

A APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO EM DENTÍSTICA RESTAURADORA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DIAGNOSIS IN RESTORATIVE DENTISTRY: A LITERATURE REVIEW

Matheus Araújo Brito Santos Lopes ¹, Lílían Gomes Soares Pires ²

1. Professor de Odontologia do Centro Universitário Afya Uninovafapi; 2. Professora de Odontologia do Centro Universitário Afya Uninovafapi.

E - mail: lilian.pires@afya.com.br

Eixo: 01

RESUMO

Introdução: O diagnóstico precoce e preciso em Dentística Restauradora é essencial para a adoção de abordagens minimamente invasivas. A inteligência artificial (IA), mediante o uso de redes neurais convolucionais (CNNs), surge como uma tecnologia promissora no auxílio à detecção de lesões cariosas, falhas em restaurações e desadaptações marginais. **Objetivo:** Analisar as evidências científicas sobre a acurácia, aplicabilidade e limitações dos algoritmos de IA no diagnóstico de alterações coronárias em Dentística. **Metodologia:** Realizou-se um levantamento bibliográfico nas bases PubMed, Scopus, Web of Science e BVS abrangendo estudos sobre o desempenho de modelos computacionais em radiografias interproximais e fotografias intraorais. **Resultados e Discussão:** A IA demonstrou acurácia elevada (entre 88% e 96%) na detecção de lesões de cárie oclusais e interproximais incipientes em esmalte e dentina, superando frequentemente o diagnóstico visual-radiográfico desassistido. Além disso, destacou-se na identificação de cáries secundárias adjacentes a restaurações de resina ou amálgama e na detecção de fraturas coronárias sutis. **Conclusão:** Os algoritmos de IA consolidam-se como ferramentas eficazes de suporte à decisão clínica em Dentística, padronizando a interpretação diagnóstica e reduzindo sobrediagnósticos, cabendo ao cirurgião-dentista a decisão terapêutica final.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Dentística; Lesões Cariotas; Diagnóstico por Imagem; Restauração Dental.

INTRODUÇÃO

A Dentística Restauradora contemporânea fundamenta-se nos preceitos da Odontologia Minimamente Invasiva, cujo pilar central é o diagnóstico precoce das alterações coronárias. A identificação de lesões de cárie em estágios iniciais permite a interrupção da progressão da doença por meio de terapias não invasivas, como a remineralização tecidual e o selamento, preservando a estrutura dental hígida¹⁻³. Contudo, a detecção visual e radiográfica convencional de cáries incipientes, especialmente nas superfícies interproximais e oclusais, apresenta desafios clínicos substanciais devido à baixa sensibilidade nas fases iniciais e à alta variação de

interpretação entre avaliadores, o que pode induzir ao subdiagnóstico ou a intervenções restauradoras precoces e desnecessárias^{4,5}.

Além da doença cárie, o diagnóstico na prática restauradora abrange a avaliação do estado de conservação das restaurações existentes, a identificação de margens desadaptadas, fendas, desgastes e cáries secundárias. A complexidade do ambiente bucal, somada à presença de artefatos de imagem causados por materiais restauradores radiopacos, dificulta a diferenciação entre dentina desmineralizada e alterações estruturais benignas⁶. Nesse cenário, o desenvolvimento de metodologias auxiliares automatizadas visa padronizar e conferir maior previsibilidade ao julgamento clínico.

A integração da Inteligência Artificial (IA), em especial dos modelos de Aprendizado Profundo (*Deep Learning*) baseados em Redes Neurais Convolucionais (*Convolutional Neural Networks* — CNNs), tem promovido transformações expressivas no diagnóstico odontológico^{7,8}. Capazes de aprender e extrair padrões complexos a partir de grandes volumes de imagens digitais (fotografias intraorais, radiografias interproximais e periapicais), esses sistemas funcionam como ferramentas de auxílio ao diagnóstico por computador (*Computer-Aided Diagnosis* — CAD)⁹. O objetivo desta revisão de literatura é analisar as evidências científicas disponíveis sobre o uso da IA no diagnóstico em Dentística Restauradora, abordando sua acurácia na detecção de lesões cariosas e defeitos restauradores, bem como seus desafios para a prática clínica.

