doi.org/10.51891/rease.v12i11.32682

USO DE ALGORITMOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ANÁLISE DE EXAMES DE IMAGEM PARA DETECÇÃO DE CISTOS ODONTOGÊNICOS

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS IN THE ANALYSIS OF IMAGING EXAMS FOR THE DETECTION OF ODONTOGENIC CYSTS

USO DE ALGORITMOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ANÁLISIS DE ESTUDIOS DE IMAGEN PARA LA DETECCIÓN DE QUISTES ODONTOGÉNICOS

Gabriel Bernardo de Souza Costa[1]
Rafael Santos de Paula[2]
Augusto Cesar Leal da Silva Leonel[3]

RESUMO: Os algoritmos de inteligência artificial apresentam potencial significativo como ferramenta auxiliar na detecção de cistos odontogênicos por meio de exames de imagem, motivo pelo qual este estudo visa entender e verificar como essas ferramentas podem auxiliar no diagnóstico destas lesões. Para tanto, o objetivo do trabalho foi revisar a literatura científica sobre o uso desses algoritmos na detecção de cistos odontogênicos em exames de imagem, avaliando sua eficácia e potencial de aplicação clínica. A metodologia caracterizou-se como uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio de levantamento bibliográfico na base de dados PubMed, reunindo e analisando as evidências científicas acerca do tema. Os achados analisados sugerem que a utilização desses algoritmos pode proporcionar maior agilidade e desempenho diagnóstico em determinadas circunstâncias, apresentando resultados superiores aos obtidos por alguns cirurgiões-dentistas em parâmetros específicos de avaliação. Como considerações finais, ressalta-se que a aplicação da inteligência artificial não deve ser compreendida como substituta da avaliação clínica e da análise histopatológica, consideradas fundamentais para a adequada caracterização e confirmação diagnóstica das lesões odontogênicas. Nesse contexto, os sistemas baseados em inteligência artificial devem ser compreendidos como recursos complementares, destinados a auxiliar o profissional na interpretação dos exames de imagem, contribuindo para o aprimoramento do processo diagnóstico e para a tomada de decisão clínica.

Palavras-chave: Aprendizado-profundo. Aprendizado de máquina. Inteligência artificial.

ABSTRACT: Artificial intelligence algorithms show significant potential as an auxiliary tool for detecting odontogenic cysts through imaging exams, which is why this study aims to understand and verify how these tools can assist in diagnosing these lesions. To this end, the objective of the study was to review the scientific literature on the use of these algorithms in detecting odontogenic cysts in imaging exams, evaluating their efficacy and potential for clinical application. The methodology was characterized as a narrative literature review, conducted through a bibliographic search in the PubMed database, gathering and analyzing scientific evidence on the topic. The findings suggest that using these algorithms can provide greater speed and diagnostic performance under certain circumstances, yielding results superior to those achieved by some dental surgeons in specific evaluation parameters. In conclusion, it should be emphasized that the application of artificial intelligence should not be seen as a substitute for clinical evaluation and histopathological analysis, which are considered essential for proper characterization and diagnostic confirmation of odontogenic lesions. In this context, artificial intelligence-based systems should be understood as complementary resources intended to assist

[1] Discente do curso de Odontologia do Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU).
[2] Discente do curso de Odontologia do Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU).
[3] Orientador. Docente do Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU).

clinicians in interpreting imaging exams, contributing to the enhancement of the diagnostic process and clinical decision-making.

Keywords: Deep learning. Machine learning. Artificial intelligence.

RESUMEN: Los algoritmos de inteligencia artificial presentan un potencial significativo como herramienta auxiliar en la detección de quistes odontogénicos mediante estudios de imagen; por ello, este estudio tiene como objetivo comprender y verificar cómo estas herramientas pueden ayudar en el diagnóstico de dichas lesiones. Con este fin, el trabajo se propuso revisar la literatura científica sobre el uso de estos algoritmos en la detección de quistes odontogénicos en estudios de imagen, evaluando su eficacia y su potencial de aplicación clínica. La metodología consistió en una revisión narrativa de la literatura, realizada mediante una búsqueda bibliográfica en la base de datos PubMed, recopilando y analizando la evidencia científica sobre el tema. Los hallazgos analizados sugieren que el uso de estos algoritmos puede aportar mayor agilidad y rendimiento diagnóstico en determinadas circunstancias, mostrando resultados superiores a los obtenidos por algunos cirujanos dentistas en parámetros de evaluación específicos. Como consideración final, cabe destacar que la aplicación de la inteligencia artificial no debe entenderse como un sustituto de la evaluación clínica ni del análisis histopatológico, los cuales se consideran fundamentales para la caracterización adecuada y la confirmación diagnóstica de las lesiones odontogénicas. En este contexto, los sistemas basados en inteligencia artificial deben concebirse como recursos complementarios, destinados a asistir al profesional en la interpretación de los estudios de imagen, contribuyendo así a mejorar el proceso diagnóstico y la toma de decisiones clínicas.

Palabras clave: Aprendizaje profundo. Aprendizaje automático. Inteligencia artificial.

