

## **Benefícios da inteligência artificial na identificação de cárie dentária: revisão integrativa**

**Benefits of artificial intelligence in dental caries identification: integrative review**

**Beneficios de la inteligencia artificial en la identificación de caries dentales: revisión integradora**

Recebido: 18/01/2021 | Revisado: 21/01/2021 | Aceito: 03/02/2021 | Publicado: 09/02/2021

### **Bianca Maria de Souza Cabral**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5622-3949>  
Universidade de Pernambuco, Brasil  
E-mail: bianca.cabral@upe.br

### **Anna Beatriz Cariolano Marques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9406-7454>  
Universidade de Pernambuco, Brasil  
E-mail: anna.marques@upe.br

### **Maria Regina Almeida de Menezes**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3012-3979>  
Universidade de Pernambuco, Brasil  
E-mail: regina.menezes@upe.br

### **Esdras Gabriel Alves-Silva**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2309-1115>  
Universidade Estadual de Campinas, Brasil  
E-mail: esdras0702@yahoo.com.br

### **Renata Araújo Gomes de Sá**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-8225>  
Universidade Estadual de Campinas, Brasil  
E-mail: renata.sa@upe.br

### **Eloiza Leonardo de Melo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5845-1478>  
Universidade de Pernambuco, Brasil  
E-mail: eloiza.leonardo@upe.br

### **Marleny Elizabeth Márquez de Martínez Gerbi**

Universidade de Pernambuco, Brasil  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9174-2541>  
E-mail: marleny.gerbi@upe.br

### **Mávio Eduardo Azevedo Bispo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3781-0272>  
Universidade de Pernambuco, Brasil  
E-mail: meb@ecompupe.br

### **Resumo**

A Inteligência Artificial (IA) é um mecanismo proveniente de softwares, que tem como objetivo mimetizar funções cognitivas de seres humanos. Atualmente, a busca por seu uso cresce aceleradamente no ramo da saúde, contemplando diversas áreas, incluindo a Odontologia. A cárie dentária é uma doença dinâmica, multifatorial e mediada por biofilme, que resulta na desmineralização e remineralização fásicas dos tecidos dentários. A cárie dentária é uma das doenças crônicas que mais acometem pessoas ao redor do mundo. O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão integrativa da literatura atual sobre IA na identificação de cárie, acentuando seus benefícios, limitações, relevância e impacto. Com isso, a pergunta norteadora é: o quão viável pode ser o uso de uma tecnologia mais avançada como a IA para o diagnóstico de cáries? A pesquisa foi iniciada por meio de uma busca nos artigos científicos publicados na base de dados eletrônica PubMed, Web of Science, Scopus e Cochrane, utilizando os descritores: “dental caries”, “oral health, diagnosis” e “artificial intelligence” indexados no período de 2009 a 2020. Após os critérios de elegibilidade, foram analisados 10 artigos publicados em língua inglesa, portuguesa ou espanhola. A presente revisão integrativa foi capaz de reunir estudos recentes que acentuam o efeito dos métodos atuais da inteligência artificial na saúde bucal, mostrando o seu auxílio à função do cirurgião-dentista, fazendo com que o diagnóstico seja realizado com mais qualidade, precisão e facilidade, obtendo assim uma eficácia maior no tratamento.

**Palavras-chave:** Cárie dentária; Saúde bucal; Diagnóstico; Inteligência artificial.

### Abstract

Artificial Intelligence (AI) is a software-derived mechanism that aims to mimetize human beings cognitive functions. Currently, the search for its use grows rapidly in the health sector, covering several areas, including dentistry. Dental caries is a dynamic, multifactorial and biofilm-mediated disease that results in phasic demineralization and remineralization of dental tissues. Dental caries is one of the chronic diseases that most affect people around the world. The goal of this article is to perform an integrative review of the current literature on AI in the identification of caries, emphasizing its benefits, limitations, relevance and impact. Thus, the guiding question is: how feasible can the use of a more advanced technology such as AI for the diagnosis of cavities? The research was initiated through a search in the electronic database PubMed, Web of Science, Scopus and Cochrane, using the descriptors: “dental caries”, “oral health, diagnosis” and “artificial intelligence” indexed in the period from 2009 to 2020. After the eligibility criteria, 10 articles published in English, Portuguese or Spanish were analyzed. This integrative review was able to gather recent studies that accentuate the effect of current artificial intelligence methods on oral health, showing its aid to a dentist’s work, enhancing the diagnosis’s quality, precision and ease, thus obtaining greater efficacy in the treatment.

**Keywords:** Dental caries; Oral health; Diagnosis; Artificial intelligence.

### Resumen

La inteligencia artificial (IA) es un mecanismo proveniente de softwares, que tiene como objetivo mimetizar las funciones cognitivas de los seres humanos. Actualmente, la búsqueda por su utilización crece aceleradamente en el ramo de la salud, contemplando diversas áreas, incluyendo la Odontología. La carie dental es una enfermedad dinámica, multifactorial y mediada por biopelícula, que resultó en la desmineralización y remineralización física de los tejidos dentales. La carie dental es una de las enfermedades crónicas que más afectan a las personas alrededor del mundo. El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión integral de la literatura actual sobre IA en la identificación de la carie, acentuando sus beneficios, limitaciones, relevancia e impacto. Por tanto, la pregunta norteadora es: ¿Cuán viable puede ser el uso de una tecnología más avanzada como IA para el diagnóstico de la carie dental? La investigación fue iniciada por medio de una búsqueda de artículos científicos publicados en la base de datos electrónica PubMed, Web of Science, Scopus y Cochrane, utilizando los descriptores: “caries dental”, “salud bucal, diagnóstico” y “inteligencia artificial” indexados en el período de 2009 a 2020. Posteriormente a los criterios de elegibilidad, fueron analizados 10 artículos publicados en lengua inglesa, portuguesa o española. La presente revisión integral fue capaz de reunir estudios recientes que acentúan el efecto de los métodos actuales de la inteligencia artificial en la salud bucal, mostrando su auxilio a la función del dentista cirujano, haciendo con que el diagnóstico sea realizado con más calidad, precisión y facilidad. Obteniendo de esa manera una mayor eficacia en el tratamiento.

