana, a inflamação e os marcadores inflamatórios quando a infecção se desenvolve além da faixa de constrição apical. A redução dos marcadores inflamatórios foi mais eficaz no TCR com alargamento apical do que no TCR sem alargamento apical. O TCR com alargamento apical causou dor leve nos pacientes imediatamente após o tratamento, que diminuiu gradualmente ao longo do tempo.

2.3.1 Implicações clínicas da delimitação do limite periapical

2.3.2 Consequências da subinstrumentação ou sobre instrumentação

A instrumentação correta do canal radicular é determinante para o sucesso do tratamento endodôntico. Tanto a subinstrumentação quanto a sobre instrumentação geram impactos negativos na resposta dos tecidos periapicais, comprometendo o processo de cicatrização. A subinstrumentação impede a remoção completa de tecido necrótico e microrganismos, favorecendo a persistência da infecção, enquanto a sobre instrumentação pode causar extravasamento de material e lesão aos tecidos adjacentes (Karamifar; Tondari; Saghiri, 2020).

A etiologia das lesões periapicais está associada principalmente à presença de microrganismos nos canais radiculares. Quando o limite de instrumentação é insuficiente, ocorre acúmulo de detritos e toxinas que se mantêm além da capacidade de resposta imune local. Essas lesões podem se tornar crônicas e assintomáticas, dificultando o diagnóstico e interferindo no sucesso clínico a longo prazo (Karamifar Tondari; Saghiri; 2020).

Em casos de insucesso endodôntico, observou-se a presença de material

obturador além do forame apical, resultando em reação inflamatória persistente. O extravasamento de instrumentos ou cones de guta-percha pode induzir resposta de corpo estranho, com formação de tecido de granulação, dor e aumento de mobilidade dentária. Esses efeitos estão diretamente relacionados à ultrapassagem do limite periapical (Bispo *et al.*, 2021).

A permanência de material obturador nos tecidos periapicais compromete a cicatrização e pode exigir intervenção cirúrgica para remoção. Há relatos de fragmentos de instrumentos fraturados e cones extruídos que provocaram lesões periapicais exuberantes, não resolvidas por terapia convencional. Nesses casos, a negligência quanto à delimitação apical adequada comprometeu todo o tratamento (Bispo *et al.*, 2021).

A sobre instrumentação pode ainda promover microfissuras na parede radicular apical, facilitando a recontaminação por via retrógrada. Além disso, o trauma mecânico nos tecidos periapicais estimula a liberação de mediadores inflamatórios, intensificando o processo infeccioso e dificultando o reparo. Isso é particularmente grave em pacientes com resposta imune deficiente (Hori *et al.*, 2021).

A falha na limpeza completa do canal, consequência da subinstrumentação, permite a permanência de biofilmes e resíduos necróticos. A colonização bacteriana em áreas não tocadas pelos instrumentos endodônticos é um fator relevante para a manutenção de infecções assintomáticas e para a recidiva de lesões, mesmo após a obturação (Hori *et al.*, 2021).

A correta desinfecção do sistema de canais exige que os instrumentos alcancem a região mais próxima possível da constrição apical. A ausência de padronização na delimitação do comprimento de trabalho leva à inconsistência nos resultados clínicos. Isso destaca a importância da combinação de métodos eletrônicos e radiográficos para melhor definição do limite apical (Hori *et al.*, 2021).

A manutenção da viabilidade bacteriana nos canais subinstrumentados também está relacionada à composição da microbiota. Em infecções assintomáticas, os níveis de endotoxinas e ácidos lipoteicóicos são elevados, mesmo sem sinais clínicos evidentes. Essas substâncias são potentes indutores de inflamação e impedem a resolução completa da lesão periapical (Gabrielli *et al.*, 2022).

A análise microbiológica de infecções endodônticas mostrou que, mesmo após sessões de instrumentação e irrigação, há presença de bactérias viáveis em

regiões não alcançadas pelo preparo. A falha na eliminação completa dos contaminantes, sobretudo nas ramificações apicais, reforça a importância de alcançar o comprimento de trabalho com precisão (Gabrielli *et al.*, 2022).

No retratamento endodôntico, é comum a necessidade de corrigir falhas de instrumentação anteriores. Um caso clínico com obturação aquém do limite ideal e lesão periapical extensa demonstrou que a reinstrumentação até a constrição fisiológica, associada à obturação adequada, promoveu regressão significativa da lesão em seis meses de acompanhamento (Travassos *et al.*, 2025).

