



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS PROFESSOR ANTÔNIO GARCIA FILHO
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

**ALÉCIA DE JESUS SANTOS
RAQUEL ROCHA**

**DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LESÕES PERIAPICAIS POR MEIO
DO DIAGNÓSTICO AUXILIADO POR COMPUTADOR: uma revisão
integrativa**

**Lagarto, SE
2024**

**ALÉCIA DE JESUS SANTOS
RAQUEL ROCHA**

**DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LESÕES PERIAPICAIS POR MEIO
DO DIAGNÓSTICO AUXILIADO POR COMPUTADOR: uma revisão
integrativa**

Trabalho apresentado ao Departamento de Odontologia de Lagarto (DOL) da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau de cirurgião-dentista.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Virginia Kelma dos Santos Silva

**Lagarto, SE
2024**

**ALÉCIA DE JESUS SANTOS
RAQUEL ROCHA**

**DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LESÕES PERIAPICAIS POR MEIO
DO DIAGNÓSTICO AUXILIADO POR COMPUTADOR: uma revisão
integrativa**

Trabalho apresentado ao Departamento de Odontologia de Lagarto (DOL) da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau de cirurgião-dentista.

Aprovado em: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Virginia Kelma dos Santos Silva
(Orientadora/Presidente)
Universidade Federal de Sergipe

Prof^a. Dr^a. Juliana Yuri Nagata
(Examinadora)
Universidade Federal de Sergipe

Prof^a. Dr^a. Ludmila de Faro Valverde
(Examinadora)
Universidade Federal de Sergipe

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho

Aos nossos pais, por não medirem esforços para nos ajudar a realizar o sonho de nos tornarmos cirurgiões-dentistas. Aos nossos demais familiares, em especial, aos nossos irmãos, por se fazerem presentes ao longo da nossa trajetória.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A Prof.^a Dra. Virginia Kelma dos Santos Silva, por ter aceito ser nossa orientadora, somos gratas pela amizade, confiança e exemplo, por toda paciência e empenho ao longo da construção desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Alécia de Jesus Santos

A ti, meu Deus, toda honra e glória para todo o sempre. Obrigada por tudo, sinto o seu agir e a sua presença em cada detalhe da minha vida. Graças ao Senhor, pude vencer cada obstáculo e me manter firme nessa jornada.

Aos meus pais, Josenilda e Edson, agradeço por serem meu exemplo de força e superação, és o meu alicerce. Amo vocês! Essa conquista é nossa.

À minha irmã, Aclécia, por ter enfrentado essa jornada ao meu lado e por me impulsionar a ir além, encorajando-me sempre. Obrigada por todo incentivo! Amo-te.

Aos meus irmãos, Alisson e Helisson, por se fazerem presentes em minha vida! Que o amor que nos uniu um dia por laços familiares possa nos unir sempre.

Ao meu noivo, José Vinicius, por todo apoio e compreensão ao longo dessa jornada e, principalmente, por ser tão atencioso, prestativo e amoroso. Amo-te.

Aos meus sobrinhos, Allef e Heitor, por serem uma das alegrias da minha vida. Amo muito vocês!

À minha dupla de TCC, Raquel, por toda parceria e cumplicidade ao longo desses anos e, principalmente, pela nossa amizade.

Aos meus amigos de turma, em especial, Gardenia e David, por tornarem essa jornada mais leve.

Aos meus professores, pela excelente didática no ensino e por todo conhecimento compartilhado, em especial a Virginia Kelma, Juliana, Taga, Natália, Luciana Aguiar, Luiz e Ludmila, que, mesmo em tão pouco tempo, conseguiu agregar muito conhecimento, por meio da LARIO. Vocês são minhas inspirações!

MUITO OBRIGADA!

AGRADECIMENTOS

Raquel Rocha

A Deus, que sonhou este sonho lindo e plantou em meu coração, permitindo com que vivesse coisas que jamais imaginei. Todo o seu cuidado, zelo e providência, pude sentir em cada instante ao longo desses cinco anos. Toda honra e toda glória sejam dadas a ti, meu Deus.

À minha família, minha mãe-Elza Cândida da Rocha, que sempre foi a minha maior incentivadora e nunca mediu esforços para que eu pudesse alcançar os meus sonhos. Sempre me apoiando, fazendo me sentir forte e capaz para enfrentar qualquer dificuldade. Sem a senhora jamais teria chegado até aqui. Meus irmãos — Marcos Rocha Soares e Caique Rocha Santana, que sempre me apoiaram e me motivaram a nunca desistir. Em especial, minhas irmãs — Geovana Rocha Ferreira e Camila Rocha Ferreira, que acompanharam de perto meus momentos de angústia, ansiedade e aflição, mas nunca duvidaram da minha capacidade, estiveram presentes também nos momentos de alegria e de conquistas, vibrando comigo por cada desafio superado. Agradeço pelos momentos de distração e companhia ao longo dessa trajetória, sei que muitas vezes abriram mão dos seus próprios sonhos para estarem comigo.

Aos meus demais familiares, especialmente, meus avós-Eponina Maria de Jesus e José Cândido da rocha e minha tia-Inês que sempre torceram por mim.

Ao meu namorado-Luiz Henrique Fernandes Lima, por toda paciência nesse período, por todo carinho e cuidado. Por ser um dos meus maiores incentivadores e por estar sempre ao meu lado.

Às minhas amigas, Alécia (dupla de TCC) e Gardenia, por toda parceria e cumplicidade ao longo dessa jornada e por nossa amizade.

Aos meus professores, pelo excelente ensino, carinho e conhecimento compartilhado, em especial a Virginia Kelma, Magna Galvão, Juliana, Márcio Taga, Natália, Luiz e a Ludmila. Vocês são minhas inspirações!

MUITO OBRIGADA!

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

À **Universidade Federal de Sergipe (UFS)**, Campus Lagarto, onde pudemos realizar nosso sonho em nos tornarmos cirurgiões-dentistas.

Ao **Departamento de Odontologia de Lagarto (DOL)**, que proporcionou nosso crescimento, tanto profissional quanto pessoal.

LISTA DE ABREVIATURAS

- CAD - *Computer-Aided Diagnosis* (Diagnóstico Auxiliado por Computador);
- CNN - *Convolutional Neural Networks* (Redes Neurais Convolucionais);
- DP - *Deep Learning* (Aprendizado Profundo);
- IA - Inteligência Artificial;
- ML - *Machine Learning* (Aprendizado de Máquina);
- RNAs – Redes Neurais Artificiais;
- TCFC – Tomografia Computadorizada de feixe cônico.