**Palabras clave:** Caries dental; Salud bucal; Diagnóstico; Inteligencia artificial.

## 1. Introdução

A Inteligência Artificial é um ramo da ciência e da informática que foi iniciado com a ideia de desenvolver máquinas para realizarem atividades humanas de maneira autônoma, simulando a inteligência humana. Com vários tipos de tecnologia, estes computadores podem ser treinados para realizarem atividades ao processar uma quantidade específica de dados e reconhecer padrões. Atualmente, as principais tecnologias existentes neste meio são: Machine Learning, Deep Learning ou Processamento de Linguagem Natural (PLN).

O desenvolvimento progressivo da IA em odontologia beneficiará dentistas e pesquisadores para integrar diferentes campos do conhecimento e melhorar o atendimento ao paciente. No entanto, é essencial estar ciente dos erros potenciais na interpretação dos dados por meio de programas de IA. Para minimizar os erros de saída, parece lógico atualmente combinar a tecnologia de IA com metodologias convencionais (Chen, et al., 2020).

A detecção e o diagnóstico rápidos e precisos são fatores importantes na implementação de prevenção e tratamento adequados em pacientes com cáries dentárias. A cárie dentária é uma doença infecciosa bastante comum, caracterizada pela destruição gradual dos tecidos calcificados do dente. Quando a cárie dentária não é diagnosticada corretamente, a lesão pode invadir progressivamente o esmalte, dentina e até mesmo o tecido pulpar, induzindo dor intensa e, por fim, levando à perda da função dentária (J.-H. Lee, et al., 2018). Por isso, tendo em vista que, o quanto antes diagnosticado a doença, mais rapidamente pode-se iniciar o tratamento e, se for realizado de forma eficaz em sua fase inicial, pode ter seu quadro revertido de forma satisfatória, é de extrema importância que as formas de prevenção e diagnóstico sejam cada vez mais estudadas e aprimoradas.

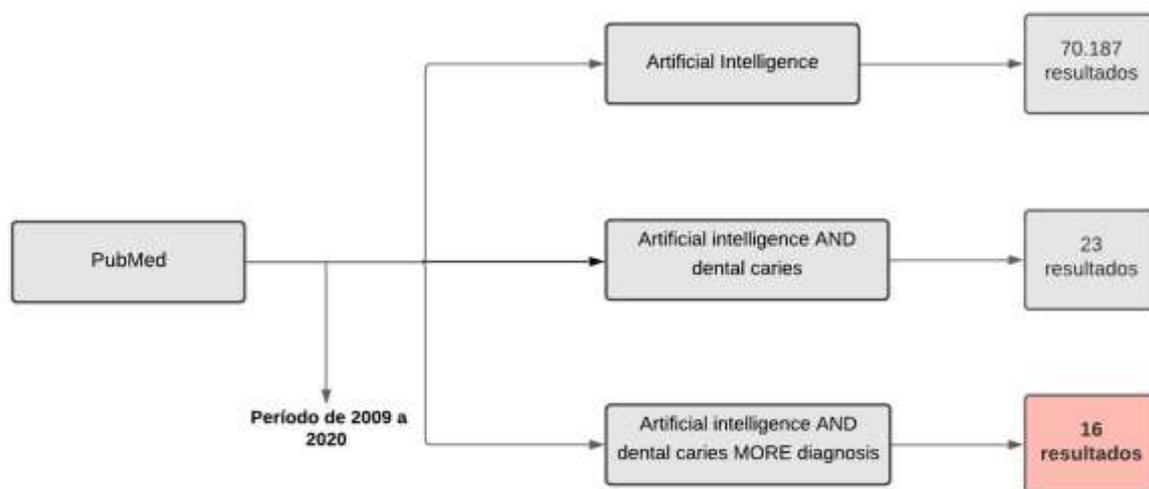
Desta maneira, o estudo visa apresentar uma revisão integrativa com o objetivo de apurar o uso da Inteligência Artificial na identificação precoce da cárie bucal e, com isso, constatar os seus benefícios, limitações, impacto e relevância para a saúde bucal e para sociedade.