O tratamento de dentes com sobre instrumentação e extrusão de material requer abordagem cuidadosa. Além da reinstrumentação, pode ser necessário o uso de agentes anti-inflamatórios e controle rigoroso da resposta tecidual. A remoção de resíduos extruídos, quando possível, favorece o restabelecimento do tecido periapical e a integridade do ligamento periodontal (Travassos *et al.*, 2025).

2.3.3 Prognóstico clínico relacionado à correta delimitação do limite

A delimitação precisa do limite apical está diretamente associada ao sucesso do tratamento endodôntico. A manutenção da instrumentação e da obturação até a constrição apical, sem ultrapassá-la, é um fator que favorece a cicatrização dos tecidos periapicais e impede a reinfecção do canal radicular. A correta delimitação permite o controle microbiano efetivo e reduz as chances de recidiva da infecção (Karamifar; Tondari; Saghiri2020).

O prognóstico favorável depende da capacidade de alcançar a região apical sem lesionar os tecidos periapicais. Quando o comprimento de trabalho é bem estabelecido, há menor risco de extrusão de debris, irrigantes e materiais obturadores, todos implicados em reações inflamatórias e complicações pós-operatórias. Isso contribui para a preservação da homeostase tecidual e acelera o processo reparador (Karamifar; Tondari; Saghiri2020).

Nos casos em que o limite é respeitado, observa-se maior taxa de sucesso clínico e radiográfico. A ausência de sinais e sintomas após a conclusão do tratamento, associada à regressão das lesões periapicais, indica a eficácia da abordagem. A precisão no comprimento de trabalho impede o contato direto de materiais irritantes com os tecidos vitais adjacentes, promovendo um ambiente favorável à regeneração (Bispo *et al.*, 2021).

Dentes retratados com base em nova delimitação do comprimento de trabalho, utilizando técnicas eletrônicas e radiográficas combinadas, apresentaram melhora significativa na resposta inflamatória. Mesmo em casos de extrusão prévia de material, a reinstrumentação até a constrição anatômica favoreceu a resolução do quadro infeccioso (Bispo *et al.*, 2021).

A qualidade da limpeza do sistema de canais, alcançada com instrumentação dentro dos limites anatômicos, também influencia diretamente o sucesso do tratamento. A desinfecção adequada depende da remoção de tecidos necróticos e biofilmes, especialmente na região apical, onde há maior complexidade anatômica. A obtenção de um canal limpo e livre de resíduos é essencial para evitar falhas (Hori *et al.*, 2021).

Durante o retratamento, a redefinição do limite apical é crítica para corrigir falhas anteriores. A reinstrumentação que respeita a constrição fisiológica permite a remoção de restos obturadores e contaminantes remanescentes, melhorando o ambiente para a cicatrização. O selamento apical adequado contribui para o fechamento hermético do sistema, evitando a reinfecção de bactérias (Hori *et al.*, 2021).

A decisão de realizar ou não retratamento deve considerar o estado clínico e radiográfico do dente. Em casos de perfurações cervicais sem comprometimento apical, a manutenção do tratamento original, com correção apenas da perfuração, pode ser suficiente. No entanto, quando o limite apical foi negligenciado, a chance de insucesso é elevada e o retratamento é indicado (Rodrigues *et al.*, 2021).

O sucesso clínico está diretamente associado à eliminação do biofilme apical. Em estudo com análise de conteúdo microbiano, observou-se que infecções sintomáticas e assintomáticas apresentaram diferenças significativas na quantidade de lipopolissacarídeos e ácidos lipoteicóicos. Esses compostos são altamente tóxicos e, se não eliminados, comprometem a cicatrização mesmo após a obturação (Gabrielli *et al.*, 2022).

A obtenção do comprimento de trabalho até a constrição fisiológica permite o acesso à região onde esses compostos se acumulam. Assim, a instrumentação eficaz dessa zona é decisiva para o sucesso do tratamento. O uso de irrigação ativa e instrumentos de ponta reduz a carga microbiana, mas apenas se o limite for corretamente estabelecido (Gabrielli *et al.*, 2022).

