

# O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM ENDODONTIA

## THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENDODONTICS

Marcelo Muzetti Andrade Marques Vissoto<sup>1</sup>

Marcos Paulo Vernillo Maretti<sup>2</sup>

Rubens Ramos da Rocha Ribeiro<sup>3</sup>

David Lucca Gama tortol<sup>4</sup>

Jorge Henrique Stefanelli Marques<sup>5</sup>

### RESUMO

O trabalho analisa a aplicação da inteligência artificial (IA) na endodontia, destacando seu impacto no diagnóstico, planejamento e execução de procedimentos. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica baseada na análise de artigos científicos publicados entre 2020 e 2025, obtidos em bases de dados como Scopus, PubMed, Web of Science e Google Scholar. Foram considerados estudos que abordam modelos como machine learning, deep learning e redes neurais convolucionais aplicados à especialidade. Os resultados indicam que a IA contribui significativamente para aumentar a precisão diagnóstica, reduzir erros humanos, padronizar condutas clínicas e otimizar o tempo de atendimento. Tecnologias como CNNs demonstraram alta eficácia na detecção de lesões periapicais, fraturas radiculares e canais acessórios, enquanto sistemas robóticos oferecem maior precisão operatória. Também se observou que a IA favorece o acesso remoto por meio da telessaúde, ampliando a cobertura e qualidade do atendimento odontológico. Entre os desafios, destacam-se a necessidade de bases de dados robustas e padronizadas, a capacitação profissional e a definição de diretrizes éticas para uso seguro e responsável da tecnologia. Conclui-se que a incorporação criteriosa da IA à endodontia representa um avanço capaz de transformar a prática clínica, proporcionando tratamentos mais seguros, rápidos e eficazes, além de melhorar a experiência do paciente e promover a equidade no acesso aos serviços.

**Palavras-chave:** Inteligência artificial; Endodontia; Diagnóstico odontológico; Redes

---

<sup>1</sup> Graduando em Odontologia pela UNIFEB. – Contato: mmuzetti15@gmail.com

<sup>2</sup> Graduando em Odontologia pela UNIFEB. – Contato: marcos.maretti@sou.unifeb.edu.br

<sup>3</sup> Graduando em Odontologia pela UNIFEB. – Contato: rubensribeiroo@hotmail.com

<sup>4</sup> Graduando em Odontologia pela UNIFEB. – Contato: Davidtortonog@gmail.com

<sup>5</sup> Graduado em Odontologia pelo Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Mestrado em SEMIOLOGIA ENFASE EM CIRURGIA BUCO MAXILO FACIAL pela Universidade Brasil e doutorado em Endodontia pela Universidade de Ribeirão Preto.

neurais; Odontologia digital.

## ABSTRACT

This study analyzes the application of artificial intelligence (AI) in endodontics, highlighting its impact on the diagnosis, planning, and execution of procedures. It is a bibliographic research based on the analysis of scientific articles published between 2020 and 2025, retrieved from databases such as Scopus, PubMed, Web of Science, and Google Scholar. The selected studies address models such as machine learning, deep learning, and convolutional neural networks applied to the specialty. The results indicate that AI significantly contributes to increasing diagnostic accuracy, reducing human errors, standardizing clinical approaches, and optimizing clinical time. Technologies such as CNNs have shown high effectiveness in detecting periapical lesions, root fractures, and accessory canals, while robotic systems offer greater precision during procedures. AI has also been found to facilitate remote access through telehealth, expanding the coverage and quality of dental care. Among the challenges are the need for robust and standardized databases, professional training, and the establishment of ethical guidelines for the safe and responsible use of the technology. It is concluded that the careful incorporation of AI into endodontics represents an advance capable of transforming clinical practice, providing safer, faster, and more effective treatments, as well as improving the patient experience and promoting equity in access to services.

**Keywords:** Artificial intelligence; Endodontics; Dental diagnosis; Neural networks; Digital dentistry.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a inteligência artificial (IA) tem revolucionado diversas áreas da saúde, proporcionando avanços significativos nos processos de diagnóstico, planejamento e execução de tratamentos. Na odontologia, essa tecnologia vem sendo cada vez mais aplicada, contribuindo para maior precisão, agilidade e segurança nos procedimentos clínicos (Agarwal; Nikhade, 2022). Especificamente na endodontia, a IA tem se mostrado promissora na identificação de lesões, no mapeamento de canais radiculares e na predição de prognósticos, otimizando tanto a prática clínica quanto a experiência do paciente (Aasiri; Altuwalah, 2022).

Diante desse cenário, a aplicação da inteligência artificial na endodontia representa uma inovação capaz de transformar o diagnóstico e o planejamento dos tratamentos endodônticos. Estudos recentes demonstram que ferramentas baseadas em redes neurais e algoritmos de aprendizado de máquina têm se destacado na detecção de lesões periapicais, na análise de imagens tomográficas e na avaliação de tratamentos (Aminoshariae; Kulild; Nagendrababu, 2021; Calazans et al., 2022). A partir disso, surge a necessidade de compreender como essa tecnologia está sendo integrada à prática clínica, seus benefícios, limitações e impactos na atuação dos profissionais da área.