## 2. Metodologia

### 2.1 Estratégia de busca

Este artigo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, com metodologia de natureza quantitativa, que foi desenvolvido por um estudo mais aprofundado de artigos encontrados nas bases de dados eletrônicas PubMed, Web of Science, Scopus ou Cochrane, utilizando os descritores “dental caries”, “oral health”, “diagnosis” e “artificial intelligence”, combinado com o período específico para ter o resultado, como mostrado nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

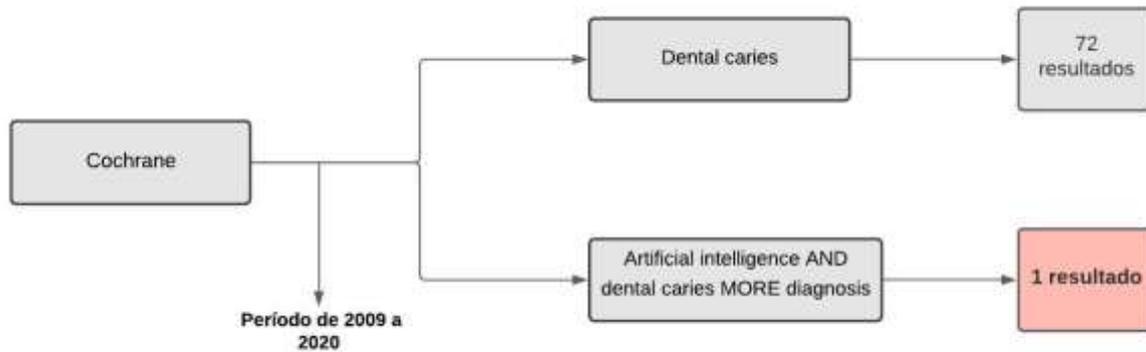
**Figura 1.** Fluxograma da estratégia de busca no PubMed.



Fonte: Anna Marques e Bianca Cabral (2021).

A partir da busca de artigos científicos no site PubMed, no período de 2009 a 2020, utilizando o descritor “artificial intelligence” obtivemos mais de 70.000 artigos no total. Dessa forma, para focar no nosso objetivo final, acrescentamos o descritor “dental caries” e obtivemos um total de 23 resultados, que continham artigos com o tema mais específico da nossa pesquisa. Para finalizar e termos um resultado ainda mais claro, adicionamos aos descritores anteriores, “diagnosis” e obtivemos 16 artigos.

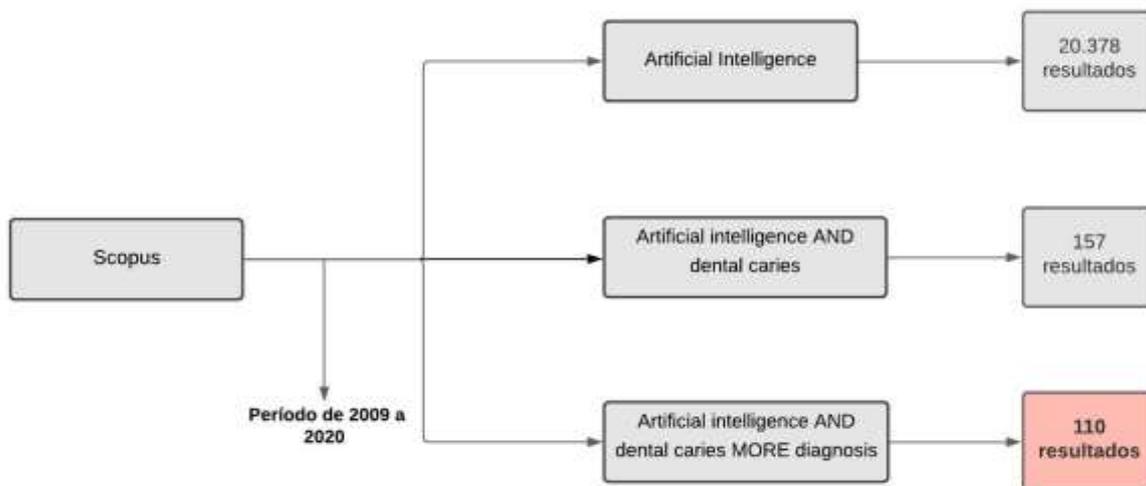
**Figura 2.** Fluxograma da estratégia de busca no Cochrane.



Fonte: Anna Marques e Bianca Cabral (2020).

No site Cochrane pesquisamos primeiramente o descritor “dental caries” e obtivemos 72 resultados, acrescentamos o descritor “artificial intelligence” para que chegássemos ao objetivo da pesquisa e o resultado foi 1 artigo, acrescentando o descritor “diagnosis” nenhum artigo foi encontrado.

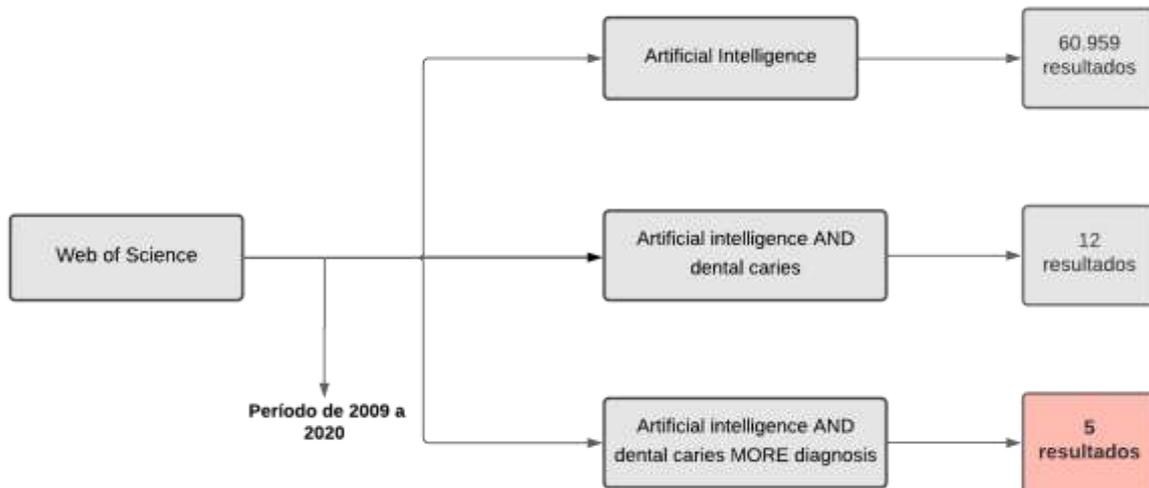
**Figura 3.** Fluxograma da estratégia de busca no Scopus.



