

ADRIEL SILVA DE AQUINO

**APLICABILIDADE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
NA DETECÇÃO E NO DIAGNÓSTICO DE LESÃO DE
CÁRIE: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

PARIPIRANGA

2022

ADRIEL SILVA DE AQUINO

**APLICABILIDADE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
NA DETECÇÃO E NO DIAGNÓSTICO DE LESÃO DE
CÁRIE: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao Departamento de
Odontologia como requisito parcial à
conclusão do Curso de Odontologia do Centro
Universitário AGES para obtenção do grau de
cirurgião-dentista.

Área de concentração: Dentística

Orientador: Me. Wilson Déda Gonçalves Júnior

Paripiranga

2022

Aquino, Adriel Silva de

Aplicabilidade da inteligência artificial na detecção e no diagnóstico de lesão de cárie: uma revisão de literatura / Adriel Silva de Aquino

24 páginas

Trabalho de Conclusão de Curso em Odontologia – Centro Universitário AGES. Paripiranga, 2022

Área de concentração: Dentística

Orientador: Wilson Déda Gonçalves Júnior

Palavras-chave: Dentística. Inteligência artificial. Diagnóstico. Cárie.

ADRIEL SILVA DE AQUINO

**APLICABILIDADE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
NA DETECÇÃO E NO DIAGNÓSTICO DE LESÃO DE
CÁRIE: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Paripiranga, ___/___/___.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial à conclusão do Curso de Odontologia do Centro Universitário AGES para obtenção do grau de cirurgião-dentista.

Wilson Déda Gonçalves Júnior – orientador (presidente)
Centro Universitário AGES

Profa. Camilla Muniz de Melo – 1º examinador
Centro Universitário AGES

Profa. Lívia Ariane de Sá Rocha – 2º examinador
Centro Universitário AGES

RESUMO

Percebe-se que a utilização da inteligência artificial vem sendo amplamente utilizada no campo da odontologia, por isso essa revisão tem como objetivo avaliar sua aplicabilidade na detecção e diagnóstico de lesões de cárie. A revisão foi feita através de uma busca ativa nas seguintes bases de dados: Medline/PubMed, Scielo e LILACS, com a utilização dos seguintes descritores: “dentistry”, “oral diseases”, “caries”, “dental caries”, “dental”, “oral diagnosis”, “artificial intelligence”, “deep learning” e “machine learning”, limitado aos idiomas inglês e português, com limitadores temporais de publicação entre 2018 e março de 2022. Na revisão de literatura as pesquisas utilizaram sistemas de rede neural convolucional para avaliar o desempenho da inteligência artificial na detecção de lesões de cáries em radiografias interproximais e fotos orais, comparando o desempenho de dentistas versus a IA e o rendimento dos profissionais antes e após o uso do sistema, além disso foi avaliado o custo-benefício de sua aplicação. Os resultados foram promissores, de modo geral a IA apresentou maior precisão, sensibilidade e especificidade que os dentistas avaliados, além disso, a rede neural pareceu mais sensível na localização de lesões leves e moderadas. Dessa forma, conclui-se que a utilização da IA é promissora para a prática odontológica por se mostrar eficiente em detectar lesões de cárie, porém, faz-se necessário analisar o uso da ferramenta em ambiente real.

Palavras-chave: Dentística. Inteligência artificial. Diagnóstico. Cárie.

ABSTRACT

It is noticed that the use of artificial intelligence has been widely used in the field of dentistry, so this review aims to evaluate its applicability in the detection and diagnosis of caries lesions. The review was carried out through an active search in the following databases: Medline/PubMed, Scielo and LILACS, using the following descriptors: “dentistry”, “oral diseases”, “caries”, “dental caries”, “dental”, “oral diagnosis”, “artificial intelligence”, “deep learning” and “machine learning”, limited to English and Portuguese languages, with publication time limits between 2018 and March 2022. In the literature review, researches used convolutional neural network systems to evaluate the artificial intelligence performance in the detection of caries lesions in interproximal radiographs and oral photos, comparing the dentists’ performance versus AI and the professionals’ performance before and after use of the system, in addition, the cost-benefit of its application was evaluated. The results were promising; in general, the AI showed greater precision, sensitivity and specificity than the evaluated dentists, in addition, the neural network seemed more sensitive in the mild localization and moderate lesions. Thus, it is concluded that the use of AI is promising for dental practice because it is efficient in detecting caries lesions however, it is necessary to analyze the use of the tool in a real environment.

Keywords: Dentistry. Artificial intelligence. Diagnosis. Caries.