Neste contexto, o presente trabalho tem como tema a utilização da inteligência artificial na endodontia. A delimitação do problema centraliza-se na seguinte questão: de que forma a inteligência artificial pode contribuir para o diagnóstico, planejamento e execução dos procedimentos endodônticos, otimizando a prática clínica e os resultados para os pacientes?

Diante do problema levantado, surgem algumas hipóteses que podem nortear esta investigação. Primeiramente, a IA tem potencial para aumentar a precisão dos diagnósticos por meio da análise de imagens, reduzindo erros humanos (Lee et al., 2021; Kooter et al., 2022). Além disso, é possível que essa tecnologia contribua para a padronização dos tratamentos, oferecendo suporte na tomada de decisões clínicas (Gonçalves et al., 2024). Por fim, presume-se que a adoção da IA na endodontia pode também reduzir o tempo de atendimento, otimizar recursos e melhorar os índices de sucesso terapêutico (Leite Paulino et al., 2024; Saeed, 2024).

O objetivo geral deste trabalho é analisar como a inteligência artificial está sendo aplicada na endodontia, destacando seus impactos no diagnóstico, planejamento e realização dos procedimentos. Como objetivos específicos, busca-se: (i) identificar as principais tecnologias de IA utilizadas na endodontia; (ii) compreender como essas tecnologias contribuem para a prática clínica; (iii) discutir os desafios, limitações e perspectivas futuras para a aplicação da IA no contexto endodôntico.

A relevância deste estudo reside na crescente demanda por inovações tecnológicas

na odontologia, especialmente na endodontia, que é uma especialidade que exige alta precisão. Este trabalho contribui tanto para a comunidade científica, ao ampliar o conhecimento sobre a aplicação da inteligência artificial na área, quanto para os profissionais de odontologia, que poderão compreender os benefícios e desafios da adoção dessas tecnologias na prática clínica (Singh; Asthana, 2024; Villena et al., 2024). Além disso, a sociedade se beneficia indiretamente, uma vez que a utilização da IA pode resultar em tratamentos mais seguros, rápidos e eficazes.

A metodologia adotada neste trabalho foi a pesquisa bibliográfica, baseada na análise de artigos científicos publicados entre os anos de 2020 e 2025, encontrados em bases de dados como Scopus, PubMed, Web of Science e Google Scholar. Foram selecionados estudos que abordam diretamente a aplicação da inteligência artificial na endodontia, considerando diferentes modelos de IA, como redes neurais convolucionais (CNN), deep learning e algoritmos de machine learning (Cheng; Ho; Chen, 2023; Li et al., 2021).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA SAÚDE E ODONTOLOGIA

A inteligência artificial (IA) surgiu na década de 1950, quando pesquisadores começaram a desenvolver algoritmos que imitavam o raciocínio humano. Desde então, a IA tem se expandido em diversas áreas, especialmente na saúde, onde seu uso tem sido crescente nos últimos anos (Agarwal; Nikhade, 2022). A combinação entre maior capacidade computacional e o avanço dos algoritmos de machine learning possibilitou que essa tecnologia se tornasse uma ferramenta indispensável no apoio diagnóstico e terapêutico.

No início, a aplicação da IA na saúde estava restrita à pesquisa acadêmica e ao desenvolvimento de algoritmos básicos. Contudo, nas últimas duas décadas, houve uma aceleração na adoção de sistemas inteligentes, impulsionada pela digitalização dos dados médicos e pela popularização das imagens de alta resolução (Balawi; Alamoud, 2022). A

evolução dos sistemas de IA permitiu sua utilização em áreas como oncologia, cardiologia, oftalmologia e, mais recentemente, na odontologia.

A entrada da IA na odontologia se deu, inicialmente, por meio de softwares de planejamento ortodôntico e implantodontia, evoluindo rapidamente para a endodontia, periodontia e radiologia odontológica (Gonçalves et al., 2024). Essa evolução foi impulsionada pela necessidade de diagnósticos mais precisos e pela busca por tratamentos personalizados, que considerem as características anatômicas específicas de cada paciente.

Estudos como o de Aasiri e Altuwalah (2022) destacam que a IA aplicada à odontologia começou a ganhar relevância prática na última década, especialmente com a incorporação de redes neurais convolucionais (CNN) para análise de imagens radiográficas e tomográficas. Essa evolução permitiu avanços significativos na detecção de lesões, no mapeamento de canais radiculares e no acompanhamento de tratamentos endodônticos.

Atualmente, a IA está cada vez mais presente nos consultórios odontológicos, com ferramentas que auxiliam desde o diagnóstico até a execução de procedimentos (Agarwal; Nikhade, 2022; Kim et al., 2023). A evolução dos modelos de IA, associada ao desenvolvimento de bancos de dados odontológicos, tem proporcionado um salto qualitativo na prática clínica, tornando os tratamentos mais precisos, rápidos e seguros.

