

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO PARA O DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL ENTRE CISTOS E GRANULOMAS PERIAPICAIS: REVISÃO INTEGRATIVA

Magnetic resonance imaging and cone beam computed tomography for differential diagnosis between periapical cysts and granulomas: integrative review

Access this article online	
Quick Response Code:	
	Website: https://periodicos.uff.br/ijosd/article/view/68478

Autores:**Bruna Eulália Da Silva Mateus**

Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, Barbacena-MG

Cristiano Jacques Silva Tobias

Graduando em Odontologia, Centro Universitário Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, Barbacena-MG

Izabel Hoelzle Rodrigues

Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, Barbacena-MG

Matheus William Santos Pereira

Graduando em Odontologia, Centro Universitário Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, Barbacena-MG

Antônio José Araújo Pereira Júnior

Professor da Faculdade de Odontologia, Centro Universitário Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, Barbacena-MG

Instituição na qual o trabalho foi realizado: Centro Universitário Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, Barbacena-MG.

Endereço para correspondência: Avenida Presidente Costa e Silva, 2391 - Bairro São Pedro – Juiz de Fora – MG; CEP 36037-000; Telefone: (32) 98876-3261

E-mail para correspondência: apereirabucamaxilo@yahoo.com.br

RESUMO

O diagnóstico diferencial entre cistos radiculares e granulomas periapicais reveste-se de importância clínica, pois orienta condutas terapêuticas distintas. Esta revisão integrativa objetivou sintetizar a aplicabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e da ressonância magnética (RM) — incluindo técnicas de radiômica por análise de texturas e sequências ponderadas (T1w, T1wFS, T2wFS) — na distinção pré-operatória dessas lesões, bem como avaliar seu potencial para reduzir a dependência do exame histopatológico invasivo. Foram selecionados 33 artigos publicados entre 2014 e 2024 nas bases PubMed e Lilacs. A TCFC convencional, baseada em descritores morfológicos (forma, bordas, volume), apresentou resultados heterogêneos, enquanto estudos de radiômica alcançaram áreas sob a curva (AUC) entre 76 % e 86,4 %. A RM demonstrou elevada sensibilidade para tecidos moles e diferenciou cistos de granulomas em múltiplos critérios, apesar da variabilidade de protocolos e custos elevados. Vale destacar que a aplicabilidade clínica dessas técnicas permanece parcial, pois a distinção definitiva entre cistos verdadeiros e cistos baía — essencial para o planejamento terapêutico — ainda requer confirmação histopatológica. Conclui-se que TCFC com radiômica e RM sequencial constituem métodos seguros e eficazes para o diagnóstico pré-operatório, mas demandam padronização multicêntrica de parâmetros técnicos e protocolos de análise de imagem para se tornarem plenamente independentes da biópsia.

Palavras-chave: Cisto Radicular; Granuloma Periapical; Ressonância Magnética; Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico; Diagnóstico Diferencial.

ABSTRACT

The differential diagnosis between radicular cysts and periapical granulomas is of clinical importance, as it guides distinct therapeutic approaches. This integrative review aimed to synthesize the applicability of cone-beam computed tomography (CBCT) and magnetic resonance imaging (MRI)—including radiomic texture analysis and weighted sequences (T1w, T1wFS, T2wFS)—in the preoperative distinction of these lesions, as well as to assess their potential to reduce reliance on invasive histopathological examination. A total of 33 articles published between 2014 and 2024 were selected from the PubMed and Lilacs databases. Conventional CBCT, based on morphological descriptors (such as shape, borders, and volume), showed heterogeneous results, whereas radiomic approaches achieved areas under the curve (AUC) ranging from 76% to 86.4%. MRI demonstrated high sensitivity for soft tissue evaluation and differentiated

cysts from granulomas using multiple criteria, despite the variability in protocols and high operational costs. It is worth noting that the clinical applicability of these imaging techniques remains partial, as the definitive differentiation between true apical cysts and pocket cysts—which is critical for determining the appropriate treatment—still requires histopathological confirmation. It is concluded that CBCT with radiomics and sequential MRI protocols are safe and effective tools for preoperative diagnosis. However, multicenter standardization of technical parameters and imaging analysis protocols is necessary to ensure consistent application and to potentially reduce the reliance on biopsy.

Keywords: Radicular Cyst; Periapical Granuloma; Magnetic Resonance; Cone-Beam Computed Tomography; Differential Diagnosis.

INTRODUÇÃO

As periapicopatias são lesões apicais decorrentes de um tecido dentário necrótico induzidas por infecção microbiana derivada do canal radicular, ou provinda de lesões conjuntas endoperiodontais. As lesões periapicais iniciais mais comuns são os cistos periapicais e os granulomas, sendo os cistos diagnosticados muitas vezes por exames de imagem rotineiros por sua característica de assintomatologia (TAVARES E RODRIGUES ET AL., 2017) (GEIBEL E SCHREIDER ET AL., 2015). Histologicamente, os granulomas são um tecido de infiltrados celulares e tecidos de granulação compostos de uma cápsula fibrosa inicialmente formada na área periapical de destruição óssea, cuja progressão pode resultar na formação de cistos periapicais devido à degeneração central e proliferação dos restos epiteliais de Malassez (WAMASING E YOMTAKO ET AL., 2023) (BANOMYONG E ARAYASANTIPARD ET AL., 2023). Esses cistos podem ser observados em dois subtipos: o primeiro é o cisto apical verdadeiro, quando não possui comunicação com a luz do canal radicular, e o segundo é um cisto tipo baia, quando possui íntima comunicação com o canal. Acredita-se que os cistos periapicais verdadeiros se originem de epitélio dormente estimulado à proliferação, sendo autossuficientes e, por esse motivo, não respondem adequadamente ao tratamento endodôntico convencional, sendo a cirurgia apical o procedimento recomendado para a resolução dessas lesões (ETOZ E AMUK ET AL., 2021) (JUERCHOTT E PFEFFERLE ET AL., 2018).