Um caso clínico de retratamento com lesões periapicais extensas demonstrou

que a redefinição do limite apical, aliada à adequada obturação e medicação intracanal, pode levar à regressão completa da lesão. Em acompanhamento de seis meses, observou-se recuperação óssea progressiva e ausência de sintomatologia, confirmando o impacto positivo da delimitação precisa (Travassos *et al.*, 2025).

A literatura evidencia que a correta delimitação do limite periapical melhora os desfechos clínicos e reduz a necessidade de intervenções futuras. A precisão no comprimento de trabalho é um dos pilares do tratamento endodôntico bem-sucedido e deve ser priorizada em todos os casos, independentemente da complexidade anatômica ou do tipo de dente tratado (Travassos *et al.*, 2025).

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo

O presente estudo é caracterizado como revisão da literatura, com abordagem qualitativa em relação à avaliação do limite apical mais indicado para a instrumentação no tratamento endodôntico, destacando as implicações clínicas da escolha do limite.

Optou-se pela revisão da literatura pois ela permite sintetizar os resultados de pesquisas anteriores, o que proporciona uma comparação das condutas clínicas baseadas em evidências. Para tanto, será consultada a literatura disponível, que permite um diálogo entre vários autores (Marconi; Lakatos, 2017).

Esta pesquisa também pode ser considerada como qualitativa, uma vez que Marconi e Lakatos (2017) inferem que esse tipo de pesquisa consiste na análise e interpretação das questões de forma mais aprofundada, sendo uma análise mais detalhada das investigações.

3.2 Estratégia de busca

Os dados foram coletados através de pesquisas publicadas em bases de dados eletrônicas reconhecidas na área da saúde, tais como PubMed, Scopus, Web of Science, SciELO, periódicos da área de odontologia, saúde e estética. Serão utilizadas as palavras-chaves 'endodontia, limite periapical, comprimento de trabalho, localizador apical, tratamento endodôntico, dentre outras.

3.3 Critérios de inclusão e exclusão

Para a escolha dos artigos foram aplicados critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão compreenderam artigos publicados nas bases de dados mencionadas, com textos completos acessíveis nos idiomas português e inglês.

Já como critério de exclusão foram descartados artigos que não estavam na íntegra, estudos duplicados e que não se adequavam ao tema proposto.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A profundidade à qual a instrumentação deve ser confinada durante o preparo do canal tem sido motivo de debate, com os comprimentos sugeridos variando de 0,5 a 1 mm abaixo do ápice até além do forame apical em casos de dentes com polpas necróticas e patologia periapical (Ricucci 1998).

Wolf *et al.* (2020) realizaram uma análise tridimensional da morfologia radicular de primeiros pré-molares inferiores por meio de *micro-computed tomography* e identificaram grande variação na forma e posição do forame apical. As diferenças anatômicas encontradas reforçam a necessidade de individualização na definição do comprimento de trabalho, dado que o forame raramente coincide com o ápice anatômico. Já Zaky *et al.* (2020) estudaram, em modelo *in vivo*, a influência do ‘tampão inflamatório’ na regeneração pulpar e observaram que esse tecido, presente na região periapical inflamada, interfere na reparação biológica e pode dificultar o sucesso de técnicas regenerativas, especialmente quando há extravasamento de material além do forame.

Galler *et al.* (2021) descreveram os mecanismos inflamatórios do complexo dentina-polpa e tecidos periapicais. Identificaram que a ativação imune local afeta diretamente a resposta inflamatória e a capacidade de cicatrização, sendo a localização correta do limite apical determinante para evitar a perpetuação do processo patológico. Cantiga-Silva *et al.* (2021) analisaram o perfil inflamatório de ratos com fibrose hepática e observaram que doenças sistêmicas potencializam a inflamação periapical. A resposta exacerbada indica que a delimitação precisa do limite apical é ainda mais crítica em pacientes sistemicamente comprometidos.

Zhang *et al.* (2022) identificaram alterações morfológicas significativas no ápice de dentes com periodontite apical, como alargamento do forame e reabsorções. Esses achados demonstram que a inflamação crônica modifica os marcos anatômicos apicais, dificultando o estabelecimento de um comprimento de trabalho adequado. Sridhara *et al.* (2020) compararam técnicas radiográficas intraorais e extraorais para determinação do comprimento de trabalho e concluíram que a técnica intraoral oferece maior acurácia. Contudo, sua limitação reside na interpretação subjetiva das imagens e na sobreposição anatômica em áreas posteriores.