## 2.2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUAS APLICAÇÕES NA SAÚDE E NA ODONTOLOGIA

A inteligência artificial (IA) é uma área da ciência da computação que busca desenvolver sistemas capazes de realizar tarefas que, normalmente, exigiriam inteligência humana, como reconhecimento de padrões, tomada de decisão e aprendizado (Agarwal; Nikhade, 2022). Seu desenvolvimento se dá a partir de algoritmos, redes neurais, aprendizado de máquina e, mais recentemente, deep learning, permitindo que máquinas processem informações, identifiquem padrões e aprendam com dados. Na saúde, a IA tem sido cada vez mais utilizada para apoio diagnóstico, predição de riscos e planejamento

terapêutico, contribuindo significativamente para a melhoria dos serviços (Balawi; Alamoud, 2022).

O uso da IA na saúde trouxe avanços expressivos em áreas como radiologia, oncologia, cardiologia e oftalmologia, oferecendo maior precisão no diagnóstico e na detecção precoce de doenças. Esses sistemas são capazes de processar grandes volumes de dados em poucos segundos, superando, muitas vezes, a capacidade humana em termos de velocidade e acurácia (Aasiri; Altuwalah, 2022). Na odontologia, essa evolução tem se refletido em áreas como ortodontia, implantodontia e, mais recentemente, na endodontia, que começa a incorporar tecnologias capazes de melhorar a detecção de lesões e o planejamento dos tratamentos (Gonçalves et al., 2024).

Além disso, a IA na odontologia tem se mostrado eficaz na análise de imagens, especialmente na interpretação de radiografias e tomografias, promovendo diagnósticos mais precisos e rápidos (Agarwal; Nikhade, 2022). Tecnologias baseadas em redes neurais convolucionais (CNN) têm sido empregadas para identificar estruturas anatômicas, avaliar perda óssea, localizar canais radiculares e detectar lesões periapicais, beneficiando diretamente os profissionais e os pacientes (Kim et al., 2023; Villena et al., 2024).

### 2.3. APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ENDODONTIA

A aplicação da inteligência artificial na endodontia tem se concentrado, principalmente, na análise de imagens radiográficas e tomográficas. Por meio de algoritmos de deep learning, é possível detectar com precisão lesões periapicais, fraturas radiculares e anatomias complexas dos canais (Calazans et al., 2022; Lee et al., 2021). As redes neurais treinadas para esse fim conseguem realizar classificações automáticas, otimizando o tempo dos profissionais e reduzindo erros diagnósticos.

Segundo Aminoshariae, Kulild e Nagendrababu (2021), as CNNs têm sido aplicadas com sucesso na detecção de canais obliterados, na localização de canais acessórios e na

avaliação de tratamentos endodônticos previamente realizados. Esses modelos de IA são treinados com milhares de imagens, sendo capazes de reconhecer padrões que, muitas vezes, passam despercebidos por olhos humanos, especialmente em casos de anatomias complexas ou de baixa qualidade de imagem (Kooter et al., 2022).

Outro avanço importante são os sistemas de IA integrados a robótica, como o DentiBot, que permite uma assistência robotizada durante procedimentos endodônticos, proporcionando maior precisão na execução das etapas clínicas (Cheng; Ho; Chen, 2023). Além disso, a IA tem sido empregada na avaliação do sucesso dos tratamentos, utilizando modelos preditivos que consideram variáveis clínicas, anatômicas e radiográficas para estimar os resultados (Li et al., 2021; Saeed, 2024).

Leite Paulino et al. (2024) destacam que a IA também está sendo aplicada na classificação de lesões, contribuindo para a padronização dos diagnósticos e ajudando os profissionais na tomada de decisão. Gonçalves et al. (2024) ressaltam que, além do diagnóstico, os sistemas inteligentes também são capazes de sugerir estratégias de intervenção, simulando diferentes cenários clínicos com base nos dados coletados.

## 2.4. DESAFIOS, LIMITAÇÕES, QUESTÕES ÉTICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Apesar dos avanços, o uso da inteligência artificial na endodontia ainda enfrenta desafios importantes. Um dos principais refere-se à qualidade e à quantidade dos dados utilizados para treinar os modelos. Dados inconsistentes, mal anotados ou provenientes de populações limitadas podem gerar viés nos resultados e impactar negativamente a acurácia dos diagnósticos (Saeed, 2024; Aasiri; Altuwalah, 2022).

Do ponto de vista ético, surgem discussões sobre a responsabilidade dos diagnósticos feitos com auxílio da IA. Embora esses sistemas ofereçam suporte aos profissionais, a decisão final deve permanecer sob responsabilidade humana, uma vez que a IA não substitui a avaliação clínica, mas a complementa (Kim et al., 2023; Villena et al., 2024). Além disso,

há preocupações quanto à privacidade dos dados dos pacientes e à segurança cibernética, que precisam ser rigorosamente protegidas para evitar vazamentos ou uso indevido.