LISTAS DE SIGLAS

IA	Inteligência Artificial
AUC	Area Under The Curve / Área Sob a Curva
CNN	Convolutional Neural Network / Rede Neural Convolutacional
DL	Deep Learning / Aprendizado profundo
IC	Intervalo de Confiança
IOU	Intersection Over Union / Intersecção Sobre União
ML	Machine Learning / Aprendizado de Máquina
RNA	Rede Neural Artificial
SUS	Sistema Único de Saúde
VPN	Valor Preditivo Negativo
VPP	Valor Preditivo Positivo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
3	DISCUSSÃO	14
4	CONCLUSÃO	17
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
	ANEXOS	21

1 INTRODUÇÃO

A inteligência artificial vem trazendo grandes mudanças para a sociedade, no dia a dia há exemplos claros, como os assistentes virtuais e os eletrodomésticos inteligentes, porém, a tecnologia não se restringe a isso, a inteligência artificial (IA) vem dominando as áreas da saúde através do uso de algoritmos para processamento de imagens a partir de extração específica e condução de alvos. Na odontologia, o recurso é utilizado, por exemplo, no processamento de dados de imagem em uma série de radiografias, para detecção de lesões endodônticas periapicais e de cárie (BERNAUER; ZITZMANN; JODA, 2021).

A inteligência artificial é a capacidade da tecnologia de executar tarefas com uma inteligência própria, inspirada nas habilidades de cognição humana, de modo geral, ela busca por padrões e características que se repetem, o intuito é que essas máquinas resolvam problemas por meio do aprendizado (CACÑAHUARAY-MARTÍNEZ et al., 2021). Os aspectos que compõem a IA são hierarquicamente a própria inteligência artificial, como o termo e o sistema em si; machine learning (ML) ou aprendizado de máquina, em português, cujo intuito é permitir que as máquinas aprendam padrões com base em um conjunto de dados oferecidos e sejam capazes de fazer previsões, a ML aprende com modelos anteriores e evolui quando é apresentado novos dados (CARRILLO-PEREZ et al., 2022; BICHU et al., 2021).

A forma mais comum de ML é o aprendizado supervisionado. Supondo o uso para detecção de cárie através de análise de imagens, o responsável seleciona um grande banco de dados de imagens com lesão de cáries e a partir disso inicia o processo de treinamento, a máquina ao receber esses dados irá fazer uma análise matemática com objetivo de obter a melhor pontuação em cada uma das categorias, após o treinamento seu desempenho é medido através do teste de validação, o profissional avalia suas respostas sobre um conjunto de imagens novas nunca vistas pelo modelo (PRADOS-PRIVADO et al., 2020).

As Redes Neurais Artificiais (RNA) são um conjunto de algoritmos treinados com o propósito de solucionar o problema, enquanto os neurônios artificiais são as unidades que constituem essas redes cujo objetivo é o funcionamento similar ao do cérebro humano, sua eficiência necessita de quantidade e qualidade de dados. Deep learning (DL), aprendizado profundo, em português, também conhecido como redes neurais convolucionais (Convolutional

Neural Network / CNN) é um componente de ML que usa várias camadas ocultas das redes neurais, sua função principal é processar imagens grandes e complexas, sendo o mais utilizado na odontologia por ser capaz de classificar imagens (“há presença de cárie, nessa imagem?”), detectar objetos (“onde está a lesão?”), e segmentação (“quais pixels estão acometidos?”) (CACÑAHUARAY-MARTÍNEZ et al., 2021; RODRIGUES; KROIS; SCHWENDICKE, 2021; MACHOY et al., 2020).

A cárie dentária é uma doença que afeta os tecidos duros dentais e tem etiologia multifatorial, é causada geralmente pela fermentação de carboidratos simples por microrganismos como os lactobacilos e estreptococos na superfície dos dentes, outros fatores como a má higiene bucal, redução de saliva e hábitos alimentares contribuem para seu desenvolvimento, dessa forma, a lesão começa com uma rugosidade superficial e evolui para uma cavitação pulpar, com presença de edema, abscesso e demais sinais e sintomas sistêmicos (MATHUR; DHILLON, 2018). O método de detecção visual-tátil, juntamente com a utilização de radiografias são as formas mais utilizadas atualmente pelos dentistas no diagnóstico da cárie, principalmente as radiografias interproximais (PRADOS-PRIVADO et al., 2020; TAGLIAFERRO et al., 2019).

Frente ao panorama exposto, este estudo tem o objetivo de realizar uma revisão sobre o uso da inteligência artificial e sua aplicabilidade no diagnóstico de lesões de cárie. Essa pesquisa visa contribuir com o entendimento acerca do uso da IA na construção de diagnósticos mais eficazes, na capacidade de minimizar erros humanos e na diminuição da sobrecarga e redução de custos dos sistemas de saúde.

