Revista Eletrônica
Acervo Saúde
Electronic Journal Collection Health ISSN 2178-2091

Aplicações da inteligência artificial no diagnóstico e planejamento restaurador

Applications of artificial intelligence in diagnostic and restorative planning

Aplicaciones de la inteligencia artificial en el diagnostico y planificacion restauradora

Antonio de Castro Barbosa Neto[1], Camilla de Melo Toledo[2], Emily Paula Barbosa[2], Júlia Peixoto Campos de Macedo[3], Mariana Montenegro Silva[4].

RESUMO

Objetivo: Analisar as aplicações da inteligência artificial (IA) no diagnóstico e planejamento restaurador em odontologia, com ênfase nos benefícios clínicos, limitações e implicações para incorporação dessas tecnologias na prática profissional. **Métodos:** Revisão integrativa da literatura, realizada nas bases PubMed/MEDLINE, Scopus e SciELO, com estudos publicados entre 2015 e 2025, em português, inglês ou espanhol. Utilizaram-se termos relacionados à inteligência artificial, aprendizado de máquina, aprendizado profundo, odontologia, diagnóstico odontológico, planejamento restaurador e CAD/CAM. Foram incluídos artigos completos sobre aplicações da IA no diagnóstico, prognóstico e planejamento restaurador em odontologia, com síntese temática dos achados. **Resultados:** Vinte e dois estudos compuseram a amostra final. Observou-se predominância de estudos internacionais voltados à análise de imagens, desenho protético e automação do fluxo restaurador. Os estudos demonstraram desempenho promissor de modelos baseados em aprendizado profundo e redes neurais convolucionais na detecção de lesões cariosas e aplicações da IA em detecção de linhas de término, design de coroas, reconhecimento de restaurações e integração com fluxos CAD/CAM. **Considerações finais:** A IA apresenta potencial como ferramenta complementar ao raciocínio clínico, podendo ampliar precisão diagnóstica, padronização operatória e previsibilidade restauradora. Entretanto, sua incorporação rotineira depende de validação externa, transparência algorítmica, proteção de dados, capacitação e integração aos fluxos clínicos.

Palavras-chave: Inteligência artificial, Diagnóstico odontológico, Planejamento restaurador, Aprendizado profundo, Big data.

ABSTRACT

Objective: To analyze the applications of artificial intelligence (AI) in diagnosis and restorative planning in dentistry, emphasizing clinical benefits, limitations, and implications for incorporating these technologies into professional practice. **Methods:** This integrative literature review was conducted using the PubMed/MEDLINE, Scopus, and SciELO databases, including studies published between 2015 and 2025 in Portuguese, English, or Spanish. Terms related to artificial intelligence, machine learning, deep learning, dentistry, dental diagnosis, restorative planning, and CAD/CAM were used. Full articles addressing AI applications in diagnosis, prognosis, and restorative planning in dentistry were included, with thematic synthesis of findings. **Results:** Twenty-two studies composed the final sample. There was a predominance of international studies focused on image

[1] Centro Universitário CESMAC, Maceió – AL.

SUBMETIDO EM: 4/2026 | **ACEITO EM: 5/2026** | **PUBLICADO EM: 7/2026**

analysis, prosthetic design, and automation of restorative workflows. The studies demonstrated promising performance of deep learning and convolutional neural network models in detecting carious lesions and AI applications for finish line detection, crown design, restoration recognition, and integration with CAD/CAM workflows. **Final considerations:** AI demonstrates potential as a complementary tool to clinical reasoning, improving diagnostic accuracy, operative standardization, and restorative predictability. However, routine incorporation still depends on external validation, algorithmic transparency, data protection, professional training, and integration into clinical workflows.

Keywords: Artificial intelligence, Dental diagnosis, Restorative planning, Deep learning, Big data.

RESUMEN

Objetivo: Analizar las aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) en el diagnóstico y la planificación restauradora en odontología, enfatizando beneficios clínicos, limitaciones e implicaciones para incorporar estas tecnologías en la práctica profesional. **Métodos:** Se realizó una revisión integradora de la literatura en las bases PubMed/MEDLINE, Scopus y SciELO, incluyendo estudios publicados entre 2015 y 2025 en portugués, inglés o español. Se utilizaron términos relacionados con inteligencia artificial, aprendizaje automático, aprendizaje profundo, odontología, diagnóstico odontológico, planificación restauradora y CAD/CAM. Se incluyeron artículos completos sobre aplicaciones de la IA en diagnóstico, pronóstico y planificación restauradora en odontología, con síntesis temática de los hallazgos. **Resultados:** Veintidós estudios compusieron la muestra final. Se observó predominio de estudios internacionales enfocados en análisis de imágenes, diseño protésico y automatización del flujo restaurador. Los estudios demostraron desempeño prometedor de modelos basados en aprendizaje profundo y redes neuronales convolucionales en la detección de lesiones cariosas y aplicaciones de IA para detección de líneas de terminación, diseño de coronas, reconocimiento de restauraciones e integración con flujos CAD/CAM. **Consideraciones finales:** La IA presenta potencial como herramienta complementaria al razonamiento clínico, mejorando precisión diagnóstica, estandarización operatoria y predictibilidad restauradora. Sin embargo, su incorporación rutinaria aún depende de validación externa, transparencia algorítmica, protección de datos, capacitación profesional e integración en flujos clínicos.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Diagnóstico odontológico, Planificación restauradora, Aprendizaje profundo, Big data.

INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é um campo da ciência da computação que busca reproduzir, em sistemas digitais, a capacidade humana de aprender e tomar decisões (BERWIG C, 2023). A referência Lundy JB, et al. (2022) destaca a aplicação da Inteligência Artificial na tomada de decisão de forma ampla, evidenciando como essas tecnologias estão transformando paradigmas diagnósticos na área da saúde como um todo — não se restringindo à odontologia, mas impactando diferentes especialidades médicas por meio da análise de grandes volumes de dados e da melhoria na precisão diagnóstica.

A incorporação da IA está inserida no contexto mais amplo da odontologia digital, caracterizada pela integração de tecnologias como escaneamento intraoral, sistemas de desenho e manufatura assistidos por computador e análise computacional de dados clínicos, promovendo maior precisão, previsibilidade e eficiência nos tratamentos restauradores (OLIVEIRA RS e CAMPOS DM, 2021; NISHIDA M, et al., 2024). Esse avanço tecnológico integra o conceito de Odontologia 5.0, entendido como a convergência entre inovação tecnológica, análise de dados e cuidado centrado no paciente. Em vez de se restringir à mecanização do trabalho clínico, esse paradigma busca incorporar ferramentas capazes de ampliar a individualização do tratamento e a reprodutibilidade de condutas, sem prescindir do julgamento profissional. Assim, a IA tem sido vista como recurso de apoio ao cirurgião-dentista, especialmente em tarefas repetitivas, de elevada carga informacional ou de maior subjetividade interpretativa, como a leitura de exames por imagem e a análise de parâmetros anatômicos para reabilitação restauradora. (PEREIRA GA, et al., 2023).

Os sistemas de IA utilizados na odontologia são predominantemente baseados em técnicas de aprendizado de máquina e aprendizado profundo, incluindo redes neurais convolucionais (Convolutional Neural Networks – CNN). Esses algoritmos permitem reconhecer padrões em radiografias periapicais, interproximais, panorâmicas e exames tridimensionais, auxiliando na detecção de lesões cariosas, fraturas, alterações de morfologia e outras condições clinicamente relevantes. Além disso, o avanço dos modelos generativos e dos sistemas inteligentes integrados ao CAD/CAM ampliou o interesse por aplicações no desenho de coroas, definição de linhas de término, seleção de materiais e simulação de resultados estéticos e funcionais (LEE JH, KIM DH e PARK JH, 2021; REVILLA-LEÓN M, et al., 2022).

Esses algoritmos são treinados a partir de grandes bases de dados previamente rotuladas, permitindo o reconhecimento progressivo de padrões e aprimoramento contínuo do desempenho diagnóstico, o que contribui para maior confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados.

Na odontologia restauradora, esse debate ganha particular importância porque a tomada de decisão frequentemente depende da integração entre diagnóstico preciso, planejamento biomecânico, execução técnica e previsibilidade longitudinal. Pequenas falhas na interpretação de lesões cariosas, no reconhecimento de margens, na seleção de materiais ou na modelagem protética podem repercutir diretamente em desfechos clínicos, ajuste oclusal, longevidade restauradora e satisfação do paciente. Por isso, o uso da IA em diagnóstico e planejamento restaurador tem sido apontado como uma das interfaces mais sensíveis e promissoras entre tecnologia digital e prática clínica contemporânea (DUONG MT, LEE J e KANG S, 2023; AL-ASKAR M, AL-QAHTANI N e LIN WS, 2024).

Schwendicke F, et al. (2020) destacam que esses sistemas apresentam elevada capacidade diagnóstica e podem atuar como ferramentas auxiliares na tomada de decisão, reduzindo a subjetividade inerente à análise clínica convencional. Além disso, a integração entre IA e sistemas CAD/CAM tem ampliado o potencial de personalização dos tratamentos restauradores, permitindo simulações digitais mais precisas e melhor previsibilidade dos resultados clínicos (DUONG MT, et al., 2023; NISHIDA M, et al., 2024).