Basaiwala *et al.* (2020) avaliaram a CBCT e observaram que, embora ofereça

melhor visualização tridimensional, a tomografia não substitui completamente a necessidade de controle clínico rigoroso. Em canais curvos ou calcificados, ainda há risco de imprecisão. Abidi *et al.* (2020) compararam radiografias periapicais com motores endodônticos equipados com localizadores apicais e concluíram que estes últimos apresentaram resultados mais precisos na localização da constrição apical, sobretudo em condições clínicas mais desafiadoras.

Araújo, Oliveira e Borges (2020) investigaram *in vitro* a acurácia de um novo localizador eletrônico foraminal e observaram desempenho superior mesmo em canais amplos e com ápice aberto, sugerindo aplicabilidade clínica promissora em situações de complexidade anatômica. Travassos *et al.* (2021a) compararam a odontometria eletrônica à radiográfica e demonstraram maior confiabilidade do método eletrônico, especialmente quando associado ao uso de motores endodônticos integrados. Isso proporcionou maior controle na instrumentação apical.

Bezerra *et al.* (2024) relataram, em contexto acadêmico, que o uso de tecnologias como localizadores apicais otimizou os tratamentos endodônticos realizados por alunos. A utilização desses dispositivos reduziu o número de falhas e aumentou a confiança clínica na delimitação do limite apical. Karamifar, Tondari e Saghiri (2020) destacaram a etiologia bacteriana das lesões periapicais e reforçaram a importância da completa desinfecção do canal radicular. A delimitação incorreta do limite impede a eliminação dos microrganismos e favorece a manutenção de infecções crônicas.

Bispo *et al.* (2021) relataram casos de insucesso endodôntico relacionados à extrusão de material obturador. A presença de guta-percha além do forame induziu resposta inflamatória persistente, exigindo remoção cirúrgica. A causa foi atribuída à sobre instrumentação. Hori *et al.* (2021) evidenciaram a importância da limpeza eficaz do canal radicular. Destacaram que falhas na delimitação do comprimento de trabalho, tanto para menos, quanto para mais, comprometem a desinfecção, sendo essencial alcançar a constrição fisiológica para garantir o sucesso terapêutico.

Rodrigues *et al.* (2021) relataram um caso de selamento de perfuração radicular sem retratamento, com bom prognóstico. No entanto, ressaltaram que a manutenção do tratamento original só foi possível porque o limite apical havia sido corretamente respeitado na terapia inicial. Gabrielli *et al.* (2022) compararam infecções endodônticas sintomáticas e assintomáticas e identificaram maior concentração de endotoxinas em casos mal instrumentados. A permanência dessas

substâncias em canais subinstrumentados impediu a resolução das lesões periapicais.

Travassos *et al.* (2025) descreveram um retratamento de dente com lesão periapical extensa e obturação aquém do ideal. Após redefinição do comprimento de trabalho e nova obturação até a constrição, foi observada regressão completa da lesão no acompanhamento de seis meses. Ao confrontar os estudos, é possível notar consenso sobre a importância da delimitação precisa do limite apical.

Trabalhos como os de Wolf *et al.* (2020) e Stanev e Yantcheva (2024) reforçam que a variabilidade anatômica impede a adoção de uma abordagem padronizada. Nesse sentido, a utilização de tecnologias como os localizadores eletrônicos, conforme demonstrado por Abidi *et al.* (2020) e Araújo, Oliveira e Borges (2020), apresenta-se como alternativa eficaz à limitação dos métodos radiográficos destacados por Sridhara *et al.* (2020).

Do ponto de vista biológico, estudos como os de Zaky *et al.* (2020) e Galler *et al.* (2021) apontam que a inflamação periapical e a presença de mediadores químicos afetam diretamente o sucesso da cicatrização, sendo a ultrapassagem do forame apical um fator de risco. Essa observação é reforçada por Gabrielli *et al.* (2022), que demonstraram a permanência de endotoxinas em tratamentos subinstrumentados.