Outro desafio está na resistência de parte dos profissionais em adotar essas tecnologias. Barreiras culturais, falta de capacitação e desconfiança quanto à precisão dos sistemas inteligentes podem limitar sua integração na prática clínica (Agarwal; Nikhade, 2022; Singh; Asthana, 2024). Gonçalves et al. (2024) observam que, embora muitos reconheçam os benefícios da IA, há uma lacuna na formação acadêmica que dificulta sua adoção em larga escala.

Em relação às perspectivas futuras, espera-se que os avanços em IA continuem a transformar a endodontia. A tendência é que os modelos se tornem mais precisos, personalizados e acessíveis, permitindo que mesmo clínicas de pequeno porte possam utilizar essas tecnologias (Aminoshariae; Kulild; Nagendrababu, 2021; Calazans et al., 2022). Além disso, o desenvolvimento de ferramentas que integrem IA, robótica e realidade aumentada poderá proporcionar procedimentos cada vez mais seguros e eficientes (Cheng; Ho; Chen, 2023).

Por fim, é fundamental que a evolução tecnológica caminhe junto com o desenvolvimento de regulamentações claras e atualizadas, que garantam a segurança, a ética e a eficácia dos sistemas de inteligência artificial aplicados à endodontia (Balawi; Alamoud, 2022; Leite Paulino et al., 2024).

## 2.5. PRINCÍPIOS TÉCNICOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING E REDES NEURAIIS

O funcionamento da inteligência artificial baseia-se, principalmente, em três pilares: machine learning, deep learning e redes neurais artificiais. O machine learning refere-se à capacidade dos algoritmos de aprenderem a partir de dados, sem serem explicitamente programados para cada tarefa (Aminoshariae; Kulild; Nagendrababu, 2021). Esse

aprendizado permite que os sistemas identifiquem padrões e façam previsões com base em dados previamente analisados.

O deep learning é uma subárea do machine learning que utiliza redes neurais profundas, compostas por várias camadas de processamento. Essas redes são capazes de realizar tarefas mais complexas, como reconhecimento de imagens, tradução automática e diagnósticos médicos baseados em grandes volumes de dados (Li et al., 2021; Balawi; Alamoud, 2022). Na odontologia, o deep learning tem sido fundamental para a interpretação de imagens radiográficas e tomográficas.

As redes neurais convolucionais (CNN) são especialmente eficientes na análise de imagens médicas e odontológicas. Elas conseguem reconhecer padrões complexos, como lesões periapicais e canais radiculares, com alta precisão (Lee et al., 2021; Calazans et al., 2022). Esses modelos são treinados com milhares de imagens, aprendendo a diferenciar características normais e patológicas.

Segundo Kooter et al. (2022) e Gonçalves et al. (2024), as CNNs são atualmente as arquiteturas mais utilizadas na odontologia, especialmente na endodontia, por sua capacidade de avaliar imagens em duas ou três dimensões, auxiliando na detecção de fraturas, reabsorções e infecções. A precisão desses sistemas, muitas vezes, supera a capacidade de observação humana, especialmente em casos de baixa qualidade de imagem ou anatomias complexas.

Por fim, tecnologias emergentes como os transformadores, que vêm sendo aplicados na análise de linguagem e agora adaptados para imagens, estão sendo estudadas na odontologia, como é o caso do modelo AGMB Transformer, desenvolvido para avaliar tratamentos endodônticos (Li et al., 2021; Saeed, 2024). Esses avanços apontam para um futuro em que a IA terá papel central no diagnóstico e na condução dos tratamentos odontológicos.

## 2.6. BENEFÍCIOS E IMPACTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ODONTOLOGIA CONTEMPORÂNEA

O uso da IA na odontologia contemporânea oferece benefícios significativos, tanto para os profissionais quanto para os pacientes. Um dos principais ganhos está na melhoria da precisão diagnóstica, permitindo a detecção precoce de patologias, como lesões periapicais, cistos, reabsorções e fraturas radiculares (Leite Paulino et al., 2024; Gonçalves et al., 2024). Isso contribui para intervenções mais rápidas e eficazes, com melhores prognósticos.

Além do diagnóstico, a IA tem sido fundamental no planejamento dos tratamentos. Ferramentas inteligentes podem simular diferentes cenários terapêuticos, ajudando os profissionais a escolherem as melhores abordagens, levando em consideração dados anatômicos específicos de cada paciente (Aasiri; Altuwalah, 2022; Aminoshariae; Kulild; Nagendrababu, 2021). Isso se traduz em tratamentos personalizados, com maior taxa de sucesso e menor risco de complicações.

Outra vantagem significativa é a otimização do tempo clínico. Sistemas baseados em IA podem realizar análises que levariam minutos ou horas em questão de segundos, liberando os profissionais para se concentrarem em atividades de maior valor agregado (Saeed, 2024; Kim et al., 2023). Isso não só melhora a produtividade, como também contribui para um atendimento mais ágil e eficiente.