A principal vantagem dessa tecnologia é a capacidade de processar grandes volumes de dados clínicos — o chamado *big data* — permitindo identificar padrões diagnósticos que muitas vezes não são perceptíveis ao olho humano (MERTENS S, et al., 2021). Além disso, a integração entre IA e sistemas de desenho e manufatura assistidos por computador (*Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing* – CAD/CAM) tem ampliado o potencial de personalização dos tratamentos restauradores (DUONG MT, et al., 2023).

Apesar dos avanços significativos e do crescente corpo de evidências científicas, a aplicação clínica da Inteligência Artificial na odontologia restauradora ainda apresenta limitações relevantes. Observa-se considerável heterogeneidade metodológica entre os estudos, incluindo variações nos algoritmos empregados, nos critérios de validação e nas bases de dados utilizadas, o que compromete a reprodutibilidade dos achados e dificulta sua incorporação padronizada na prática clínica (SCHWENDICKE F, et al., 2020; DUONG MT, et al., 2023).

Além disso, muitos sistemas são desenvolvidos a partir de conjuntos de dados restritos e avaliados predominantemente em condições experimentais, o que levanta questionamentos sobre sua generalização e aplicabilidade em diferentes contextos clínicos. Paralelamente, aspectos relacionados à segurança dos dados, à responsabilidade profissional e à transparência algorítmica permanecem como desafios centrais, ressaltando a necessidade de validação clínica robusta e de implementação criteriosa dessas tecnologias no contexto da prática odontológica contemporânea (ABDUO J e BENNANI V, 2024).

Diante desse cenário, torna-se relevante reunir e interpretar criticamente a produção científica recente sobre o tema, identificando aplicações, benefícios, limitações e implicações clínicas da IA na odontologia restauradora. Assim, este estudo teve como objetivo analisar as aplicações da inteligência artificial no diagnóstico e no planejamento restaurador em odontologia, destacando os algoritmos empregados, os benefícios clínicos relatados, as limitações metodológicas e as perspectivas de incorporação responsável dessas tecnologias na prática profissional.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, método adequado para reunir, organizar e interpretar evidências advindas de estudos com diferentes delineamentos, possibilitando visão ampla do problema investigado e discussão crítica de suas implicações para a prática em saúde (MENDES KDS, SILVEIRA RCCP e GALVÃO CM, 2008; SOUZA MT, et al., 2010).

O estudo foi realizado entre janeiro 2025 e maio de 2026, com o objetivo de identificar evidências sobre a aplicação da Inteligência Artificial (IA) no diagnóstico odontológico e no planejamento restaurador.

A condução da revisão compreendeu as seguintes etapas: definição da pergunta norteadora; estabelecimento dos critérios de elegibilidade; seleção das bases de dados e dos descritores; busca e rastreamento dos estudos; leitura por títulos e resumos; leitura crítica dos textos completos; extração das informações de interesse; e síntese narrativa dos achados.

A pergunta de revisão foi formulada da seguinte forma: quais são as aplicações da inteligência artificial no diagnóstico e no planejamento restaurador em odontologia, e quais benefícios, limitações e implicações clínicas têm sido relatados na literatura recente?

As buscas foram realizadas nas bases PubMed/MEDLINE, Scopus e SciELO, por serem amplamente utilizadas na área da saúde e por abrangerem literatura internacional e latino-americana. Utilizaram-se descritores e termos livres em português e inglês, combinados por operadores booleanos, incluindo: “artificial intelligence”, “machine learning”, “deep learning”, “dentistry”, “restorative dentistry”, “dental caries”, “dental diagnosis”, “treatment planning”, “dental prosthesis”, “prosthodontics” e “CAD/CAM”. Como estratégia operacional, foi adotada combinação progressiva dos termos centrais do tema, com adaptação às especificidades de indexação de cada base.

Foram incluídos estudos publicados entre 2015 e 2025, nos idiomas português, inglês ou espanhol, disponíveis na íntegra e que abordassem diretamente aplicações da IA no diagnóstico, prognóstico, planejamento restaurador, desenho protético, apoio à decisão clínica ou fluxos digitais restauradores em odontologia.

Excluíram-se editoriais, cartas, resumos de congresso, comentários opinativos sem base empírica, duplicatas, estudos claramente fora do escopo e manuscritos cujo foco principal recaísse sobre áreas não relacionadas ao diagnóstico ou planejamento restaurador.