INTRODUÇÃO

Segundo WANG *et al.* (2022), os cistos odontogênicos são lesões frequentemente observadas na cavidade oral, sendo comuns na prática clínica do cirurgião-dentista. Podem ser classificados em cistos inflamatórios e de desenvolvimento. Os cistos inflamatórios estão geralmente associados a processos infecciosos decorrentes de cárie dentária não tratada, que pode evoluir para pulpite irreversível e necrose pulpar.(LAWRENCE L *et al.*, 2022) Já os cistos de desenvolvimento relacionam-se a alterações no processo de formação dentária, caracterizando-se, em alguns casos, pelo acúmulo de líquido entre a coroa do dente e o epitélio reduzido do esmalte, podendo interferir na erupção dental.(HEATHER OLMO *et al.*, 2022)

O diagnóstico dessas lesões exige conhecimento aprofundado de suas características clínicas e imaginológicas, como forma e padrões de radiopacidade ou radiolucidez, sendo fundamental para a definição da conduta adequada.(STACEY L MCKINNEY *et al.*, 2021) Nesse contexto, o domínio das diferentes etiologias e apresentações dos cistos odontogênicos é essencial para a manutenção da saúde bucal e para o manejo clínico eficaz.(WANG *et al.*, 2022)

De acordo com JOBIM *et al.* (2023),a Inteligência Artificial (IA) corresponde a um campo da computação voltado à criação de sistemas capazes de aprender, interpretar dados e

executar tarefas que, anteriormente, dependiam exclusivamente da capacidade humana. Com o avanço tecnológico, sua aplicação na área da saúde tem se tornado cada vez mais relevante, especialmente na Odontologia, onde vem sendo utilizada como ferramenta de apoio na análise de exames de imagem.

Nesse contexto, técnicas como o aprendizado de máquina e o aprendizado profundo permitem que sistemas computacionais sejam treinados a partir de bancos de dados de imagens, possibilitando a identificação de padrões e a classificação de lesões de forma semiautomatizada ou automatizada. (MIN *et al*., 2023). Essa abordagem contribui para diagnósticos mais rápidos, precisos e eficientes, além de favorecer o processamento de grandes volumes de dados, ampliando o suporte à prática clínica.(JOBIM *et al*., 2023).

Apesar dos avanços, a utilização da IA ainda enfrenta desafios importantes, como a necessidade de bases de dados amplas e padronizadas, bem como a validação contínua dos algoritmos. Dessa forma, sua aplicação deve ser compreendida como complementar à atuação do cirurgião-dentista, auxiliando na tomada de decisão clínica, sem substituir o julgamento profissional.(JOBIM *et al*., 2023).

MÉTODOS

A metodologia do presente estudo caracterizou-se como uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio de levantamento bibliográfico na base de dados PubMed. O trabalho teve como finalidade reunir e analisar as evidências científicas acerca da aplicação de algoritmos de inteligência artificial na análise de exames de imagem para a detecção de cistos odontogênicos.

A estratégia de busca foi estruturada mediante a combinação de descritores cadastrados no *Medical Subject Headings* (MeSH) e termos livres, interligados pelos operadores booleanos AND e OR. A sintaxe utilizada na base de dados compreendeu a seguinte combinação: (("Artificial Intelligence"[Mesh] OR "Machine Learning"[Mesh] OR "Deep Learning"[Mesh] OR "Artificial Intelligence" OR "Machine Learning" OR "Deep Learning" OR "Neural Network*" OR "Convolutional Neural Network*" OR CNN OR "Computer-Aided Diagnosis" OR CAD OR "Radiomics" OR "Automated Diagnosis" OR "Algorithm*" OR "Segmenting" OR "Segmentation") AND ("Radiography, Dental"[Mesh] OR "Cone-Beam Computed Tomography"[Mesh] OR "Radiography"[Mesh] OR "Radiograph*" OR "CBCT" OR "Panoramic" OR "Tomography" OR "Imaging") AND ("Odontogenic Cysts"[Mesh] OR

"Odontogenic Cyst*" OR "Radicular Cyst*" OR "Periapical Cyst*" OR "Dentigerous Cyst*" OR "Keratocyst*" OR "Odontogenic Keratocyst*" OR "Residual Cyst*" OR "Jaw Cyst*")).

Após a aplicação dos filtros iniciais referente ao período dos últimos 6 anos e disponibilidade de texto completo gratuito, foram recuperados 74 achados. Os trabalhos localizados passaram por processo de seleção para a inclusão de artigos científicos publicados no período de 2020 a 2026, disponíveis gratuitamente na íntegra e que abordavam diretamente a relação entre o uso de inteligência artificial e a detecção de cistos odontogênicos. Foram excluídos artigos duplicados, trabalhos incompletos, cartas ao editor, resumos, dissertações, teses e estudos sem relação direta com a temática proposta.

A seleção dos estudos foi realizada inicialmente por meio da leitura dos títulos e resumos, seguida da leitura completa das publicações potencialmente elegíveis. Posteriormente, os dados obtidos foram organizados e analisados de forma descritiva, contemplando informações como os principais achados e aplicações dos algoritmos, a fim de facilitar a comparação e a interpretação dos resultados encontrados na literatura científica.

RESULTADOS

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 30 artigos, a partir da leitura dos títulos e resumos dos estudos identificados. Posteriormente, os artigos foram analisados quanto à sua pertinência em relação ao tema proposto, que consiste no uso de algoritmos de inteligência artificial na análise de exames de imagem para a detecção de cistos odontogênicos.

Dos estudos selecionados, foram extraídas informações referentes aos autores e ao ano de publicação, e titulo . A síntese dos dados obtidos encontra-se apresentada no Quadro 1.