A diferenciação entre cistos e granulomas periapicais permanece um desafio diagnóstico, mesmo com os avanços na imaginologia, e a incapacidade de distingui-los de forma confiável no pré-operatório pode conduzir tanto ao sobretratamento — submetendo pacientes a procedimentos cirúrgicos

desnecessários — quanto ao subtratamento, com falhas no controle de lesões que demandam intervenção mais agressiva. Embora o exame histopatológico seja considerado o método mais confiável para distinção dessas lesões (TAVARES E RODRIGUES ET AL., 2017) (KRUSE E SPIN-NETO ET AL., 2015) (BORNSTEIN E BINGISSER ET AL., 2015) (PROBST E PROBST ET AL., 2015) (ALOTAIBI E ALSWAYED ET AL., 2020), sua utilidade pré-operatória é limitada, pois não orienta diretamente a conduta clínica (PITCHER E ALAQLA ET AL., 2017). Diante disso, torna-se essencial o desenvolvimento de técnicas não invasivas que possam complementar ou mesmo substituir a biópsia, reduzindo custos, riscos e desconfortos para os pacientes (LIZIO E SALIZZONI ET AL., 2018) (HASEGAWA E ARIMOTO ET AL., 2023). Um método de imagem confiável, capaz de fornecer diagnóstico diferencial pré-operatório, representaria um avanço significativo na prática clínica, permitindo maior objetividade e segurança na tomada de decisão.

Diante das limitações das radiografias convencionais para o diagnóstico definitivo de lesões periapicais, técnicas de imagem avançadas como ressonância magnética, ultrassonografia de alta resolução (USG) e tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) vêm sendo incorporadas à pesquisa científica (CALISKAN E KAVAL ET AL., 2016). Embora estudos prévios tenham explorado parâmetros radiográficos como tamanho da lesão e características de bordas para diferenciação entre cistos e granulomas, a natureza bidimensional das radiografias convencionais, sujeita a ruído anatômico e distorções, limita sua acurácia diagnóstica, além sugerir como diagnóstico as lesões periapicais sem, no entanto, caracterizar qual o tipo de lesão encontrada (MARTINS, 2016) (CHANANI E ADHIKARI, 2017) (SHAH E BANSALET AL., 2015) (YOMTAKO E WATANABE ET AL., 2024) (KANAGASINGAM E LIM ET AL., 2017) (SINGH E YADAV ET AL., 2021). Entre as alternativas, a TCFC e a ressonância magnética destacam-se por permitirem uma avaliação mais precisa dos limites lesionais (DE ROSA E BERGAMINI ET AL., 2020). No entanto, a variabilidade de parâmetros técnicos e a ausência de protocolos padronizados ainda impedem sua aplicação ampla e confiável na prática clínica (LIZIO E SALIZZONI ET AL., 2018). A USG, por sua vez, mostra potencial na diferenciação entre essas patologias, mas sua aplicabilidade é restrita a casos onde há adelgaçamento ou perfuração cortical (espessura < 1,6 mm) o que demonstra que a visualização de lesões apicais por meio da USG não é viável em todos os casos (SONMEZ E KAMBUROGLU ET AL., 2019).

Em resumo, na odontologia em geral, os prognósticos de cicatrização de cistos e granulomas são diferentes, bem como o seu manejo clínico individual, visto que granulomas periapicais tem maior probabilidade de cicatrização após o tratamento não cirúrgico em comparação com os cistos periapicais (DE ROSA E

BERGAMINI ET AL., 2020). Assim, o presente estudo tem por objetivo analisar o uso da ressonância magnética (RM) e da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) como ferramenta complementar ou alternativa à biópsia no diagnóstico pré-operatório na diferenciação patológica entre cistos e granulomas periapicais. Busca-se, dessa forma, verificar se os métodos de imagem podem substituir, total ou parcialmente, a necessidade de biópsia, oferecendo uma abordagem diagnóstica menos invasiva, mais rápida, prévia e segura ao paciente.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho adota uma abordagem de revisão integrativa de literatura, fundamentada em métodos qualitativos, conduzida mediante coleta de artigos científicos entre março e abril de 2025. As bases de dados eletrônicas selecionadas foram PubMed e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs), utilizando descritores controlados pelo DeCS/MeSH em português, espanhol e inglês. A estratégia de busca, operadores booleanos utilizados e resultados são detalhados na Figura 1 e no Quadro 1.

Para a construção da estratégia de busca, foram empregados os operadores booleanos AND (para intersecção de termos) e OR (para expansão ou exclusão de variantes), combinando os descritores de busca para a seleção de estudos. Utilizou-se a estratégia de pesquisa de resultados e comparação de intervenção populacional (PICO) para identificação de artigos relevantes, onde a pergunta clínica foi “Qual a acurácia das imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico e das imagens de ressonância magnética para identificação de cistos e granulomas de origem endodôntica?”; sendo P (população): pacientes humanos com lesões periapicais avaliadas por ressonância magnética (RM) e/ou tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC); I (intervenção): análise de imagens tridimensionais usando RM ou TCFC para diagnóstico diferencial entre cistos radiculares e granulomas periapicais; C (comparação): exame histopatológico ou outro padrão de referência para confirmar o diagnóstico. D (desfecho): Acurácia e eficácia diagnóstica das imagens de RM e TCFC na diferenciação de cistos radiculares e granulomas.

Os critérios de inclusão são: estudos do tipo ensaio clínico randomizado, prospectivo ou retrospectivo; revisões sistemáticas, narrativas e integrativas; relato de casos com follow-up. Além da aplicação de filtros de buscas como: artigos publicados nos últimos 10 anos (2014 a 2024) e publicações em inglês, português e espanhol. Serão excluídos: opiniões de especialistas; teses e monografias; cartas; livros; pôsteres; resumos e textos que não estavam

disponíveis na íntegra e publicados em outros idiomas que não fossem os determinados no filtro de busca. Todos os estudos potencialmente relevantes que não atenderam aos critérios de elegibilidade foram excluídos.