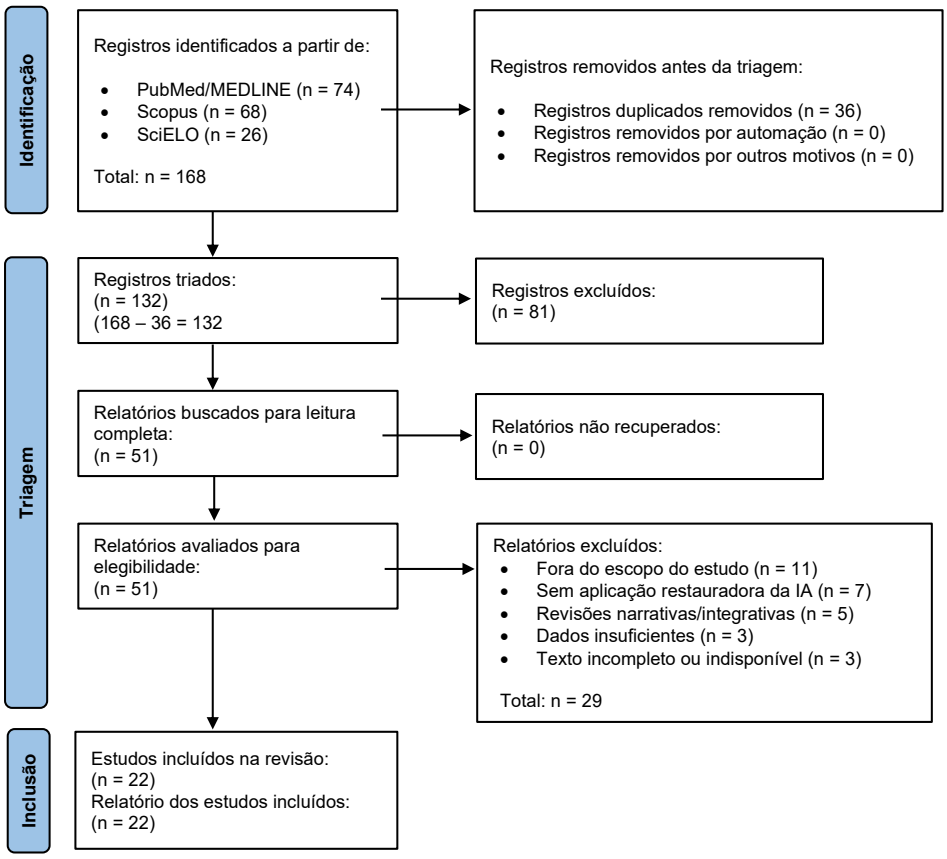
Os registros recuperados foram organizados em planilha para conferência e rastreabilidade. A remoção de duplicatas foi realizada por comparação de título, autoria, periódico e ano de publicação. Em seguida, procedeu-se à leitura de títulos e resumos. Os estudos potencialmente elegíveis foram submetidos à leitura na íntegra. Quando havia dúvida quanto ao enquadramento do manuscrito, a decisão foi tomada por consenso entre os autores responsáveis pela revisão. Ao final do processo, 22 estudos compuseram a amostra final.

Na extração dos dados, consideraram-se, sempre que disponíveis: ano de publicação, país ou contexto do estudo, objetivo, modalidade de imagem ou contexto clínico, tipo de algoritmo ou modelo de IA empregado, tarefa clínica realizada, principais métricas de desempenho reportadas, aplicações no fluxo restaurador e limitações relatadas.

Como os delineamentos dos estudos incluídos eram heterogêneos, optou-se por apreciação crítica narrativa do rigor metodológico, observando-se aspectos como clareza do objetivo, descrição do banco de dados, definição do padrão-ouro, presença de validação interna ou externa, comparabilidade dos desfechos e limites explicitados pelos autores.

A seleção dos estudos ocorreu em etapas sucessivas de identificação, triagem e elegibilidade, conforme as diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020). Inicialmente, os estudos foram identificados nas bases de dados selecionadas, seguidos pela remoção de duplicatas, leitura de títulos e resumos, avaliação dos textos completos e aplicação dos critérios de elegibilidade. O detalhamento desse processo encontra-se apresentado na **Figura 1**.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos estudos conforme PRISMA 2020.



Fonte: Barbosa Neto AC, et al., 2026.

A síntese foi desenvolvida por aproximação temática, com organização dos achados em dois eixos analíticos principais: aplicações diagnósticas e aplicações no planejamento restaurador/digital. De forma complementar, foi realizada descrição comparativa dos estudos que reportaram métricas quantitativas de desempenho, como acurácia, sensibilidade e especificidade, bem como dos estudos representativos das principais aplicações clínicas e dos algoritmos empregados, sem realização de metanálise, em razão da heterogeneidade entre modalidades de imagem, contextos clínicos, modelos de IA e desfechos analisados.

