

APLICAÇÕES DE RECURSOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) EM ODONTOLOGIA RESTAURADORA.

MARIA EDUARDA LIMA DO NASCIMENTO MARINHO¹; EDUARDO TROTA CHAVES²; RODRIGO ROHENKOHL SILVA³; MELISSA FERES DAMIAN⁴; JÚLIA CADORIM FACENDA⁵; GIANA DA SILVEIRA LIMA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – melnmarinho@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – eduardo.trota@yahoo.com

³ Universidade Federal de Pelotas - drrodrigo.rsilva@gmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas – melissaferesdamian@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas – juliafacenda@yahoo.com.br

⁶ Universidade Federal de Pelotas – gianalima@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O avanço científico-tecnológico em recursos computadorizados é considerado uma constante ao longo das últimas décadas. De forma geral, dispositivos eletrônicos atuais apresentam diversas funções, projetando suas aplicações em diferentes áreas do conhecimento. Recursos de Inteligência Artificial (IA) auxiliam profissionais em múltiplas vertentes, aumentando a previsibilidade de resultados, uma vez que integram uma complexa rede de dados, baseada em alta acurácia e exatidão (ABDALLA-ASLAN et al., 2020).

Em um primeiro momento, essa difusão tecnológica encontrou maior inserção em áreas semelhantes, sendo a aplicação de recursos tecnológicos bastante comum para áreas de engenharias ou demais segmentos que utilizam as ciências exatas como base. No entanto, áreas que apresentam saúde como base, também foram englobadas para aplicação dessa tecnologia. Cirurgias guiadas por computador e algoritmos que facilitam o processo de tomada de decisão diagnóstica e terapêutica vem sendo utilizados, apresentando bons resultados (EZHOV et al., 2021).

Em odontologia, a aplicação de IA é relativamente recente e, a literatura existente ainda é bastante experimental. Diversos reportes estão disponíveis, em uma lógica análoga ao processo desenvolvido para áreas semelhantes, como a medicina. Os esforços parecem estar concentrados na resolução de questões que apresentam discordância entre profissionais, como o diagnóstico de lesões sugestivas de processo carioso ou identificação de elementos que necessitam de intervenção profissional (EZHOV et al., 2021).

Considerando as especialidades odontológicas restauradoras, é possível perceber que o recurso é majoritariamente aplicado sobre imagens dentárias, sejam elas radiografias, fotografias ou arquivos provenientes de escaneamentos intraorais. Vale salientar que, pela possibilidade de subjetividade na interpretação visual desses recursos, muitas vezes as discordâncias entre profissionais afetam diretamente o prognóstico dos casos (KÜHNISCH et al., 2022). Visto o exposto, é objetivo desta revisão mapear a literatura odontológica sobre o estado atual do desenvolvimento científico da aplicação de recursos de IA em odontologia restauradora.

2. METODOLOGIA

Esta revisão narrativa procurou responder a pergunta de pesquisa: “Qual o panorama da literatura odontológica sobre a associação de recursos de Inteligência Artificial no contexto restaurador odontológico?”. Em vista do caráter explorativo,

adotou-se o acrônimo PCC (população, conceito e contexto). Sendo P (trabalhos que reportem o uso de IA), C (características e possibilidades dessa ferramenta) e C (odontologia restauradora).

Foi realizada uma busca nas bases de dados Pubmed (via Medline) e EMBASE, aplicando termos específicos. Os termos foram coletados a partir da análise de títulos e palavras-chaves encontrados por busca manual em reportes compatíveis com a pergunta de pesquisa. Os trabalhos foram lidos em duplicata, por dois pesquisadores independentes (E.T.C e M.E.L.N.M.) e revisados por outros dois pesquisadores (G.S.L. e J.C.F.). Os títulos foram importados para um gerenciador de referências, os resultados serão apresentados de forma descritiva e por meio de gráficos e tabelas.

Tabela 1. Apresentação da busca realizada nas bases de dados, discriminada nos domínios do acrônimo PCC.