Quadro 1: Síntese dos estudos selecionados

Autor(es) e Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusão
Kwon et al. (2020)	Desenvolver um modelo de IA baseado em CNN para diagnóstico automático de cistos e tumores nos ossos maxilares.	Desenvolvimento de CNN modificada (YOLOv3) treinada com conjunto de dados simples e com aumento de dados.	O uso de *data augmentation* elevou a sensibilidade de 78,2% para 88,9%, a especificidade de 93,9% para 97,2% e a acurácia para 95,6% (AUC = 0,94).	A arquitetura CNN com aumento de dados obteve alta acurácia diagnóstica, mesmo utilizando um número limitado de imagens.
Yang et al. (2020)	Avaliar o algoritmo YOLOv2 na detecção e classificação em	Análise de 1.602 lesões radiográficas	O algoritmo demonstrou alta capacidade de detecção e	Apresentou desempenho diagnóstico

Autor(es) e Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusão
	tempo real de lesões maxilares em radiografias panorâmicas.	(2010–2019) classificadas em: cisto dentígero, ceratocisto, ameloblastoma e ausência de lesão.	classificação automática de lesões.	equivalente ao de cirurgiões bucomaxilofaciais experientes.
Bispo et al. (2021)	Analisar o desempenho do Google Inception v3 na classificação tomográfica de ameloblastomas e ceratocistos.	Estudo experimental com imagens de TC multidetectores de 22 ameloblastomas e 18 ceratocistos confirmados por histopatologia.	A acurácia na validação cruzada variou entre 90,16% e 92,48%, com maior taxa de erro associada à classificação do ameloblastoma.	A arquitetura Inception v3 demonstra alta acurácia tomográfica, embora o ameloblastoma imponha maior dificuldade de classificação.
Lee et al. (2021)	Criar um algoritmo de *deep learning* para diferenciar a Cavidade Óssea de Stafne (SBC) de lesões osteolíticas dos maxilares.	Treinamento de modelo com radiografias panorâmicas obtidas em três sistemas radiográficos distintos, validadas via Grad-CAM.	O modelo reconheceu com sucesso características clássicas da SBC, independentemente da marca do equipamento radiográfico.	A ferramenta auxilia na identificação correta da SBC, evitando intervenções e exames complementares desnecessários.
Liu et al. (2021)	Propor um algoritmo de CNN para o diagnóstico diferencial entre ameloblastoma e ceratocisto odontogênico em radiografias panorâmicas.	Análise de 420 radiografias panorâmicas com pré-processamento para realce da Região de Interesse (ROI).	A rede proposta alcançou acurácia de 90,36% (AUC = 0,946; sensibilidade = 92,88%; especificidade = 87,80%), superando VGG-19 e ResNet-50.	O algoritmo proposto melhora a precisão do diagnóstico diferencial pré-operatório destas lesões.
McKinney et al. (2021)	Relatar um caso de cisto dentígero assintomático em paciente pediátrico e sua resolução cirúrgica.	Relato de caso de um cisto dentígero em criança de 4 anos tratado sob anestesia geral.	Observou-se reparação e cicatrização normal dos tecidos moles peri-lesionais.	Cistos dentígeros podem acometer crianças jovens e dentes decíduos/permanentes em desenvolvimento, podendo ter componente inflamatório.
Pauwels et al. (2021)	Resumir conceitos fundamentais e aplicações da IA em imaginologia odontológica.	Artigo de revisão e síntese teórica sobre conceitos de IA, aprendizado profundo e processamento de imagem radiográfica.	Descreve o avanço do uso da IA desde o diagnóstico até o processamento/reconstrução e aplicação forense.	A IA representa uma ferramenta auxiliar valiosa na interpretação de imagens odontológicas, demandando compreensão clara de seus conceitos pelos clínicos.
Chai et al. (2022)	Empregar CNN no diagnóstico	Estudo retrospectivo com	A CNN obteve sensibilidade de 87,2% e	A rede neural convolucional provou

Autor(es) e Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusão
	diferencial entre ameloblastomas e ceratocistos em exames de TCFC.	350 exames (178 ameloblastomas e 172 ceratocistos) comparando o modelo a cirurgiões seniores e juniores.	acurácia de 84,6%, superando cirurgiões seniores (65,7%) e juniores (58,5%).	ser superior ao diagnóstico humano, oferecendo suporte valioso a cirurgiões menos experientes.
Hung et al. (2022)	Revisar as aplicações de *deep learning* e radiômica em TC e TCFC no diagnóstico de patologias maxilofaciais.	Revisão narrativa focada na extração de características radiômicas e modelos profundos aplicados a tomografias.	A maioria dos modelos revisados obteve elevado desempenho, por vezes superando especialistas.	Modelos de alto desempenho têm grande potencial clínico para diagnósticos precoces e abordagens personalizadas.
Wang et al. (2022)	Avaliar aspectos clínicos/radiográficos de cistos odontogênicos comuns, suas etiologias e métodos de diagnóstico diferencial.	Atividade e revisão de Educação Continuada.	Cistos periapicais são os mais frequentes (60% dos cistos odontogênicos), afetando predominantemente a maxila (60%).	A maioria dos cistos é benigna e de origem desenvolvimental. O cuidado odontológico preventivo reduz intervenções extensas.
Yu et al. (2022)	Propor método de *deep learning* explicável para diagnóstico de cistos e tumores maxilares utilizando grande base de amostras hígidas.	Treinamento com rede de dois ramos utilizando 872 radiografias com lesões e 10.000 panorâmicas de pacientes hígidos.	A abordagem apresentou excelente capacidade discriminativa ao incorporar amostras saudáveis em massa no pré-treinamento.	O uso de amostras hígidas reduz a dependência de grandes bases de dados de lesões raras, viabilizando o treinamento de IA.
Jobin et al. (2023)	Investigar o desempenho da IA no diagnóstico por imagem em Odontologia.	Revisão da literatura incluindo 70 estudos experimentais e revisões sistemáticas (2018–2021) sobre IA na detecção de lesões.	58,73% dos trabalhos analisados apresentaram acurácia diagnóstica superior a 80% com o uso de IA.	A aplicação da IA no diagnóstico por imagem mostrou-se promissora, com desempenho comparável ou superior ao de especialistas.
Li et al. (2023)	Avaliar a precisão de redes neurais convolucionais (CNN) no diagnóstico diferencial entre ameloblastoma e ceratocisto odontogênico (CO).	Estudo retrospectivo com 1.000 radiografias panorâmicas (500 ameloblastomas e 500 CO) testadas em 8 arquiteturas de CNN.	A acurácia dos modelos variou de 82,50% a 87,50% (destaque para o EfficientNet b1, 87,50%), superando a média dos radiologistas (70,30%).	Modelos de CNN realizam o diagnóstico diferencial entre ameloblastoma e CO com precisão superior à de radiologistas orais.
Liu et al. (2023)	Desenvolver modelo de CNN para identificação de	Treinamento de quatro arquiteturas de	A acurácia média dos modelos foi de 95,9%, sendo	O uso de redes convolucionais é altamente eficiente