No campo clínico, as evidências trazidas por Bispo *et al.* (2021), Hori *et al.* (2021) e Travassos *et al.* (2025) demonstram que tanto a subinstrumentação quanto a sobre instrumentação comprometem o prognóstico, exigindo muitas vezes retratamentos complexos. Assim, observa-se coerência entre os achados anatômicos, clínicos, radiográficos e microbiológicos, todos reforçando que o respeito ao limite apical é central para a efetividade do tratamento endodôntico.

Em seu estudo sobre o efeito do alargamento do forame apical na dor pós-operatória e nos marcadores inflamatórios em dentes mandibulares unirradiculares assintomáticos com periodontite apical Pooja Gandhe *et al.* (2024), realizaram um ensaio clínico randomizado e controlado *in vivo*. Segundo os autores, o alargamento intencional do forame apical é necessário para reduzir a carga microbiana, a inflamação e os marcadores inflamatórios quando a infecção se desenvolve além da faixa de constrição apical. A redução dos marcadores inflamatórios foi mais eficaz no TCR com alargamento apical do que no TCR sem alargamento apical. O TCR com alargamento apical causou dor leve nos pacientes imediatamente após o tratamento,

que diminuiu gradualmente ao longo do tempo.

Stanev e Yantcheva (2024) analisaram o diâmetro da constrição apical em diferentes dentes permanentes e confirmaram sua variabilidade entre grupos dentários. Concluíram que não há um padrão universal, o que reforça a importância de métodos individualizados e acurados de mensuração.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou que a delimitação precisa do limite periapical é um dos fatores determinantes para o sucesso do tratamento endodôntico. A análise da literatura demonstrou que a complexidade anatômica da região apical, somada à variabilidade individual dos forames e da constrição fisiológica, torna imprescindível o uso de métodos confiáveis para a mensuração do comprimento de trabalho.

A comparação entre diferentes tecnologias revelou que os localizadores eletrônicos foraminais, principalmente quando utilizados em associação com a radiografia, apresentam maior acurácia na identificação do limite apical, superando limitações dos métodos bidimensionais. Estudos clínicos, laboratoriais e histológicos apontaram que tanto a subinstrumentação quanto a sobre instrumentação estão associadas a desfechos negativos, como persistência de infecção, dor pós-operatória, inflamação periapical crônica e necessidade de retratamento.

Além disso, as alterações histopatológicas provocadas por processos inflamatórios e condições sistêmicas reforçam a necessidade de uma abordagem individualizada e conservadora. A correta definição do limite apical contribui para a preservação dos tecidos periapicais, controle da infecção e favorecimento do reparo tecidual.

Diante das evidências, conclui-se que a localização precisa do limite periapical não deve ser tratada como um aspecto técnico isolado, mas como parte integrante da estratégia terapêutica em Endodontia. Sua correta delimitação impacta diretamente na previsibilidade dos resultados clínicos e na longevidade do tratamento, sendo indispensável à prática endodôntica contemporânea.