RESUMO

Introdução: Lesões periapicais são algumas das patologias orais importantes e comuns, sendo o cisto periapical e granuloma, dois dos diferentes tipos de lesões periapicais existentes. A diferenciação diagnóstica dessas lesões desempenha um papel importante quanto ao tratamento de escolha, a avaliação histopatológica da lesão da lesão pode ser usado para confirmar o diagnóstico diferencial. Com essa abordagem invasiva, o paciente está sujeito a cirurgias desnecessárias e complicações associadas. Nesse contexto, a ascensão dos meios tecnológicos potencializou o surgimento do Diagnóstico Auxiliado por Computador (CAD). Tal diagnóstico é realizado através de análise de imagens radiográficas, possibilitando um diagnóstico diferencial não invasivo. **Objetivo:** Identificar e analisar, por meio de uma revisão integrativa, estudos sobre o diagnóstico auxiliado por computador na distinção de granulomas periapicais e cistos radiculares. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão integrativa em periódicos indexados nas bases de dados IEEE Xplore, Scopus e PubMed. O Open Thesis e o Open Grey sucederam a utilização para a captura parcial da “literatura cinzenta”. Foi concretizada também a busca manual por meio de uma análise sistematizada das referências dos artigos elegíveis. **Resultados:** De acordo com a estratégia de busca, inicialmente foram encontrados 250 artigos no total. Após a análise dos critérios de inclusão, 04 artigos foram considerados elegíveis. Com o estudo dos trabalhos, foi possível notar que os cistos periapicais são mais frequentes do que os granulomas radiculares. Os estudos analisados obtiveram acurácia em seus resultados, independente dos exames de imagem utilizados ou modelos de análise. **Conclusão:** O presente trabalho evidencia que a análise de estudos que utilizam imagens e diagnóstico auxiliado por computador, apresentam resultados promissores com uma alta acurácia. Mesmo assim, é imprescindível que haja mais estudos sobre a temática em questão, visto que apenas 04 estudos não são suficientes para avaliar um novo método de análise. **Significância Clínica:** Uma abordagem de diagnóstico diferencial entre cistos e granulomas, auxiliado por computador através da análise de imagem, permite um diagnóstico não invasivo e objetivo, colaborando para redução de custo e tempo clínico, promovendo mais conforto ao paciente.

Palavras-chave: diagnóstico diferencial; inteligência artificial; tratamento.

ABSTRACT

Introduction: Periapical lesions are some of the important and common oral pathologies, with periapical cyst and granuloma being two different types of existing periapical lesions. The diagnostic differentiation of these lesions plays an important role in the choice of treatment, and histopathological evaluation of the lesion can be used to confirm the differential diagnosis. With this invasive approach, the patient is subjected to unnecessary surgeries and associated complications. In this context, the rise of technological means has facilitated the emergence of Computer-Aided Diagnosis (CAD). Such diagnosis is performed through the analysis of radiographic images, enabling a non-invasive differential diagnosis. **Objective:** To identify and analyze, through an integrative review, studies on computer-aided diagnosis in distinguishing periapical granulomas and radicular cysts. **Methodology:** An integrative review was conducted on journals indexed in the IEEE Xplore, Scopus, and PubMed databases. Open Thesis and Open Grey were also utilized for the partial capture of "grey literature". Manual searching was also conducted through a systematic analysis of the references of eligible articles. **Results:** According to the search strategy, initially, a total of 250 articles were found. After the analysis of inclusion criteria, 04 articles were considered eligible. Through the study of these works, it was possible to note that periapical cysts are more frequent than radicular granulomas. The analyzed studies obtained accuracy in their results, regardless of the imaging examinations used or analysis models. **Conclusion:** The present work highlights that the analysis of studies using images and computer-aided diagnosis presents promising results with high accuracy. However, it is essential for there to be more studies on the subject in question, since only 04 studies are not sufficient to evaluate a new analysis method. **Clinical Significance:** A computer-aided differential diagnosis approach between cysts and granulomas through image analysis allows for a non-invasive and objective diagnosis, contributing to cost and clinical time reduction, promoting more comfort to the patient.

Keywords: differential diagnosis; artificial intelligence; treatment.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2.OBJETIVO	14
2.1 Objetivo geral.	14
3.METODOLOGIA	15
3.1 Desenho de estudo e Critérios de Elegibilidade	15
3.2 Fontes de informação e Busca	15
3.3 Seleção dos estudos	16
3.4 Coleta de dados	16
4.RESULTADOS	18
4.1 Diagnóstico auxiliado por computador.	19
5.DISSCUSSÃO	21
6.CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

Lesões periapicais são algumas das patologias orais importantes e comuns na odontologia, sendo o cisto periapical e granuloma, dois dos diferentes tipos de lesões periapicais existentes (Pociask, *et al.* 2021). Os cistos periapicais são cavidades fechadas nos ápices dos dentes, preenchidas de detritos inflamatórios, revestidas por epitélio que contém líquido ou semissólido. Por outro lado, os granulomas periapicais são massas de tecido de granulação cronicamente inflamado, resultantes de irritação após doença pulpar ou tratamento endodôntico (Berne, *et al.* 2023). O percentual de ocorrência destes dois tipos varia entre 6% e 55% e entre 9,3% e 87,1% para cistos e granulomas, respectivamente (Okada, *et al.* 2015; Alcântara, *et al.* 2013).

A diferenciação diagnóstica das lesões periapicais desempenha um papel importante quanto ao tratamento de escolha, sendo o tratamento padrão a eliminação dos agentes infecciosos pelo tratamento endodôntico, permitindo a cicatrização da lesão (Rosa, *et al.* 2020). Enquanto os granulomas são tratados, principalmente, com tratamento de canal, os cistos radiculares podem continuar a existir e até crescer na ausência do estímulo inflamatório inicial. Em muitos casos, é necessária uma cistectomia, ou seja, remover cirurgicamente o revestimento epitelial, muitas vezes juntamente com uma obturação retrógrada do canal radicular (Berne, *et al.* 2023).

Um estudo histopatológico da lesão periapical pode ser usado para confirmar o diagnóstico, este estudo é o método mais confiável de diagnóstico diferencial atualmente disponível (Issa, *et al.* 2023). Uma vez que este procedimento é invasivo, não ocorre uma resolução do granuloma de forma não-cirúrgica, embora existam evidências de que esse tipo de lesão pode ser reparada sem tratamento cirúrgico. Como resultado dessa abordagem invasiva, o paciente está sujeito a cirurgias potencialmente desnecessárias e complicações associadas, incluindo infecção e desconforto (Okada, *et al.* 2015).