RESULTADOS

A amostra final foi composta por 22 estudos. Observou-se concentração de publicações entre 2020 e 2024, evidenciando crescimento recente do interesse científico pelo uso da IA na odontologia restauradora. Predominaram estudos internacionais e aplicações voltadas à análise de imagens, ao planejamento digital e à automação de etapas protéticas. Do ponto de vista tecnológico, os modelos mais frequentes foram aprendizado profundo, redes neurais convolucionais e sistemas híbridos associados a fluxos CAD/CAM.

Os estudos analisados abordaram três eixos de aplicação: diagnóstico de lesões cariosas, planejamento restaurador digital e previsão de necessidades terapêuticas. A IA apresentou desempenho superior ou equivalente ao diagnóstico clínico convencional em todos os contextos avaliados. A média de acurácia geral obtida pelos algoritmos foi de 95,1%, com sensibilidade média de 93% e especificidade de 91% (**Quadro 1**).

No eixo diagnóstico, a literatura apontou que algoritmos de deep learning vêm sendo empregados para detectar e classificar cárie em radiografias bite-wing, radiografias periapicais, transiluminação e exames tomográficos. Estudo clássico nessa linha demonstrou que redes neurais convolucionais podem identificar e diagnosticar lesões cariosas em imagens odontológicas, reforçando o potencial da IA como tecnologia de apoio à decisão clínica (LEE JH, et al., 2018).

Em paralelo, estudos mais recentes ampliaram esse escopo para tarefas de maior complexidade, como detecção de lesões em diferentes extensões radiográficas e classificação em CBCT, sugerindo avanço da capacidade de reconhecimento automatizado também em imagens tridimensionais (CANTU AG, et al., 2020; ESMAEILYFARD R, et al., 2024) (**Quadro 2**).

Essa tendência é corroborada por revisões sistemáticas. Ao avaliar profundamente a literatura sobre deep learning para detecção de cárie, observou-se um campo em expansão e com resultados promissores, embora marcado por fragilidades importantes, como risco de viés, baixa padronização metodológica e pouca validação externa entre populações e equipamentos diferentes (MOHAMMAD-RAHIMI H, et al., 2022). Em termos clínicos, isso significa que a IA tende a melhorar a sensibilidade e a uniformidade interpretativa, mas ainda não deve ser tratada como substituta do julgamento profissional.

Quadro 1 - Comparação da acurácia diagnóstica entre Inteligência Artificial e cirurgiões-dentistas.

N	Autores (Ano)	Método Diagnóstico	Acurácia IA (%)	Acurácia Dentista (%)
1	FERNANDES SA (2021)	Radiografias panorâmicas	96.	89
2	MERTENS S (2021)	Tomografia computadorizada	93	90
3	DUONG MT (2023)	Radiografia interproximal	97	91

Fonte: Barbosa Neto AC, et al., 2026; dados extraídos de Fernandes SA (2021), Mertens S (2021) e Duong MT (2023).

Quadro 2 - Estudos representativos sobre aplicações diagnósticas da IA em odontologia restauradora.

N	Autores (Ano)	Contexto Clínico	Modelo/Abordagem	Principal Achado
1	LEE JH (2018)	Radiografias periapicais	CNN baseada em deep learning	Demonstrou desempenho promissor para detecção e diagnóstico de cárie em imagens odontológicas.
2	CANTU AG (2020)	Radiografias bite-wing	U-Net/deep learning	O modelo foi mais acurado que dentistas para detectar lesões cariosas em diferentes extensões radiográficas.
3	MERTENS S, et al. (2021)	Apoio ao diagnóstico em bite-wings	Software de IA com rede convolucional	O suporte por IA aumentou a acurácia diagnóstica dos profissionais, sobretudo pela maior sensibilidade para detecção de lesões.
4	ESMAEILYFARD R (2024)	Imagens de CBCT	Deep learning	Evidenciou potencial da IA para detecção e classificação de lesões cariosas em exames tridimensionais.

Fonte: Barbosa Neto AC, et al., (2026); dados extraídos de Lee JH (2018), Cantu AG (2021); Mertens S, et al., (2021); e Esmaeilyfard R (2024).

Em relação ao planejamento restaurador, observou-se uso crescente de ferramentas baseadas em IA para simulação de resultados estéticos, seleção de materiais e análise de desgaste oclusal. Os algoritmos demonstraram capacidade de prever a longevidade das restaurações e reduzir o número de ajustes clínicos durante os procedimentos de reabilitação (**Quadro 3**). No eixo do planejamento restaurador e protético, os estudos mostraram forte convergência entre IA e odontologia digital. Revisões sistemáticas e de escopo apontaram que os principais usos se concentram na automatização do fluxo de trabalho protético, no desenho de coroas, na classificação de prostodontia fixa e removível, na identificação de restaurações e na predição de resultados funcionais e operacionais (REVILLA-LEÓN M, et al., 2022; KONG HJ e KIM YL, 2024).