Após a busca inicial, os artigos passaram por triagem em três etapas: primeiramente realizou-se uma identificação com a remoção de duplicatas e aplicação de filtros por título e resumo; secundariamente com base na elegibilidade foi executada uma leitura integral com a verificação de critérios metodológicos; por fim, a inclusão dos artigos foi efetuada com a avaliação final conforme análise PICO. Após esse processo de escolha, realizou-se uma busca livre através de trabalhos “semelhantes”, com uso de ferramenta disponibilizada pelo PubMed, e apurou-se, também de forma livre, os textos de citações/referências dos artigos já selecionados para ampliar o leque de buscas. A plataforma de Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs), por não disponibilizar na íntegra as referências dos artigos selecionados, foi excluída desse mecanismo de seleção. Além disso, a mesma também não permite a busca através de arquivos “semelhantes”, como no caso da biblioteca PubMed.

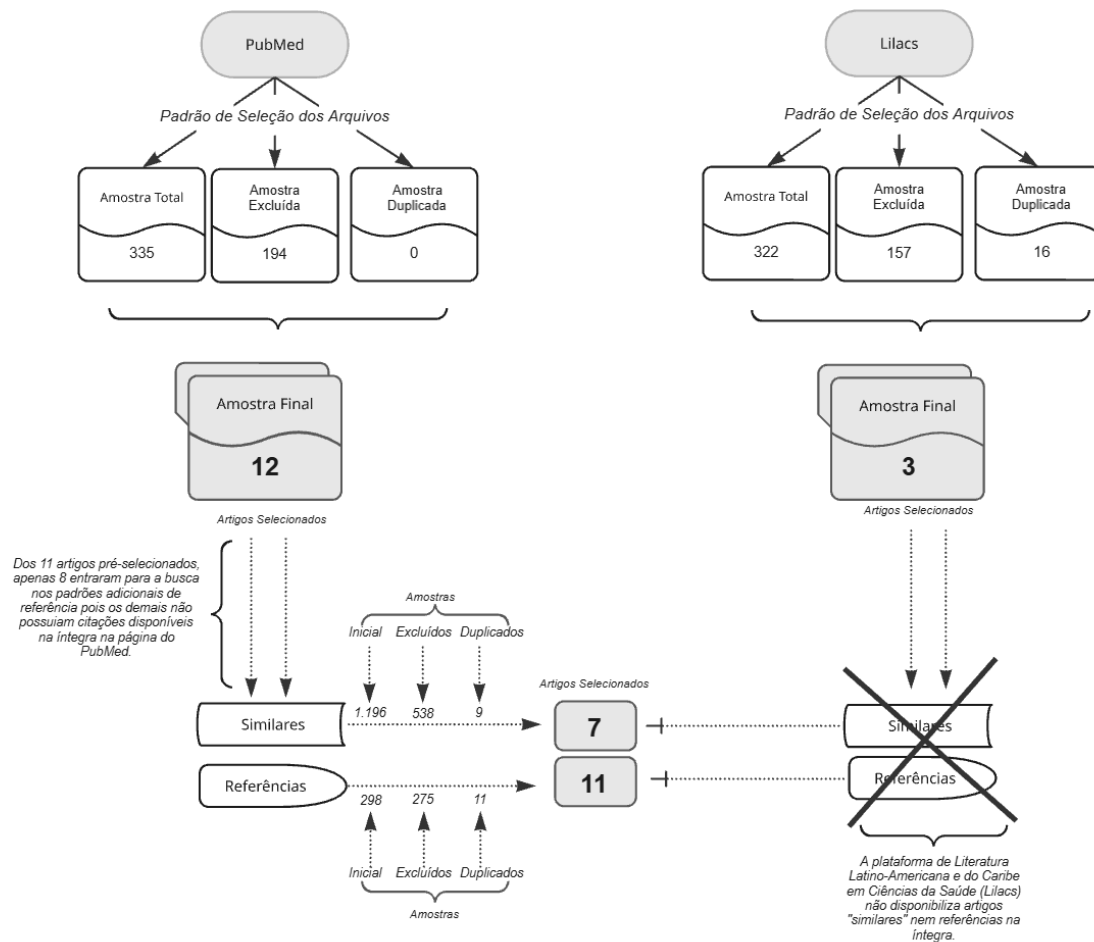
Inicialmente, foram realizadas buscas em duas plataformas principais: PubMed e LILACS. Na plataforma PubMed, utilizando estratégias de busca em inglês com os descritores mencionados no Quadro 1, identificaram-se 335 artigos. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 194 estudos foram excluídos, resultando em 12 artigos elegíveis. Adicionalmente, por meio da ferramenta de busca por artigos relacionados no PubMed, foram recuperados 1.196 registros, dos quais 538 foram excluídos após triagem de títulos e resumos, 9 identificados como duplicados e 7 selecionados para análise. O rastreamento de referências dos artigos pré-selecionados gerou 298 publicações, das quais 275 foram excluídas, 11 identificados como duplicados e 11 incorporadas ao estudo.

Na plataforma LILACS, as buscas foram conduzidas em três idiomas para ampliar a abrangência da revisão. Em português, identificaram-se inicialmente 168 artigos. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, 32 estudos foram excluídos e 7 removidos por duplicação, resultando em 2 artigos relevantes para análise. Em espanhol, a estratégia descrita no Quadro 1 recuperou 130 registros. Desses, 113 foram excluídos após triagem de títulos e resumos, 5 identificados como duplicados, e nenhum artigo foi elegível para inclusão. Em inglês, a busca com os operadores retornou 24 artigos, dos quais 12 foram excluídos, 4 identificados como duplicados, restando 1 estudo válido para compor a revisão.

O processo final resultou na seleção de 33 artigos, totalizando 30 artigos obtidos do PubMed e 3 artigos extraídos da plataforma de Literatura Latino-Americana e

do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs). A sequência e estratégia de busca está sumarizado no Quadro 1 e no fluxo descrito abaixo (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma da metodologia de seleção dos artigos científicos nas plataformas de busca.