O impacto da IA também se reflete na democratização do acesso aos serviços odontológicos. Tecnologias inteligentes podem ser integradas a plataformas de telessaúde, permitindo que pacientes em regiões remotas tenham acesso a diagnósticos precisos e recomendações terapêuticas, mesmo sem a presença física de um especialista (Singh; Asthana, 2024; Villena et al., 2024). Isso representa um avanço importante na equidade do acesso à saúde bucal.

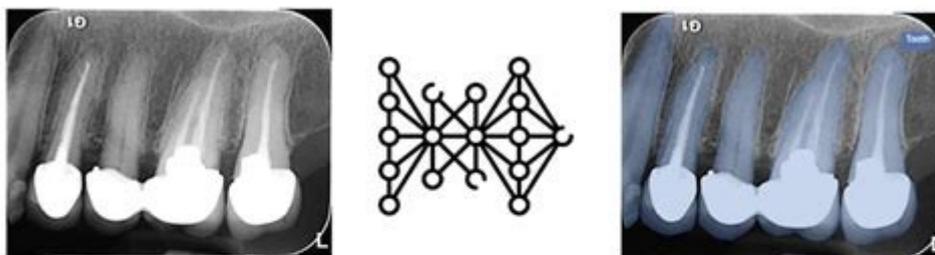
Por fim, a IA promove uma transformação na própria prática odontológica, exigindo dos profissionais uma nova postura, mais aberta à tecnologia e à análise de dados (Cheng; Ho; Chen, 2023; Balawi; Alamoud, 2022). O profissional do futuro precisará não apenas dominar as técnicas clínicas tradicionais, mas também compreender os fundamentos da inteligência artificial para utilizar essas ferramentas de maneira ética, responsável e eficaz.

### 3. DISCUSSÃO

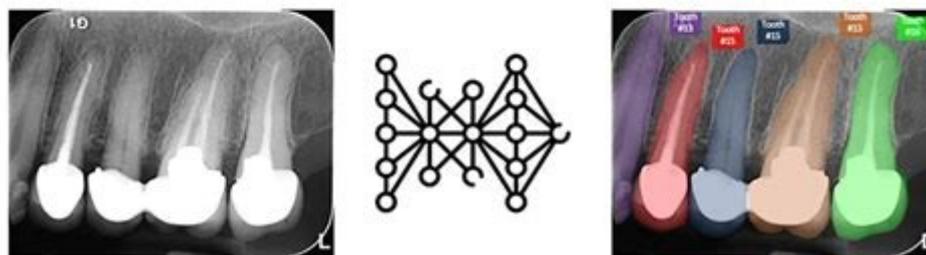
A incorporação da inteligência artificial (IA) na endodontia tem representado um marco na evolução da prática odontológica, especialmente no que diz respeito ao diagnóstico e planejamento terapêutico. Estudos como os de Agarwal e Nikhade (2022) demonstram que a IA, inicialmente voltada para áreas como ortodontia e implantodontia, rapidamente encontrou espaço na endodontia devido à demanda por maior precisão diagnóstica e à necessidade de otimizar a tomada de decisões clínicas. Essa evolução é explicada pela combinação entre aumento da capacidade computacional e aprimoramento de algoritmos de machine learning e deep learning (imagem 01), capazes de processar grandes volumes de dados com acurácia superior à análise visual humana.

**Imagem 01:** Efeitos de segmentação semântica e por instância em radiografias, evidenciando como a IA identifica e destaca estruturas relevantes

(a) **Semantic Segmentation**



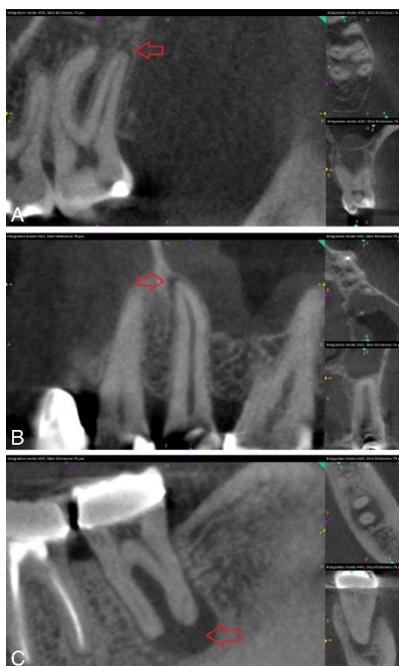
(b) **Instance Segmentation**



Fonte: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.14128?>

A aplicação de redes neurais convolucionais (CNNs) na interpretação de imagens radiográficas e tomográficas (imagem 02), destacada por Aminoshariae, Kulild e Nagendrababu (2021), transformou a forma como lesões periapicais, fraturas radiculares e canais acessórios são detectados. A habilidade dessas redes em identificar padrões complexos, muitas vezes imperceptíveis ao olho humano, proporciona diagnósticos mais precoces e precisos, aumentando as chances de sucesso terapêutico. Lee et al. (2021) corroboram essa visão ao demonstrar que o uso de CNNs para detecção de lesões apicais em radiografias periapicais apresenta taxas de acerto elevadas, contribuindo para reduzir erros diagnósticos.

