



Análise da inteligência artificial no diagnóstico de lesões cariosas em radiografia interproximal: Uma Revisão de literatura.

Claudio de Araujo Martins¹, João Henrique Miranda Rodrigues², Leandro Ferreira Frade Soares³, Lilian Gomes Soares Pires⁴, Bácia Rabelo Nogueira⁵, Matheus Araújo Brito Santos Lopes⁶, Sanmyo Martins Oliveira⁷



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n10p751-769>

Artigo recebido em 3 de Setembro e publicado em 13 de Outubro de 2025

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo explorar a aplicação da inteligência artificial no diagnóstico precoce de lesões cariosas em radiografias interproximais, analisando seu potencial para otimizar a precisão e a eficiência diagnóstica na prática odontológica. A metodologia empregada consistiu em uma pesquisa bibliográfica abrangente, focada na análise de estudos que abordam a utilização da inteligência artificial, com ênfase em Redes Neurais Convolucionais (CNNs), para a detecção e classificação de lesões cariosas em radiografias interproximais. Os resultados revisados demonstraram que a IA, especialmente modelos como U-Net, YOLO e DenseNet121, oferece uma ferramenta eficaz para detecção de cáries, frequentemente superando a sensibilidade e a padronização do diagnóstico humano, particularmente em estágios iniciais da doença. Os benefícios identificados incluem diagnósticos mais rápidos e precisos, otimização do tempo clínico e a possibilidade de intervenções menos invasivas. Contudo, foram observados desafios relacionados à necessidade e confiabilidade dos resultados (falsos positivos e negativos), aspectos éticos e regulatórios, e resistência profissional. A inteligência artificial representa um avanço significativo para o diagnóstico de cárie, com o potencial de transformar a odontologia ao atuar como ferramenta complementar que auxilia e potencializa o trabalho do cirurgião-dentista. Para a plena realização desse potencial, são essenciais o contínuo esforço de pesquisa e desenvolvimento, o aprimoramento da qualidade dos dados e a integração cuidadosa da tecnologia com a expertise clínica, visando à promoção da saúde bucal e à melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Diagnóstico; Cárie Dentária; Radiografia Interproximal; Odontologia.

Analysis of artificial intelligence in the diagnosis of carious in interproximal radiographs: A literature review.

ABSTRACT

This study aimed to explore the application of artificial intelligence in the early diagnosis of carious lesions in interproximal radiographs, analyzing its potential to optimize diagnostic accuracy and efficiency in dental practice. The methodology employed consisted of a comprehensive literature review, focused on the analysis of studies addressing the use of artificial intelligence, with an emphasis on Convolutional Neural Networks (CNNs), for the detection and classification of carious lesions in interproximal radiographs. The reviewed results demonstrated that AI, especially models such as U-Net, YOLO, and DenseNet121, offers an effective tool for caries detection, often surpassing the sensitivity and standardization of human diagnosis, particularly in the early stages of the disease. The identified benefits include faster and more accurate diagnoses, optimization of clinical time, and the possibility of less invasive interventions. However, challenges were observed related to the necessity and reliability of results (false positives and negatives), ethical and regulatory aspects, and professional resistance. Artificial intelligence represents a significant advance in caries diagnosis, with the potential to transform dentistry by acting as a complementary tool that assists and enhances the work of the dental surgeon. To fully realize this potential, continuous research and development efforts, improvements in data quality, and careful integration of technology with clinical expertise are essential, with a view to promoting oral health and improving patients' quality of life.

Keywords: Artificial Intelligence; Diagnosis; Dental Caries; Bitewing Radiography; Dentistry.

Instituição afiliada – Centro de Ensino Uninovafapi¹, Centro Universitário Uninovafapi^{2,3,4,5} – Docente.

Autores correspondentes:

Claudio de Araujo Martins.

claudiomartins389@gmail.com

João Henrique Miranda Rodrigues

joaohenrique_55@icloud.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

De acordo com relatório da OMS, mais de um terço da população mundial vive com cárie dentária não tratada, sendo a doença mais disseminada e um importante problema de saúde pública em todo o mundo. (World Health Organization. 2025). No Brasil, o ministério da saúde também destaca a cárie como uma das doenças não transmissíveis mais prevalentes no mundo. BRASIL. (2022).