As radiografias são a ferramenta diagnóstica mais precisa para a detecção de anormalidades ósseas na maxila e na mandíbula, devido às variações de densidade e escala de cinza usadas como recursos visuais para avaliar alterações no padrão ósseo (Pociask, *et al.* 2021). Embora todos os observadores sejam bem treinados na interpretação dessas imagens, alguns fatores, como variação de contraste, angulação e ampliação, podem resultar em diagnósticos incorretos. Outros fatores fundamentais que podem influenciar a interpretação incluem a experiência e o conhecimento do observador durante a análise das radiografias (Khan, *et al.* 2020).

Assim, a interpretação das radiografias convencionais é subjetiva e gera

inconsistências entre os profissionais. A eficácia da precisão diagnóstica é dependente, não apenas da qualidade da imagem, mas também da capacidade do examinador de interpretar a radiografia. Por esse motivo, melhorias na eficácia técnica podem não necessariamente levar a uma maior precisão diagnóstica (Caputo e Gigante, 2000; James, *et al.* 2017).

Nesse contexto, a ascensão dos meios tecnológicos potencializou o surgimento do Diagnóstico Auxiliado por Computador (CAD). Tal diagnóstico é realizado por um radiologista, ao utilizar o resultado de análises quantitativas automatizadas de imagens radiográficas para a tomada de decisões diagnósticas, vistas como uma informação adicional, já que o diagnóstico final é realizado por um radiologista (Rosa, *et al.* 2020). Os sistemas CAD convencionais exigem a extração dos recursos mais significativos antes do treinamento para reconhecer ou classificar imagens com sucesso (Kwon, *et al.* 2020). Partindo desse pressuposto, percebe-se, assim, que o CAD somado ao diagnóstico final melhoram a acurácia do diagnóstico, pelo fato de aliar a avaliação objetiva à subjetiva, respectivamente (Azevedo, 2001).

A conjuntura contemporânea, frente ao advento da inteligência artificial (IA), que descreve a capacidade das máquinas de executar funções que normalmente são realizadas por humanos (Issa, *et al.* 2023), corrobora para o êxito no diagnóstico de lesões periapicais. Neste contexto, a presença e extensão da cortical, erosão e reabsorção ou divergência radicular podem auxiliar no estabelecimento do diagnóstico, bem como as variadas técnicas de imagem, a exemplo, a tomografia computadorizada de feixe cônico e radiografias convencionais, dentre outras a serem usadas para diferenciar essas lesões (Raitz, *et al.* 2009).

O *machine learning* (ML) é um subgrupo de IA que permite que os computadores aprendam com os dados e façam previsões com base nesse processo que pode analisar grandes conjuntos de dados e melhorar seu desempenho ao longo do tempo (Issa, *et al.* 2023). Por sua vez, o *deep learning* (DL) é uma forma de ML que utiliza redes neurais artificiais (RNAs) que funcionam da mesma forma que o cérebro, permitindo

que um programa de computador aprenda a partir de dados de entrada para posterior interpretação de amostras nunca vistas antes (Hamdan, *et al.* 2022).

Na área da odontologia, há um número crescente de estudos que utilizam o *deep learning* para diagnóstico, triagem e tomada de decisão. A maioria dos estudos visa avaliar o desempenho diagnóstico de modelos de aprendizagem profunda desenvolvidos (Ari, *et al.* 2022).

Diante do exposto, torna-se evidente que os avanços do diagnóstico de lesões periapicais estão intrinsecamente relacionados ao diagnóstico auxiliado por computador, fato que proporciona a necessidade de aliar a análise objetiva à subjetiva, visto que são parâmetros essenciais para um completo diagnóstico. Desse modo, urge entender o bom funcionamento desse tipo de diagnóstico, bem como a sua eficácia para a atualidade, colaborando para redução de custo e tempo clínico e, conseqüentemente, promovendo mais conforto ao paciente, no que se refere ao diagnóstico e a diferenciação de lesões periapicais (Azevedo, 2001).

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Identificar e analisar, por meio de uma revisão integrativa, estudos sobre o diagnóstico auxiliado por computador na distinção de granulomas periapicais e cistos radiculares.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura científica, condizente com a temática em questão, buscando sumarizar evidências que embasem a associação do diagnóstico auxiliado por computador como propulsor do diagnóstico diferencial de lesões periapicais. Tal revisão utiliza critérios pré-definidos acerca da questão norteadora, permitindo a combinação de diferentes métodos, o que possibilita ao pesquisador analisar e sintetizar o conhecimento científico, de modo a identificar possíveis lacunas existentes a respeito do objeto de estudo (Whittemore *et al*, 2014).

Nesse estudo, foi utilizada a estratégia PICO, acrônimo para Paciente, Intervenção, Comparação e “Outcomes” (desfecho). Esses elementos são relevantes na construção de uma pergunta de pesquisa, pois evita a realização de buscas desnecessárias nas bases de dados e proporciona foco no objeto de estudo (Santos, Pimenta e Nobre, 2007). Para tanto, foi realizada a seguinte pergunta norteadora: O diagnóstico auxiliado por computador é eficaz para distinguir granulomas periapicais e cistos radiculares? Os seguintes passos foram delineados:

3.1 Desenho de estudo e Critérios de Elegibilidade

Para a operacionalização dessa pesquisa, foram realizadas as seguintes etapas: elaboração da questão norteadora, estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão, busca ou amostragem da literatura, coleta de dados, categorização dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa (Whittemore, *et al*. 2014). Sob esse viés, foram incluídos somente estudos de testes de acurácia diagnóstica, que realizaram processamento e análise digital de exames de imagem de lesões de granulomas e cistos radiculares, sem restrição quanto ao ano, idioma e status de publicação.

Foram excluídos: 1) Estudos que não relatam o assunto; 2) Estudos que não realizaram o exame histopatológico para confirmação do diagnóstico das lesões periapicais.

3.2 Fontes de informação e Busca

Para busca nas bases de dados, utilizou-se o Proxy, licenciado pela Universidade Federal de Sergipe, por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (<http://www.capes.gov.br/>), o qual foi acessado via Portal de Periódicos CAPES (<http://www-periodicoscapes-gov-br.ez18.periodicos.capes.gov.br/>).

Os descritores foram selecionados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e no Medical Subject Headings (MeSH). Foram utilizadas como fontes de estudo primárias a busca de artigos nas bases de dados IEEE Xplore, Scopus e PubMed. O Open Thesis e o Open Grey sucederam a utilização para a captura parcial da “literatura cinzenta”. Foi realizada também a busca manual por meio de uma análise sistematizada das referências dos artigos elegíveis. Esses passos foram realizados com o objetivo de minimizar o viés de seleção e publicação.