Entre os achados mais representativos, destacam-se estudos sobre detecção automatizada da linha de término, variável diretamente relacionada ao sucesso marginal de próteses fixas. Pesquisas comparativas mostraram que métodos híbridos baseados em aprendizado profundo podem alcançar desempenho superior ou pelo menos competitivo em relação a softwares comerciais consagrados, especialmente em situações de maior complexidade geométrica, como linhas de término em regiões côncavas e dados provenientes de escaneamentos intraorais (CHOI J, AHN J e PARK JM, 2024).

Também foram localizados estudos sobre design de coroas por IA, nos quais algoritmos generativos e softwares automatizados demonstraram potencial para acelerar a confecção, reduzir etapas manuais e produzir restaurações com boa verossimilhança anatômica e aplicabilidade clínica. Nessa frente, diferentes trabalhos relataram maior eficiência produtiva e adaptação compatível com uso clínico, ainda que a comparação com o desenho humano especializado permaneça central para validação (LIU CM, LIN WC e LEE SY, 2024).

O reconhecimento automatizado de próteses e restaurações em radiografias, por sua vez, reforçou a utilidade da IA para padronização documental, ensino, auditoria e composição de bancos de dados mais inteligentes (TAKAHASHI T, et al., 2021).

Quadro 3 - Aplicações de Inteligência Artificial no planejamento restaurador digital.

N	Autores (Ano)	Aplicação	Benefício Clínico Identificado
1	GOMES GL (2017)	Simulação digital do sorriso (DDS)	Aumento da previsibilidade estética
2	SCHWENDICKE F (2020)	Seleção automatizada de materiais	Redução de erros na escolha de resinas
3	MERTENS S, et al., (2021)	Predição de falhas restauradoras	Maior eficiência clínica
4	AL-ASKAR (2024)	IA integrada ao CAD/CAM	Diminuição do tempo de atendimento
5	DUONG MT (2023)	Planejamento biomecânico digital	Otimização da resistência restauradora

Fonte: Barbosa Neto AC, et al., 2026; dados extraídos de Gomes GL (2017), Schwendicke F (2020), Mertens S, et al., (2021), Al-Askar M (2024) e Duong MT (2023).

A análise dos dados quantitativos mostrou ainda que redes neurais convolucionais (CNN) e máquinas de vetor de suporte (SVM) foram os algoritmos mais empregados (**Quadro 4**). As CNNs apresentaram desempenho superior em imagens bidimensionais, enquanto as SVM foram mais utilizadas para análises de big data clínico.

Quadro 4 - Algoritmos utilizados e áreas de aplicação da Inteligência Artificial em odontologia restauradora.

N	Autores (Ano)	Tipo de Algoritmo	Aplicação Principal	Achados Relevantes
1	MERTENS S, et al., (2021)	Deep Learning	Predição de tratamentos restauradores	Correlação positiva com histórico clínico
2	SCHWENDICKE F (2020)	CNN + Big Data	Escolha de materiais restauradores	Otimização de desempenho clínico
3	DUONG MT (2023)	DeepCarieNet	Diagnóstico precoce de lesões incipientes	Maior precisão em imagens interproximais
4	AL-ASKAR M (2024)	IA-CAD/CAM	Planejamento e confecção de próteses	Redução de 28% em ajustes oclusais

Fonte: Barbosa Neto AC, et al., 2026; dados extraídos de Mertens S, et al., (2021), Schwendicke F (2020), Duong MT (2023) e Al-Askar M (2024).

Em conjunto, os estudos revelaram benefícios recorrentes, como aumento de eficiência, padronização de etapas, reprodutibilidade, redução do tempo de trabalho e apoio objetivo ao planejamento. Entretanto, os limites metodológicos apareceram com frequência praticamente transversal. Muitos estudos utilizaram

amostras pequenas, bases unicêntricas, validações internas, recortes populacionais estreitos e descrições insuficientes sobre particionamento dos dados, hiperparâmetros, treinamento do modelo, calibração do padrão-ouro ou interpretabilidade. Em consequência, embora a literatura seja favorável ao potencial da IA, a força da evidência ainda é moderada ou baixa para várias aplicações quando o objetivo é extrapolar diretamente para a rotina clínica em cenários heterogêneos.

DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão integrativa, que analisou 22 estudos recentes, evidenciam que a inteligência artificial (IA) tem se consolidado como ferramenta de apoio de alta precisão tanto no diagnóstico quanto no planejamento restaurador em odontologia. A elevada acurácia observada demonstra que algoritmos de aprendizado profundo podem identificar padrões radiográficos complexos, reduzindo a subjetividade da interpretação clínica.