A cárie dentária é uma doença infecciosa crônica que afeta os tecidos mineralizados dos dentes, resultando na destruição progressiva desses tecidos, sendo uma das doenças bucais mais comuns em todo mundo e pode afetar pessoas de todas as idades. O exame clínico, visual e tátil dos dentes é fundamental para detectar lesões cariosas iniciais ou avançadas, acompanhado de exame complementar, as radiografias interproximais para que, caso o tenha, sejam detectadas as lesões cariosas em estágios iniciais entre os dentes (Alves V. P. *et al.*, 2024).

De outra forma, nas restaurações apresentando materiais de alta radiopacidade pode ocorrer um efeito ótico na junção dente/restauração aumentando o contraste entre uma área clara e outra escura, este efeito pode ser interpretado como cárie recorrente, mesmo sendo um material de radiopacidade superior à do esmalte o que favorece o diagnóstico (Moreira B. N. *et al.*, 2024).

A técnica radiográfica interproximal permite a visualização das coroas dos dentes superiores e inferiores em uma única imagem, com feixe de raio-X direcionado perpendicularmente às superfícies proximais. Isso minimiza a sobreposição de estruturas e facilita a identificação de desmineralizações incipientes, pois a imagem radiográfica revela a densidade dos tecidos, permitindo identificar áreas de menor densidade (mais escuras) que indicam cárie (Prados-Privado. M. *et al.*, 2021).

A Inteligência Artificial (IA), tem se tornado uma ferramenta essencial na rotina odontológica, especialmente na radiologia, otimizando a detecção de lesões, a segmentação anatômica e auxiliando no diagnóstico, muitas vezes com precisão comparável à de especialistas, com a introdução da tecnologia radiográfica digital, houve grandes avanços para melhorar as imagens obtidas e os diferentes diagnósticos relacionados às tomadas radiográficas (Carvalho D. K. *et al.*, 2021).

De acordo com, Ali M. *et al.*(2025). A tecnologia radiográfica digital, em conjunto com a IA, aprimora a qualidade das imagens e a eficácia dos diagnósticos, beneficiando o planejamento de tratamentos e o atendimento ao paciente. Na dentística, a IA é promissora para detecção de segmentação de estruturas dentárias e análise de imagens radiográficas, resultando em diagnósticos mais rápidos e precisos.

No entanto, estudos como os de Wu J. *et al.*(2024), apontam a necessidade de padronização metodológica e de dados para validação dos modelos de IA na detecção de cáries, apesar de sua alta precisão.

Diante disso, o presente estudo visa realizar uma revisão de literatura integrativa sobre o auxílio da tecnologia e da Inteligência Artificial (IA), destacando as vantagens e desvantagens, eficácia e benefícios aplicados na radiografia interproximal para o diagnóstico de lesões cariosas.

METODOLOGIA

Este estudo é uma revisão de literatura integrativa com a finalidade de contribuir para o avanço do conhecimento e aprimorar a prática do diagnóstico odontológico, posicionando a IA como uma ferramenta essencial na área da saúde.

Nesta revisão foram seguidas as seguintes etapas: 1) busca pelos descritores ou palavras-chaves e identificação do tema norteador; 2) determinação dos critérios de inclusão e exclusão; 3) organização dos artigos científicos encontrados; 4) avaliação dos estudos de forma crítica; 5) discussão, interpretação e comparação dos resultados; 6) apresentação da revisão integrativa de literatura com informações e evidências encontradas.

As pesquisas foram realizadas na base de dados PubMed (Serviços de biblioteca nacional de medicina dos Estados Unidos) e BVS (Biblioteca Virtual em Saúde). Os descritores utilizados foram em português e inglês, combinados com operador booleano AND conforme detalhado no Quadro 1.

Quadro 1: Estratégia de busca com o operador booleano AND

Base de dados	Estratégia de busca	Número de artigos identificados
PubMed	Foram utilizadas palavras chaves bem como operador booleano da seguinte forma: Inteligência AND Artificial AND Cárie; Radiografia AND Interproximal AND Odontologia.	28
BVS	Inteligência AND Artificial AND Odontologia; Radiografia AND Interproximal AND Diagnóstico AND.	12

Como critério de inclusão, foram selecionados os artigos publicados entre 2020 a 2025 (últimos 5 anos), nos idiomas português e inglês, foram excluídas as revisões de literatura, opiniões e outros artigos científico, como também os artigos repetidos ou duplicados que não se caracterizavam formalmente com o tema e objetivo buscado. A sequência de etapas desenvolvidas é demonstrada no fluxograma (figura 1).