Autor(es) e Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusão
	patologias odontológicas comuns em radiografias digitais.	redes neurais com 188 imagens contendo cáries, periodontites e cistos periapicais.	que a arquitetura DenseNet-121 atingiu 99,5% de acurácia.	para o diagnóstico preditivo auxiliar de patologias orais.
Cai et al. (2024)	Desenvolver modelos de IA baseados em histopatologia digital para diagnóstico e prognóstico do ceratocisto odontogênico.	Análise de 519 casos (2.157 lâminas digitais em H&E) submetidos a validação cruzada 5-fold e algoritmo *Grid-Search*.	Os modelos de IA baseados em patologia digital demonstraram elevado desempenho preditivo no diagnóstico do ceratocisto.	A patologia digital baseada em IA oferece uma alternativa viável para o manejo diagnóstico e acompanhamento prognóstico.
Committeri et al. (2024)	Integrar características radiômicas de TCFC e biomarcadores inflamatórios no diagnóstico diferencial de lesões maxilares.	Estudo retrospectivo em 103 pacientes avaliando ameloblastomas unicísticos (25), ceratocistos (24) e cistos dentígeros (54).	O algoritmo *Fine Tree* discriminou bem as lesões, mas o modelo LRM combinado aos biomarcadores inflamatórios apresentou maior eficácia.	A associação entre radiômica e biomarcadores inflamatórios aumenta a precisão na diferenciação de lesões císticas e tumorais.
Kise et al. (2024)	Comparar o desempenho da IA na diferenciação entre cistos do ducto nasopalatino, cistos radiculares e estruturas normais.	Amostra com 300 exames panorâmicos (100 cistos nasopalatinos, 100 cistos radiculares e 100 controles normais) comparada ao diagnóstico de residentes.	A IA apresentou valores de AUC significativamente superiores aos dos residentes no diagnóstico diferenciado de lesões maxilares anteriores.	O modelo demonstrou alta precisão no diagnóstico diferencial e na detecção de lesões na região anterior de maxila.
Rašić et al. (2024)	Desenvolver um algoritmo de *deep learning* para a detecção de cistos radiculares mandibulares em panorâmicas.	Análise de 238 radiografias panorâmicas (138 cistos radiculares e 100 normais).	Sem o uso de *data augmentation*, o modelo alcançou precisão de 85,8%, revocação de 66,7% e mAP@50 de 70,9%.	O algoritmo demonstrou eficácia no diagnóstico automatizado de cistos radiculares na mandíbula.
Shi et al. (2024)	Revisar a literatura sobre o uso de *deep learning* no diagnóstico de lesões císticas dos maxilares.	Revisão de literatura com busca nas bases PubMed, Google Scholar e IEEE Xplore até setembro de 2023.	Modelos tradicionais e baseados em aprendizado profundo obtiveram elevada acurácia, sobretudo em exames de TCFC.	Há necessidade de aperfeiçoar as arquiteturas dos modelos para aprimorar a interpretabilidade e a generalização clínica.
Song et al. (2024)	Utilizar radiômica em TCFC aliada ao aprendizado de máquina para o diagnóstico diferencial entre ameloblastoma e ceratocisto.	Seleção retrospectiva de 348 características radiômicas de 326 pacientes, testadas em seis modelos com	Os modelos radiômicos baseados em aprendizado de máquina superaram consistentemente os diagnósticos emitidos por radiologistas.	A análise radiômica em TCFC permite a diferenciação pré-operatória não invasiva e precisa entre ameloblastoma e ceratocisto.