Fonte: Autoria Própria (Barbacena, 2025)

Quadro 1 – Estratégia de busca nas bases de dados utilizando os operadores booleanos e descritores DeCS/MeSH

PORTUGUÊS		INGLÊS		ESPAÑHOL	
L I L A C S	"ressonância magnética" AND "granuloma periapical"	P		P	
		U	"magnetic resonance" OR "cone-beam"	U	
		B	computed tomography" AND "radicular	B	
		M	cyst" OR "periapical granuloma" AND	M	"resonancia magnética" OR
		E	diagnosis	E	"tomografía computadorizada de haz
		D		D	cónico" AND "quiste radicular" OR
		L	("magnetic resonance" OR "cone-beam"	L	"granuloma periapical" AND
		I	computed tomography"	I	"diagnóstico diferencial"
		L	AND ("radicular cyst" OR "periapical	L	
		A	granuloma")	A	
		C	AND "diagnosis differential"	C	
		S		S	

Fonte: Autoria Própria (Barbacena, 2025)

RESULTADOS

Inicialmente, foram identificados 1.829 artigos no PubMed, incluindo artigos selecionados pela metodologia de busca, relacionados e referências e 322 na base de Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs). Após exclusão de duplicatas (n=36) e triagem por título/resumo (n=988), 33 estudos foram avaliados e preencheram os critérios de inclusão. Abaixo, mencionados no Quadro 2, encontra-se os principais achados obtidos nos textos selecionados (n=33) dos quais dez (n=10) entraram diretamente em análise de resultados, pois tratavam explicitamente da aplicabilidade dos meios imagéticos no diagnóstico diferencial de cistos periapicais e granulomas.

A análise dos 10 estudos revelou padrões significativos em termos de distribuição geográfica, cronológica, delineamento metodológico e achados principais. A produção científica concentrou-se majoritariamente em países como, Japão (n=2) e Turquia (n=2), com contribuições pontuais de nações como Estados Unidos, Brasil, Alemanha, Itália, Índia e Tailândia. Cronologicamente, observou-se um aumento nas publicações a partir de 2022 (n=4), refletindo o avanço de tecnologias 3D e radiômicas, enquanto estudos anteriores priorizaram métodos convencionais com estudos morfológicos.

Quanto ao delineamento, predominaram estudos retrospectivos (n=6) que analisaram bancos de dados clínicos para correlacionar características radiográficas e histopatológicas. Estudos prospectivos (n=2) foram menos frequentes e focaram na validação de protocolos de imagem, enquanto trabalhos observacionais analíticos (n=2) exploraram parâmetros de textura em tomografias.

Sobre os métodos de imagem, a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) destacou-se em dezenove estudos, com aplicações que variaram da análise morfológica à radiômica. A Ressonância Magnética (RM) foi utilizada em oito pesquisas, principalmente para avaliar padrões de contraste e homogeneidade do sinal. Em contraste, métodos tradicionais, como radiografias 2D, foram limitados a sete estudos reforçando a transição para tecnologias tridimensionais.

Entre os 33 estudos analisados, os critérios de imagem para diagnóstico diferencial foram categorizados em descritores morfológicos e parâmetros quantitativos. Os descritores morfológicos foram os mais frequentemente avaliados. A forma da lesão - circular, ovalada ou curva - foi analisada em 5 dos 33 estudos (15,1%), enquanto a caracterização das bordas - presença de halo radiopaco, bem ou mal definidas - foi investigada em 7 estudos (21,2%). O envolvimento de múltiplos dentes pela lesão foi um critério específico avaliado em 2 estudos (6,0%), assim como a associação de reabsorções radiculares e perfurações da cortical óssea, verificada em 5 artigos (15,1%). Não obstante, a associação de acometimento por região e por elementos foi evidenciada em 6 estudos (18,1%).

Quanto aos parâmetros quantitativos, o tamanho (diâmetro ou volume) da lesão foi mensurado e correlacionado com o diagnóstico em 7 estudos (21,2%). A análise de textura radiômica (que extrai características matemáticas da imagem) emergiu como um método em 10 estudos (30,3%). De modo complementar, 8 estudos (24,2%) relataram a utilização de valores de densidade (escala de cinza ou unidades Hounsfield) como parte de sua análise, sendo aplicada principalmente em imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC).

DISCUSSÃO

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é um exame que utiliza radiação ionizante para gerar imagens tridimensionais em alta resolução, permitindo a diferenciação de tecidos com base em sua densidade relativa (LEONARDI E HASS ET AL., 2016). As regiões podem ser classificadas como hipodensas, isodensas ou hiperdensas, dependendo da atenuação da radiação. Embora sistemas de TC médica utilizem a escala padronizada de Unidades Hounsfield (HU), a TCFC opera com valores de escala de cinza (GSV), que variam conforme o equipamento, protocolo e software utilizados. A escala de cinza (GSV) representa a intensidade de brilho de cada pixel ou voxel em uma

imagem radiográfica ou tomográfica. Há uma base literária sólida que relata uma alta correlação entre os valores de cinza obtidos na TCFC e as Unidades Hounsfield (HU) da tomografia convencional, sugerindo que os valores de escala de cinza (VSC) poderiam ser utilizados no diagnóstico diferencial entre lesões sólidas e líquidas (RAZI E NIKNAMI ET AL., 2015). No entanto, a tomografia computadorizada de feixe cônico, embora seja o exame de excelência para avaliação multiplanar de tecidos duros, apresenta limitação na diferenciação dos tecidos moles contidos em cistos apicais e granulomas. Isso se deve ao fato de que cavidades císticas nem sempre apresentam conteúdo puramente líquido, podendo conter material semissólido, o que pode comprometer a eficácia da técnica na distinção entre essas lesões mediante a análise pura da escala de tons de cinza (WAMASING E YOMTAKO ET AL., 2023) (ETOZ E AMUK ET AL., 2021). Outras modalidades utilizando tecnologias mais complexas, como a radiômica, uma ferramenta quantitativa de pós-processamento por meio da análise de texturas, têm se mostrado promissora, uma vez que essa técnica avalia padrões internos de imagem com base na distribuição e inter-relação dos níveis de cinza, permitindo identificar variações não perceptíveis visualmente e contribuindo para uma caracterização mais detalhada da configuração interna das lesões (YOMTAKO E WATANABE ET AL., 2024) (ODA E STAZIAKI ET AL., 2019).