Fonte: Anna Marques e Bianca Cabral (2021).

No Scopus, inicialmente utilizamos o descritor “dental caries” e obtivemos mais de 20.000 resultados, afinando a pesquisa acrescentamos “artificial intelligence” e o resultado foi mais de 150 artigos, para finalizar, foi incluído o descritor “diagnosis” e conseguimos obter 110 resultados no total.

**Figura 4.** Fluxograma da estratégia de busca no Web of Science.



Fonte: Anna Marques e Bianca Cabral (2021).

Já no Web of Science, com o primeiro descritor obtivemos mais de 60.000 resultados, afinando a pesquisa com “dental caries” conseguimos chegar aos 12 e acrescentando “diagnosis”, o resultado final foram 5 artigos.

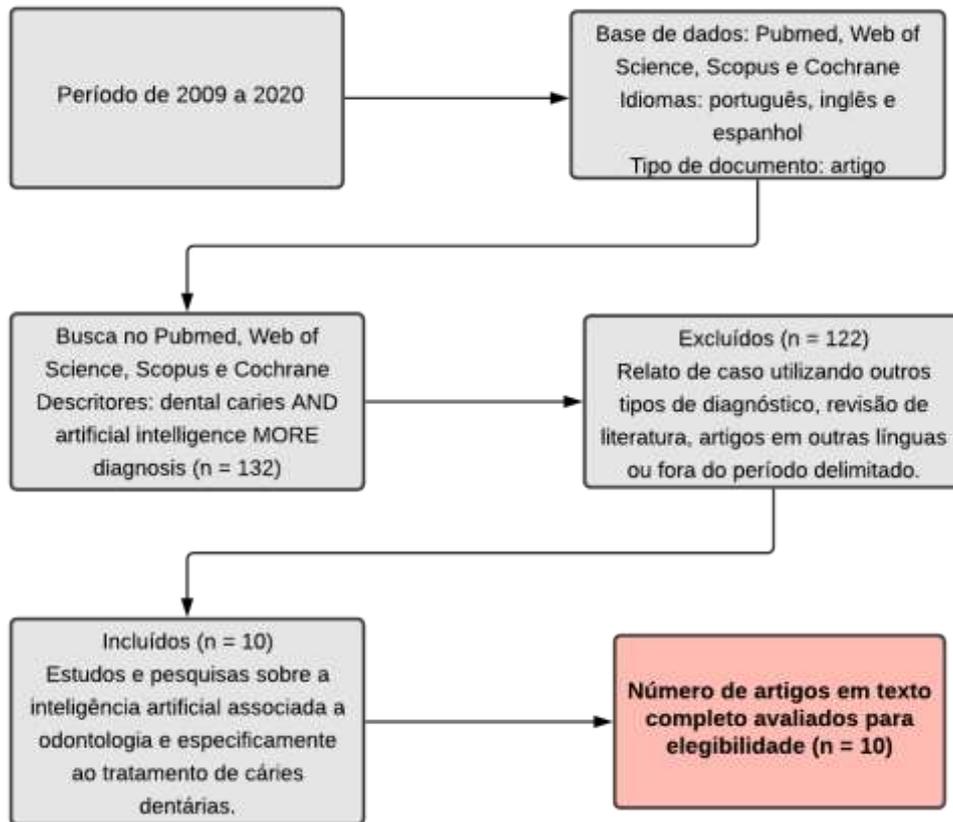
## 2.2 Seleção das publicações e extração de dados

A avaliação e seleção de artigos foi efetuada por dois pesquisadores, de modo autônomo, com exposição dos resultados e diálogo sobre o que se foi lido. Então, a seleção das publicações foi separada em duas partes: (1) leitura dos resumos e (2) discussão dos textos selecionados.

## 2.3 Critérios de elegibilidade dos artigos

Para as fontes, foram consideradas como critérios de inclusão artigos originais disponibilizados na íntegra e revisões de literatura, publicados em língua inglesa ou portuguesa nos períodos de 2009 a 2020, que tratavam de estudos e pesquisas sobre a Inteligência Artificial associada à Odontologia e especificamente ao tratamento de cáries dentárias. A seguir, a Figura 5 que ilustra a estratégia de busca de acordo com os critérios citados.

**Figura 5.** Fluxograma de estratégia de busca e seleção dos artigos.



Fonte: Anna Maques e Bianca Cabral (2021).

Esta metodologia seguiu as recomendações PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Metanálise). Os artigos que não se encaixavam nos critérios de inclusão, ou repetidos, foram excluídos. Posteriormente, dos artigos restantes, foi realizada a leitura completa, chegando a uma amostra final de 10 artigos incluídos nesta revisão.