**Imagem 02:** Tomografia (CBCT) com destaque anatômico e evidências de lesões periapicais e canais complexos uma visualização tridimensional ideal para comparativos entre o estado "antes e depois" com IA



Fonte: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.14128?>

Outro ponto relevante é a integração da IA com tecnologias robóticas, como o sistema DentiBot descrito por Cheng, Ho e Chen (2023). Essa fusão de recursos oferece suporte automatizado durante procedimentos endodônticos, aumentando a precisão operatória e reduzindo o risco de falhas manuais. Tal avanço ilustra como a IA pode transcender o diagnóstico e atuar diretamente na execução dos tratamentos, proporcionando maior previsibilidade e segurança.

A literatura aponta também que a IA contribui para a padronização diagnóstica e terapêutica. Gonçalves et al. (2024) e Leite Paulino et al. (2024) destacam que algoritmos treinados com grandes bancos de dados podem uniformizar critérios de avaliação e indicar estratégias de tratamento personalizadas, levando em conta variáveis anatômicas e clínicas de cada paciente. Essa capacidade de personalização é considerada um dos maiores trunfos da IA, alinhando-se à tendência da odontologia minimamente invasiva e centrada no paciente.

No entanto, a adoção plena da IA na endodontia enfrenta desafios. Saeed (2024) e Aasiri e Altuwalah (2022) apontam que a qualidade dos dados utilizados para treinar os modelos influencia diretamente a acurácia dos resultados. Bancos de dados limitados ou com informações mal anotadas podem gerar viés, prejudicando a confiabilidade dos diagnósticos. Além disso, Kim et al. (2023) ressaltam a importância da capacitação profissional e da integração ética da IA nos currículos de odontologia, enfatizando que a tecnologia deve ser usada como ferramenta de apoio, e não como substituta da decisão clínica humana.

As questões éticas também se destacam. Villena et al. (2024) observam que, com o crescimento da IA generativa na odontologia, surgem debates sobre privacidade de dados, segurança cibernética e atribuição de responsabilidades em caso de falhas. Esses aspectos requerem regulamentações claras para garantir o uso seguro e responsável da tecnologia.

Outro impacto notável é a otimização do tempo clínico. Conforme Saeed (2024) e Kim et al. (2023) ressaltam, análises que antes exigiam minutos ou horas podem ser realizadas em segundos, permitindo que o profissional concentre-se em tarefas de maior complexidade e valor agregado. Isso não apenas aumenta a produtividade, mas também

proporciona um atendimento mais ágil e acessível, aspecto relevante em contextos de telessaúde e em regiões com carência de especialistas, como salientam Singh e Asthana (2024).

### 3.1. COMPARATIVO: ANTES E DEPOIS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ENDODONTIA

Antes da introdução da IA, a endodontia dependia quase exclusivamente da habilidade técnica e experiência do profissional para interpretar exames de imagem e planejar o tratamento. Diagnósticos eram baseados na análise visual manual de radiografias e tomografias, o que poderia levar a interpretações subjetivas e variações entre profissionais (Agarwal; Nikhade, 2022). Procedimentos complexos, como a localização de canais acessórios ou a detecção de fraturas radiculares, demandavam tempo considerável e, em alguns casos, múltiplas consultas para confirmação. A padronização diagnóstica era limitada, e o prognóstico dependia fortemente da vivência clínica individual.

Com a chegada da IA, especialmente das redes neurais convolucionais e sistemas de deep learning (Aminoshariae; Kulild; Nagendrababu, 2021; Calazans et al., 2022), o cenário mudou substancialmente. Hoje, diagnósticos podem ser realizados de forma mais rápida e precisa, com menor margem de erro. Ferramentas inteligentes conseguem analisar milhares de imagens em segundos, identificar lesões iniciais e sugerir planos de tratamento personalizados. Além disso, a integração com robótica (Cheng; Ho; Chen, 2023) permite maior precisão na execução dos procedimentos. A padronização diagnóstica foi ampliada, reduzindo discrepâncias entre profissionais, e o tempo clínico foi otimizado, melhorando a experiência do paciente e a eficiência do serviço.

A transformação da endodontia com a introdução da inteligência artificial (IA) pode ser claramente percebida quando se compara o cenário anterior e o atual da prática clínica. Como destacam Agarwal e Nikhade (2022), antes da IA, o diagnóstico dependia fortemente da experiência e da percepção visual do profissional, tornando-se suscetível a erros humanos

e à variabilidade entre examinadores. Com a chegada de sistemas baseados em machine learning e deep learning, essa realidade se alterou, possibilitando diagnósticos mais precisos, rápidos e padronizados (Aminoshariae; Kulild; Nagendrababu, 2021; Calazans et al., 2022).