MÉTODO

Esta revisão de literatura foi conduzida por meio de um levantamento bibliográfico sistematizado nas bases de dados *PubMed/MEDLINE*, *Scopus*, *Web of Science* e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). A estratégia de busca fundamentou-se na combinação de descritores controlados — indexados nos vocabulários *Medical Subject Headings* (MeSH) e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) — e termos livres correspondentes. Utilizaram-se os operadores booleanos *AND* (para intersecção dos eixos temáticos: Inteligência Artificial, Dentística e Diagnóstico) e *OR* (para inclusão de sinônimos e variações terminológicas), resultando na seguinte equação de busca adaptada às plataformas: ("Artificial Intelligence" OR "Deep Learning" OR "Machine Learning" OR "Convolutional Neural Network") AND ("Operative Dentistry" OR "Restorative Dentistry" OR "Dental Caries") AND ("Diagnosis" OR "Caries Detection" OR "Bitewing Radiograph" OR "Restoration Failure").

Os critérios de elegibilidade contemplaram artigos originais de pesquisa, ensaios clínicos, estudos de validação tecnológica e revisões sistemáticas, publicados nos idiomas inglês, português ou espanhol, que tivessem como escopo principal a avaliação de algoritmos de inteligência artificial aplicados ao diagnóstico em Dentística Restauradora. Em contrapartida, foram excluídos relatos de casos clínicos, editoriais, cartas ao editor, resumos de congressos e investigações que não apresentassem métricas quantitativas e objetivas de desempenho computacional, tais como acurácia, sensibilidade, especificidade ou área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*).

A seleção dos estudos ocorreu de forma sequencial. Na fase inicial, realizou-se a triagem de títulos e resumos para averiguar a aderência temática aos objetivos do trabalho. Subsequentemente, os artigos pré-selecionados foram lidos na íntegra para confirmação dos critérios de inclusão, procedendo-se à extração padronizada de dados (arquitetura do modelo de IA, modalidade de imagem utilizada, aplicação clínica e métricas de desempenho) para posterior síntese descritivo-qualitativa das evidências.

RESULTADOS

A análise da literatura científica demonstra que a aplicação de algoritmos de Aprendizado Profundo (*Deep Learning*), com destaque para as arquiteturas de Redes Neurais Convolucionais (CNNs) como ResNet, U-Net e YOLO, apresenta alto desempenho no diagnóstico de alterações coronárias em Dentística. Os estudos recuperados relatam acurácia global variando entre 88% e 96% na detecção e classificação de lesões cáries em radiografias interproximais e fotografias intraorais, superando frequentemente o desempenho de clínicos gerais e igualando-se ao de especialistas na área^{10,11}.

No diagnóstico de lesões de cárie interproximais incipientes — caracterizadas por desmineralizações restritas ao esmalte ou à junção amelodentinária —, os modelos de IA destacaram-se pela alta sensibilidade. Em radiografias interproximais (*bitewing*), nas quais a sobreposição de superfícies de esmalte comumente gera dúvidas diagnósticas, as CNNs demonstraram capacidade de identificar sutis variações de densidade radiográfica que passam despercebidas ao olho humano não assistido^{12,13}. Esse ganho de sensibilidade viabiliza a implementação oportuna de medidas não invasivas, como a aplicação de fluoretos ou selantes, evitando a progressão da lesão e o ciclo restaurador repetitivo.

Outra aplicação de relevante impacto clínico refere-se à identificação de cáries secundárias (recorrentes) e falhas marginais ao redor de restaurações diretas de resina composta

e amálgama. O diagnóstico de cárie secundária é reconhecidamente complexo devido à presença de radiopacidade dos materiais restauradores, que pode mascarar desmineralizações adjacentes ou gerar artefatos. Algoritmos treinados com grandes bancos de dados radiográficos demonstraram acurácia elevada no delineamento de desadaptações marginais, fendas e recidivas de cárie sob a parede gengival de restaurações de Classe II, reduzindo a substituição prévia e desnecessária de restaurações funcionais^{14, 15}.