Não foram utilizadas teses, dissertações e monografias, visto que a realização de uma busca desses estudos é inviável logisticamente e a base de dados utilizada não tem esse tipo de publicação.

### 3. Resultados

Essa revisão integrativa encontrou estudos recentes que abordam os avanços da Inteligência Artificial na área da saúde bucal, com foco nos benefícios, limitações, relevância e impacto no que diz respeito a detecção precoce da lesão cariosa como mostra no Quadro 1.

**Quadro 1.** Seleção dos artigos de acordo com o autor, tipo de estudo, objetivos, metodologia, resultados e conclusão.

AUTOR E ESTUDO	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Chen YW. et al.(2020)	Avaliar e comparar a progressão do uso da Inteligência Artificial no diagnóstico odontológico.	Pesquisas eletrônicas foram exploradas. Os descritores usados foram: "artificial intelligence", "AI", "machine learning" e "deep learning". Os descritores "dentistry", "dental" e "dental care", foram usados como termos de pesquisa adjacentes.	Uma rede de deep learning pré-treinada (GoogleNetInception v3) pode ser usada para o diagnóstico de cárie dentária, com a precisão de identificação em pré-molares, molares e entre pré-molares e molares em 89%, 88% e 82%, respectivamente.	A radiografia baseada em IA mostra um grande potencial de auxiliar os dentistas à realização de um diagnóstico comum a referência adicional.
Hung M. et al. (2019)	Avaliar a utilização do método machine learning em inteligência artificial para detecção de cárie radicular, medindo o desempenho do modelo.	Foram usados diversos métodos de machine learning, para construir uma ferramenta capaz de classificar variáveis quanto a presença ou ausência de cárie radicular. Foram computados a precisão, sensibilidade, especificidade e área sob a curva de operação do receptor.	No total, 2.448 imagens foram anotadas neste estudo. Os resultados mostram que para radiografias panorâmicas usando a tarefa de detecção de radiolucências, OMF teve em média 31% dos casos diagnosticados falsamente como positivos. O TPR médio indicou que 49% de todas as radiolucências foram perdidas. A OMF de desempenho foi significativamente menor em termos de TPR em comparação com PPV com base em um teste de postos sinalizados de Wilcoxon (p = 0,003).	A utilização deste método teve um bom desempenho e os algoritmos da machine learning permitem a execução e utilização clínica por profissionais odontológicos ou não, que estejam qualificados.

<p>Jae-Hong Lee et al. (2018)</p>	<p>Avaliar a eficácia de algoritmos de Rede Neural Convolutacional profunda (Deep Convolutional Neural Network) para detecção e diagnóstico de cárie dentária em radiografias periapicais.</p>	<p>Foram divididas 3.000 imagens radiográficas periapicais em um conjunto de dados de treinamento e validação (n=2.400) e um conjunto de dados de teste (n=600). A precisão, diagnóstico, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo, curva de característica do receptor (ROC) e área sob a curva (AUC) foram calculados para detecção e desempenho diagnóstico do algoritmo deep CNN.</p>	<p>A precisão diagnóstica de pré-molares, molares e modelos de pré-molares e molares foram 89,0%, 88,0%, e 82,0%, respectivamente. O algoritmo CNN alcançou uma área sob a curva (AUC) de 0,917 no pré-molar, 0,890 no molar e 0,845 em ambos modelos pré-molares e molares. O modelo pré-molar foi o que obteve a melhor AUC.</p>	<p>Este estudo forneceu um desempenho consideravelmente bom na detecção de cárie dentária em radiografias periapicais.</p>
<p>Oleksandr A. U. et al.(2020)</p>	<p>Desenvolver e aplicar um produto de software para identificar cárie dentária previamente com base em programação de rede neural.</p>	<p>Exame dentário dividido em três grupos; 26 crianças de 6-7 anos de idade; 34 de 12-15 anos e 13 adultos de 35-44 anos. Os resultados de cada exame foram utilizados como base para treinamento e construção da rede neural. O índice de saída foi determinado pelo aumento da intensidade da cárie, levando em conta o número de cavidades encontrados no exame. Para construir a rede neural, foi utilizado um programa de linguagem Python. Os produtos de software utilizados foram: Pandas, Tensor Flow, Keras, Scikit-learn, Matplotlib e Jupyter Notebook.</p>	<p>Foi observado que a intensidade de cárie dentária em crianças de 6-7 anos é de <math>3.85 \pm 0.27</math>. Nas crianças de 12-15 foi de <math>2.15 \pm 0.24</math>. Já nos adultos de 33-44 anos, <math>6.69 \pm 0.38</math>, e foi o nível mais alto. Os resultados obtidos foram utilizados para treinar a rede neural e depois foi obtido um resultado com base no cálculo do índice precisão de trabalho da rede neural, que mostrava 61 previsões verdadeiras e 12 falsas (precisão de 83,56%). Devido à eficácia, foi criada uma interface gráfica de usuário para o aplicativo de software "CariesPro".</p>	<p>A rede neural resultante e o produto de software obteve um resultado positivo de 83,56% e com isto, se utilizado, poderá prever cáries dentárias mais facilmente na prática clínica diária.</p>
<p>F. Casalegno et al. (2019)</p>	<p>Apresentar um modelo de deep learning para a</p>	<p>Treinamento de um modelo baseado em CNN para a detecção e classificação de imagens de lesões dentárias obtidas com imagens de TI no infravermelho</p>	<p>Os resultados indicam que o modelo de linha de base deu um mIOU (média de</p>	<p>Neste trabalho, foi demonstrado o uso de uma</p>