Os operadores booleanos “AND” e “OR” foram utilizados para potencializar a estratégia de pesquisa por meio de várias combinações. A estratégia de busca incluiu os seguintes descritores: “Granuloma”, “Apical lesion”, “Radicular Cyst”, “Maxillofacial cyst”, “Computer-Aided diagnosis”, “Cone-Beam Computed Tomography”, “Image Processing, Computer-Assisted”, “CBCT”, “Dental Panoramic Images”.

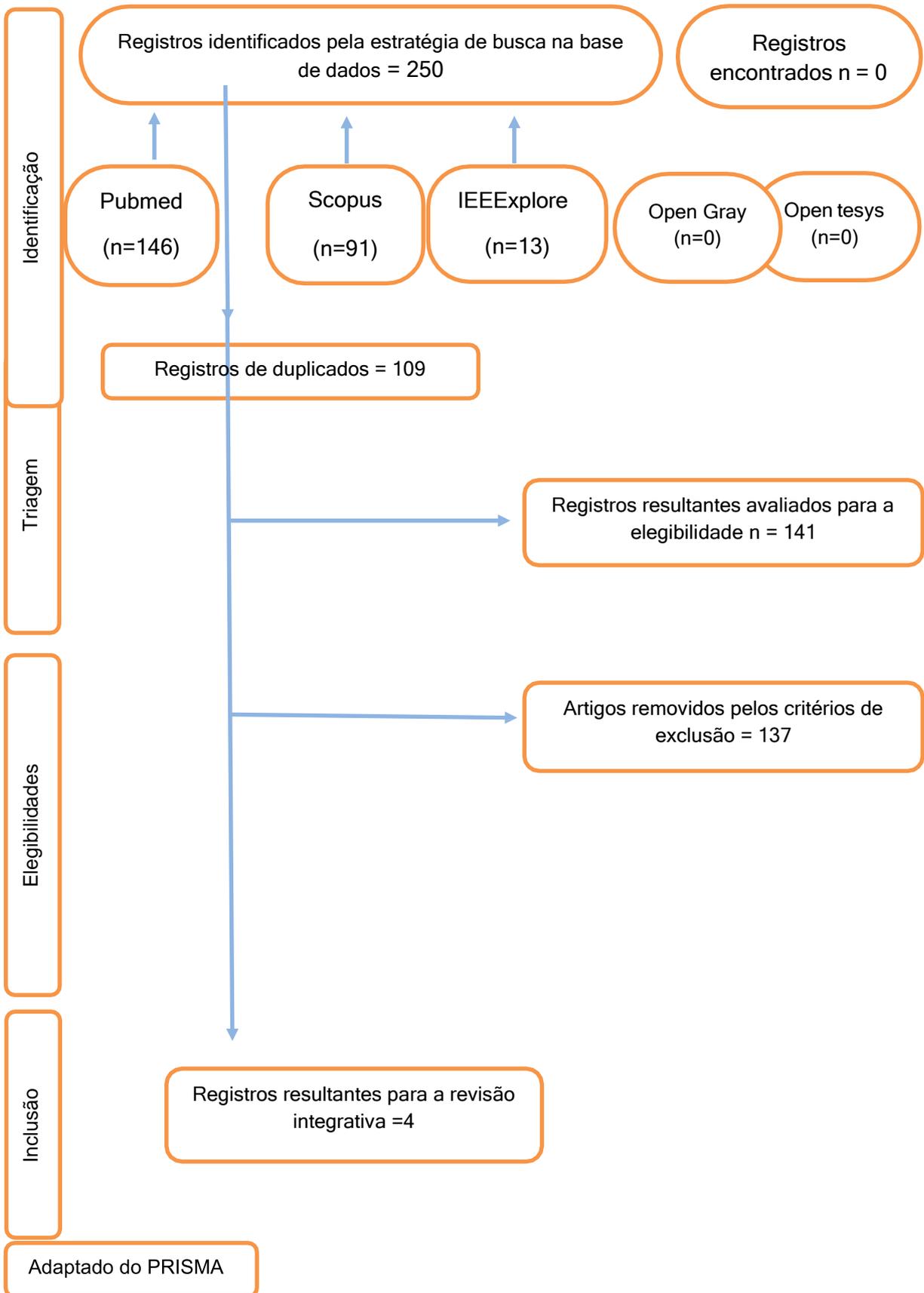
3.3 Seleção dos estudos

A seleção dos estudos ocorreu em duas etapas: na primeira, após o cruzamento dos descritores, foi realizada a leitura dos títulos e resumos da amostra total, e separados os que estavam relacionados aos critérios de inclusão. Na segunda, os estudos pré-selecionados foram analisados na íntegra, quando foram utilizados os critérios de inclusão e exclusão. O processo de busca e seleção dos artigos da amostra final encontra-se descrito na Figura 1.

3.4 Coleta de dados

Após a seleção dos artigos, estes foram analisados e seus dados foram extraídos por meio de uma planilha (tabela 1) confeccionada para este fim, a partir das seguintes informações: Identificação do estudo (autor, ano e em que país foi realizado); objetivo do estudo; características da amostra (número e tipo de lesões em cada estudo), exame de imagem realizado, tipo de análise de imagem e acurácia.

Figura 1. Fluxograma mostrando os resultados do processo de pesquisa.



4.RESULTADOS

Como apresentado no fluxograma, a busca nas bases de dados totalizou, inicialmente, 250 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados quatro artigos para a composição da amostra final, todos publicados em língua inglesa. Foram excluídos desta revisão, trabalhos que não faziam diagnóstico diferencial de granulomas e cistos ou abordaram em seus estudos outras lesões.

Tabela 1. Caracterização dos estudos da amostra final da revisão integrativa.

Autor, ano	País	Objetivo	Número da amostra	Tipo da Lesão	Exame de imagem	Tipo da análise de imagem	Acurácia
Berne, et al. 2023	Bélgica, Suécia	Classificação e localização de cistos radiculares e granulomas periapicais da mandíbula	152 (80 cistos radiculares e 72 granulomas periapicais)	Cisto radiculares e granulomas	Radiografias panorâmicas	aprendizado profundo (DL)	sim
Pociask, et al. 2021	Polônia	Diferenciação entre cistos e granulomas	62 (23 granulomas e 39 cistos radiculares)	Cisto radiculares e granulomas	Radiografias periapicais	Análise de textura	sim
Rosa, et al. 2020	Brasil, Suécia	Diferenciação entre cistos radiculares e granulomas	25 (14 cistos radiculares e 11 granulomas periapicais)	Cisto radiculares e granulomas	Tomografia computadorizada de feixe cônico	Análise de textura	sim
Okada, et al. 2015	EUA	Diagnóstico diferencial não invasivo de lesões periapicais entre cistos periapicais e granulomas	28 (14 cistos radiculares e 14 granulomas)	Cisto radiculares e granulomas	Tomografia computadorizada de feixe cônico	Aprendizado de máquina (ML)	sim

Na tabela 1, é possível visualizar as características dos trabalhos selecionados, consideradas particularidades importantes para essa revisão. Em relação à distribuição geográfica e temporal, observou-se que os estudos selecionados foram realizados em diferentes países. Sendo eles, com seu respectivo ano de publicação, Estados Unidos da América (EUA), 2015; Brasil, 2020; Polônia, 2021 e Bélgica, 2023.