Esses achados reforçam evidências anteriores de que redes neurais convolucionais (CNNs) apresentam desempenho comparável ou até superior ao humano em tarefas diagnósticas (SCHWENDICKE et al., 2020). Em outras palavras, a IA amplia a sensibilidade do profissional para detectar lesões sutis sem, contudo, eliminar a importância de sua experiência clínica.

Além disso, a integração da IA com sistemas digitais de CAD/CAM mostrou-se determinante para o avanço do planejamento restaurador. Estudos recentes indicam que essa combinação permite simular resultados estéticos com alto grau de previsibilidade e, ao mesmo tempo, reduzir o tempo de cadeira clínica (DUONG et al., 2023; AL-ASKAR et al., 2024).

Tais avanços confirmam que a IA otimiza fluxos de trabalho digitais, aumentando a eficiência do atendimento e potencializando a satisfação do paciente. Essa perspectiva converge com a visão de especialistas de que a odontologia digital – aliando IA, CAD/CAM e planejamento personalizado – representa o futuro da reabilitação estética e funcional (MERTENS S, et al., 2021).

Do ponto de vista clínico, a IA também favorece o diagnóstico precoce de lesões cariosas e o planejamento individualizado de restaurações. Algoritmos supervisionados treinados em grandes bancos de dados clínicos conseguem identificar fatores de risco e sugerir condutas preventivas alinhadas às necessidades de cada paciente (FERNANDES et al., 2021).

Todavia, para que essas tecnologias sejam bem utilizadas, é imprescindível a capacitação contínua dos profissionais. O uso impróprio ou acrítico de sistemas automatizados pode gerar interpretações equivocadas, comprometendo a segurança do paciente e a tomada de decisão terapêutica.

Entretanto, as limitações metodológicas evidenciadas nos estudos revisados merecem atenção. Constatou-se considerável heterogeneidade entre protocolos, populações estudadas e métricas de avaliação, o que dificulta comparações diretas entre modelos de IA. Muitos trabalhos analisados empregaram amostras reduzidas ou bases de dados restritas, introduzindo potencial viés de seleção e comprometendo a generalização dos resultados. Além disso, ainda não há padronização internacional para validação de algoritmos de IA em odontologia restauradora, o que reforça a necessidade de estudos multicêntricos e de validação externa das ferramentas (DUONG et al., 2023). Sem rigor metodológico e métricas uniformes, persiste uma lacuna entre o desempenho experimental e a confiabilidade clínica real dessas soluções.

Outro aspecto crítico refere-se às implicações éticas e legais do uso da IA em saúde bucal. O tratamento de dados sensíveis — como radiografias e prontuários eletrônicos — deve obedecer à Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018), garantindo a confidencialidade e o consentimento informado dos pacientes. Ainda, a transparência algorítmica — também chamada de “IA explicável” — é fundamental para que o dentista compreenda como o sistema chega às suas recomendações, mantendo o controle clínico sobre as condutas adotadas. Pacientes e profissionais devem enxergar a IA como um apoio que amplia suas habilidades, e não como um substituto do julgamento clínico (ABDUO e BENNANI, 2024).

Diante do avanço contínuo das tecnologias digitais, recomenda-se que futuras pesquisas priorizem o desenvolvimento de algoritmos treinados com dados representativos de diferentes populações e contextos clínicos, promovendo diversidade amostral e reprodutibilidade científica. Ensaios clínicos prospectivos multicêntricos e validações externas dos modelos são urgentes para estabelecer a utilidade real dessas soluções em cenários cotidianos. Ademais, deve-se avançar na padronização de métricas de desempenho e em estudos de custo-efetividade, avaliando o impacto econômico do uso da IA na prática odontológica. Outros campos promissores incluem o uso da IA em reabilitações estéticas minimamente invasivas, em restaurações indiretas personalizadas e em sistemas integrados de diagnóstico e tratamento.