O trabalho trata-se de uma revisão de literatura, realizada a partir de uma indagação inicial e seguida por identificação, seleção e avaliação de estudos hospedadas em bases de dados eletrônicas. Pergunta de pesquisa: qual a aplicabilidade da inteligência artificial na detecção e no diagnóstico de lesões de cárie? A busca foi realizada no Medline/PubMed, Scielo e Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde (LILACS), os descritores utilizados foram: “dentistry”, “oral diseases”, “caries”, “dental caries” “dental”, “oral diagnosis”, “artificial intelligence”, “deep learning” e “machine learning”, limitado aos idiomas inglês e português, com limitadores temporais de publicação entre 2018 e março de 2022.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O estudo de Cantu et al. (2020) teve como objetivo aplicar o aprendizado profundo para identificar lesões cariosas de múltiplas extensões e comparar o desempenho entre a inteligência artificial (IA) e os dentistas. Foram analisadas 3.686 radiografias interproximais, apenas com dentes permanentes, e divididas em três conjuntos de dados: o modelo de rede neural convolucional (CNN) U-Net foi treinado com 3.293 imagens rotuladas por três dentistas especialistas e revisado por um quarto, 252 usadas para validação e 141 para teste, os resultados foram avaliados pela pontuação média do intersecção sobre união (intersection over union/ IOU); no segundo grupo de intervenção sete dentistas analisaram de forma independente as 141 imagens teste, atuando como peso comparador.

Os grupos de intervenção rede neural e dentistas foram avaliados através de sete critérios: a precisão geral da rede neural foi significamente maior que a média dos dentistas (0,80 versus 0,71), assim como a sensibilidade (0,75 vs. 0,36), diferentemente da especificidade que os dentistas obtiveram 0,91 e a CNN 0,83. Em relação ao valor preditivo positivo (VPP) não houve diferença significativa, enquanto no negativo (VPN) a rede neural foi superior (0,86 vs. 0,72) e igualmente o F1-score (0,73 vs. 0,41) (CANTU et al., 2020).

Schwendicke et al. (2020) compararam o custo-benefício da detecção de cárie proximal em radiografias interproximais com e sem uso de inteligência artificial, para isso utilizaram como base dois artigos de precisão diagnóstica (CANTU et al., 2020 [descrito acima] e SCHWENDICKE; TZSCHOPPE; PARIS, 2015). O grupo controle (sem IA), discorrido no estudo de Schwendicke, Tzschoppe, Paris (2015), uma revisão sistemática e meta-análise, traz que a detecção de cárie através de radiografia e por análise clínica a cada 2 anos, permite detecção de lesões iniciais e amplia a sensibilidade para identificação de lesões avançadas.

As premissas de custo-benefício foram: os cálculos de custo dos serviços odontológicos baseados nos honorários públicos e privados da Alemanha; os custos de aplicação da IA no caso base fixado em 8 euros; os custos estimados calculados sobre um único dente; e a avaliação média dos vários estados de saúde dos dentes impactados. Os resultados mostram que no cenário base, a avaliação com IA foi mais eficaz e mais econômica (298 euros)

em comparação com o grupo sem IA (322 euros). A relação custo-efetividade incremental foi de -13,9 euros/ano (SCHWENDICKE et al., 2020).

Lee et al. (2021) utilizaram o modelo de CNN U-Net para identificar lesão de cárie em radiografias interproximais através de análise da densidade radiográfica e da estrutura dos dentes, além de verificarem se a IA agrega à prática clínica dos profissionais. Para desenvolvimento do modelo foram utilizadas 304 radiografias para treinamento (149 em segmentação de estrutura e cárie e 105 apenas para segmentação de cárie) e 50 radiografias sem lesão cariiosa para avaliação de desempenho. Enquanto isso, três dentistas foram orientados a detectar as lesões de cáries em 50 radiografias e após algumas semanas revisaram essas imagens com ajuda da inteligência artificial.

Os resultados mostraram um desempenho de 63,29% de precisão e 64,14% de F1-score, com detecção de todos os tipos de cárie exceto a cárie dentária proximal. Quando se refere ao uso da CNN pelos dentistas, o número de cáries diagnosticadas inicialmente foi: 177, 182 e 155, e após a revisão: 211, 202, 175. O modelo proporcionou um aumento significativo da sensibilidade em cáries iniciais e moderadas, assim como a diminuição do VPP (LEE et al., 2021).

A pesquisa de Lian et al. (2021), teve como objetivo detectar lesões de cárie através da IA, classificar extensões radiográficas em filmes panorâmicos e comparar o desempenho com dentistas. Foi usada uma rede neural convolucional chamada nnU-Net para detectar a cárie e DenseNet121 para classificação das lesões de acordo com sua profundidade. No aprendizado do modelo foram utilizadas 1.160 imagens panorâmicas de dentes permanentes, 1.071 para treinamento e validação e 89 para teste, o grupo de treinamento foi avaliado por três dentistas que classificaram e etiquetaram as imagens, um quarto revisou. Para comparação e obtenção dos resultados, seis dentistas segmentaram e classificaram a gravidade das lesões de cárie do grupo teste.