Essa comparação entre o contexto pré e pós-IA na endodontia permite não apenas compreender os ganhos técnicos e clínicos proporcionados por essa tecnologia, mas também refletir sobre os desafios éticos e operacionais que acompanham sua adoção (Kim et al., 2023; Villena et al., 2024). Para sintetizar esses aspectos, apresenta-se a seguir uma tabela comparativa, que organiza os principais pontos de mudança identificados na literatura consultada, destacando avanços, otimizações e impactos diretos na prática clínica.

**Tabela 1** – Comparativo antes e depois da Inteligência Artificial na Endodontia

Aspecto	Antes da IA	Depois da IA
<b>Diagnóstico</b>	Baseado em observação manual de radiografias/tomografias; sujeito a interpretações subjetivas e variações entre profissionais (Agarwal; Nikhade, 2022).	Análise automatizada com redes neurais convolucionais (CNNs), reduzindo erros e aumentando a precisão diagnóstica (Lee et al., 2021; Calazans et al., 2022).
<b>Tempo de análise</b>	Processos manuais demorados, podendo levar minutos ou horas para confirmação (Aminoshariae; Kulild; Nagendrababu, 2021).	Processamento em segundos, permitindo diagnósticos imediatos e otimização do tempo clínico (Saeed, 2024; Kim et al., 2023).
<b>Localização de canais</b>	Dependente de experiência clínica e múltiplos exames, com maior risco de canais não localizados (Gonçalves et al., 2024).	Identificação precisa e rápida de canais principais e acessórios por IA, mesmo em anatomias complexas (Kooter et al., 2022).

<b>Padronização diagnóstica</b>	Variável, dependente de critérios individuais (Aasiri; Altuwalah, 2022).	Diagnósticos mais uniformes, com padronização por algoritmos treinados em grandes bases de dados (Leite Paulino et al., 2024).
<b>Execução de procedimentos</b>	Totalmente manual, com maior margem de erro humano (Agarwal; Nikhade, 2022).	Suporte robótico e sistemas assistidos, aumentando a precisão operatória (Cheng; Ho; Chen, 2023).
<b>Acesso remoto</b>	Limitado; dependência de presença física para avaliação e diagnóstico (Singh; Asthana, 2024).	Possibilidade de telessaúde com diagnósticos precisos à distância (Villena et al., 2024).

**Fonte:** Autor (2025)

A análise da Tabela 1 evidencia que a introdução da IA na endodontia representa um avanço significativo em termos de precisão e eficiência. Antes da IA, a prática clínica era caracterizada por maior dependência da experiência individual, o que gerava variações diagnósticas e, em alguns casos, atrasos no início do tratamento (Agarwal; Nikhade, 2022). Com as CNNs e outros modelos de deep learning, a análise de exames passou a ser mais uniforme, reduzindo discrepâncias entre profissionais e possibilitando diagnósticos mais precoces (Lee et al., 2021; Calazans et al., 2022).

O impacto no tempo de análise também é notável. Enquanto antes havia necessidade de múltiplos exames e revisões demoradas, hoje a IA permite que o diagnóstico seja obtido em segundos, otimizando o fluxo clínico e beneficiando tanto o profissional quanto o paciente (Saeed, 2024; Kim et al., 2023). Essa agilidade não apenas melhora a produtividade, mas também contribui para uma experiência de atendimento mais satisfatória, com redução de ansiedade e tempo de espera.

Além dos avanços evidenciados, é importante ressaltar que a efetividade da IA na endodontia dependerá diretamente de sua integração responsável ao contexto clínico. Como salientam Leite Paulino et al. (2024) e Gonçalves et al. (2024), a tecnologia não substitui o conhecimento técnico e o raciocínio crítico do profissional, mas atua como um suporte que potencializa sua atuação. Dessa forma, o cenário apresentado na Tabela 1 reforça que a IA deve ser encarada como aliada estratégica para elevar padrões de qualidade, reduzir variabilidade nos resultados e ampliar o alcance de tratamentos de excelência, concluindo a análise comparativa entre o passado e o presente da especialidade.

Por fim, destaca-se que a IA não se limita ao diagnóstico, mas também influencia diretamente a execução dos procedimentos. Sistemas robóticos como o DentiBot (Cheng; Ho; Chen, 2023) oferecem suporte automatizado, aumentando a precisão operatória. Além disso, a integração com plataformas de telessaúde amplia o acesso ao atendimento especializado, especialmente em regiões remotas, democratizando o acesso à endodontia de qualidade (Singh; Asthana, 2024; Villena et al., 2024).

## 4. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu compreender que a inteligência artificial (IA) representa um avanço relevante para a endodontia, especialmente nos processos de diagnóstico, planejamento e execução de tratamentos. As hipóteses iniciais foram confirmadas, evidenciando que a IA aumenta a precisão diagnóstica por meio da análise de imagens, reduz erros humanos e contribui para a padronização de condutas clínicas. Além disso, constatou-se que a tecnologia pode reduzir o tempo de atendimento, otimizar recursos e melhorar os índices de sucesso terapêutico.