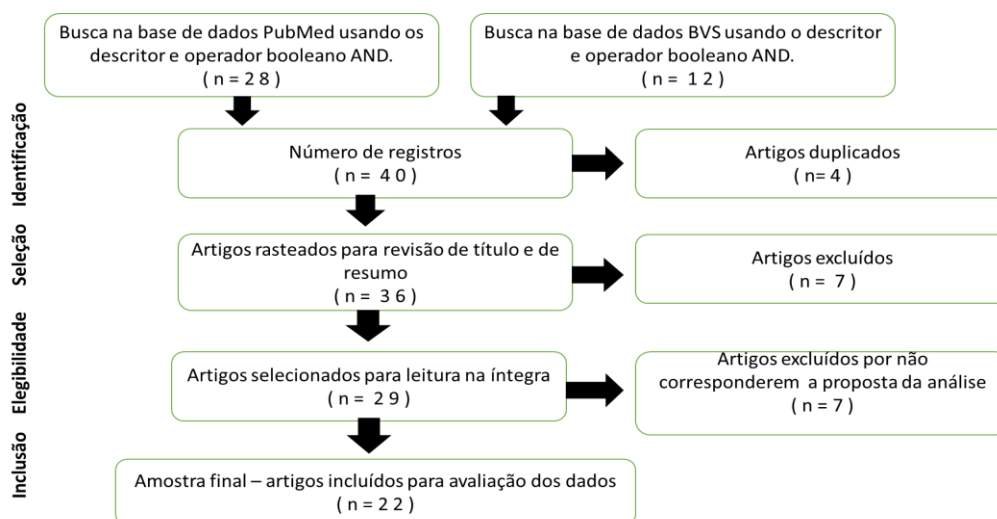


Figura 1 - Fluxograma

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos dos 22 artigos científicos revisados revela um cenário promissor para a aplicação da inteligência artificial no diagnóstico precoce de lesões cariosas em radiografias interproximais. A capacidade dos algoritmos de IA, particularmente as Redes Neurais Convolucionais (CNNs), de processar e interpretar grandes volumes de imagens radiográficas com alta precisão e sensibilidade é um avanço significativo em relação aos métodos diagnósticos tradicionais (Lee J. H., *et al.*, (2020). Os resultados demonstram consistentemente que a IA pode superar o desempenho de dentistas em termos de sensibilidade na detecção de cáries, especialmente as lesões iniciais. Isso é crucial, pois a identificação precoce permite intervenções menos invasivas e mais eficazes, alinhando-se com a filosofia da odontologia minimamente invasiva (Lian J. *et al.*, 2021).

A redução da subjetividade e da variabilidade interobservador, inerentes ao diagnóstico humano, é outro ponto forte da IA, promovendo maior padronização e consistência nos resultados (Cabral *et al.*, 2021).

Com tudo, foram analisados um total de 22 artigos que preencheram os critérios de inclusão alcançados através da identificação, tipo de estudo, objetivos, metodologia, principais resultados e conclusões, desses foram selecionados 8 artigos com o preenchimento dos mesmos critérios para inclusão na tabela conforme consta no quadro 2 apresentado abaixo.

Quadro 2- Características gerais de alguns artigos

Autor/Ano	Tipo de estudo	Objetivo/metodologia	Principais resultados	Conclusões
ABBOTT. L. P. <i>et al.</i> 2025.[1]	Revisão sistemática	Avaliar as plataformas de inteligência artificial (IA), realizando uma meta-análise quantitativa, extraindo dados de interesse (plataformas de IA, métodos, acurácias e características	Variação dos valores de acurácia entre os diferentes modelos de estudo, meta-análise com sensibilidade média com alta heterogeneidad e entre os estudos incluídos na	Concluiu-se que para que a IA seja aplicada de forma confiável na prática clínica, é necessário aprimorar a consistência, padronização dos métodos, transparência nos relatos e