O modelo nnU-Net e os dentistas não apresentaram mudanças significativas em relação a precisão (0,986 vs. 0,955) e a VPN (0,985 vs. 0,981), porém a CNN teve um melhor desempenho quanto a sensibilidade (0,821 vs. 0,773), F1-score (0,902 vs. 0,733) e especificidade (1,000 vs. 0,971). Para o diagnóstico do estágio de cárie, os grupos não tiveram mudanças significativas, porém a rede neural pareceu mais sensível na localização de lesões iniciais (0,765 vs. 0,464) e moderadas (0,652 vs. 0,536) (LIAN et al., 2021).

Bayraktar e Ayan (2021) investigaram a eficácia das redes neurais convolucionais no diagnóstico de lesões cariosas utilizando o modelo YOLO, a CNN utilizou 1.000 radiografias interproximais apenas com dentes permanentes, em que 80% foi o grupo de treinamento e 20% grupo de teste e validação; as lesões do primeiro grupo foram rotuladas por dois dentistas experientes. Os resultados representam 200 radiografias, em que 375 superfícies proximais indicaram lesão de cárie, dessas 180 são molares e 195 pré-molares, a precisão da rede neural foi de 94,59%, a especificidade de 98,19%, a sensibilidade obteve 72,26%, a VPN foi de 95,64% e a VPP de 86,58%.

O objetivo do estudo apresentado por Lee et al. (2018) foi avaliar a eficácia de algoritmos na detecção e diagnóstico de lesões de cárie. Foram usadas 3.000 imagens radiográficas, com treinamento da rede CNN GoogLeNet Inception v3 com modelo de treinamento e validação (80%) e teste (20%), ambos divididos igualmente entre imagens com e sem cárie dentária; todas validadas por um dentista. Como resultado, foram apresentados 83,0% de especificidade, 81,0% de sensibilidade, 82,7% de VPP, 81,4% de VPN e 82,0% de precisão diagnóstica para pré-molares e molares, apenas pré-molares, 89,0% de acurácia diagnóstica, 94,0% de especificidade, 84,0% de sensibilidade, 93,3% de VPP e 85,5% de VPN, em molares o estudo mostrou 88,0% de acurácia diagnóstica, 84,0% de especificidade, 92,3% de sensibilidade, 85,2% de VPP e 91,3% de VPN.

A pesquisa de Zhang et al. (2020) teve por finalidade desenvolver e avaliar a atividade do sistema ConvNet, que se baseia em rede neural convolucional através de aprendizado profundo, para através de fotografias orais (por câmeras convencionais de consumo), detectar lesões de cárie. Foram utilizadas 3.932 fotos orais de 625 voluntários, o aprendizado de máquina seguiu através de treinamento, validação e teste, no qual as imagens foram rotuladas por três dentistas, além disso, foi utilizado mineração negativa difícil ou hard negative mining, em inglês, para treinar o modelo automaticamente, devendo então precisar se há presença de cárie e qual localização. Os resultados apontaram AUC de 85,64% (95% IC) e sensibilidade de 81,90%.

Devlin et al. (2021) teve como objetivo investigar se a capacidade dos dentistas em detectar cáries em esmalte é melhorada com uso do software AssistDent. Os dentistas foram divididos em grupo controle (n= 11) e experimental (n= 12) examinaram as mesmas 24 radiografias interproximais selecionadas do conjunto de teste, na mesma interface gráfica do sistema, porém só o grupo experimental recebia alerta de cárie. Seis dentistas rotularam as

imagens com localização e grau da cárie para treinamento de algoritmo e avaliação. Os resultados mostraram que a sensibilidade do grupo experimental foi de 75,8% comparado ao controle de 44,3%, enquanto a especificidade foi de 96,3% (sem IA) e 85,4% (com IA); o uso do software melhorou a capacidade de localizar a cárie de esmalte em 71%.

O objetivo de Casalegno et al. (2019) é mostrar um modelo de aprendizado profundo para detecção e localização automática de lesões de cárie em imagens de transiluminação no infravermelho próximo, o modelo se baseia em uma CNN, treinada através de segmentação semântica. Foram usadas 217 imagens, 185 para treinamento e 32 na validação, divididas igualmente entre molares e pré-molares, inferiores e superiores e rotuladas por dois dentistas. O modelo obteve uma pontuação total de mIOU= 72,7%, desempenho de segundo plano de IOU= 96,6%, esmalte de IOU= 80,0% e dentina de IOU= 88,3%, nas regiões com presença de cárie proximal (IOU = 49,5%) e oclusal (IOU = 49,0%), além de concordância entre os rótulos de referência e os preditos pela CNN nas regiões oclusal (AUC= 83,6%) e proximal (AUC= 85,6%).