Os objetivos propostos foram alcançados, com a identificação das principais tecnologias aplicadas na endodontia, a análise de suas contribuições para a prática clínica e a discussão dos desafios e perspectivas futuras. Observou-se que, embora haja barreiras

relacionadas à capacitação profissional, à padronização de dados e às questões éticas, o potencial de transformação da IA na especialidade é significativo.

Conclui-se, portanto, que a incorporação responsável e criteriosa da inteligência artificial à endodontia pode proporcionar tratamentos mais seguros, rápidos e eficazes, reafirmando seu papel como ferramenta estratégica para o aprimoramento da prática odontológica contemporânea.

## 5. REFERENCIAS

AASIRI, A. F.; ALTUWALAH, A. S. **The role of neural artificial intelligence for diagnosis and treatment planning in endodontics: A qualitative review.** Saudi Dental Journal, v. 34, p. 270–281, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2022.04.004>. Acesso em: 23 jun. 2025.

AGARWAL, P.; NIKHADE, P. **Artificial Intelligence in Dentistry: Past, Present, and Future.** Cureus, v. 14, n. 7, e27405, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.7759/cureus.27405>. Acesso em: 23 jun. 2025.

AMINOSHARIAE, A.; KULILD, J.; NAGENDRABABU, V. **Artificial Intelligence in Endodontics: Current Applications and Future Directions.** Journal of Endodontics, v. 47, n. 9, p. 1352–1357, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.06.003>. Acesso em: 23 jun. 2025.

BALAWI, F.; ALAMOUD, K. A. **Trends and application of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis and treatment planning a review.** Applied Sciences, v. 12, n. 22, 11864, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app122211864>. Acesso em: 23 jun. 2025.

CALAZANS, M. A. A. et al. **Automatic classification system for periapical lesions in Cone-Beam computed tomography.** Sensors, v. 22, n. 17, 6481, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s22176481>. Acesso em: 23 jun. 2025.

CHENG, H.-F.; HO, Y.-C.; CHEN, C.-W. **DentiBot: System Design and 6-DoF Hybrid Position/Force Control for Robot-Assisted Endodontic Treatment.** Preprint arXiv, 15 out. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2310.00000>. Acesso em: 23 jun. 2025.

GONÇALVES, M. A. A.; FERREIRA, F. A. B. S. et al. **Artificial intelligence in endodontics: fundamental principles, workflow, and tasks.** International Endodontic Journal, v. 57, n. 11, p. 1546–1565, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/iej.14127>. Acesso em: 23 jun. 2025.

KIM, C. S. et al. **Artificial intelligence (A.I.) in dental curricula: ethics and responsible integration.** Journal of Dental Education, v. 87, n. 11, p. 1570–1573, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jdd.15481>. Acesso em: 23 jun. 2025.

KOOTER, N. P.; SHARMA, S.; CHAWLA, A.; KUMAR, V.; LOGANI, A. **Deep learning for categorization of endodontic lesion based on radiographic periapical index scoring system.** Clinical Oral Investigations, v. 26, n. 1, p. 651–658, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04222-3>. Acesso em: 23 jun. 2025.

LEE, Y.-C. W.; LIN, S. Y. et al. **Detection of dental apical lesions using CNNs on periapical radiograph.** Sensors, v. 21, n. 21, 7049, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s21217049>. Acesso em: 23 jun. 2025.

LEITE PAULINO, G.; DE SOUZA CARVALHO, A. A.; DOS ANJOS SOUZA, L. K.; HOLETZ DE TOLEDO LOURENÇO, A. Como a inteligência artificial pode ser utilizada na endodontia? **Revista do CROMG**, v. 22, supl. 4, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.61217/rcromg.v22.496>. Acesso em: 23 jun. 2025.

LI, Y.; ZENG, G.; ZHANG, Y. et al. **AGMB-Transformer: Anatomy-Guided Multi-Branch Transformer Network for Automated Evaluation of Root Canal Therapy.** Preprint arXiv, 2 maio 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2105.00381>. Acesso em: 23 jun. 2025.

SAEED, A. S. **Artificial Intelligence in Endodontics: A Scoping Review.** Iranian Endodontic Journal, v. 19, n. 2, p. 85–98, mar. 2024. Disponível em: <https://journals.sbmu.ac.ir/iej/article/view/44842>. Acesso em: 23 jun. 2025.

SINGH, S.; ASTHANA, G. **Artificial intelligence..... A futuristic tool for advanced endodontics.** Journal of Conservative Dentistry and Endodontics, v. 27, n. 5, p. 447–448, 2024. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11205179>. Acesso em: 23 jun. 2025.

VILLENA, F.; VÉLIZ, C.; GARCÍA-HUIDOBRO, R.; AGUAYO, S. **Generative artificial intelligence in dentistry: current approaches and future challenges.** Preprint arXiv, 24 jul. 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2407.17532>. Acesso em: 23 jun. 2025.