REFERÊNCIAS

- ABIDI, S.Y.; AZFAR, M.; NAYAB, T.; SHAUKAT, A.; HASAN, M.; BAIG, N.N.; ABID, K. Accuracy of working length measurement with endo motor having built-in apex locator and comparison with periapical radiographs. **Journal of the Pakistan Medical Association**, v. 70, n. 3, p. 437-441, 2020.
- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. **Glossary of endodontic terms**. 7th ed. Chicago: American Association of Endodontists, 2003
- ANTONY, D.P.; THOMAS, T.; NIVEDHITHA, M.S. Two-dimensional periapical, panoramic radiography versus three-dimensional cone-beam computed tomography in the detection of periapical lesion after endodontic treatment: A systematic review. **Cureus** v. 19, n. 12, p. 4, 2020.
- ARAÚJO, I.S. OLIVEIRA, A.L.; BORGES, C.F. Avaliação *in vitro* da acurácia de um novo localizador eletrônico foraminal. **Journal of Dentistry & Public Health**, v. 11, n. 2, p. 103-110, 2020.
- ASSIRI, Y. H. H. *et al.* Apical Limits in Root Canal Therapy: A Review of Techniques and Success Rates. **Journal of International Crisis and Risk Communication Research**, v. 7, n. S10, 2024.
- BARROSO, J.A.Y.; UCHIMURA, J.Y.T.; ENDO, M.S.; PAVAN, N.N.O.; QUEIROZ, A. F. *In vitro* evaluation of the influence of patency file in maintaining the working length. *Revista de Odontologia da UNESP*, v. 46, n. 2, Mar-Apr. 2017.
- BASAIWALA, A.K.; MALA, K.; AHMED, J.; SHETTY, N.; GUPTA, A. Comparison of the diagnostic accuracy of cone-beam computed tomography and periapical radiography in determining endodontic working length: An: *in vitro*: study. **Saudi Endodontic Journal**, v. 10, n. 3, p. 208-214, 2020.
- BAUMGARTNER, J.C.; FALKLER, W.A. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. **Journal of Endodontics**, v. 17, p. 380-383, 1991.
- BEZERRA, P.A.; SILVA, R.H.F.; NASCIMENTO, R.P.; AROUCHA, J.M.; SILVA, E.L. O uso de tecnologias na otimização de tratamentos endodônticos realizados na graduação: relato de casos clínicos. **Revista Eletrônica da Estácio Recife**, v.11, n. 2, 2024.
- BISPO, A.L.O.; RODRIGUES, A.B.; LOPES, D.S.; LESSA, S.V. Tratamento de insucesso endodôntico com instrumental e material obturador nos tecidos apicais. **Revista Eletrônica Acervo Odontológico**, v. 3, p. e9240, 2021.
- BOURREAU, M.L.S.; FROZONI, M.R.S.; MOTA, M.J.B.B.; ZAIA, A.A.; LIMA, C.O.; PRADO, M *et al.* Evaluation of single visit endodontic treatment and non-surgical retreatment with foraminal enlargement of teeth with apical periodontitis? **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 77, p. e1484, 2020.

BUCHANAN, L.S. **Working length and apical patency: the control factors.** Endod Rep. Fall-Winter, 1987. p.16-20.

CAILLETEAU, J.G.; MULLANEY, T.P. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. **Journal Endodontic**, v. 23, p. 394-396, 1997.

CANTIGA-SILVA, C.; ESTRELA, C.; SEGURA-EGEA, J.J.; AZEVEDO, J.P. de. OLIVEIRA, P.H.; CARDOSO, C.B.; PINHEIRO, T.N.; ERVOLINO, E.; SIVIERI-ARAÚJO, G.; CINTRA, L.T. Inflammatory profile of apical periodontitis associated with liver fibrosis in rats: histological and immunohistochemical analysis. **International Endodontic Journal**, v. 54, n. 8, p. 1353-1361, 2021.

CARD, S.J.; SIGURDSSON, A.; ORSTAVIK, D.; TROPE, M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. **Journal of Endodontics**, v.28, n. 11, p. 779-783, 2002.

COHEN, S.; BURNS, R.C. **Pathways of the pulp.** 6th ed. St. Louis: Mosby, 1994.

EYÜBOĞLU TF, OLCAY K, ERKAN E, ÖZCAN M. Radiographic and clinical findings of single-visit root canal treatments with apical enlargement in necrotic teeth: a retrospective cohort study. **BioMed Research International**, 7912638, 2020.

GABRIELLI, E.S.; LIMA, A.R.; FRANCISCO, P.A.; HERRERA, D.R.; DE-JESUS-SOARES, A.; FERRAZ, C.C.; ALMEIDA, J.F.; MARCIANO, M.A.; GOMES, B.P. Comparative analysis of bacterial content, levels of lipopolysaccharides and lipoteichoic acid in symptomatic and asymptomatic endodontic infections at different stages of endodontic treatment. **Clinical Oral Investigations**, v. 1, p. 1-6. 2022.

GALLER, K.M.; WEBER, M.; KORKMAZ, Y.; WIDBILLER, M.; FEUERER, M. Inflammatory response mechanisms of the dentine–pulp complex and the periapical tissues. **International Journal of molecular Sciences**, v. 22, n. 3, p. 1480, 2021.

GROVE C. Why root canals should be filled to the dentinocemental junction. **The Journal of the American Dental Association** v. 17, p. 293-296, 1930.

HORI, G.M.; SILVA, A.A.; POLLAY, M.; GUSMAN, D.J.; CATELAN, A.; BATISTA, V.E.S.; MARTINS, C.M. Sucesso após retratamento endodôntico: importância da limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares. **Archives of Health Investigation**, v. 10, n. 8, p. 1212-1216, 2021.