3 DISCUSSÃO

O objetivo dessa revisão é verificar a utilização prática-científica da inteligência artificial na detecção e diagnóstico de lesões de cárie através de diferentes tipos de imagens. Cada estudo pôde explorar sistemas com utilização de rede neural convolucional, definir formas de análise, bem como parâmetros a serem explorados.

Os estudos de Lian et al. (2021), Lee et al. (2021) e Cantu et al. (2020) compararam o desempenho de dentistas experientes e modelos de rede neural, observaram de forma unânime que houve uma maior sensibilidade da IA na detecção de lesões leves e moderadas. Foi notado que após a utilização do modelo, os dentistas diagnosticaram mais lesões de cáries, porém em contrapartida aumentaram os falsos-positivos, isso porque quando a radiografia apresentou outros problemas (defeitos de esmalte ou fraturas) a rede entendeu como uma resposta falso-positiva de cárie (LEE et al., 2021).

Lian et al. (2021) sugerem a utilização da rede neural para interpretação de radiografias no diagnóstico da cárie, por entender seu uso como confiável e mais eficaz; Lee et al. (2021) apresentam uma conclusão receosa sobre seu uso clínico, aponta o risco de induzir a tratamentos desnecessários devido a grande proporção dos falsos-negativos. Ambos ressaltam a necessidade dos dentistas não confiarem totalmente na IA, utilizando-a como referência para seu diagnóstico.

Baelum et al. (2012) descrevem o erro de ignorar uma lesão como muito grave devido às chances de uma piora de quadro, dessa forma é necessário utilizar métodos adicionais que diminuam as chances do acontecimento, como a combinação tradicional entre radiografia interproximal e o exame visual-tátil, reitero que nos estudos descritos nesta revisão só foram avaliados exames de imagem.

Com a utilização de um software de IA, Devlin et al. (2021) perceberam que os dentistas aumentaram significativamente a sensibilidade na detecção de cárie de esmalte, principalmente com a diminuição da especificidade, aumentando sua capacidade de localização. O aprimoramento do sistema se faz necessário para uma melhor sensibilidade no diagnóstico da cárie de esmalte, mesmo havendo risco de uma crescente de falsos-positivos, isso porque segundo as diretrizes clínicas não deve ser realizada restaurações nesses casos.

A descoberta da pesquisa de Devlin et al. (2021) é muito promissora por facilitar a abordagem de terapia preventiva com uma intervenção mínima, a estratégia deve envolver controle de fatores e determinantes como a retirada das bactérias da superfície dos dentes com a escovação, diminuir a exposição aos açúcares e fazer utilização de fluoreto (BRASIL, 2018; MARTINS; PEREIRA; CARLI, 2015).

O estudo de Lee et al. (2018) apresentou uma boa precisão diagnóstica na utilização da inteligência artificial para a detecção de cárie e avaliou o desempenho em pré-molares e molares, porém, percebeu que por se tratar de uma estrutura mais complexa, os molares foram mais desafiadores para o sistema. A IA pode ser aprimorada através de transferência de aprendizado, em que o conhecimento de um sistema de rede neural convolucional é transferido para outro com um menor conjunto de dados, essa prática é eficaz pois reduz o poder computacional e o tempo de treinamento, o método de ajuste fino é o mais eficaz para realizar transferência (SULTAN et al., 2020).

Quando observada a pesquisa de Bayraktar e Ayan (2021) é percebido um bom desempenho apesar da alta proporção de falso-positivo, em relação a sensibilidade, os pré-molares obtiveram maiores parâmetros, enquanto os molares apresentaram uma especificidade maior, diferente dos valores citados anteriormente por Lee et al. (2018). As limitações do estudo foram: a não classificação entre cárie de esmalte e de dentina, e o conjunto de dados ser restrito. Diferente dos demais artigos, Casalegno et al. (2019) utilizaram imagens de transiluminação no infravermelho próximo, sua análise sobre a detecção de cárie pela IA parece promissora, mas falta-lhe robustez, o conjunto de dados utilizado foi bastante limitado.

Diferente dos demais profissionais, Zhang et al. (2020) utilizaram fotos clínicas orais para detecção de cárie pela IA, o pretexto seria a utilização da inteligência para triagem de cárie em grandes populações ou em cenários onde o atendimento clínico convencional apresenta maiores dificuldades, como a impossibilidade de consultas regulares por questões financeiras. Porém, o estudo apresenta limitações: um conjunto de dados restrito e apesar de sua alta precisão, ter uma especificidade reduzida, categorizando equivocadamente manchas dentárias como lesões de cárie. A utilização de fotos por câmeras de smartphones para detecção de cárie é citada por Estai et al. (2017) como uma ferramenta de diagnóstico moderado que possui boa confiabilidade, sendo essa ferramenta útil em teleodontologia para triagem.