	<p>detecção automática e localização de lesões dentárias em imagens de TI. O método é baseado em uma rede neural convolucional (CNN) treinada em uma tarefa de segmentação semântica.</p>	<p>próximo. Investigação de várias técnicas para observar problemas relacionados à escassez de dados de treinamento e teste do desempenho do modelo em 2 partes: segmentação pixelwise em classes de tecido e marcação binária (saudável/doente) de regiões de interesse.</p>	<p>intersecção sobre união) de 63,1%. Em particular, os pesos inversamente proporcionais à raiz quadrada das contagens de pixels por classe deram melhores resultados do que os pesos lineares comumente usados para conjuntos de dados não balanceados.</p>	<p>abordagem de deep learning automático para segmentação semântica de exames odontológicos obtidos com o sistema DIAGNOcam. Os resultados sugerem que uma abordagem semelhante poderia ser usada para a interpretação automatizada de exames com o sistema de DIAGNOcam para facilitar o diagnóstico odontológico.</p>
<p>Barbosa, F. de Set al. (2009)</p>	<p>Treinamento de uma rede neural RBF para auxiliar o diagnóstico da radiografia de cáriedentária. Comparações entre a rede e as análises clínicas realizadas pelos examinadores, foram feitas por meio do Curva ROC.</p>	<p>Foram utilizados simuladores consistindo em dentes naturais humanos distribuídos de forma a simular a parte posterior de uma arcada dentária. Uma quantidade de duas superfícies de 80 dentes com cárie proximal pequena e sem cárie foram selecionados. Obteve-se um total de 20 simuladores, dos quais 10 simularam o arco superior e os outros 10 simularam o arco inferior. Duas radiografias bitewing foram tiradas de cada conjunto: uma da região pré-molar e outra da região molar.</p>	<p>A área média sob a curva ROC resultou em 0,6323 para as classificações sem o uso da rede e em 0,8702 para as classificações auxiliadas pela rede neural, o que fornece uma diferença de 0,2379 pontos percentuais. Isso significa que a quantidade de diagnóstico correto aumentou 37,62% quando auxiliado pela rede neural.</p>	<p>No presente estudo, outra aplicação potencial do sistema de rede neural na odontologia foi identificada e conclui-se que o uso de uma rede neural adequada pode melhorar significativamente o desempenho no diagnóstico de cárie dentária. É importante notar que nenhum modelo matemático até agora utilizado no sentido de otimizar o diagnóstico da</p>

				cárie dentária se mostrou suficientemente preciso ou completo, devido à complexidade biológica da doença.
Charvát, J. et al. (2020)	O trabalho propõe o uso de métodos de inteligência computacional para o processamento de dados e da qualidade do tecido dentário usando a medição para ajudar na estimativa do diagnóstico.	Todos os conjuntos de dados foram registrados pelo sistema espectrométrico que usou uma fonte de luz alógena de banda larga e uma sonda portátil. A fibra de coleta foi conectada a um espectrômetro comum detector InGaAs. O critério de classificação da entrada foi criado com base no Sistema Internacional de Detecção e Avaliação de Cáries (ICDAS). Este sistema de pontuação [21,22] foi usado para 578 tecidos e simplificado por um dentista experiente. Na fase inicial, duas categorias foram analisadas para distinguir tecidos saudáveis (classe 1) e não saudáveis (classe 2).	Os tecidos afetados diferem dos tecidos saudáveis pelo maior conteúdo de água. Este efeito é visível para o valor máximo de refletividade associado a comprimentos de onda maiores que 800 nm. Os tecidos saudáveis têm, além disso, menor desvio padrão dos valores das características e formam aglomerados mais compactos do que os tecidos com cárie.	Os resultados obtidos sugerem que o método proposto é capaz de classificar experimentos com a precisão suficiente para distinguir classes de tecidos saudáveis e não saudáveis. O algoritmo resultante inclui a metodologia de seleção de recursos com base em suas propriedades estatísticas.
You et al.(2020)	Estudo pioneiro que usa redes para detectar placa dentária com base em um conjunto de dados de fotos de dentes decíduos. Além disso, avaliam o desempenho de um sistema de IA que usa deep learning para detectar placa dentária	Uma CNN foi adotada e 886 fotos intraorais de dentes decíduos foram usados para treinamento. Um dentista pediatra examinou as fotos e marcou as regiões contendo placa. A média de intersecção sobre união métrica (MIoU) foi empregada para indicar a precisão da detecção.	O MIoU para detecção de placa nas fotos de dentes testados foi de $0,726 \pm 0,165$ . O MIoU do dentista foi de $0,695 \pm 0,269$ quando diagnosticou pela primeira vez as 98 fotos tiradas pela câmera digital e $0,689 \pm 0,253$ após 1 semana. Em comparação com o dentista, o modelo AI demonstrou um MIoU superior ( $0,736 \pm 0,174$ ) e o resultado não	O modelo de IA mostrou um desempenho clinicamente aceitável na detecção de placa dentária em dentes decíduos em comparação com um dentista pediatra experiente.