Participantes	Machine Learning OR Learning, Machine OR Transfer Learning OR Learning, Transfer OR Intelligence, Artificial OR Computational Intelligence OR Intelligence, Computational OR Machine Intelligence OR Intelligence, Machine OR Computer Reasoning OR Reasoning, Computer OR AI (Artificial Intelligence) OR Computer Vision Systems OR Computer Vision System OR System, Computer Vision OR Systems, Computer Vision OR Vision System, Computer OR Vision Systems, Computer OR Knowledge Acquisition (Computer) OR Acquisition, Knowledge (Computer) OR Knowledge Representation (Computer) OR Knowledge Representations (Computer) OR Representation, Knowledge (Computer) OR Algorithms OR Computer Neural Network OR Computer Neural Networks OR Network, Computer Neural OR Networks, Computer Neural OR Neural Network, Computer OR Models, Neural Network OR Model, Neural Network OR Network Model, Neural OR Network Models, Neural OR Neural Network Model OR Neural Network Models OR Computational Neural Networks OR Computational Neural Network OR Network, Computational Neural OR Networks, Computational Neural OR Neural Network, Computational OR Neural Networks, Computational OR Perceptrons OR Perceptron OR Connectionist Models OR Connectionist Model OR Model, Connectionist OR Models, Connectionist OR Neural Networks (Computer) OR Network, Neural (Computer) OR Networks, Neural (Computer) OR Neural Network (Computer) OR Deep Learning
Conceito	Development OR Validation OR Efficiency OR Analysis OR Test OR Efficacy OR Application OR Cost-Effectiveness
Contexto	Dentistry OR Dental Research OR Dentistry, Operative OR Prosthodontics
*Domínios combinados pelo operador AND e busca adaptada para cada base.	

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados analisados pela presente revisão, foi possível estabelecer que IA -aplicada à odontologia restauradora- não é um tema recente. Ainda que os resultados mais promissores sejam atrelados aos trabalhos publicados nos últimos 10 anos, os primeiros registros datam de 1984(PITTS, 1984). Da mesma forma, a quantidade de trabalhos publicado por ano apresenta tendência progressiva e crescente, sendo encontrados aproximadamente 50 resultados, quando o período de 2021-22 foi analisado.

Nesse contexto, majoritariamente, os resultados analisados utilizam recursos de *Machine ou deep Learning*. Essa subdivisão da IA permite ao profissional a imputação de um banco de dados, indicando ao algoritmo quais condições devem ser analisadas. Dessa forma, quando uma imagem (sem imputação de dados prévios) for analisada, o software utilizará da memória para buscar padrões semelhantes aos apresentados na imagem analisada. Essa prática

apresenta como vantagem a possibilidade de indicar as condições desejadas e como deve ser conduzida a investigação, por parte do algoritmo. Em contrapartida, a utilização desse recurso requer um extenso banco de dados, que englobe as principais características da condição estudada (KÜHNISCH et al., 2022).

A amostra estudada apresenta como ponto importante o objetivo destinado aos programas de IA desenvolvidos e aplicados. Considerando o aspecto descritivo, diferentes estudos apresentam proposições de algoritmos e softwares que identificam estruturas de acordo com a imagem produzida. Nesse sentido, diferentes trabalhos apontam eficácia na identificação de elementos compatíveis com o cenário odontológico, sendo principalmente reportados: restaurações (resina composta, amálgama ou cerâmica), notação dentária (classificação e numeração dos elementos), presença de implantes ou variações da anatomia adjacente (estruturas ósseas mandíbulo-maxilares). Para esse tipo de recurso é possível estabelecer um bom nível de desenvolvimento, apresentando alto índice de acurácia entre os resultados apontados pelo software e as condições reais (ABDALLA-ASLAN et al., 2020).

Em mesmo sentido, considerando segmento inferencial, foi possível estabelecer um perfil dividido em dois grandes grupos de interesse. Sendo, a proposição de softwares e algoritmos que permitam a identificação de áreas de potencial lesão de cárie (representada pela identificação de áreas radiolúcidas) e fraturas (representada pela redução volumétrica, comparando dois exames de imagem de um mesmo elemento, em diferentes momentos do tempo) (PARK et al., 2018). A literatura propõe a predição de condições futuras a partir da análise de sinais característicos das condições estudadas. Ou seja, o segundo grupo concentra esforços no desenvolvimento de algoritmos que permitam, a partir da imputação de dados personalizados dos casos, predição do desenvolvimento futuro (ou em estágio precoce) de lesões de cárie e falha de restaurações.