		dos estudos.	meta-análise	mais estudos em diferentes ambientes/ populações.
CABRAL.B. M. S. <i>et al.</i> 2021.[2]	Revisão integrativa	Realizar uma revisão de literatura para identificar como a IA está sendo usada na detecção de cáries enfatizando seus benefícios, limitações, relevância e impacto na prática clínica	Que a técnica ainda está em fase de amadurecimento, com muitos desafios metodológicos, necessidade de padronização e validação externa antes de sua adoção generalizada na prática clínica	Concluiu-se que a IA apresenta grande potencial como ferramenta auxiliar no diagnóstico de cáries, com possibilidade de oferecer diagnósticos mais precisos e eficientes.
ALVES V. P. <i>et al.</i> 2024.[3]	Revisão sistemática	Avaliar as radiografias interproximais e periapicais e comparar as principais diferenças entre deep learning no diagnóstico da cárie.	Que o deep learning parece ser uma ferramenta com ótima especificidade e boa sensibilidade na detecção de cárie dentária através de radiografias interproximais.	Concluiu-se que a IA através da técnica de deep learning pode ser um excelente aliado ao profissional na detecção diagnóstica da cárie através dos exames radiográficos interproximais.
PRADOS-PRIVADO. M <i>et al.</i> 2021.[4]	Revisão sistemática	Analisar o tipo de Rede Neurais Convolucionais (CNNs), utilizadas no processo de imagens radiográficas.	Que o deep learning é amplamente utilizado no processamento de imagens radiográficas	Concluiu-se que as CNNs são projetadas para aprender hierarquias espaciais de características através de filtros convolucionais, que as tornam eficazes para tarefas como classificação,

				detecção e segmentação de imagens.
CARVALHO. D. K. <i>et al.</i> 2021.[5]	Revisão integrativa	Avaliar o uso da IA como ferramenta na rotina odontológica especialmente a radiografia na detecção de cáries	Que a IA pode otimizar a detecção de cárie auxiliando no diagnóstico dos profissionais.	Concluiu que a radiografia associada a IA (radiografia digital), otimiza detecção de lesões, a segmentação anatômica e auxilia o diagnóstico, muitas vezes comparável ao de especialista
SILVA. F. C. C. <i>et al.</i> 2025.[6]	Revisão integrativa	Demonstrar o progresso da formação da doença cárie.	Que a cárie se inicia através do processo do biofilme que acomodam microrganismos que evoluem para a desmineralização da estrutura dentária.	Concluiu que a formação do biofilme evolui para proliferação de microrganismos que produzem ácidos que desmineralizam o dente e caso não haja a remineralização adequada a lesão progride podendo atingir a dentina e a polpa causando dor e infecção
PÉREZ E FRUTOS. J. <i>et al.</i> 2024.[7]	Revisão sistemática	Avaliar o diagnóstico precoce através do uso da IA.	Que o uso das radiografias digitais otimiza resultados e possibilita melhora nos tratamentos dos pacientes.	Concluiu-se que o diagnóstico com uso da IA visa minimizar eventuais erros que possam ocorrer nos tratamentos de diversas



				patologias interferindo no resultado final e trazendo maiores possibilidade de sucesso do tratamento.
CANTU. R. <i>et al.</i> , 2020 [8]	Revisão sistemática	Demonstrar que a IA complementa o diagnóstico de cárie em radiografias interproximais.	Que o estudo que aplicou aprendizado profundo para identificar lesões cariosas em radiografias interproximais, comparando o desempenho da IA com o de dentistas.	Concluiu-se que, o estudo que aplicou aprendizado profundo para identificar lesões cariosas em radiografias interproximais, comparando o desempenho da IA com o de dentistas.

Cárie Dentária: Etiologia, Diagnóstico Tradicional e Importância do Diagnóstico

Precoce

A cárie é uma doença infecciosa multifatorial que desmineraliza os tecidos duros dos dentes, levando à formação de cavidades (Lopes P. C. *et al.*, 2024). Sua etiologia envolve a interação de fatores como microrganismos cariogênicos (principalmente *Streptococcus mutans* e *Lactobacilos*), dieta rica em carboidratos fermentáveis, e suscetibilidade do hospedeiro (qualidade do esmalte, fluxo salivar, higiene bucal) (Mathur Anshul, Dhillom. J. K., 2020).

O processo carioso começa com a formação de biofilme dental, onde os microrganismos produzem ácidos que desmineralizam a estrutura dentária. Se não houver remineralização adequada, a lesão progride, podendo atingir a dentina e a polpa, causando dor e infecção. (Silva F. C. *et al.*, 2025).

O diagnóstico tradicional da cárie dentária baseia-se no exame clínico visual-tátil e exames radiográficos interproximais. O exame visual envolve a inspeção direta das superfícies dentárias para identificar alterações de cor, textura e presença de cavidades. O exame tátil, com uma sonda exploradora, busca áreas de desmineralização e rugosidade (Gimenez T. *et al.*, 2024). Embora amplamente utilizados, este método tem limitações, especialmente detecção de lesões iniciais e em áreas de difícil acesso visual, como as superfícies proximais e oclusais (Al Saffan A. D. *et al.*, 2023).