Considerando os estudos incluídos nesta revisão, obteve-se um total de 267 imagens de lesões, sendo 147 cistos radiculares e 120 granulomas periapicais, essa distribuição pode ser melhor visualizada na tabela 1. Em dois trabalhos (Berne, et al. 2023; Rosa, et al. 2020), os autores apontaram que o tamanho reduzido da amostra pode ser considerado uma limitação do estudo.

Esta revisão permitiu identificar nos estudos a utilização de diferentes tipos de exame de imagem, como radiografias periapicais (Pociask, *et al.* 2021), radiografias panorâmicas (Berne, *et al.* 2023) e tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC), utilizadas em dois trabalhos (Rosa, *et al.* 2020; Okada, *et al.* 2015). Os autores não justificaram a escolha do exame de imagem utilizado no estudo. Entretanto, houve uma preocupação em descartar imagens que apresentavam baixa qualidade, artefatos de posicionamento e movimento, bem como artefatos de corpo estranho.

4.1 Diagnóstico auxiliado por computador

Dos quatro artigos selecionados, dois fizeram o uso de inteligência artificial na análise das imagens. Em um primeiro estudo, foi utilizado uma abordagem *deep learning* com dois modelos, um para a classificação (Mobile V2) das lesões e outro para a localização de cistos radiculares e granulomas periapicais (YoloV3), analisando características tanto da periferia quanto do centro da lesão. Uma das limitações deste estudo é sobre as correlações espúrias quando, por exemplo, uma obturação de canal radicular está associada a um cisto radicular e não a um granuloma periapical, o modelo pode facilmente usar essa informação para a classificação, em vez das características da lesão. Apesar de métodos de visualização terem sido usados para auxiliar na avaliação dos recursos utilizados pelo modelo, essas possíveis correlações espúrias não foram descartadas pelo autor (Berne, *et al.* 2023).

No segundo trabalho, foi utilizada uma abordagem *machine learning* com o modelo LDA-AdaBoost, permitindo um procedimento semiautomático que toma como entradas uma tomografia computadorizada e três pontos de clique especificados pelo profissional, indicando a região de interesse a ser analisada automaticamente com base nas diferenças de intensidade. Esse estudo adotou duas abordagens de treinamento do modelo, uma tomando como padrão ouro o diagnóstico histopatológico e a outra como padrão ouro o diagnóstico feito por especialistas em endodontia, com base nas características da TCFC, em ambas as situações, o modelo obteve melhor precisão em relação ao diagnóstico comparativo. (Okada, *et al.* 2015).

Levando em consideração que a análise de textura seja, também, uma forma de obter um diagnóstico objetivo, dois artigos que fazem essa abordagem (Pociask, *et al.* 2021; Rosa, *et al.* 2020) foram considerados aptos de inclusão neste trabalho, encontrados por meio de uma busca manual nas referências dos artigos encontrados. Em um estudo, a análise textural completa foi realizada utilizando o software MaZda, o estudo analisou 6.836 parâmetros de textura para dois grupos, um contendo lesões com bordas e outro contendo apenas o interior das lesões, que foram submetidos a um processo de redução para a obtenção do melhor subconjunto de variáveis preditoras, chegando a um total de 11 parâmetros. Esse estudo considerou a borda da lesão contendo as informações mais importantes para a diferenciação das lesões, pois, granulomas criam uma cápsula fibrosa, enquanto os cistos radiculares são revestidos por epitélio (Pociask, *et al.* 2021).

Em um outro trabalho, utilizou-se 11 parâmetros de textura, sendo cinco parâmetros de textura considerados preditivos de diferenciação da lesão. São eles: segundo momento angular; soma dos quadrados; soma da média; contraste e correlação. Posteriormente, o dendrograma, utilizando os parâmetros de textura selecionados, classificaram automaticamente as lesões em cistos radiculares e granulomas periapicais. Esse estudo sinalizou, ainda, uma limitação, pois a análise de textura foi realizada apenas com um único corte, considerando somente o interior da lesão, que pode não ocupar a região mais característica da lesão (Rosa, *etal.* 2020).

Vale ressaltar que todos os estudos analisados obtiveram acurácia em seus resultados, independente dos exames de imagem utilizados ou modelos de análise, alcançando um diagnóstico diferencial objetivo que pode auxiliar na tomada de decisão. Os valores da precisão em porcentagem dos estudos não foram aqui descritos, pois essas informações não foram abordadas em todos os trabalhos.

5. DISCUSSÃO

O diagnóstico de lesões periapicais por meio da inteligência artificial configura-se um avanço importante na distinção entre cistos radiculares e granulomas periapicais, tanto em relação à necessidade de um menor tempo clínico quanto ao fato de não ser um procedimento invasivo. Dessa forma, a diferenciação entre essas lesões desempenha um papel crucial devido às diferenças no tratamento. Assim, o machine learning é vantajoso, pois é capaz de automatizar o processo de classificação, reconhecendo um maior número de características e tornando essa abordagem viável tanto para auxílio quanto para tomada de decisão clínica. (Berne, *et al.* 2023).

Apesar do avanço, segundo a literatura, a distinção de cistos e granulomas ainda é um dilema na área odontológica, pois os processos de diagnósticos apoiados pela radiografia intraoral não são satisfatórios. Frente a isso, a precisão do diagnóstico deve ser precedida pelo radiologista. Sendo assim, as imagens intraorais podem ser transformadas em dados digitais e processadas por métodos de análise de imagens, por meio da inteligência artificial (Pociask, *et al.* 2021). Em contrapartida, a imagem de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) aumenta a precisão da detecção de tais lesões, em comparação com a radiografia periapical (Setzer, *et al.* 2020). Nos estudos selecionados, observou-se que as imagens em duas dimensões (radiografias panorâmicas) e em três dimensões (tomografia computadorizada de feixe cônico) obtiveram bons resultados de acurácia para a distinção das lesões periapicais.