Considerando a comerciabilidade desses recursos, diferentes trabalhos apontam resultados favoráveis, sendo no desenvolvimento de novos recursos ou validação de recursos já disponíveis para compra. De forma geral, a confiabilidade dos resultados desses softwares apresenta uma maior margem de erros. No que diz respeito às imagens analisadas, exames radiográficos apresentam a maior prevalência. Isso pode ser justificado pelo fato de ser o exame mais solicitado pelos dentistas, apresentando diferentes versões, como imagens periapicais ou interproximais e radiografias panorâmicas (EZHOV et al., 2021).

No entanto, o avanço tecnológico nos exames auxiliares em odontologia também se mostra uma constante. Assim, estudos mais recentes, já dedicam como objetivo principal o desenvolvimento ou validação de softwares para recursos radiológicos de maior complexidade, como tomografias computadorizadas. É possível estabelecer que, para imagens bidimensionais, os algoritmos apresentam melhores resultados (associado a menor captação de detalhes e possível distorção técnica). Ainda que, tomografias forneçam o maior grau de precisão e fidelidades às estruturas reais, o excesso de detalhamento parece configurar uma desvantagem para os softwares, que muitas vezes identificam estruturas de forma equivocada (PARK et al., 2018).

Em projeção futura, acredita-se que essa associação de recursos pode prover resultados bastante favoráveis para os profissionais de odontologia. É sabido que, independente das indicações de algoritmos de IA, o cirurgião-dentista mantém a soberania sobre o melhor diagnóstico, indicação ou terapêutica. Porém, considerando as discordâncias expostas anteriormente, a difusão de ferramentas auxiliares para esses processos pode garantir melhores relações de custo-

efetividade. Vale salientar também, que todos os algoritmos aqui revisados são desenvolvidos por processos semelhantes, considerando a necessidade da inserção de dados e indicação ao software sobre quais as condições de interesse, ressaltando novamente a vitalidade do recurso humano qualificado, independente do uso ou não dessas ferramentas tecnológicas.

4. CONCLUSÕES

Os modelos de IA propostos nos trabalhos revisados apresentam um perfil emergente e alto potencial para sua difusão nos consultórios odontológicos. Proposições de cunho descritivo ou de identificação parecem apresentar resultados mais precisos e confiáveis, quando comparados com proposições inferenciais (tentativas de prever resultados com base em dados presentes). Da mesma forma, os exames radiográficos bidimensionais (periapicais, interproximais e panorâmicas) tendem a apresentação de um menor desafio aos softwares, quando comparado à exames de maior complexidade, como tomografias.

O panorama da literatura odontológico-restauradora sobre aplicação de recursos de IA apresenta um perfil emergente e de alto potencial. Nesse sentido, considerando o presente como a transição para a difusão global dessas ferramentas, projeta-se que, novos estudos serão desenvolvidos até que se alcance resultados de alta precisão e acurácia, garantindo uma maior segurança no uso e indicação desse tipo de recurso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA-ASLAN, Ragda; YESHUA, Talia; KABLA, Daniel; LEICHTER, Isaac; NADLER, Chen. An artificial intelligence system using machine-learning for automatic detection and classification of dental restorations in panoramic radiography. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, [S. l.], v. 130, n. 5, p. 593–602, 2020.

EZHOV, Matvey et al. Clinically applicable artificial intelligence system for dental diagnosis with CBCT. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 1–16, 2021.

KÜHNISCH, J.; MEYER, O.; HESENIUS, M.; HICKEL, R.; GRUHN, V. Caries Detection on Intraoral Images Using Artificial Intelligence. **Journal of Dental Research**, [S. l.], v. 101, n. 2, p. 158–165, 2022.

PARK, Junyoung; HWANG, Donghwi; KIM, Kyeong Yun; KANG, Seung Kwan; KIM, Yu Kyeong; LEE, Jae Sung. Computed tomography super-resolution using deep convolutional neural network. **Physics in Medicine and Biology**, [S. l.], v. 63, n. 14, 2018.

PITTS, N. B. Detection and measurement of approximal radiolucencies by computer-aided image analysis. **Oral surgery, oral medicine, and oral pathology**, United States, v. 58, n. 3, p. 358–366, 1984.