As radiografias intrabucais particularmente as radiografias interproximais (bite wing) são essenciais para complementar o exame clínico, permitindo visualizar a desmineralização do esmalte e da dentina em regiões proximais, que não são visíveis clinicamente. Contudo, a interpretação radiográfica também apresenta desafios, como a sobreposição de estruturas, a necessidade de uma boa qualidade de imagem e a subjetividade na interpretação por parte do profissional. (Cabral, *et al.*, 2021).

O diagnóstico precoce de lesões cariosas é crucial. Lesões detectadas em estágios iniciais, quando ainda restritas ao esmalte ou à dentina superficial, podem ser tratadas de forma menos invasiva. Segundo, Chen *et al.*, (2020), evitando a progressão da doença e tratamentos mais complexos (como tratamentos de canal ou extrações) e a consequente perda de estrutura dental. Isso também contribui para redução de custos e para a melhoria da qualidade de vida do paciente (Lee J. H. *et al.*, 2021).

De acordo com Wu J. *et al.*, (2024), as radiografias interproximais, também conhecidas como *bitewings*, são exames radiográficos intraorais essenciais na odontologia para a detecção de cáries nas superfícies proximais dos dentes posteriores (pré-molares e molares).

A radiografia interproximal possui vantagens como: 1) Detecção precoce que permite identificar lesões cariosas em estágios iniciais, antes que se tornem clinicamente visíveis ou sintomáticas; 2) Visualização de áreas ocultas, essencial para diagnóstico de cáries nas superfícies proximais, que são inacessíveis à inspeção direta; 3) Avaliação da extensão da lesão que ajuda a determinar a profundidade e a extensão da lesão cariosa, auxiliando no planejamento do tratamento; 4) Monitoramento que permite acompanhar a progressão ou a remineralização de lesões ao longo do tempo (Tenório A. A. *et al.*, 2025).

E como limitações a 1) Subjetividade na interpretação das imagens radiográficas pode variar entre diferentes profissionais, dependendo de sua experiência e acuidade visual; 2) Exposição à radiação, embora a dose seja baixa, a exposição a raio-X deve ser justificada e minimizada; 3) Artefatos em restaurações metálicas, sobreposições dentárias ou erros na técnica radiográfica podem gerar artefatos que dificultam a interpretação; 4) Lesões iniciais no esmalte muito incipientes no esmalte podem não ser detectáveis radiograficamente, especialmente se não houver perda significativa da densidade mineral. (Duarte C. M. *et al.*, 2025).

Apesar dessas limitações, a radiografia interproximal continua sendo pilar fundamental no diagnóstico da cárie, e a integração com tecnologias de inteligência artificial promete mitigar algumas dessas desvantagens, tornando o processo diagnóstico ainda mais eficiente e preciso (Luke A. M. *et al.*, 2025).

4.2. Inteligência Artificial: Conceitos Fundamentais (Machine Learning, Deep Learning, Redes Neurais Convolucionais)

De acordo com, Lian J. *et al.*, (2021), a Inteligência Artificial (IA) é um campo da ciência da computação que desenvolve sistemas capazes de simular a inteligência humana, para realizar tarefas como aprendizado, raciocínio, percepção e tomada de decisão. Dentro da IA, destacam-se subcampos como *Machine Learning* e o *Deep Learning*, cruciais para as aplicações em diagnóstico por imagem.

Machine Learning (ML), é um subcampo da IA que permite que os sistemas aprendam a partir de dados, identifiquem padrões e façam previsões ou tomem decisões com base nesses aprendizados, sem serem explicitamente programados para cada tarefa (Lee J. H. *et al.*, 2020).

O ML opera através de algoritmos treinados com grande conjuntos de dados, melhorando seu desempenho à medida que mais dados são processados. Existem diferentes tipos de aprendizado de máquina, o aprendizado supervisionado, onde o algoritmo é treinado com dados rotulados (ou seja, dados que já possuem a resposta correta), permitindo que ele aprenda a mapear entradas para saídas (Cantu. R. *et al.*,

2020).