KARAMIFAR, K.; TONDARI, A.; SAGHIRI, M.A. Endodontic periapical lesion: an overview on the etiology, diagnosis and current treatment modalities. **European Endodontic Journal** v. 14, n. 5, p. 52-54, 2020.

KHANDELWAL, A.; JOSE, J.; TEJA, K.V.; PALANIVELU, A. Comparative evaluation of postoperative pain and periapical healing after root canal treatment using three different base endodontic sealers—a randomized control clinical trial. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 14, n. 2, p. e144, 2022.

KUTTLER Y. Microscopic investigation of root apexes. **The Journal of the American Dental Association**, v. 50, p. 544-552, 1955.

MACHADO, R. *et al.* Postoperative pain after single-visit root canal treatments in necrotic teeth comparing instruments' kinematics and apical instrumentation limits – a prospective randomized multicenter clinical trial. **BMC OralHealth**, v. 481, 20 abr. 2024.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARINHO, A.C.S.; MARTINHO, F.C.; ZAIA, A.A.; FERRAZ, C.C.R.; GOMES, B.P.F.A. Influence of the apical enlargement size on the endotoxin level reduction of dental root canals. **Journal of Applied Oral Science**, v. 20, n. 6, p. 661-666, 2012.

MASCARELLO, A.P. Acidentes e complicações em endodontia. **Revista de Odontologia Multidisciplinar**, v. 11, n. 3, p. 86-95, 2021.

MOHAMMADI, Z.; JAFARZADEH, H.; SHALAVI, S.; KINOSHITA, J-I. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 18, n. 4, p. 326-329, April. 2017.

NEGISHI, J.; KAWANAMI, M.; OGAMI, E. Risk analysis of failure of root canal treatment for teeth with inaccessible apical constriction. **Journal Dentistry**, ;33:399-404, 2005.

PAIVA, R. R. de. Check-Up Periapical (periapicais de todos os dentes). **CDO**, 2023. Disponível em: https://cdoradiografias.com.br/_exames/check-up-periapical-periapicais-de-todos-os-dentes/. Acesso em: 12 jan. 2026.

POOJA GANDHE, S.A. *et al.* Effect of apical foraminal enlargement on postoperative pain and inflammatory markers in asymptomatic single-rooted mandibular teeth with apical periodontitis - An in vivo randomized controlled trial. **Journal of Conservative Dentistry and Endodontics**, v. 27, n. 6, June. 2024.

PORTELA, F.S.M. de F.; MARTIN, A.S. de; PELEGRINE, R.A.; GUTMANN, J.L.; KATO, A.S.; BUENO, C.E. da S. Efeito do alargamento foraminal na dor pós-operatória em dentes necróticos uniradiculares: um ensaio clínico randomizado. **Journal of Endodontics**, v. 47, n. 7, p. 1046-1051, Jul. 2021.

RICUCCI, D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. **International Endodontic Journal**, v. 31, p. 384-393, 1998.

RODRIGUES, A.B.; BISPO, A.L.O.; LOPES, D.S.; LESSA, S.V. Selamento de perfuração radicular cervical sem retratamento endodôntico. **Revista Eletrônica Acervo Odontológico**, v. 3, p. e9241, 2021.

RUDMAN, J.; HE, J.; JALALI, P.; KHALIGHINEJAD, N, Woo V. Prevalence of nonendodontic diagnoses in periapical biopsies: a 6-year institutional experience. **Journal of Endodontics**, v. 48, n. 10, p. 1257-1262, 2022.

SCHAEFFER, M.A.; WHITE, R.R.; WALTON, R.E. Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. **Journal of Endodontics**, v.31, p. 271-274, 2005.

SHARAANTHE, M. El-S. influence of the apical limit of root canal preparation on apical foramen transportation (laboratory study). **GMJ**, v. 2. n. S1, p. S106-S112, 2013.

SILVA, J.M. *et al.* Influence of working length and foraminal enlargement on foramen morphology and sealing ability. **Indian Journal of Dental Research**, v. 27, n. 1, 2016.

SIMON, S. Rj. *et al.* Apical Limit and Working Length in Endodontics. **Dental Update**, v. 36, n. 3, p. 146-150, 2009.

SIQUEIRA J.F. Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. **Endod Top**, v. 10, n. 1, p. 123-147, Mar. 2005.

SOUZA, R.A. **Endodontia Clínica**. São Paulo: Santos, 2003.