Autor(es) e Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusão
		validação cruzada 5-fold.		
Fontenele et al. (2025)	Analisar o panorama e as perspectivas da aplicação de IA em diagnósticos endodônticos por imagens 2D e 3D.	Revisão narrativa abordando o desempenho da IA em exames radiográficos e tomográficos, além de suas limitações.	Em imagens 2D, a IA superou radiologistas na detecção de lesões periapicais em sensibilidade e especificidade.	A IA otimiza o fluxo de trabalho e o planejamento clínico, mas necessita de integração contínua e validação entre desenvolvedores e clínicos.
Kaygısız et al. (2025)	Avaliar o modelo YOLO v11 na detecção e classificação automatizada de cistos maxilares.	Treinamento do YOLO v11 Small com 311 panorâmicas (multiclasse: cisto dentígero, ceratocisto e cisto radicular; e classe única).	O modelo multiclasse obteve mAP de 86%, precisão de 84% e pontuação F1 de 83% (destaque para cisto dentígero com 91% de precisão).	O YOLO v11 demonstrou alta eficácia na detecção de cistos maxilares, sendo recomendado o teste em amostras ampliadas.
Naidu et al. (2025)	Comparar sistemas de aprendizado de máquina manual e aprendizado profundo no diagnóstico de lesões periapicais em TCFC.	Avaliação de 500 exames tomográficos divididos em treino (400) e teste/validação (100 por dois radiologistas).	O aprendizado de máquina manual alcançou 100% de acurácia, enquanto o *deep learning* atingiu 84,62%.	O aprendizado de máquina supervisionado manualmente superou o aprendizado profundo no diagnóstico radiográfico de lesões periapicais.
Sha et al. (2025)	Desenvolver modelo de radiômica em TCFC para diferenciar cistos odontogênicos, ceratocistos e ameloblastomas.	Avaliação retrospectiva de 300 exames tomográficos com diagnóstico histopatológico confirmado.	O modelo *VotingClassifier* obteve os melhores resultados (AUC no teste: 0,814 para ameloblastoma; 0,781 para ceratocisto; 0,849 para cisto odontogênico).	A radiômica associada à TCFC apresenta grande potencial para a caracterização não invasiva e multipatológica dos maxilares.
Zhang B et al. (2025)	Sintetizar as aplicações de *deep learning* na detecção, classificação e segmentação de lesões maxilares em panorâmicas e TCFC.	Revisão narrativa analisando classificadores, detectores e métodos de segmentação, bem como vieses de amostra e limitações de explicabilidade.	O aprendizado profundo otimiza a identificação precoce e a delimitação cirúrgica de lesões císticas e tumorais.	A IA apresenta grande potencial para análise de lesões em panorâmicas e TCFC, exigindo validação externa rigorosa para uso clínico diário.
Lien et al. (2026)	Desenvolver e avaliar o modelo Mask R-CNN para localização de cistos e tumores benignos em radiografias panorâmicas.	Coleta de 215 panorâmicas (231 lesões no total: cistos dentígeros, radiculares, ceratocistos e ameloblastomas).	Obteve-se sensibilidade geral de 55,3% e acurácia de 83,9% (com melhor desempenho na localização do cisto dentígero: 93,3%).	O estudo demonstra a viabilidade preliminar da localização automática de lesões, indicando necessidade de ampliação do conjunto de dados.
Shoorgashti et al. (2026)	Avaliar meta-analiticamente a acurácia diagnóstica	Revisão sistemática e meta-análise	Sensibilidade agregada de 89% (IC 95%: 79-95%), especificidade de 92% (IC	A IA, sobretudo arquiteturas baseadas em CNN, possui alto

Autor(es) e Ano	Objetivo do Estudo	Metodologia	Principais Resultados	Conclusão
	da IA na detecção de ceratocistos em imagens de TCFC.	(PRISMA-DTA) de 12 estudos utilizando diretrizes QUADAS-2.	95%: 81-97%) e AUC de 0,828.	valor clínico como ferramenta auxiliar na identificação de ceratocistos em TCFC.
Torul et al. (2026)	Avaliar modelos de IA na diferenciação histopatológica de cistos odontogênicos.	Análise de lâminas histológicas (H&E) empregando diferentes redes convolucionais (VGG16, VGG19, Xception, Inception V3).	As redes VGG16 e VGG19 apresentaram o melhor desempenho, atingindo acurácia e sensibilidade de 89% e especificidade de 90%.	Modelos VGG16 e VGG19 são eficazes na diferenciação histopatológica automática de cistos odontogênicos.
Xu et al. (2026)	Validar modelo de *deep learning* baseado em reconstruções panorâmicas de TCFC para diferenciar lesões expansivas de osteomielite.	Estudo retrospectivo em 400 pacientes (200 com massas/lesões e 200 com osteomielite).	Todos os modelos apresentaram excelente poder discriminativo para triagem preliminar entre lesões císticas/neoplásicas e osteomielite.	O modelo serve para triagem e avaliação preliminar, não substituindo a biópsia e a avaliação multidisciplinar conclusiva.
Zhang X et al. (2026)	Avaliar métodos de pré-processamento guiados por segmentação no aumento da acurácia do InceptionV3 em TCFC.	Teste do InceptionV3 em 128 exames tomográficos comparando 4 tipos de entrada (fatia original, ROI delimitada, ROI segmentada e ROI expandida).	Modelos baseados em ROI guiados por segmentação superaram significativamente os treinados com fatias tomográficas originais.	O pré-processamento por segmentação amplia a confiança diagnóstica e melhora a interpretabilidade clínica das lesões maxilares.

Fonte: SOUZA; SANTOS et al., 2026

DISCUSSÃO

O uso de tecnologias baseadas em IA demonstra potencial significativo para auxiliar na análise de exames de imagem odontológicos, especialmente na detecção e classificação de cistos e outras lesões dos maxilares. Uma revisão da literatura sobre a aplicação da IA nessa área identificou resultados promissores em diferentes tarefas diagnósticas, reforçando a possibilidade de utilização desses sistemas como ferramentas complementares à avaliação profissional (JOBIM *et al.*, 2023). A aplicação da IA apresenta particular relevância diante da necessidade do diagnóstico diferencial entre lesões odontogênicas que compartilham características radiográficas semelhantes. Nesses casos, o conhecimento amplo sobre as etiologias e apresentações dos cistos é fundamental para o manejo clínico adequado (WANG *et al.*, 2022). Nesse contexto, os sistemas de aprendizado profundo auxiliam no reconhecimento

de padrões complexos nas imagens, contribuindo diretamente para a precisão da classificação (SHI *et al.*, 2024).