	nas superfícies dos dentes decíduos.		mudou após 1 semana. Quando o dentista e o modelo de IA avaliaram as 102 fotos intraorais, o MioUfoi $0,652 \pm 0,195$ para o dentista e $0,724 \pm 0,159$ para o modelo.	
S. Javed et al. (2019)	O objetivo deste estudo é prever o pós-Streptococcus mutans antes da escavação da cárie dentária com base no pré-Streptococcus mutans usando um aplicativo de iOS desenvolvido em um modelo de Rede Neural Artificial (RNA).	Para a pesquisa, crianças com lesão de cárie dentinária oclusal foram escolhidas, 45 casos de molares decíduos foram estudados. A escavação da cárie foi feita com broca de carboneto, broca de polímero e escavadeira de colher. As unidades formadoras de colônias para pré e pós-Streptococcus mutans foram registradas, dados provenientes de ensaios clínicos foram empregados para desenvolver os modelos de RNA. Modelos de RNA foram treinados, validados e testados com os dados clínicos registrados usando diferentes arquiteturas de RNA.	O modelo de RNA retro-propagação feedforward com uma arquitetura de 4-5-1 prevê pós-Streptococcus mutans com uma eficiência de 0,99033, o erro quadrático médio e o erro percentual médio absoluto para casos de teste foram 0,2341 e 4,967, respectivamente.	Este estudo manifesta o potencial de aplicação do aplicativo de iOS com modelo de RNA integrado na previsão eficiente do pós-Streptococcus mutans.
Schwendicke F. et al. (2019)	Estudo piloto da aplicação de redes neurais convolucionais profundas (CNNs) para detectar lesões de cáries por imagens de transuminação infravermelha (NILT).	Estudos focados em odontologia geral. Na maioria das vezes, a detecção, segmentação ou classificação de estruturas anatômicas, incluindo dentes, osso da mandíbula e marcos esqueléticos foi realizada. Detecção de patologias com foco na cárie. O tipo de imagem mais comumente usado foram radiografias panorâmicas, seguido por radiografias periapicais, TC Cone-Beam ou TC convencional.	O melhor modelo marginal em relação à AUC foi Resnext50.	CNNs são cada vez mais empregados para diagnósticos de imagem odontológica em ambientes de pesquisa. Sua utilidade, segurança e generalização devem ser demonstradas usando metodologia mais rigorosa, replicável e comparável.

Fonte: Anna Marques e Bianca Cabral (2021).

### 3.2 Tipos e quantidades de artigos

Foram selecionados dentre os critérios, 10 artigos científicos que contivessem exames ou pesquisas. Os resultados mostraram que o emprego da Inteligência Artificial vem evoluindo com técnicas eficazes que mostram o quão significativo está sendo o avanço tecnológico para a área de saúde com o intuito de ampliar, nesse caso, o diagnóstico precoce de doenças como a cárie. Foram observadas técnicas como aplicação de redes neurais convolucionais profundas e transuminação infravermelha, porém ainda é um tópico em andamento conforme o quadro 1, necessitando de um maior número de pesquisas científicas e clínicas, com um maior número de pacientes e aplicações para se obter conclusões mais significantes.

## 4. Discussão

O bom desempenho da Inteligência Artificial na identificação de cáries é evidenciado na literatura. A utilização do Deep Learning vem tomando grande espaço nesse âmbito, em especial as Redes Neurais Convolucionais (CNNs), que, como salienta Schwendicke et al. (2019), é uma ramificação da IA e tem grande potencial para detecção e diagnóstico de cárie dentária, pois fornece um desempenho consideravelmente bom na detecção em radiografias periapicais.

Juntamente com o infravermelho, a CNN demonstra uma capacidade discriminatória satisfatória para localizar lesões de cáries em material de imagem NILT. Com isso, Schwendicke et al. (2019) sugere que as CNNs se mostram úteis para auxiliar na detecção de cárie baseada em imagens de transuminação infravermelha, em vários âmbitos de práticas dentais e configurações odontológicas não-convencionais.

Segundo You et al. (2020), esse modelo demonstra um desempenho clinicamente aceitável na detecção de placa dentária em dentes decíduos, contemplando a odontopediatria. Outros procedimentos podem ser derivados do Deep Learning, como apresenta F. Casalegno et al. (2019), sobre o uso de uma abordagem de deep learning automático para segmentação semântica de exames odontológicos obtidos com o sistema DIAGNOcam.

Por tratar-se de uma tecnologia recente na área da saúde, traz consigo implicações principalmente pela pequena quantidade de estudos feitos. Porém, cada vez mais vem se destacando o interesse nessa área de pesquisa. A radiografia baseada em IA mostra um grande potencial de auxiliar os dentistas na realização de um diagnóstico com uma referência adicional. De acordo com Chen Yw. et al. (2020), acredita-se que um novo tipo de abordagem interprofissional entre dentistas, pesquisadores e engenheiros serão essenciais para o desenvolvimento dessa ferramenta. Como tudo que se correlaciona à saúde compromete a sociedade, as pesquisas e investimento em aplicação das redes neurais na identificação de cárie dental se mostram essenciais para a melhoria e promoção da saúde da população, incluindo o ramo da saúde pública.

O presente trabalho trata-se de uma revisão integrativa da literatura, nele foram analisados estudos relevantes sobre as diversas redes neurais relacionadas à Inteligência Artificial. Foi realizada uma síntese de conhecimentos relacionados a esse assunto, acentuando seus benefícios, limitações, relevância e impacto. Este estudo se torna relevante, pois encontramos 5 artigos sobre Inteligência Artificial na identificação de cárie dental relacionada ao seu diagnóstico e outros 12 artigos que tratam de uma visão menos específica dessa utilização de inteligência na odontologia.