Deep Learning (DL), é um subcampo da *Machine Learning* que utiliza Redes Neurais Artificiais (RNA) com múltiplas camadas ocultas (daí o termo “profundo”) para processar dados de forma mais complexa e hierárquica (Lian J. *et al.*, 2021). De acordo com Bayraktar M. Yans. (2021), as RNAs são inspiradas na estrutura e funcionamento do cérebro humano, compostas por neurônios artificiais interconectados que processam informações. Cada camada da rede aprende a identificar características em diferentes níveis de abstração, permitindo o reconhecimento de padrões complexos em dados brutos, como imagens, áudios ou textos.

As Redes Neurais Convolucionais (CNNs) são um tipo específico de *Deep Learning* amplamente utilizado no processamento de imagens. As CNNs são projetadas para aprender hierarquias espaciais de características através de filtros convolucionais, tornando-as eficazes para tarefas como classificação, detecção e segmentação de imagens (Prados-Privados M. *et al.*, 2020).

No diagnóstico de cárie em radiografias, as CNNs podem ser treinadas para identificar a presença de lesões, determinar sua extensão e segmentar as áreas afetadas, auxiliando o profissional (Lee J. H. *et al.*, 2020).

A eficácia dos modelos de IA, especialmente os de *Deep Learning*, depende da quantidade e qualidade dos dados de treinamento. Quanto maior e mais diversificado o conjunto de dados rotulados, mais robusto e preciso será o modelo. (Lian J. *et al.*, 2021). A aplicação dessas tecnologias na odontologia, particularmente na análise de imagens radiográficas, representa um avanço significativo, oferecendo o potencial de diagnósticos mais rápidos, precisos e consistentes (Cabrral *et al.*, 2021).

De acordo com Pérez de Frutos J. P. *et al.*, (2024), os diagnósticos precoces com o uso da IA visam minimizar eventuais erros que possam ocorrer nos tratamentos de diversas patologias, interferindo no resultado final e trazendo uma maior possibilidade de sucesso dos pacientes em tratamento.

É crucial uma reflexão crítica sobre a implementação responsável da IA, considerando não apenas parâmetros técnicos, mas também a administração, o esclarecimento e o monitoramento pós-implantação para mitigar riscos. No Brasil, a

adoção de ferramentas de IA deve estar em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), garantindo a segurança da informação, anonimização e o consentimento para o tratamento de dados de saúde. Diretrizes setoriais e análise jurídicas enfatizam a importância da conformidade e avaliação ética contínua, especialmente na radiologia odontológica, onde variações de protocolo e qualidade de imagem podem afetar o desempenho da IA fora de ambientes controlados (Braz A. C. R. *et al.*, 2025).

4.4. Estudos de Validação e Comparação (IA vs. Dentistas)

Estudos recentes demonstram o potencial da IA em superar ou complementar o diagnóstico humano de cáries em radiografias. Um estudo que aplicou aprendizado profundo para identificar lesões cariosas em radiografias interproximais, comparando o desempenho da IA com o de dentistas (Cantu R. *et al.*, 2021).

A pesquisa analisou 3686 radiografias, treinando um modelo de rede neural convolucional (CNN) U-Net. Os resultados indicaram que a precisão geral da rede neural (0,80), foi significativamente maior que a média dos dentistas (0,71), e a sensibilidade da IA 90,750 superou a dos profissionais (0,36). Embora a especificidade dos dentistas (0,91) tenha sido maior que a da CNN (0,83), a IA mostrou-se superior no valor preditivo negativa 90,86 vs. 0,72) e no F1-score (0,73 vs. 0,41). Também utilizaram o modelo CNN U-Net para identificar lesões de cárie em radiografias interproximais, avaliando se a IA agrega à prática clínica. O estudo utilizou 304 radiografias para treinamento e 50 para avaliação de desempenho. Os resultados mostraram que o modelo de IA alcançou 63,29% de precisão e 64,14% de F1-score, além disso, a revisão de imagens com o auxílio da IA proporcionou um aumento significativo na sensibilidade para cáries iniciais e moderadas, mesmo com uma diminuição no valor preditivo positivo (Lee J. H. *et al.*, 2020).

Investigaram a detecção de cáries em radiografias panorâmicas utilizando uma CNN (nnU-Net), com DenseNet121, comparando com o desempenho de dentistas. O modelo nnU-Net e os dentistas não apresentaram diferenças significativas na precisão

(0,986 vs. 0,955) e VPN (0,985 vs. 0,981). No entanto, a CNN demonstrou melhor desempenho em sensibilidade (0,821 vs. 0,773) e F1-score (0,902 vs. 0,773), e uma especificidade superior (1.000 vs. 0,971). A rede neural também se mostrou mais sensível na localização de lesões iniciais (0,765 vs. 0,464) e moderadas (0,652 vs. 0,536) (LIAN. J. *et al.*, 2021).