Diversos estudos apontam um desempenho elevado de modelos de IA na detecção automatizada de cistos e tumores em radiografias panorâmicas. KWON *et al.* (2020), ao utilizarem uma rede neural convolucional baseada no YOLOv3, obtiveram sensibilidade de 78,2%, especificidade de 93,9%, precisão de 91,3% e AUC de 0,86. Após a aplicação de técnicas de aumento de dados (*data augmentation*), esses índices evoluíram para 88,9%, 97,2%, 95,6% e 0,94, respectivamente, evidenciando o impacto do pré-processamento da base de imagens no desempenho final da ferramenta (KWON *et al.*, 2020). Resultados convergentes foram relatados por LIU *et al.* (2021) no diagnóstico diferencial entre ameloblastoma e ceratocisto odontogênico em radiografias panorâmicas. O modelo proposto por esses autores alcançou acurácia de 90,36%, sensibilidade de 92,88%, especificidade de 87,80% e AUC de 0,946, reforçando a viabilidade do aprendizado de máquina para distinguir lesões com sobreposição de aspectos radiográficos (LIU *et al.*, 2021).

A escolha da arquitetura da rede neural também influencia diretamente a acurácia diagnóstica do sistema. Ao avaliarem diferentes redes convolucionais para diferenciar ameloblastoma e ceratocisto em radiografias panorâmicas, LI *et al.* (2023) observaram que a EfficientNet-b1 obteve a maior acurácia no conjunto de teste (87,50%), enquanto os demais modelos variaram entre 82,50% e 86,00% (LI *et al.*, 2023). Ademais, alguns modelos chegam a apresentar desempenho comparável ao de profissionais experientes. YANG *et al.* (2020) desenvolveram um sistema de aprendizado profundo para detecção automatizada de lesões em panorâmicas cujos resultados foram equivalentes aos de cirurgiões-dentistas especialistas. Esses dados endossam o papel da IA como importante ferramenta de suporte, embora não apontem para a substituição do julgamento clínico humano (YANG *et al.*, 2020).

A modalidade do exame empregado condiciona as possibilidades analíticas dos algoritmos. Enquanto as radiografias panorâmicas oferecem uma visão ampla dos maxilares, a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) fornece dados tridimensionais essenciais para mensurar a extensão espacial das lesões (HUNG *et al.*, 2022; SHI *et al.*, 2024). Assim, o uso de IA em dados volumétricos amplia a precisão do diagnóstico diferencial. BISPO *et al.* (2021) aplicaram uma rede neural convolucional para classificar ameloblastomas e ceratocistos odontogênicos em imagens de tomografia computadorizada, obtendo acurácias entre 90,16% e 92,48% nas etapas de validação. Contudo, os autores registraram maior taxa de erro para os

ameloblastomas, indicando que o desempenho do algoritmo pode variar conforme a categoria da lesão analisada (BISPO *et al.*, 2021).

Estudos recentes ratificam o potencial da IA na CBCT. Em revisão sistemática e metanálise sobre a detecção de ceratocistos odontogênicos, SHOORGASHTI *et al.* (2026) identificaram sensibilidade agregada de 89% e especificidade de 92%. Apesar desses resultados expressivos, a heterogeneidade entre os estudos avaliados exige cautela na interpretação da eficácia global desses modelos (SHOORGASHTI *et al.*, 2026). Outra abordagem promissora combina radiômica e aprendizado de máquina. SONG *et al.* (2024) extraíram características radiômicas de imagens de CBCT para o diagnóstico pré-operatório de ameloblastomas e ceratocistos. Essa estratégia transforma atributos visuais em métricas quantitativas que refinam a capacidade classificatória dos algoritmos (SONG *et al.*, 2024).

A evolução contínua das redes também é ilustrada pelo estudo de KAYGISIZ *et al.* (2025), que aplicaram a arquitetura YOLOv11 para a detecção de cistos maxilares. No modelo multiclasse — responsável por diferenciar cistos dentígeros, ceratocistos e cistos radiculares — , obteve-se mAP de 86%, precisão de 84%, *recall* de 82% e *F1-score* de 83%. Especificamente por classe, a precisão atingiu 91% nos cistos dentígeros, 85% nos ceratocistos e 82% nos cistos radiculares (KAYGISIZ *et al.*, 2025). Além disso, a atuação da IA na Odontologia ultrapassa a análise radiográfica, alcançando também a avaliação histopatológica. TORUL *et al.* (2026) testaram modelos de aprendizado profundo no diagnóstico diferencial de cistos odontogênicos a partir de lâminas histológicas, destacando as arquiteturas VGG16 e VGG19 com os melhores desempenhos (TORUL *et al.*, 2026).

Para além da arquitetura escolhida, a composição das bases de dados de treinamento é determinante. YU *et al.* (2022) utilizaram 872 amostras de lesões e 10.000 imagens de tecidos hígidos para treinar um modelo voltado ao diagnóstico de cistos e tumores maxilares. Os autores concluíram que o pré-treinamento com grande volume de dados saudáveis reduz a dependência de bancos massivos de patologias, viabilizando o desenvolvimento de ferramentas eficazes mesmo diante da escassez de dados raros (YU *et al.*, 2022).