Após análise de desempenho das redes neurais na detecção de lesões de cárie e comparação da atuação de dentistas com e sem auxílio da IA, Schwendicke et al. (2020) buscaram entender sobre o custo de sua aplicação. O custo-benefício do uso da IA para a detecção de cárie foi baseado a princípio pela maior sensibilidade da máquina em relação aos dentistas (duas vezes maior), o que levaria a um diagnóstico precoce, prevenindo a necessidade de restaurações e próteses futuras, porém o custo-efetividade não se sobressaiu como a sensibilidade, juntamente a especificidade que é menor em relação aos dentistas. Apesar dos autores concluírem que o uso de rede neural é um método mais econômico, e realmente ser em seu núcleo de pesquisa, as métricas precisam ser avaliadas com os custos de aplicação locais dentro do Sistema Único de Saúde (SUS) e em consultórios privados.

Em sua maioria, as pesquisas utilizaram o aprendizado profundo como base de seus sistemas, em específico a rede neural convolucional por apresentar rendimento alto em reconhecimento de imagens, tais métodos se tornaram ideais para análise de radiografias médicas e odontológicas por facilitarem a detecção do problema, por esse motivo foi quase unânime sua utilização, somado a sua relevância no diagnóstico da cárie (YASA et al., 2020;

SCHWENDICKE et al., 2019). Um aspecto limitador dos estudos foi o conjunto de dados reduzido, sendo imprescindível que esses sistemas continuem recebendo, sendo alimentos para que ocorra um processo de aprimoramento.

A inteligência artificial vem alcançando espaço no campo da odontologia e trazendo novas possibilidades, seja para a construção de diagnósticos, previsão de doenças, para avaliação, planejamento de tratamentos e até na identificação daqueles pacientes de mais alto risco; a IA é uma ferramenta de suporte para decisões clínicas específicas cujo tempo de trabalho é limitado, proporcionando que os dentistas tomem decisões com maior precisão, evitando, portanto, erros humanos. Deve ser ressaltado que o conhecimento adquirido pela educação especializada e experiência de trabalho, construída por anos pelos profissionais de saúde sempre serão o fator determinante para diagnosticar e construir um plano de tratamento para o paciente (MONILL-GONZÁLEZ et al., 2021; LEITE et al., 2020; HUNG et al., 2019).

4 CONCLUSÃO

A inteligência artificial vem sendo vastamente utilizada na odontologia e especialmente no campo da dentística, como vimos, os sistemas de aprendizado profundo têm potencial de detectar lesões de cárie em diferentes classes, que os dentistas ao utilizarem a ferramenta ampliam seu olhar, visualizando lesões iniciais que tinham uma maior probabilidade de passarem despercebidas, permitindo um diagnóstico precoce. Os autores utilizaram em sua maioria as radiografias interproximais para detecção das cáries, porém, foi utilizado também fotos orais, trazendo novas possibilidades para seu uso, além do aspecto clínico mencionado, foi avaliado o custo-benefício da utilização desses sistemas com resultados promissores.

Não há dúvidas que a utilização de inteligência artificial nas áreas clínicas vem para agregar ao conhecimento dos profissionais e ampliar ainda mais o cuidado com o paciente, todavia, faz-se necessário analisar o uso da ferramenta em ambiente real, no dia a dia do dentista em rede pública e privada. Notavelmente, faz-se necessário novas pesquisas que comportem conjuntos de dados mais amplos, explorando a relação sensibilidade e especificidade para uma maior segurança, minimizando as taxas de falsos-positivos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAELUM, Vibeke et al. Implications of caries diagnostic strategies for clinical management decisions. **Community dentistry and oral epidemiology**, v. 40, n. 3, p. 257-266, 2012.

BAYRAKTAR, Yusuf; AYAN, Enes. Diagnosis of interproximal caries lesions with deep convolutional neural network in digital bitewing radiographs. **Clinical oral investigations**, v. 26, n. 1, p. 623-632, 2021.

BERNAUER, S. A.; ZITZMANN, N. U.; JODA, T. The Use and Performance of Artificial Intelligence in Prosthodontics: A Systematic Review. **Sensors**, v. 21, n. 19, p. 6628, 2021.

BICHU, Yashodhan M. et al. Applications of artificial intelligence and machine learning in orthodontics: a scoping review. **Progress in orthodontics**, v. 22, n. 1, p. 1-11, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. A saúde bucal no Sistema Único de Saúde [recurso eletrônico] / **Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica**. – Brasília : Ministério da Saúde, 2018.