Contudo, na análise dos estudos selecionados, foi possível identificar que a IA, especialmente CNNs, supera ou complementa o diagnóstico profissional na detecção de cáries, principalmente em lesões iniciais em radiografias interproximais.

A integração com radiografias bitewing melhora o diagnóstico precoce, que é vital para tratamentos menos invasivos e mais econômicos. Modelos de *Deep Learning* demonstraram ter maior sensibilidade e precisão, contribuindo para o diagnósticos mais rápidos e confiáveis na prática clínica (WU. J. *et al.*, 2024)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A radiografia interproximal (bitewing), atualmente permanece como um pilar no diagnóstico para detectar cáries proximais devido à sua sensibilidade na localização das lesões iniciais, capacidade de avaliar extensão da lesão e na utilidade no acompanhamento das lesões a longo prazo, superando outros tipos de radiografias como as periapicais e panorâmicas, por ter sua capacidade de visualizar as coroas dos dentes superiores e inferiores em uma única imagem, com alta resolução e nitidez, permitindo a identificação de cáries que seriam de difícil diagnóstico clínico visual, além disso, a aplicação da IA, pode atuar como um sistema de suporte à decisão, fornecendo uma segunda opinião e aumentando a confiança do cirurgião-dentista.

No entanto vale ressaltar que, embora a IA seja uma ferramenta valiosa para o diagnóstico preliminar, a supervisão de um especialista ainda é fundamental, a decisão final sobre o tratamento e a prevenção de danos iatrogênicos requerem um julgamento clínico do dentista, que considera não apenas a imagem radiográfica, mas também o histórico do paciente, o exame clínico e outros fatores relevantes que a IA, associada a prática odontológica representa como um grande avanço, mas que deve ser vista como complemento à expertise humana, e não como um substituto.



REFERÊNCIAS

ABBOTT. L. P. *et al.* **Artificial intelligence platforms in dental imaging:** A systematic review and meta-analysis. Oral surgery, Oral Medicine, Oral pathology and Oral Radiology, v. 139, n.3, p. 305-314, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532338224001271> . Acesso em: 20/ 09/2025.

AL SAFFAN. Abdulrahman D. *et al.* **Current. approaches to diagnosis of early proximal carious lesion:** a literature Review. Cureus, v. 15, n. 8, e43489, 2023.



ALI, M. et al. **Artificial intelligence in dental radiology: a narrative review**. Annals of medicine e surgery, v. 87, n. 4, p. 2212-2217, 27 mar. 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11981376/>. Acesso em: 18/ 09/ 2025.

ALVES. V. P. et al. **Efetividade da inteligência artificial em detectar cárie dentária em exames interproximais: uma revisão sistemática com metanálise**. REVISTA DO CROMG, v. 22, n. Supl. 4, 2024. Disponível em: <https://revista.cromg.org.br/index.php/rcromg/article/view/490>. Acesso em: 20/ 09/ 2025.

BAYATI. M. et al. Advanced AI-driven detection of interproximal caries in bitewing radiographs via YOLOv8. Scientific Reports, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11806056/>. Acesso em: 20/ 09/ 2025.

BAYRAKTAR, M.; AYAN, S. **Convolutional neural networks of caries detection in dental panoramic radiographs**. Journal of Dental Research, v. 98, n. 2, p 102- 109, 2021.

BRASIL. Ministério da saúde. **Cárie é uma das doenças crônicas não transmissíveis mais prevalentes no mundo**. Brasília, DF: Ministério da saúde, 2022. Publicado em: 1 nov. 2022. Atualizado em: 3 nov. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/novembro/carie-e-uma-das-doencas-cronicas-nao-transmissiveis-mais-prevalentes-no-mundo>. Acesso em: 20/ 09/ 2025.

BRAZ. Ana Caroline da Rocha; Canedo, Edna Dias. Mapping LGPD Principles to Ethical Principles in the Context of Artificial Intelligence. 2025. DOI: 10.5753/wics.2025.7160. Disponível em : <https://sol.sbc.org.br/index.php/wics/article/view/35931/15077>. Acesso em: 18/ 09/ 2025.