Apesar dos avanços, a literatura aponta limitações que impedem a adoção irrestrita dessas ferramentas. Entre os principais entraves estão o tamanho reduzido das bases de dados, a baixa representatividade das amostras, a dependência de equipamentos específicos e a escassez de validações em populações diversas. O desenvolvimento de modelos robustos exige bancos de dados ampliados, equilibrados e multicêntricos para testar a real capacidade de

generalização dos algoritmos (KAYGISIZ *et al.*, 2025; ZHANG *et al.*, 2025). A heterogeneidade metodológica entre os trabalhos também impede comparações diretas. As pesquisas variam quanto ao tipo de exame, arquitetura da rede, tamanho amostral e objetivo clínico — intercalando tarefas simples de detecção com classificações complexas. Desse modo, índices elevados de acurácia obtidos em cenários distintos não devem ser interpretados como equivalentes (SHI *et al.*, 2024; ZHANG *et al.*, 2025).

Ademais, o desempenho satisfatório em bases de dados controladas não garante eficácia similar na rotina clínica real, onde variam os protocolos de aquisição e a qualidade dos equipamentos. Portanto, a validação externa e os ensaios multicêntricos são pré-requisitos para assegurar a reprodutibilidade dos sistemas (ZHANG *et al.*, 2025). Por fim, a tomada de decisão em Odontologia não é exclusivamente radiográfica. O diagnóstico seguro de lesões odontogênicas requer a integração entre achados de imagem, histórico clínico, características sintomáticas e, quando indicado, biópsia. Assim, mesmo diante de elevados índices teóricos de acurácia, a IA deve atuar estritamente como ferramenta de suporte, mantendo a responsabilidade e o julgamento crítico a cargo do cirurgião-dentista (FONTENELE; JACOBS, 2025; PAUWELS *et al.*, 2021).

Em síntese, as evidências científicas demonstram que a inteligência artificial possui elevado potencial para auxiliar na localização, detecção e classificação de cistos e lesões dos maxilares em diferentes modalidades de exames — desde radiografias panorâmicas e CBCTs até lâminas histopatológicas (LI *et al.*, 2023; BISPO *et al.*, 2021; TORUL *et al.*, 2026; SHOORGASHTI *et al.*, 2026). Contudo, a consolidação dessas ferramentas na rotina clínica depende do avanço em pesquisas com amostras mais amplas e diversificadas, validações externas rigorosas e padronização metodológica (KAYGISIZ *et al.*, 2025; ZHANG *et al.*, 2025). Conclui-se que a IA se consolida como um importante recurso complementar para o diagnóstico diferencial, reforçando a tomada de decisão sem substituir a soberania da avaliação clínica realizada pelo profissional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante a análise dos dados obtidos, evidencia-se o potencial da aplicação de algoritmos de inteligência artificial na detecção de cistos odontogênicos por meio de exames de imagem, configurando-se como uma ferramenta auxiliar de relevância no processo de avaliação e suporte diagnóstico. Os achados analisados sugerem que a utilização desses algoritmos pode

proporcionar maior agilidade e desempenho diagnóstico em determinadas circunstâncias, apresentando resultados superiores aos obtidos por alguns cirurgiões-dentistas em parâmetros específicos de avaliação.

Entretanto, ressalta-se que a aplicação da inteligência artificial não deve ser compreendida como substituta da avaliação clínica e da análise histopatológica, consideradas fundamentais para a adequada caracterização e confirmação diagnóstica das lesões odontogênicas. Nesse contexto, os sistemas baseados em inteligência artificial devem ser compreendidos como recursos complementares, destinados a auxiliar o profissional na interpretação dos exames de imagem, contribuindo para o aprimoramento do processo diagnóstico e para a tomada de decisão clínica.

Adicionalmente, devem ser consideradas as limitações inerentes ao desenvolvimento e à aplicação desses sistemas, particularmente aquelas relacionadas à disponibilidade, qualidade e heterogeneidade das bases de dados utilizadas para treinamento e validação dos algoritmos, bem como à representatividade das amostras em relação às diferentes características populacionais. A variabilidade dos protocolos de aquisição das imagens, dos equipamentos utilizados e das condições clínicas também pode influenciar o desempenho dos modelos computacionais.

Dessa forma, embora os resultados analisados apontem para uma perspectiva promissora quanto à incorporação da inteligência artificial na detecção de cistos odontogênicos por meio de exames de imagem, torna-se imprescindível a realização de estudos adicionais, com amostras amplas e representativas, metodologias padronizadas e validação em diferentes populações e contextos clínicos. Tais investigações são necessárias para estabelecer a reprodutibilidade, a acurácia e a aplicabilidade clínica desses sistemas, contribuindo para uma eventual incorporação segura e fundamentada dessa tecnologia à prática odontológica.

REFERÊNCIAS

BISPO, M. S. *et al.* Computer tomographic differential diagnosis of ameloblastoma and odontogenic keratocyst: classification using a convolutional neural network. **Dentomaxillofacial Radiology**, London, v. 50, n. 7, p. 20210002, 1 oct. 2021.

CAI, X. *et al.* Digital pathology-based artificial intelligence models for differential diagnosis and prognosis of sporadic odontogenic keratocysts. **International Journal of Oral Science**, London, v. 16, n. 1, p. 16, 26 feb. 2024.

CHAI, Z. K. *et al.* Improved diagnostic accuracy of ameloblastoma and odontogenic keratocyst on Cone-Beam CT by artificial intelligence. **Frontiers in Oncology**, Lausanne, v. 11, p. 793417, 27 jan. 2022.

COMMITTERI, U. *et al.* New perspectives in the differential diagnosis of jaw lesions: Machine learning and inflammatory biomarkers. **Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery**, Paris, v. 125, n. 4S, p. 101912, sept. 2024.

FONTENELE, R. C.; JACOBS, R. Unveiling the power of artificial intelligence for image-based diagnosis and treatment in endodontics: An ally or adversary? **International Endodontic Journal**, Oxford, v. 58, n. 2, p. 155-170, feb. 2025.