Além disso, é imperioso destacar, também, acerca da aplicação do diagnóstico auxiliado por computador (CAD) entre cistos radiculares e granulomas periapicais, o qual fornece um procedimento semiautomático que toma como pressuposto uma varredura TCFC, indicando um volume de interesse, (Setzer, *et al.* 2020). Portanto, a análise de estudos utilizando a IA produz o diagnóstico diferencial entre estas lesões de forma objetiva e é vantajosa por ser uma ferramenta de diagnóstico diferencial não invasiva, eficaz e segura, que não é o caso de métodos tradicionais de diagnóstico considerados invasivos, eficazes e seguros, a exemplo do exame histopatológico. Porém, o estudo reitera que o diagnóstico histológico é o método de diagnóstico mais confiável (Okada, *et al.* 2015).

Em contraste, no estudo de Berne, *et al.* 2023, foi constatado que, a partir do momento em que o diagnóstico histológico é usado como base, a precisão de resultado equivale a 88,2%, pois quando a lesão está altamente inflamada, existe uma dificuldade da histologia em fazer o diagnóstico correto entre as lesões periapicais. Enquanto o diagnóstico em imagens TCFC possui uma alta precisão de 94,1%. Assim, o padrão-ouro de critério de diagnóstico deste estudo foi pautado no CAD. Diante disso, os demais resultados incluídos neste trabalho apenas citam a histologia como uma das possibilidades de diagnóstico, mas não explanam o percentual de acurácia deste tipo de diagnóstico.

As Redes Neurais Convolucionais (CNNs) são mais utilizadas para a detecção e segmentação de objetos. Paralelo a isso, existem vários estudos com métodos de aprendizagem profunda que incluem as CNNs, auxiliando, assim, na área da odontologia. Tais redes são usadas clinicamente para a detecção de lesões periapicais, além de outras finalidades. Desse modo, a IA possui um valor que agrega, sendo uma ferramenta de apoio à decisão para as imagens (Ezhov, *et al.* 2021). Essas redes consideram características localizadas no centro e na periferia das lesões. Sob essa perspectiva, dentre os artigos incluídos neste trabalho, apenas o estudo ratificado por Berne, *et al.* 2023 utilizou em seu método uma rede neural convolucional de duas rotas, as quais usaram imagens globais e locais construídas para a classificação de tais lesões.

Curiosamente, Orhan, *et al.* 2020, relataram uma alta precisão de 92,8% para a detecção correta de uma lesão periapical, utilizando imagens de TCFC, enquanto Flores, *et al.* 2009, destacou uma precisão de 94,1%, o que evidencia uma disparidade relativamente pequena no que tange a acurácia de diagnóstico. Logo, é evidente que a TCFC é capaz de detectar mais lesões do que os métodos convencionais, sendo, portanto, um método mais confiável para o diagnóstico diferencial de lesões (Rosa, *et al.* 2020).

Por outro lado, Ngoc, *et al.* 2021, evidenciou um confiável diagnóstico frente aos métodos convencionais, que incluem radiografias periapicais e panorâmicas, de 89,5% em especificidade, aliados a IA. As diferenças entre os resultados podem ser explicadas tanto pelos diferentes exames de imagens, bem como pelas diferenças nos conjuntos de dados e algoritmos utilizados nesses estudos.

É fundamental pontuar, ainda, que para afirmar a acurácia de diagnóstico no que se refere à distinção das lesões supramencionadas, por meio da inteligência artificial, faz-se necessária uma análise sobre o estudo deste trabalho. Para os autores Berne, *et al.* 2023; Rosa *et al.* 2020, o tamanho pequeno da amostra pode resultar em um sobreajuste durante as análises das imagens, assim como possíveis correlações podem ser ocultadas, podendo, assim, interferir sobre os resultados.

Em um primeiro estudo incluído no trabalho, foram obtidos no número de amostras um total de 152 casos de lesões, dos quais 80 eram cistos radiculares e 72 eram granulomas periapicais. As radiografias panorâmicas corresponderam ao exame de imagem utilizado e o *deep learning* (DL) foi o tipo de análise de imagem. Sob esse viés, para validar o estudo, as imagens só foram incluídas a partir do momento em que a qualidade era suficiente para permitir uma representação clara das lesões periapicais (Berne, *et al.* 2023). Porém, de acordo com Pociask, *et al.* 2021, a diferenciação de lesões através da radiografia intraoral é um dilema, visto que a sensibilidade e a especificidade neste processo de diagnóstico não são satisfatórias.

Em um outro estudo, 62 casos corresponderam a amostragem, sendo que 39 destes foram cistos radiculares e 23 granulomas periapicais. Ao exame de imagem, as radiografias periapicais foram utilizadas como critério de diagnóstico, por meio do método de análise de textura. A referida análise consistiu em cinco parâmetros que foram definidos como, a aspereza da textura e é inerente ao tamanho médio da textura; contraste presente na imagem; frequências espaciais; complexidade da imagem e; visibilidade na imagem. (Pociask, *et al.* 2021). Em seus estudos, Obuchowicz, *et al.* 2018, adotou essa mesma abordagem, utilizando radiografias periapicais na análise textural para detecção de cárie dentária. Com a análise de textura, foi possível, também, em outro trabalho, alcançar o diagnóstico diferencial de granulomas e cistos periapicais por meio da ressonância magnética dentária, sugerindo que parâmetros de textura quantificam a heterogeneidade tecidual, podendo oferecer algum prognóstico (Juerchott, *et al.* 2018).

No terceiro estudo, Rosa, *et al.* 2020, obteve um total de amostras de 25 casos, dos quais 14 foram diagnosticados como cistos radiculares e 11 como granulomas periapicais. O exame de imagem utilizado foi a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), enquanto o método de análise foi o de textura. Contudo, para Berne, *et al.* 2023, as diferenças subjetivas na definição de

muitos recursos tornam essa abordagem dependente do operador.

Por conseguinte, a segmentação das lesões periapicais é um desafio, tendo em vista que a TCFC, mesmo em dose baixa, costuma gerar ruídos, além da interfacee os tecidos moles serem vagos (Okada, *et al.* 2015). Ademais, conforme Berne, *et al.* 2023, o processamento de dados usando a análise de textura, apesar de mostrar resultados promissores, apresenta um fluxo de trabalho pesado que requer um software para executar as imagens a serem analisadas.