CACÑAHUARAY-MARTÍNEZ, Génesis et al. Aplicación de la inteligencia artificial en Odontología: revisión de la literatura. **Odontología sanmarquina**, v. 24, n. 3, p. 243-253, 2021.

CANTU, Anselmo Garcia et al. Detecting caries lesions of different radiographic extension on bitewings using deep learning. **Journal of dentistry**, v. 100, p. 103-425, 2020.

CARRILLO-PEREZ, Francisco et al. Applications of artificial intelligence in dentistry: A comprehensive review. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 34, n. 1, p. 259-280, 2022.

CASALEGNO, F. et al. Caries detection with near-infrared transillumination using deep learning. **Journal of dental research**, v. 98, n. 11, p. 1227-1233, 2019.

DEVLIN, Hugh et al. The ADEPT study: a comparative study of dentists' ability to detect enamel-only proximal caries in bitewing radiographs with and without the use of AssistDent artificial intelligence software. **British dental journal**, v. 231, n. 8, p. 481-485, 2021.

ESTAI, Mohamed et al. Comparison of a smartphone-based photographic method with face-to-face caries assessment: a mobile teledentistry model. **Telemedicine and e-Health**, v. 23, n. 5, p. 435-440, 2017.

HUNG, Man et al. Application of machine learning for diagnostic prediction of root caries. **Gerodontology**, v. 36, n. 4, p. 395-404, 2019.

LEE, Jae-Hong et al. Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. **Journal of dentistry**, v. 77, p. 106-111, 2018.

LEE, Shinae et al. Deep learning for early dental caries detection in bitewing radiographs. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2021.

LEITE, André Ferreira et al. Radiomics and machine learning in oral healthcare. **PROTEOMICS–Clinical Applications**, v. 14, n. 3, p. 1900040, 2020.

LIAN, Luya et al. Deep learning for caries detection and classification. **Diagnostics**, v. 11, n. 9, p. 1672, 2021.

MACHOY, Monika Elżbieta et al. The ways of using machine learning in dentistry. **Adv Clin Exp Med**, v. 29, n. 3, p. 375-384, 2020.

MARTINS, Isabela Mascaro; PEREIRA, Paulo Zárate; DE-CARLI, Alessandro Diogo. Cariologia Baseada em Evidências e o Processo Ensino-Aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 39, p. 50-59, 2015.

MATHUR, Vijay Prakash; DHILLON, Jatinder Kaur. Dental caries: a disease which needs attention. **The Indian Journal of Pediatrics**, v. 85, n. 3, p. 202-206, 2018.

MONILL-GONZÁLEZ, Anna et al. Artificial intelligence in orthodontics: Where are we now? A scoping review. **Orthodontics & Craniofacial Research**, v. 24, p. 6-15, 2021.

PRADOS-PRIVADO, María et al. Dental caries diagnosis and detection using neural networks: a systematic review. **Journal of clinical medicine**, v. 9, n. 11, p. 3579, 2020.

RODRIGUES, Jonas Almeida; KROIS, Joachim; SCHWENDICKE, Falk. Demystifying artificial intelligence and deep learning in dentistry. **Brazilian oral research**, v. 35, p. 1-7, 2021.

SCHWENDICKE, F. et al. Cost-effectiveness of artificial intelligence for proximal caries detection. **Journal of dental research**, v. 100, n. 4, p. 369-376, 2020.

SCHWENDICKE, Falk et al. Convolutional neural networks for dental image diagnostics: A scoping review. **Journal of dentistry**, v. 91, p. 103226, 2019.

SCHWENDICKE, Falk; TZSCHOPPE, Markus; PARIS, Sebastian. Radiographic caries detection: a systematic review and meta-analysis. **Journal of dentistry**, v. 43, n. 8, p. 924-933, 2015.

SULTAN, Ahmed S. et al. The use of artificial intelligence, machine learning and deep learning in oncologic histopathology. **Journal of Oral Pathology & Medicine**, v. 49, n. 9, p. 849-856, 2020.

TAGLIAFERRO, E. P. S. et al. Caries diagnosis in dental practices: results from dentists in a Brazilian community. **Operative dentistry**, v. 44, n. 1, p. E23-E31, 2019.

YASA, Yasin et al. An artificial intelligence proposal to automatic teeth detection and numbering in dental bite-wing radiographs. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 79, n. 4, p. 275-281, 2020.

ZHANG, Xuan et al. Development and evaluation of deep learning for screening dental caries from oral photographs. **Oral diseases**, v. 28, n. 1, p. 173-181, 2020.

ANEXO A - TERMO DE RESPONSABILIDADE DO REVISOR DE LÍNGUA PORTUGUESA



TERMO DE RESPONSABILIDADE

RESERVADO AO REVISOR DE LÍNGUA PORTUGUESA

Anexar documento comprobatório de habilidade com a língua, exceto quando revisado pelo orientador.