HUNG, K. F. *et al.* Current applications of deep learning and radiomics on CT and CBCT for maxillofacial diseases. **Diagnostics**, Basel, v. 13, n. 1, p. 110, 29 dec. 2022.

JOBIN, A. *et al.* Inteligência artificial aplicada aos exames de imagem odontológicos: uma revisão da literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre**, Porto Alegre, v. 64, e12345, 2023.

KAYGISIZ, Ö. F. *et al.* A deep learning approach based on YOLO v11 for automatic detection of jaw cysts. **BMC Oral Health**, London, v. 25, n. 1, p. 1518, 2 oct. 2025.

KISE, Y. *et al.* Deep learning system for distinguishing between nasopalatine duct cysts and radicular cysts arising in the midline region of the anterior maxilla on panoramic radiographs. **Imaging Science in Dentistry**, Seoul, v. 54, n. 1, p. 33-41, mar. 2024.

KWON, O. *et al.* Automatic diagnosis for cysts and tumors of both jaws on panoramic radiographs using a deep convolution neural network. **Dentomaxillofacial Radiology**, London, v. 49, n. 8, p. 20200185, dec. 2020

LEE, A. *et al.* Deep learning neural networks to differentiate Stafne's bone cavity from pathological radiolucent lesions of the mandible in heterogeneous panoramic radiography. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 16, n. 7, e0254997, 2021.

LI, M. *et al.* Application of deep learning in differential diagnosis of ameloblastoma and odontogenic keratocyst based on panoramic radiographs. **Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao**, Beijing, v. 45, n. 2, p. 273-279, apr. 2023.

LIEN, K. H. *et al.* Deep learning-assisted localization of cystic lesions and benign tumors in the maxillofacial region using panoramic radiographs: A preliminary feasibility study. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 15, n. 7, p. 2784, 7 apr. 2026.

LIU, F. *et al.* Recognition of digital dental X-ray images using a convolutional neural network. **Journal of Digital Imaging**, New York, v. 36, n. 1, p. 73-79, feb. 2023.

LIU, Z. *et al.* Differential diagnosis of ameloblastoma and odontogenic keratocyst by machine learning of panoramic radiographs. **International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery**, Berlin, v. 16, n. 3, p. 415-422, mar. 2021.

MCKINNEY, S. L.; LUKES, S. M. Dentigerous cyst in a young child: a case report. **Canadian Journal of Dental Hygiene**, Ottawa, v. 55, n. 3, p. 177-181, 1 oct. 2021.

NAIDU, G. *et al.* Evaluation of artificial intelligent systems based analysis in dental periapical lesions: A radiological study. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, Mumbai, v. 17, n. 2, p. S1475-S1477, jun. 2025.

PAUWELS, R. A brief introduction to concepts and applications of artificial intelligence in dental imaging. **Oral Radiology**, Tokyo, v. 37, n. 1, p. 153-160, jan. 2021.

RAŠIĆ, M. *et al.* Utilizing deep learning for diagnosing radicular cysts. **Diagnostics**, Basel, v. 14, n. 13, p. 1443, 6 jul. 2024.

SHA, X. *et al.* CBCT radiomics features combine machine learning to diagnose cystic lesions in the jaw. **Dentomaxillofacial Radiology**, London, v. 54, n. 5, p. 381-388, 1 jul. 2025.

SHI, Y. J. *et al.* Deep learning in the diagnosis for cystic lesions of the jaws: a review of recent progress. **Dentomaxillofacial Radiology**, London, v. 53, n. 5, p. 271-280, 28 jun. 2024.

SHOORGASHTI, R. *et al.* Diagnostic accuracy of artificial intelligence models for detecting odontogenic keratocytes on CBCT imaging: A systematic review and meta-analysis. **Health Science Reports**, Hoboken, v. 9, n. 9, e73086, 26 aug. 2026.

SONG, Y. *et al.* Application of machine learning in the preoperative radiomic diagnosis of ameloblastoma and odontogenic keratocyst based on cone-beam CT. **Dentomaxillofacial Radiology**, London, v. 53, n. 5, p. 316-324, 29 jun. 2024.

TORUL, D. *et al.* Deep learning-based approach for differential diagnosis of odontogenic cysts from histopathological images. **Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal**, Valencia, v. 31, n. 2, p. e196-e204, 1 mar. 2026.

WANG, L. L.; OLMO, H. Cistos odontogênicos. *In*: **StatPearls**. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2022.

XU, B. *et al.* Application of a deep learning method based on CBCT panoramic reconstruction images for differentiating operationally defined cystic and neoplastic jaw lesions from osteomyelitis: a single-center retrospective study. **Scientific Reports**, London, v. 16, p. 59810, 1 jul. 2026.

YANG, H. *et al.* Deep learning for automated detection of cyst and tumors of the jaw in panoramic radiographs. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 9, n. 6, p. 1839, jun. 2020.

YU, D. *et al.* Deep learning based diagnosis for cysts and tumors of jaw with massive healthy samples. **Scientific Reports**, London, v. 12, n. 1, p. 1855, 3 feb. 2022

ZHANG, B. *et al.* Deep learning for imaging diagnosis of jaw cystic lesions and maxillofacial tumors: A narrative review. **Journal of International Medical Research**, London, v. 53, n. 12, p. 1-15, dec. 2025

ZHANG, X. *et al.* Segmentation-guided preprocessing improves deep learning diagnostic accuracy and confidence of ameloblastoma and odontogenic keratocyst in Cone Beam CT images: A preliminary study. **Diagnostics**, Basel, v. 16, n. 3, p. 416, 1 feb. 2026.