No quarto estudo, obteve-se uma amostragem equivalente a 28 casos de lesões periapicais, destes, o resultado da amostra foi similar entre cistos radiculares e granulomas periapicais, ambos com 14 casos diagnosticados. A tomografia computadorizada de feixe cônico foi o exame de imagem utilizado, já o método de análise consistiu no *machine learning* (Okada, *et al.* 2015). Esse estudo apresenta uma abordagem mais confiável do que a proposto por Simon, *et al.* 2006, que apresenta em seus estudos um método que requer que um especialista em endodontia pesquise manualmente o voxel de intensidade mínima correspondente à cavidade cística em toda a lesão. Diferentemente, Okada, *et al.* 2015, utiliza-se da extração automática de características de intensidade estatística da área segmentada, o que ajuda a aumentar a precisão do diagnóstico, incorporando mais informações do que o esperado, evitando erros de detecção do voxel de intensidade mínima, devido a erro humano.

Esse quarto estudo propõe uma estrutura de diagnóstico auxiliado por computador (CAD) das lesões periapicais. Tal estrutura consiste em três etapas lineares, que são, respectivamente, a segmentação de lesões 3D em forma de gráficos; a extração de características estatísticas de intensidade e a classificação de lesões baseada em aprendizado de máquina. Entretanto, ao utilizar o exame de imagem, há uma diminuição da resolução quando as imagens são convertidas em BMP, visto que ainda há informação que não é perceptível na análise visual (Rosa, *et al.* 2020).

De acordo com a literatura, estudos compararam a acurácia diagnóstica da TCFC com as radiografias panorâmicas e periapicais. A partir disso, demonstrou-se

que a TCFC aumenta a taxa de detecção dos espaços dos canais radiculares dos dentes e das áreas periapicais para avaliar a infecção e a patologia dentária em contraste com a imagem convencional (Ezhov, *et al.* 2020). Assim, a IA fornece uma capacidade automatizada para análise de TCFC, o que ajuda a reduzir a subjetividade e os erros, além de agilizar o fluxo de atendimento clínico. Porém, a segmentação da referida análise representa desafios, visto que a cavidade oral apresentada em cada imagem contém diferentes estruturas, tecidos, materiais restauradores e até mesmo lesões (Zheng, *et al.* 2021).

A partir dos estudos, é possível afirmar que a utilização do processamento de dados para a detecção das lesões possui uma acurácia significativa de diagnóstico, diminuindo o tempo clínico e maximizando o início do tratamento, sendo o tratamento padrão a eliminação dos agentes infecciosos pelo tratamento endodôntico ou até mesmo uma cistectomia, se necessário, nos casos em que o granuloma radicular ainda persista (Rosa, *et al.* 2020). A partir dos 04 estudos incluídos neste trabalho, é importante ressaltar que apenas esses estudos não são suficientes para avaliar um novo método de análise.

Portanto, é imprescindível salientar que o processamento de dados pela inteligência artificial não substitui o papel do Cirurgião-Dentista, dada a importância desse profissional no exame clínico, diagnóstico, planejamento de tratamento e execução das intervenções viáveis para tratar as lesões periapicais, que são insubstituíveis. Sob essa perspectiva, no que se refere ao diagnóstico de tais lesões através da IA, os dentistas podem aplicar essa técnica após algumas sessões de treinamento, o programa requer experiência e domínio em informática, o qual inclui a inserção de informações do paciente, importação de imagens, exportação de resultados e a leitura de resultados (Ngoc, *et al.* 2021).

6. CONCLUSÃO

Em todos os artigos incluídos, foi possível comprovar a acurácia dos métodos de análise de imagens, por meio do diagnóstico auxiliado por computador, para a distinção entre cistos radiculares e granulomas periapicais. Essa análise se mostra promissora na odontologia e já vem sendo utilizada na medicina para análises clínicas minuciosas. Entretanto, esse estudo evidencia que o número de artigos que estão fazendo pesquisas para distinguir estas lesões através do diagnóstico auxiliado por computador, ainda são muito baixos. Por esse motivo, é inegável a necessidade de mais pesquisas abordando esse tipo de análise, comprovando o seu potencial. Assim, é imperioso destacar que a atuação do Cirurgião-Dentista continua sendo o padrão-ouro para o diagnóstico adjunto ao estudo histopatológico, sendo o CAD um aliado eficaz para a comprovação do diagnóstico.

REFERÊNCIAS

- ABDOLALI, F.; ZOROOFI, R. A.; OTAKE, Y.; SATO, Y. **Automatic segmentation of maxillofacial cysts in cone beam CT images**. *Computers in Biology and Medicine*, v. 72, p. 108-119, 2016. DOI: 10.1016/j.combiomed.2016.03.014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27035862/>
- ALCANTARA, B.; CARLI, M.; BEIJO, L.; PEREIRA, A.; HANEMANN, J. **Correlation Between Inflammatory Infiltrate and Epithelial Lining in 214 Cases of Periapical Cysts**. *Brazilian Oral Research*, [S.l.], v. 27, n. 5, p. 402-408, 2013. DOI: 10.1590/S1806-83242013005000023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-83242013005000023>.
- ARI, T; SAĞLAM, H; ÖKSÜZOĞLU, H; KAZAN, O; BAYRAKDAR, I. Ş; DUMAN, S. B; ÇELİK, Ö; JAGTAP, R; FUTYMA-GĄBKĄ, K; RÓŻYŁO-KALINOWSKA, I; ORHAN, K. **Automatic Feature Segmentation in Dental Periapical Radiographs**. *Diagnostics*, v. 12, n. 12, p. 3081, 2022. DOI: 10.3390/diagnostics12123081. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4418/12/12/3081>
- AZEVEDO-MARQUES, P. M. de. **Diagnóstico auxiliado por computador na radiologia**. *Radiologia Brasileira*, [S.l.], v. 34, n. 5, p. 285-293, set. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-39842001000500008>.
- BERNE, J.; SAADI, S. B.; POLITIS, C.; JACOBS, R. **Uma abordagem de aprendizagem profunda para detecção radiológica e classificação de cistos radiculares e granulomas periapicais**. *Revista de Odontologia*, p. 104-581, 2023. DOI: 10.1016/j.jdent.2023.104581. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37295547/>
- CAPUTO, B.; GIGANTE, G. E. **Análise da Lesão Periapical Utilizando Características Texturais Estatísticas**. In: *Medical Infobahn para a Europa*. IOS Press, 2000. p. 1231-1234. DOI: 10.3233/978-1-60750-921-9-1231. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11187519/>
- EZHOF, M., GUSAREV, M., GOLITSYNA, M., SHUMILOV, E., SANDERS, A. **Sistema de inteligência artificial clinicamente aplicável para diagnóstico odontológico com TCFC**. *Scientific Reports*, v. 11, p. 15006, 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-94093-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34294759/>
- FLORES, A.; RYSAVY, S.; ENCISO, R.; OKADA, K. **Non-invasive differential diagnosis of dental periapical lesions in cone-beam CT**. In: *2009 IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro*. IEEE, 2009. p. 566-569. DOI: 10.1109/ISBI.2009.5193110. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5193110>
- HAMDAN MH, TUZOVA L, MOL A, TAWIL PZ, TUZOFF D, TYNDALL DA. **The effect of a deep-learning tool on dentists' performances in detecting apical radiolucencies on periapical radiographs**. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2022.