Eu, Jeferson Reis Santos,

declaro inteira responsabilidade pela revisão da Língua Portuguesa do Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia), intitulado:

Aplicabilidade da inteligência artificial na detecção e no diagnóstico de lesões de cárie: uma revisão de literatura.

a ser entregue por Adriel Silva de Aquino,
acadêmico (a) do curso de Dentologia.

Em testemunho da verdade, assino a presente declaração, ciente da minha responsabilidade no que se refere à revisão do texto escrito no trabalho.

Paripiranga, 11 de junho de 2022.

Jeferson Reis Santos
Assinatura do revisor

 Avenida Universitária, 23
Parque das Palmeiras Cidade Universitária
Prof. Dr. Jayme Ferreira Bueno Paripiranga - BA

Rodovia Antônio Martins de Menezes,
270 Várzea dos Cagados
Caixa postal nº 125 Lagarto - SE

BR 116 - KM 277
Tucano - BA

Avenida Universitária,
701, Bairro Pedra Branca, BR 324
Jacobina (BA)

Rodovia Lomanto Júnior, BR 407 - Centro
Caixa postal nº 165 Senhor do Bonfim - BA

Rua Dr. Ângelo Dourado,
nº 27 - Irecê-BA, 44900-000.

ANEXO B - DOCUMENTO COMPROBATÓRIO DE HABILIDADE COM A LÍNGUA PORTUGUESA



UniAGES
Centro Universitário

O Reitor do Centro Universitário AGES, no uso de suas atribuições, tendo em vista a conclusão do curso de Letras, em 14 de abril de 2018, confere o título de

Licenciado em Letras a

Jeferson Reis Santos

brasileiro, natural do estado de Sergipe, nascido em 8 de fevereiro de 1996, RG 37350536-SSP/SE, filho de Geraldo Ferreira dos Santos e Doracilia Borges dos Reis Santos, e outorga-lhe o presente diploma, a fim de que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Paripiranga (BA), 14 de abril de 2018.

José Wilson dos Santos
Reitor

Jeferson Reis Santos

Jeferson Reis Santos
Diplomado

Maria de Fátima R. A. S. Oliveira

Maria de Fátima Rabelo Andrade e Oliveira
Secretária Acadêmica



ANEXO C - TERMO DE RESPONSABILIDADE DO TRADUTOR



TERMO DE RESPONSABILIDADE

RESERVADO AO TRADUTOR DE LÍNGUA ESTRANGEIRA: INGLÊS, ESPANHOL OU FRANCÊS.

Anexar documento comprobatório da habilidade do tradutor, oriundo de IES ou instituto de línguas.

Eu, Aurélia Emília de Paula Fernandes,

declaro inteira responsabilidade pela tradução do Resumo (Abstract/Resumen/Résumé) referente ao Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia), intitulada:

Aplicabilidade da inteligência artificial na detecção e no diagnóstico de lesão de cárie: uma revisão de literatura.

a ser entregue por Adriel Silva de Aquino,

acadêmicas do curso de Odontologia.

Em testemunho da verdade, assino a presente declaração, ciente da minha responsabilidade pelo zelo do trabalho no que se refere à tradução para a língua estrangeira.

Paripiranga, 11 de junho de 2022.

Aurélia Emília de Paula Fernandes

Assinatura do tradutor



Avenida Universitária, 23
Parque das Palmeiras Cidade Universitária
Prof. Dr. Jayme Ferreira Bueno Paripiranga - BA

BR 116 - KM 277
Tucano - BA

Rodovia Lomanto Júnior, BR 407 - Centro
Caixa postal nº 165 Senhor do Bonfim - BA

Rodovia Antônio Martins de Menezes,
270 Várzea dos Cagados
Caixa postal nº 125 Lagarto - SE

Avenida Universitária,
701, Bairro Pedra Branca, BR 324
Jacobina (BA)

Rua Dr. Ângelo Dourado,
nº 27 - Itacê-BA, 44900-000.

ANEXO D - DOCUMENTO COMPROBATÓRIO DE HABILIDADE COM A LÍNGUA ESTRANGEIRA

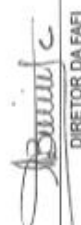
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Patrocínio
Coordenação de Extensão e Pós-Graduação

CERTIFICADO

O Diretor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Patrocínio, no uso de suas atribuições e tendo em vista a conclusão do Curso de Pós-Graduação "Lato-Sensu", especialização em, Lingua Inglesa, consoante os termos da resolução nº 12/83 do Conselho Federal de Educação, Outorga a Aurélia Emília de Paula Fernandes o presente Certificado, a fim de que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Patrocínio, MG, 01 de Março de 19 99


COORDENADOR - GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO


DIRETOR DA FAFI