A partir da análise dos estudos selecionados, observou-se que a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) apresentou resultados variáveis na diferenciação de cistos periapicais e granulomas, dependendo dos critérios adotados. Chanani e Adhikari (2017), ao analisarem 45 lesões, identificaram que a combinação de ≥ 4 critérios radiológicos (localização apical, periferia corticalizada, forma circular e radiolucidez interna) alcançou uma acurácia moderada (AUC = 0,66), com concordância de 66% em relação à histopatologia. No que se refere aos valores de escala de cinza (GSV), Etöz et al. (2020) descartaram sua aplicabilidade clínica no diagnóstico diferencial entre cistos e granulomas periapicais. Entretanto, a análise de textura mostrou-se mais robusta: De Rosa et al. (2020), utilizando descritores de Haralick em TCFC, obtiveram AUCs entre 76% e 86,4%, embora 24% das lesões tenham sido mal classificadas. Yomtako et al. (2024), com radiômica em TC multicorte, identificaram 43 características significativas ($p < 0,05$), destacando-se a GLCM maximum probability ($>0,24$ para cistos), reforçando o potencial de métodos quantitativos sobre a análise qualitativa. De forma semelhante, Okada et al. (2015) utilizaram uma classificação auxiliada por computador na análise dos padrões das análises de texturas e obteve 94,1% de acurácia na diferenciação das lesões periapicais, através da extração de oito parâmetros de intensidade, onde destaca-se os recursos combinados de entropia e intensidade mínima. De forma geral, os resultados consolidam a TCFC como ferramenta superior às

radiografias 2D, não apenas pela visualização tridimensional, mas pela capacidade quantitativa da radiômica. No entanto, a falta de padronização de softwares, como Mazda e Pyradiomics, e de parâmetros técnicos, como kVp, campo de visão e resolução de voxel — os quais variam consideravelmente entre equipamentos — limita a reprodutibilidade entre estudos, reforçando a necessidade de protocolos universais e padronizados para que se possa garantir uma objetividade (KRUSE E SPIN-NETO ET AL., 2015) (LIZIO E SALIZZONI ET AL., 2018). Apesar disso, a TCFC mantém vantagens práticas, como menor custo e acessibilidade comparada à ressonância magnética.

A Ressonância Magnética (RM) emergiu como ferramenta complementar de alta precisão. Para a investigação de tecidos moles, a RM é considerada a melhor modalidade. No contexto da sua aplicabilidade diferencial entre cistos e granulomas, estudos indicam que outro fator importante foi a aplicação dos tempos de relaxamento de prótons em “T1” e “T2” com saturação de gordura (fat-sat) e a observação das intensidades dos sinais emitidos no centro da lesão como fator que possibilitaria um diagnóstico de diferenciação entre cistos e granulomas (ETOZ E AMUK ET AL., 2021) (JUERCHOTT E PFEFFERLE ET AL., 2018) (LIZIO E SALIZZONI ET AL., 2018). A ressonância magnética (RM) é um exame de imagem não-ionizante tridimensional que utiliza campos magnéticos e pulsos de radiofrequência para excitar os prótons presentes na água dos tecidos. Após a interrupção do pulso, os prótons iniciam seu realinhamento com o campo magnético (momento de precessão), liberando energia que é convertida em imagem. O tempo necessário para que 63% dos prótons se realinham é denominado T1, associado à visualização de estruturas anatômicas sólidas. Já o T2 corresponde ao tempo em que 37% dos prótons deixam de girar sincronizadamente, sendo útil na identificação de líquidos, edemas e processos inflamatórios. A combinação dessas sequências, especialmente com saturação de gordura (fat-sat), potencializa o uso da RM no diagnóstico diferencial de lesões periapicais. Entretanto, essa modalidade radiográfica apresenta limitações relevantes para a prática clínica, destacando-se a complexidade técnica envolvida em sua execução e os elevados custos associados ao seu uso (YOMTAKO E WATANABE ET AL., 2024).

Juerchott et al. (2018), utilizando RM 3T, diferenciaram cistos (margens bem definidas, homogeneidade periférica) de granulomas (heterogeneidade e envolvimento do tecido circundante) em 6/15 critérios ($p < 0,01$). Wamasing et al. (2023) corroboraram esses achados, estabelecendo que lesões com diâmetro ≤ 17 mm e presença de realce de contraste central em T1wFS + C foram preditivas de granulomas (sensibilidade = 89%). Lizio et al. (2018), por sua vez, validaram um protocolo de RM 1,5T baseado em quatro critérios mínimos (intensidade de sinal em T2, contorno de baixa intensidade, homogeneidade e

padrão de contraste), alcançando confiabilidade diagnóstica na distinção entre cistos e granulomas. Apesar de estudos como os de Geibel et al (2014) evidenciarem que a RM tende a superestimar ligeiramente as dimensões das lesões em comparação à TCFC, possivelmente devido à menor resolução espacial, de forma geral essa diferença não compromete a eficácia diagnóstica pois a técnica por RM baseia-se em parâmetros funcionais, como tempo de relaxamento T1/T2 e padrões de contraste, e não apenas em medidas anatômicas. Apesar disso, sua implementação na rotina clínica enfrenta desafios significativos. Johannsen et al. (2023) apontam que a variação nos protocolos de campo magnético entre estudos pode influenciar resultados, corroborando a necessidade de padronização técnica para consolidar a RM como ferramenta confiável. Além disso, limitações intrínsecas da técnica são amplamente reconhecidas: alto custo operacional, dependência de contraste, contraindicações em pacientes com implantes metálicos e desafios como claustrofobia (WAMASING E YOMTAKO ET AL., 2023) (SUKEGAWA E MATSUZAKI ET AL., 2020) (GBADEBO E AKINYAMOJU ET AL., 2014) (OKADA E RYSAVY ET AL., 2015). Contudo, a RM oferece vantagens únicas, como a isenção de radiação ionizante, reduzindo riscos de carcinogênese estocástica associados à TCFC, além de permitir a avaliação de tecidos moles e processos inflamatórios, como edema medular (HASEGAWA E ARIMOTO ET AL., 2023) (JOHANNSEN E FUGLSIG ET AL., 2023).