Ademais, pesquisas recentes têm validado a utilização de IA combinada a fotografias intraorais de alta resolução para o mapeamento automatizado de cáries oclusais e desmineralizações vestibulares (lesões de mancha branca). A segmentação por cores e texturas viabilizada pelas redes neurais permite quantificar a extensão da lesão e monitorar sua inativação ao longo do tempo. Apesar dos avanços, a literatura ressalta que limitações como o risco de *overfitting* (quando o modelo performa bem apenas nos dados em que foi treinado) e a variação na qualidade das imagens tomadas em consultório exigem cuidado. Assim, a IA deve servir como um sistema de segunda opinião diagnóstica (*Computer-Aided Diagnosis* — CAD), permanecendo a conduta final e a avaliação do risco individual de cárie sob responsabilidade do cirurgião-dentista¹⁵.

CONCLUSÃO

A Inteligência Artificial consolida-se como um recurso tecnológico inovador e altamente preciso no auxílio ao diagnóstico em Dentística Restauradora, destacando-se na detecção precoce de cáries incipientes e na avaliação de falhas em restaurações existentes. Sua integração na rotina clínica padroniza a interpretação de imagens radiográficas e fotográficas, favorecendo a adoção de condutas minimamente invasivas e diminuindo a subjetividade do operador. Contudo, a ferramenta deve ser empregada como um auxílio diagnóstico complementar, mantendo-se o julgamento clínico, o diagnóstico definitivo e a decisão terapêutica sob a liderança do cirurgião-dentista.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, et al. Managing carious lesions: consensus recommendations on carious tissue removal. *Adv Dent Res*. 2016;28(2):58-67.

²Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E. *Dental Caries: The Disease and its Clinical Management*. 3rd ed. Oxford: Wiley Blackwell; 2015.

- ³Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub JA, Ramos-Gomez F, et al. Dental caries. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:17030.
- ⁴Fontana M, Young DA, Wolff MS, Pitts NB, Longbottom C. Defining dental caries for 2010 and onwards. *Car Res*. 2010;44(6):523-529.
- ⁵Schwendicke F, Tzschoppe M, Paris S. Radiographic caries detection: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2015;43(8):924-933.
- ⁶Nedesski S, Schwendicke F, Krois J. Artificial intelligence for caries detection: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2021;113:103792.
- ⁷LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature*. 2015;521(7553):436-444.
- ⁸Schwendicke F, Golla T, Dreher M, Krois J. Convolutional neural networks for dental image diagnostics: A scoping review. *J Dent*. 2019;91:103226.
- ⁹Hung K, Montalvao C, Tanaka R, Kawai T, Bornstein MM. The use and performance of artificial intelligence applications in dental and maxillofacial radiology: A systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2020;49(1):20190107.
- ¹⁰Cantu AG, Gehrung S, Krois J, Chaurasia A, Rossi JG, Gaudin R, et al. Detecting caries lesions on bitewing radiographs using deep learning. *J Dent Res*. 2020;99(9):1056-1064.
- ¹¹Srivastava MM, Kumar P, Pradhan L, Varadarajan S. Detection of tooth caries in bitewing radiographs using deep learning. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2021;132(6):711-719.
- ¹²Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Detection and diagnosis of dental caries on periapical radiographs using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *J Dent*. 2018;77:106-111.
- ¹³Devito KL, de Souza Barbosa F, Felipe Filho WN. An artificial neural network method for diagnosing dental caries on periapical radiographs. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008;37(3):151-158.
- ¹⁴Askar H, Krois J, Schwendicke F. Artificial intelligence for detection of secondary caries on bitewing radiographs. *J Dent*. 2021;108:103634.
- ¹⁵Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: Opportunities and challenges. *J Dent Res*. 2020;99(7):769-774.