SOUZA, R.A. The importance of apical patency and cleaning of the apical foramen on root canal preparation. **Brazilian Dental Journal**, v. 17, n. 1, 2006.

SOUZA, M.A.; BONACINA, L.V.; TRENTA, A.; BONFANTE, F.C.; PORSCH, H.F.; RICCI, R.; LAGO, B.L.; LAGO, C.T.; GABRIELLI, E.S.; BERVIAN, J.; FARINA, A.P. Influência do limite apical da instrumentação e da terapia fotodinâmica na dor pós-operatória de molares inferiores com periodontite apical assintomática. **Fotodiagnóstico e Terapia Fotodinâmica**, v. 36, p. 102489, 2021.

SOUZA-FILHO, F.J.; BENATTI, O.; ALMEIDA, O.P. Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dog. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.**, v. 64, n. 4, p. 480-484, 1987.

SRIDHARA, A.; KONDE, S.; NOOJADI, S.R.; KUMAR, N.C.; BELLUDI, A.C. Comparative evaluation of intraoral and extraoral periapical radiographic techniques in determination of working length: an in vivo study. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 1, n. 3, p. 211, 2020.

STANEV. E.; YANTCHEVA, S. Size of apical constriction in different types of permanent teeth. **Journal of IMAB**, v. 30, n. 4, p. 4, 2024.

TONUSSI, N. M. **Importância do preparo apical**. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/importancia-do-preparo-apical/5926375>. Acesso em: 12 jan. 2026.

TRAVASSOS, R.M.; LIMA, S.N.; ALMEIDA, G.M.; PROSINI, P.; CHAVES, A.T.; ALVES, J.; FREITAS, W.J.; SILVA, V.C.; RODRIGUES, V.M.S.; LINS, I.C.; SÁ, E.B. Retratamento endodôntico de dente com obturação inadequada e lesão periapical extensa. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 7, n. 3, p. 1946-1955, 2025.

TRAVASSOS, R.M.; NEGREIROS, J.H.; TEIXEIRA, J.A.; LYRA, M. C.; BARBOSA, L.M.; NETTO, O.J. Tratamento endodôntico conservador em lesão periapical extensa asséptica: Relato de caso. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 55, p. e33710514982, 2021a.

TRAVASSOS, R.M.; PRADO, V.F.; OLIVEIRA, A.C.; SILVA, A.R.; BEZERRA, A.N.; FONSECA, T.C.; SILVA, D.H.N.; MOISÉS, L.S.; MELO JÚNIOR, P.M. Avaliação comparativa da odontometria eletrônica com a radiográfica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e113101522411, 2021b.

VERSIANI, A.; SOUZA, E.; DE-DEUS, G. Critical appraisal of studies on dentinal radicular microcracks in endodontics: methodological issues, contemporary concepts, and future perspectives. **Endodontic Topics**, v. 33, n. 1, p. 87-156, 2015.

WAYMAN, B.E.; MURATA, S.M.; ALMEIDA, R.J.; FOWLER, C.B. A bacteriological and histological evaluation of 58 periapical lesions. **Journal of Endodontics**, v.18, p. 152-155, 1992.

WOLF, T.G.; KIM, P.; CAMPUS, G.; STIEBRITZ, M. SIEGRIST, M.; BRISENO-MARROQUIN, B. 3-Dimensional analysis and systematic review of root canal morphology and physiological foramen geometry of 109 mandibular first premolars by micro-computed tomography in a mixed Swiss-German population. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 6, p. 801-809, 2020.

WU, M.; WESSELINK, P.; WALTON R. Apical terminus location of root canal treatment procedures. **Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v.89, p. 99-103, 2000.

ZAKY, S.H.; ALQAHTANI, Q.; CHEN, J.; PATIL, A.; TABOAS, J.; BENIASH, E.; RAY, H.; SFEIR, C. Effect of the periapical “inflammatory plug” on dental pulp regeneration: a histologic in vivo study. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 1, p. 51-56, 2020.

ZHANG, C.C.; LIU, Y.J.; YANG, W.D.; ZHANG, QN, ZHA MZ, WEN SH, WANG Q. Morphological changes of the root apex in anterior teeth with periapical periodontitis: an in-vivo study. **BMC Oral Healt**, v. 22, n. 1, p. 31, 2022.