Quanto aos métodos convencionais e à histopatologia, Banomyong et al. (2023) destacaram limitações da radiografia periapical, onde apenas o envolvimento de múltiplos dentes associou-se à cistos (OR = 6, $p < 0,05$). Çalışkan et al. (2016), embora também tenham analisado radiografias 2D (PR), ressaltaram que tamanho da lesão e presença de lâmina radiopaca não foram características preditoras e não substituíram a histopatologia, com baixa acurácia na distinção, sendo reforçado por Saraf et al. (2014) que destacam que a presença de epitélio em granulomas (potencialmente císticos) confunde interpretações radiográficas, reforçando a necessidade de métodos 3D para análises precisas e o método anatomopatológico para a confirmação das periapicopatias. Bornstein et al. (2015), apesar de reportarem maior tamanho médio de cistos em TCFC (9,34 mm vs. 6,09 mm em granulomas, $p = 0,006$), estabelecem que a análise das imagens radiográficas bi e tridimensionais permite apenas um diagnóstico provisório, que deve ser confirmado pela biópsia. Apesar dos dados apresentados por Bornstein et al. (2015), observa-se uma moderada confiabilidade interexaminador para as análises em TCFC e para PR ($\kappa = 0,111$ e $\kappa = 0,104$, respectivamente), o que pode ter contribuído para a subjetividade na interpretação dos critérios morfológicos.

Referente as análises dos padrões clássicos, algumas divergências metodológicas foram evidentes. Wamasing et al. (2023) reforçam que margens bem definidas, antes consideradas indicativas de cistos, não são parâmetros confiáveis, ao passo que De Rosa et al. (2020) demonstram que a radiômica em TCFC supera essas limitações ao quantificar padrões texturais. Etöz et al. (2020) validaram a forma circular como marcador de cistos ($p = 0,014$), enquanto Yomtako et al. (2024) não encontraram associação entre forma e diagnóstico. Além disso, Yalçin et al. (2022), embora tenham incluído cistos periapicais em sua amostra, focaram em comparações entre diferentes tipos de cistos (dentígeros, ceratocistos), limitando a aplicabilidade direta para o diagnóstico diferencial específico entre cistos periapicais e granulomas. Dentre os critérios morfológicos frequentemente analisados, a reabsorção radicular dos dentes adjacentes tem sido tradicionalmente citada como indicativo de lesão cística — incluída nos estudos de Banomyong et al. (2023) como variável avaliada, e reforçada por Chanani e Adhikari (2017) como uma das principais características preditoras quando associada a múltiplos critérios. No entanto, essa associação não é consensual: Yomtako et al. (2024) contestam a confiabilidade da reabsorção como marcador isolado, não encontrando nenhuma diferença significativa em características radiológicas clássicas. Em relação às bordas radiopacas, alguns estudos indicam que essa característica se manifesta mais frequentemente em cistos do que em granulomas, sugerindo sua utilidade como fator diagnóstico (ETOZ E AMUK ET AL., 2021) (SARAF E KAMAT ET AL., 2014). No entanto, outros autores refutam essa associação, argumentando que a presença de borda radiopaca não representa um preditor confiável, o que evidencia a limitação dessa variável para fins de diferenciação entre periapicopatias (BANOMYONG E ARAYASANTIPARD ET AL., 2023) (CALISKAN E KAVAL ET AL., 2016) (YALCIN E BERBEROGLU ET AL., 2022). Quanto ao tamanho, há concordância na literatura de que cistos tendem a apresentar maior diâmetro quando comparados a granulomas, com médias de 23,9 mm e 10,5 mm, respectivamente (WAMASING E YOMTAKO ET AL., 2023) (BORNSTEIN E BINGISSER ET AL., 2015). Por outro lado, estudos com tecnologias emergentes também foram avaliados. Hasegawa et al. (2023), ao utilizarem tomografia de dupla energia (DECT), identificaram valores elevados de VNCa CT e edema de medula óssea (BME) em cistos radiculares. Entretanto, como granulomas também possuem natureza inflamatória, a aplicabilidade do método para diferenciá-los de cistos em estágios agudos permanece incerta.

Os estudos de Etöz et al. (2020) e Banomyong et al. (2023) destacam um dilema central no manejo de lesões periapicais e do presente estudo: a impossibilidade de diferenciar cistos verdadeiros (com epitélio totalmente encapsulado) de cistos em bolsa (com comunicação com o canal radicular) por meio de técnicas imaginológicas, mesmo as mais avançadas. Essa distinção é clinicamente

relevante, pois cistos verdadeiros são considerados autossustentáveis e menos responsivos ao tratamento endodôntico convencional, demandando cirurgia apical, enquanto cistos em bolsa podem regredir com terapia não cirúrgica (ETOZ E AMUK ET AL., 2021) (JUERCHOTT E PFEFFERLE ET AL., 2018). Etöz et al. (2020) argumentam que, embora a TCFC e a RM possam identificar características sugestivas de cistos, nenhuma técnica é capaz de confirmar a presença ou ausência de comunicação epitelial com o canal radicular, critério histológico fundamental para classificar cistos em bolsa. Essa limitação implica que, mesmo com achados imaginológicos sugestivos de cisto, a decisão entre cirurgia imediata ou tentativa de tratamento conservativo permanece dependente de confirmação histológica, sob risco de subtratar ou sobretratar o paciente. Banomyong et al (2023). reforçam essa perspectiva ao demonstrarem que critérios clínicos e radiográficos são insuficientes para prever o subtipo cístico e que mesmo com avanços tecnológicos, a histopatologia permanece indispensável para evitar condutas baseadas em falsos positivos imaginológicos, especialmente em lesões ambíguas.