DOI: 10.1259/dmfr.20220122. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35980437/>

ISSA, J; JABER, M; RIFAI, I; MOZDZIAK, P; KEMPISTY, B; DYSZKIEWICZ-KONWIŃSKA, M. **Diagnostic Test Accuracy of Artificial Intelligence in Detecting Periapical Periodontitis on Two-Dimensional Radiographs: A Retrospective Study and Literature Review.** *Medicina*, v. 59, p. 768, 2023. DOI:

10.3390/medicina59040768. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10142688/>

JAMES R. **The Efficacy of Diagnostic Imaging Should Guide Oral and Maxillofacial Radiology Research.** *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, v. 124, p. 211-213, 2017. DOI: 10.1016/j.oooo.2017.06.001.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28698118/>

JUERCHOTT, A.; PFEFFERLE, T.; FLECHTENMACHER, C.; MENTE, J.; BENDSZUS, M.; HEILAND, S.; HILGENFELD, T. **Diferenciação de granulomas e cistos periapicais usando ressonância magnética dentária: um estudo piloto.**

International Journal of Oral Science, v. 10, n. 2, p. 17, 2018. DOI: 10.1038/s41368-018-0017-y. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29777107/>

KHAN, H. A; HAIDER, M. A; ANSARI, H. A; ISHAQ, H; KIYANI, A; SOHAIL, K; MUHAMMAD, M; KHURRAM, S. A. **Automated feature detection in dental periapical radiographs by using deep learning.** *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology*, Elsevier, v. 131, n. 6, p. 2020.08.024, junho 2021. DOI: 10.1016/j.joooo.2020.08.024. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32950425/>

KWON O, YONG TH, KANG SR, KIM JE, HUH KH, HEO MS, LEE SS, CHOI SC, YI WJ. **Automatic diagnosis for cysts and tumors of both jaws on panoramic radiographs using a deep convolution neural network.** *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 49, n. 8, p. 20200185, dezembro 2020. DOI: 10.1259/dmfr.20200185.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32574113/>

NGOC, VO; HOANG VIET, DO; ANH, LE; MINH, DINH; NGHIA, LE; LOAN, HOANG; TUAN, TRAN; NGÂN, TRẦN; NGUYEN, TRA. **Periapical Lesion Diagnosis Support System Based on X-ray Images Using Machine Learning Technique.**

World Journal of Dentistry, v. 12, p. 189-193, 2021. DOI: 10.5005/jp-journals-10015-1820. Disponível em: <https://www.wjoud.com/doi/WJOURNAL/pdf/10.5005/jp-journals-10015-1820>

OBUCHOWICZ, R.; NURZYNSKA, K.; OBUCHOWICZ, B.; URBANIK, A.; PIÓRKOWSKI, A. **Caries detection enhancement using texture feature maps of intraoral radiographs.** *Oral Radiology*, v. 36, n. 3, p. 275-287, julho 2020. DOI:

10.1007/s11282-018-0354-8. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30484214/>

OKADA, K.; RYSAVY, S.; FLORES, A.; LINGURARU, M. G. **Noninvasive differential diagnosis of dental periapical lesions in cone-beam CT scans.**

Medical Physics, v. 42, p. 1653-1665, 2015. DOI: 10.1118/1.4914418. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25832055/>

ORHAN, K.; BAYRAKDAR, I. S.; EZHOV, M.; KRAVTSOV, A.; OZYUREK, T. **Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans.** *International Endodontic Journal*, v. 53, n. 5, p. 680-689, maio 2020. DOI: 10.1111/iej.13265. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31922612/>

POCIASK, E.; NURZYNSKA, K.; OBUCHOWICZ, R.; BALON, P.; URYGA, D.; STRZELECKI, M.; IZWORSKI, A.; PIÓRKOWSKI, A. **Diagnóstico diferencial de cistos e granulomas apoiado pela análise de textura de radiografias intraorais.** *Sensores*, v. 21, p. 7481, 2021. DOI: 10.3390/s21227481. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34833558/>

RAITZ, R.; ASSUNÇÃO JÚNIOR, J. N. R.; CORREA, L.; FENYO-PEREIRA, M. **Parameters in Panoramic Radiography for Differentiation of Radiolucent Lesion.** *Journal of Applied Oral Science*, v. 17, 2009. DOI: 10.1590/S1678-77572009000500006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19936512/>

ROSA, C. S.; BERGAMINI, M. L.; PALMIERE, M.; SARMENTO, D. J. S.; CARVALHO, M.O; RICARDO A.L.F; HASSEUS, B; JONASSON, P; SILVA, P.H.B, COSTA, A.LF. **Diferenciação de Granuloma Periapical de Cisto Radicular Utilizando Feixe Cônico: Análise de Textura de Imagens de Tomografia Computadorizada.** *Heliyon*, Elsevier Ltd, v. 6, n. 5, p. e05194, maio 2020. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e05194. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33088959/>

SANTOS, C. M. da C.; PIMENTA, C. A. de M.; NOBRE, M. R. C. **The PICO strategy for the research question construction and evidence search.** *Revista Latino-americana de Enfermagem*, v. 15, n. 3, p. 508-511, 2007. DOI: 10.1590/S0104-11692007000300023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17653438/>

SETZER C, KATHERINE J. SHI, ZHIYANG ZHANG, HYUNSOO YOON, MEL MUPPARAPU E JING LI. **Artificial Intelligence for the Computer-aided Detection of Periapical Lesions in Cone-beam Computed Tomographic Images.** *Journal of Endodontics*, v. 46, n. 7, p. 987-993, julho 2020. DOI: 10.1016/j.joen.2020.03.025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32402466/>

WHITTEMORE, R.; CHAO, A.; JANG, M.; MINGES, K. E.; PARK, C. **Methods for knowledge synthesis: an overview.** *Heart Lung*. v. 43, n. 5, p. 453-461, set-out 2014. DOI: 10.1016/j.hrtlng.2014.05.014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25012634/>

ZHENG, Z.; YAN, H.; SETZER, F. C.; SHI, K. J.; MUPPARAPU, M.; LI, J. **Aprendizado profundo anatomicamente restrito para automatizar a segmentação e detecção de lesões de TCFC dentária.** *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 18, no. 4, p. 603-614, abril 2021. DOI: 10.1109/TASE.2020.3025871. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9219218>