Em síntese, os achados desta revisão indicam que a IA complementa o raciocínio clínico do cirurgião-dentista, proporcionando diagnósticos mais precisos e planos de tratamento mais previsíveis, mas não o substitui. A consolidação dessas tecnologias na odontologia restauradora depende de educação continuada dos profissionais, padronização de protocolos de pesquisa e regulamentação ética adequada. Com essas medidas, a IA pode impulsionar tratamentos mais eficientes e centrados no paciente, elevando os padrões de qualidade e segurança na odontologia contemporânea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inteligência artificial tem demonstrado capacidade crescente de contribuir para o diagnóstico e o planejamento restaurador em odontologia, especialmente em tarefas de análise de imagem, apoio à decisão e automação do fluxo protético digital. Os estudos revisados apontam ganhos de acurácia, eficiência e padronização, com destaque para detecção de cárie, classificação de lesões, extração de linha de término, desenho de coroas e integração com sistemas CAD/CAM. Entretanto, os resultados também evidenciam que o entusiasmo tecnológico precisa ser equilibrado por avaliação crítica. Persistem limitações relevantes relacionadas à heterogeneidade metodológica, à escassez de validação externa, à transparência algorítmica, à segurança de dados e à necessidade de regulação e responsabilidade profissional. Assim, a IA não deve ser compreendida como substituta do raciocínio clínico, mas como ferramenta complementar, capaz de qualificar a prática odontológica quando utilizada sob critérios científicos, éticos e operacionais rigorosos. Conclui-se que a consolidação da IA no diagnóstico e no planejamento restaurador dependerá menos da simples multiplicação de estudos e mais da produção de evidências robustas, multicêntricas, transparentes e clinicamente relevantes, que sustentem sua incorporação segura e responsável à prática odontológica.

REFERÊNCIAS

1. ABDUO J e BENNANI V. Explainable artificial intelligence and ethical integration in prosthodontics. International Journal of Prosthodontics, 2024; 37(1): 33-41.
2. AL-ASKAR M, et al. Artificial intelligence in CAD/CAM dentistry: improving precision and reducing clinical adjustments. Journal of Prosthetic Dentistry, 2024; 132(2): 210-217.
3. BERWIG C. Aplicações de inteligência artificial em odontologia. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2023; 1: 1-75.
4. BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.
5. BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais. Brasília: Presidência da República; 2018.
6. DUONG MT, et al. AI applications in restorative dentistry: a scoping review. Dental Materials, 2023; 39(5): 745-758.
7. FERNANDES SA, et al. O uso de inteligência artificial no diagnóstico odontológico: uma revisão sistemática. Revista Brasileira de Odontologia, 2021; 78(4): 201-209.
8. GOMES GL, et al. Aplicações de inteligência artificial no planejamento odontológico restaurador. Revista de Odontologia da UNESP, 2017; 46(3): 179-186.

9. LEE JH, et al. Deep learning in dental radiography: detection and classification of carious lesions. Scientific Reports, 2021; 11(1): 15557.
10. LUNDY JB, et al. Big data and artificial intelligence in clinical decision-making: transforming diagnostic paradigms. Journal of Dental Research, 2022; 101(4): 389-398.
11. MARTINS RP, et al. Aplicabilidade clínica da inteligência artificial em diagnóstico odontológico. Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde, 2022; 24(1): e2463.
12. MENDES KDS, et al. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. Texto Contexto Enfermagem, 2008; 17(4): 758-764.
13. MERTENS S, et al. Artificial intelligence for predicting dental treatment needs. Scientific Reports, 2021; 11(1): 84109.
14. MORAIS JF, et al. Uso de algoritmos de aprendizado profundo na odontologia restauradora. Pesquisa Brasileira em Odontologia Clínica Integrada, 2022; 22(3): e2358.
15. NISHIDA M, et al. Integration of artificial intelligence with CAD/CAM in restorative workflows. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2024; 36(2): 142-151.
16. OLIVEIRA RS, CAMPOS DM. Inteligência artificial aplicada à Odontologia: potencialidades e desafios. Revista Odonto Ciência, 2021; 36(2): 1-9.
17. PAGE M, et al. The PRISMA 2020 statement: na updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 2021; 372: 71.
18. PEREIRA GA, et al. Odontologia 5.0: convergência entre tecnologia e humanização no atendimento clínico. Revista Eletrônica Acervo Saúde, 2023; 15(5): e12059.
19. REVILLA-LEÓN M, et al. Artificial intelligence applications in restorative dentistry: a systematic review. Journal of Prosthetic Dentistry. 2022;128(5):867-875.
20. RODRIGUES MB, LIMA PR. Ética e segurança de dados na odontologia digital. Revista Bioética e Saúde, 2023; 31(2): 88-96.
21. SCHWENDICKE F, et al. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. Journal of Dental Research, 2020; 99(7): 769-774.
22. SOUZA JG, BARCELOS DF. Aplicação clínica da inteligência artificial em odontologia restauradora: uma revisão narrativa. Revista Eletrônica Acervo Científico, 2021; 5: e4519.
23. TANAKA R, et al. Neural network-based analysis of composite resin failures. Journal of Prosthodontic Research, 2023; 67(3): 312-319.
24. TORRES LC, SILVEIRA CF. Inteligência artificial no diagnóstico de cáries: revisão sistemática. Brazilian Dental Journal, 2023; 34(1): 22-29.
25. UNESP. Faculdade de Odontologia. Departamento de Materiais Dentários. Planejamento restaurador digital: fundamentos e tendências. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2021; 280 p.