Em síntese, os resultados reforçam que métodos 3D, como TCFC com radiômica e RM com protocolos específicos, superam critérios radiológicos tradicionais em precisão. A combinação de TCFC e RM, como proposto por Yalçın et al. (2022), Kumar et al. (2021) e Cotti e Schirru (2022), emerge como ferramenta promissora, unindo avaliação óssea e de tecidos moles, permitindo uma clara diferenciação entre cistos periapicais e granulomas. Contudo, a heterogeneidade dos parâmetros técnicos utilizados — como as variações nos valores de kVp na TCFC e nas sequências ponderadas por ressonância magnética — aliada à ausência de padronização, evidencia a necessidade de estudos multicêntricos que contribuam para a consolidação de protocolos diagnósticos universalmente aceitos. Além disso, apesar das técnicas permitirem a diferenciação entre as duas diferentes patologias apicais, a distinção entre cistos verdadeiros e em bolsa — crucial para definir cirurgia — ainda depende da histopatologia, o que torna o uso das técnicas de imagem para a distinção isolada entre cisto apical e granuloma uma utilidade clínica restrita (ETOZ E AMUK ET AL., 2021) (JUERCHOTT E PFEFFERLE ET AL., 2018). Dessa forma, futuras investigações deverão concentrar-se na superação desse entrave, por meio da identificação de técnicas alternativas à biópsia para a diferenciação entre cistos periapicais verdadeiros e cistos em bolsa, possibilitando que a aplicabilidade clínica da distinção entre cistos e granulomas periapicais por meio da RM e da TCFC se torne plenamente efetiva.

CONCLUSÃO

Com base na análise da literatura, conclui-se que tanto a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), especialmente através da análise radiômica de textura, quanto a Ressonância Magnética (RM), com protocolos sequenciais específicos, são ferramentas válidas e capazes de diferenciar cistos e granulomas periapicais no pré-operatório, atingindo parcialmente o objetivo de serem alternativas à biópsia. No entanto, a aplicabilidade clínica para substituir totalmente a histopatologia é limitada. A principal barreira é a incapacidade desses métodos de imagem de diferenciar os cistos verdadeiros (que exigem cirurgia) dos cistos em bolsa (tratáveis de forma conservadora). Essa distinção crucial ainda depende da confirmação histopatológica. Portanto, embora a RM e a TCFC possam orientar o planejamento e reduzir incertezas, a biópsia permanece essencial para decisões terapêuticas definitivas em casos císticos. Futuras pesquisas devem focar na padronização e no desenvolvimento de técnicas que superem essa limitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tavares DP, Rodrigues JT, Dos Santos TC, Armada L, Pires FR. Clinical and radiological analysis of a series of periapical cysts and periapical granulomas diagnosed in a Brazilian population. J Clin Exp Dent [Internet]. 2017 Jan [acesso em 2025 Mai 29]; 9(1):e129-e135. doi: 10.4317/jced.53196.
2. Geibel MA, Schreiber ES, Bracher AK, Hell E, Ulrici J, Sailer LK, et al. Assessment of apical periodontitis by MRI: a feasibility study. Rofo [Internet]. 2015 Apr [acesso em 2025 Jun 1];187(4):269-75. doi: 10.1055/s-0034-1385808.
3. Wamasing N, Yomtako S, Watanabe H, Sakamoto J, Kayamori K, Kurabayashi T. The magnetic resonance imaging characteristics of radicular cysts and granulomas. Dentomaxillofac Radiol [Internet]. 2023 Feb [acesso em 2025 Jun 1];52(3):20220336. doi: 10.1259/dmfr.20220336.
4. Banomyong D, Arayasantiparb R, Sirakulwat K, Kasemsuwan J, Chirarom N, Laopan N, et al. Association between Clinical/Radiographic Characteristics and Histopathological Diagnoses of Periapical Granuloma and Cyst. Eur J Dent [Internet]. 2023 Oct

- [acesso em 2025 Jun 1];17(4):1241-1247. doi: 10.1055/s-0042-1759489.
5. Etöz M, Amuk M, Avci F, Yabaci A. Investigation of the effectiveness of CBCT and gray scale values in the differential diagnosis of apical cysts and granulomas. Oral Radiol [Internet]. 2021 Jan [acesso em 2025 Jun 3];37(1):109-17. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mdl-32613300>
 6. Juerchott A, Pfefferle T, Flechtenmacher C, Mente J, Bendszus M, Heiland S, et al. Differentiation of periapical granulomas and cysts by using dental MRI: a pilot study. Int J Oral Sci [Internet]. 2018 Mai [acesso em 2025 Jun 3]; 10(2):17. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mdl-29777107>
 7. Kruse C, Spin-Neto R, Wenzel A, Kirkevang LL. Cone beam computed tomography and periapical lesions: a systematic review analysing studies on diagnostic efficacy by a hierarchical model. Int Endod J [Internet]. 2015 Sep [acesso em 2025 Jun 3] ;48(9):815-28. doi: 10.1111/iej.12388.
 8. Bornstein MM, Bingisser AC, Reichart PA, Sendi P, Bosshardt DD, von Arx T. Comparison between Radiographic (2-dimensional and 3-dimensional) and Histologic Findings of Periapical Lesions Treated with Apical Surgery. J Endod [Internet]. 2015 Jun [acesso em 2025 Jun 3];41(6):804-11. doi: 10.1016/j.joen.2015.01.015.
 9. Probst FA, Probst M, Pautke Ch, Kaltsi E, Otto S, Schiel S, et al. Magnetic resonance imaging: a useful tool to distinguish between keratocystic odontogenic tumours and odontogenic cysts. Br J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2015 Mar [acesso em 2025 Jun 3];53(3):217-22. doi: 10.1016/j.bjoms.2014.10.014.
 10. Alotaibi O, Alswayyed S, Alshagroud R, AlSheddi M. Evaluation of concordance between clinical and histopathological diagnoses in periapical lesions of endodontic origin. J Dent Sci [Internet]. 2020 Jun [acesso em 2025 Jun 3];15(2):132-135. doi: 10.1016/j.jds.2020.01.007.
 11. Pitcher B, Alaqla A, Noujeim M, Wealleans JA, Kotsakis G, Chrepa V. Binary Decision Trees for Preoperative Periapical Cyst Screening Using Cone-beam Computed Tomography. J Endod [Internet]. 2017