CABRAL, Bianca Maria de Souza et al. **Benefícios da inteligência artificial na identificação de cárie dentária: revisão integrativa**. Research, Society and Development, v, 10, n. 2, p. e18310212117, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org.rsd/article/download/12117/11119/7355>. Acesso em: 22/ 08/2025.

CABRAL. B. M. S. et al. **Benefícios da inteligência artificial na identificação de cárie dentária: revisão integrativa**. Research, Society and Development, v. 10, p. e12101018659-e12101018659, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/download/12117/11119/163825>. Acesso em: 20/ 09/ 2025.

CANTU, R. *et al.* **Deep learning for proximal caries detection on bitewing x-ray-HUNT 4 Oral Health Study.** arXiv preprint arXiv:2006.0000,2020.

CARVALHO, D. K. *et al.* Benefícios da inteligência artificial para o diagnóstico precoce da cárie dentária: Revisão integrativa. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, p. e43210413083, 2021. DOI: 10333448/rsd-v10i4.13083. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13083>. Acesso em 20/ 09/ 2025.

DOURADO, A.; *et al.* **The regulation of artificial intelligence for health in Brazil: considerations and perspectives.** *Revista de Saúde Pública*, v. 56, art. 80, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.org/articles/rsp/2022.v56/80/>. Acesso em: 18/09/ 2025.

GIMENEZ, Thais; TEDESCO, Tamara Kerber; BRAGA, Mariana Minatel *et al.* What is the most accurate method for detecting caries lesions? A systematic review and meta-analysis. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, v. 49, n. 3, p. 256-265. 2021.

LEE, J. H. *et al.* **Deep learning for caries detection in dental panoramic radiographs.** *Journal of Dental Research*, v. 97, n. 1, p. 107-113, 2020.

LIAN, J. *et al.* **Deep learning for caries detection in panoramic radiographs.** *Journal of Dental Research*, v. 67, n. 1, p. 114-121, 2021.

LOPES, P. C.; GOMES, A. T. P. C.; K. *et al.* Unlocking the potential of probiotic administration in caries management: a systematic review. *BMC Oral Health*, v. 24, art. 216, 2024.

LUKE, Alexander Maniangat; REZALLAH, Nader Nabil Fouad *et al.* Accuracy of artificial intelligence in caries detection: a Systematic review and meta-analysis. *Head & Face Medicine*, v. 21, art. 24, 2025. Disponível em : <https://head-face-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13005-025-00136-8>. Acesso em: 18/ 09/ 2025.

MATHUR, Anshul; DHILLON, J. K. **Caries: a review.** *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, v. 12, n. 11, p. 1-4, 2020.

MOREIRA, B. N.; SILVA, F. R. SOARES, C. J. *et al.* Effect of composite radiopacity and margin location of the restoration on the diagnosis of secondary caries. *Brazilian Dental Journal*, v. 35, p. e-1624, 2024.



PÉREZ E FRUTOS, Javier; HOLDEN HELLAND, Ragnhild; DESAI, Shreya; *et al.* AI-Dentify: deep learning for proximal caries detection on bitewing x-ray-HUNT4 Oral Health Study, BMC Oral Health, v. 24 art. 344, 2024. DOI: 10.1186/s12903-024-04129-0.

PÉREZ E FRUTOS, Javier; HOLDEN HELLAND, Ragnhild; DESAI, Shreya; *etal.* AI-Dentify: deep learning for proximal caries detection on bitewing x-ray-HUNT4 Oral Health Study, BMC Oral Health, v. 24 art. 344, 2024. DOI: 10.1186/s12903-024-04129-0.

PRADOS-PRIVADO, M. *et al.* **Inteligência artificial na detecção de cárie: uma revisão sistemática.** Revista Brasileira de Odontologia, v. 27, n. 3, p. 1-10, 2021.

SILVA. Fabyanne Cristine de Castro *et al.* Desmineralização Dentária: Avaliação “in vitro” de corticoides pediátricos. Research, Society and Development, v. 14, n. 6, e5414649002, 2025. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/download/49002/38414/501741>. Acesso em: 18/ 09/ 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Oral health.** Geneva: WHO,2025. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>. Acesso em: 20/ 09/ 2025.

WU, J. *et al.* **Artificial intelligence for dental caries detection on radiographs: a systematic review.** BMC Oral Health, v. 24, n. 1, p. 1067, 2024. DOI: <https://doi.org/10186/s12903-024-04046-7> Acesso em: 28/08/2025.