Ao colocarmos os descritores “Dental caries”, “Artificial Intelligence”, e “Diagnosis”, encontramos trabalhos que não eram compatíveis com nosso objetivo, o que comprova a importância da realização de estudos sobre esse tema, para fortalecer as técnicas da utilização dos sistemas, juntamente com o algoritmo CNNs, na odontologia. Por sua vez, ao usarmos os bancos de dados, nos deparamos com a dificuldade de encontrar estudos relativos a esse tema, então a solução foi refinar a pesquisa até chegarmos aos artigos que se enquadravam no nosso objetivo. Observamos que foi fundamental acrescentar “and” e “more” para afinar e obtermos tais resultados. As plataformas usadas foram Pubmed, Cochrane, Web of Science e Scopus, que são referências

mundiais. Dessa forma, nossos resultados contêm fontes seguras e uso de descritores cadastrados em banco de dados e plataformas com credibilidade acadêmica.

Levando-se em consideração esses aspectos, é notável que a implementação da Inteligência Artificial na odontologia trará grandes frutos, como ganho de performance e produtividade dos profissionais. Segundo Hung M. et al. (2020), a implantação desse método é importante para que se obtenha uma intervenção e tratamento precoce da cárie radicular, por isso, os profissionais devem ser encorajados a adotá-lo, e assim, terão uma medicina dental de precisão.

A relevância desta pesquisa se dá pela importância do estudo de novos recursos emergentes, como é o caso da Inteligência Artificial no ramo da saúde. Isso implica um tratamento mais eficaz em relação a cárie, já que é a doença bucal mais conhecida. O impacto que esta pesquisa nos causou foi aguçar a vontade de explorar novas áreas que possivelmente farão parte do nosso futuro na profissão e ter em mente diferentes tipos de abordagens.

## 5. Considerações Finais

Levando-se em consideração o que foi analisado, podemos notar que o avanço tecnológico na área odontológica vem evoluindo de forma gradativa, e que seu uso tem impacto positivo graças a sua eficácia, praticidade e agilidade, quando comparados a métodos que vêm sendo utilizados há anos na área de saúde. Portanto, cabe aos profissionais dessa área investir, tanto no estudo da Inteligência Artificial para seu aperfeiçoamento, como também em mais treinamento das máquinas para que o resultado seja totalmente satisfatório.

## Referências

- Barbosa, Flávio de Souza et al. *Using a neural network for supporting radiographic diagnosis of dental caries*, *Applied Artificial Intelligence: An International Journal*, 2009. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08839510903246757>
- Casalegno, F et al. *Caries Detection with Near-Infrared Transillumination Using Deep Learning*. *PubMed*, 2020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31449759/>
- Charvát, J et al. *Diffuse reflectance spectroscopy in dental caries detection and classification*. *Signal, Image and Video*, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11760-020-01640-4>
- Chen, Yo-Wei et al. *Artificial intelligence in dentistry: current applications and future perspectives*. *PubMed*, 2020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32020135/>
- Filho, J. C. B. L et al. *Methods for detection of dental caries: from traditional to new technologies for clinical use*. *PubMed*, 2011. <http://files.bvs.br/upload/S/1983-5183/2012/v23n3/a2769.pdf>
- Hung, Man et al. *Application of machine learning for diagnostic prediction of root caries*. *Web of Science*, 2019. : [https://www.researchgate.net/profile/Man\\_Hung2/publication/334258703\\_Application\\_of\\_machine\\_learning\\_for\\_diagnostic\\_prediction\\_of\\_root\\_caries/links/5ee4ba8ea6fdcc73be7815ad/Application-of-machine-learning-for-diagnostic-prediction-of-root-caries.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Man_Hung2/publication/334258703_Application_of_machine_learning_for_diagnostic_prediction_of_root_caries/links/5ee4ba8ea6fdcc73be7815ad/Application-of-machine-learning-for-diagnostic-prediction-of-root-caries.pdf)
- Javed, S. et al. *Development of artificial neural network model for prediction of post-streptococcus mutans in dental caries*. *Scopus*, 2019. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169260719316347>
- Kositbowornchai, S. et al. *An Artificial Neural Network for Detection of Simulated Dental Caries*. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 2006. <https://doi.org/10.1007/s11548-006-0040-x>
- Lee, Jae-Hong et al. *Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm*. *Web of Science*, 2018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300571218302252>
- Orhan, K. et al. *Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans*. *International Endodontic Journal*, 2020. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13265>
- Park, WookJoo et al. *History and application of artificial neural networks in dentistry*. *European journal of dentistry*, 2018. [https://doi.org/10.4103/ejd.ejd\\_325\\_18](https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_325_18)
- Pereira A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UAB/NTE/UFMS. [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1)
- Prados-Privado, M et al. *Dental Caries Diagnosis and Detection Using Neural Networks: A Systematic Review*. *Journal of Clinical Medicine*, 2020. <https://doi.org/10.3390/jcm9113579>

Schwendicke, Falk et al. *Convolutional neural networks for dental image diagnostics: A scoping review*. *Scopus*, 2019. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571219302283>

You, W et al. *Deep learning-based dental plaque detection on primary teeth: a comparison with clinical assessments*. *BMC Oral Health*, 2020. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01114-6>

Yüzbaşıoğlu, E. *Attitudes and perceptions of dental students towards artificial intelligence*. *Journal of Dental Education*, 2020. <https://doi.org/10.1002/jdd.12385>