- Mar [acesso em 2025 Jun 1];43(3):383-388. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.046.
12. Lizio G, Salizzoni E, Coe M, Gatto MR, Asioli S, Balbi T, et al. Differential diagnosis between a granuloma and radicular cyst: effectiveness of magnetic resonance imaging. *Int Endod J* [Internet]. 2018 Oct [acesso em 2025 Jun 1];51(10):1077-1087. doi: 10.1111/iej.12933.
 13. Hasegawa T, Arimoto S, Saito I, Yatagai N, Murakami A, Sasaki A, et al. Detection of bone marrow edema in differential diagnoses of odontogenic cysts using dual-energy computed tomography. *Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2023 Dec [acesso em 2025 Jun 1];27(4):675-684. doi: 10.1007/s10006-022-01113-7.
 14. Çalışkan MK, Kaval ME, Tekin U, Ünal T. Radiographic and histological evaluation of persistent periapical lesions associated with endodontic failures after apical microsurgery. *Int Endod J* [Internet]. 2016 Nov [acesso em 2025 Jun 1];49(11):1011-1019. doi: 10.1111/iej.12554.
 15. Martins FV. A tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico diferencial dos cistos radiculares e granulomas periapicais. *Full dent sci* [Internet]. 2016 [acesso em 2025 Jun 1];7(28):101-5. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-909186>
 16. Chanani A, Adhikari HD. Reliability of cone beam computed tomography as a biopsy-independent tool in differential diagnosis of periapical cysts and granulomas: An In vivo Study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2017 Sep-Oct [acesso em 2025 Jun 1];20(5):326-331. doi: 10.4103/JCD.JCD_124_17.
 17. Shah N, Bansal N, Logani A. Recent advances in imaging technologies in dentistry. *World J Radiol* [Internet]. 2014 Oct 28 [acesso em 2025 Jun 1];6(10):794-807. doi: 10.4329/wjr.v6.i10.794.
 18. Yomtako S, Watanabe H, Kuribayashi A, Sakamoto J, Miura M. Differentiation of radicular cysts and radicular granulomas via texture analysis of multi-slice computed tomography images. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2024 Jun 28 [acesso em 2025 Jun 1];53(5):281-288. doi: 10.1093/dmfr/twae011.



19. Kanagasingam S, Lim CX, Yong CP, Mannocci F, Patel S. Diagnostic accuracy of periapical radiography and cone beam computed tomography in detecting apical periodontitis using histopathological findings as a reference standard. *Int Endod J* [Internet]. 2017 May [acesso em 2025 Jun 1];50(5):417-426. doi: 10.1111/iej.12650.
20. Singh N, Yadav R, Duhan J, Tewari S, Gupta A, et al. Comparative analysis of the accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography for diagnosing complex endodontic pathoses using a gold standard reference - A prospective clinical study. *Int Endod J* [Internet]. 2021 Sep [acesso em 2025 Jun 1];54(9):1448-1461. doi: 10.1111/iej.13535.
21. De Rosa CS, Bergamini ML, Palmieri M, Sarmento DJS, de Carvalho MO, Ricardo ALF et al. Differentiation of periapical granuloma from radicular cyst using cone beam computed tomography images texture analysis. *Heliyon* [Internet]. 2020 Oct 9 [acesso em 2025 Jun 3];6(10):e05194. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05194.
22. Sönmez G, Kamburoğlu K, Yılmaz F, Koç C, Barış E, Tüzüner A. Versatility of high resolution ultrasonography in the assessment of granulomas and radicular cysts: a comparative in vivo study. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2019 Sep [acesso em 2025 Jun 3];48(6):20190082. doi: 10.1259/dmfr.20190082.
23. Leonardi DK, Haas L, Porporatti AL, Flores-Mir C, Nascimento Santos J, Mezzomo LA, et al. Diagnostic Accuracy of Cone-beam Computed Tomography and Conventional Radiography on Apical Periodontitis: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod* [Internet]. 2016 Mar [acesso em 2025 Jun 3];42(3):356-64. doi: 10.1016/j.joen.2015.12.015.
24. Razi T, Niknami M, Alavi Ghazani F. Relationship between Hounsfield Unit in CT Scan and Gray Scale in CBCT. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* [Internet]. 2014 [acesso em 2025 Jun 3];8(2):107-10. doi: 10.5681/joddd.2014.019.
25. Oda M, Staziaki PV, Qureshi MM, Andreu-Arasa VC, Li B, Takumi K, et al. Using CT texture analysis to differentiate cystic and cystic-appearing odontogenic lesions. *Eur J Radiol* [Internet]. 2019 Nov [acesso em 2025 Jun 3];120:108654. doi: 10.1016/j.ejrad.2019.108654.

26. Sukegawa S, Matsuzaki H, Katase N, Kawai H, Kanno T, Asaumi JI, et al. Morphological characteristics of radicular cysts using computed tomography. *Odontology* [Internet]. 2020 Jan [acesso em 2025 Jun 3];108(1):74-83. doi: 10.1007/s10266-019-00443-5.
27. Gbadebo SO, Akinyamoju AO, Sulaiman AO. Periapical pathology: comparison of clinical diagnosis and histopathological findings. *J West Afr Coll Surg* [Internet]. 2014 Jul-Sep [acesso em 2025 Jun 3];4(3):74-88. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26457267/>
28. Okada K, Rysavy S, Flores A, Linguraru MG. Noninvasive differential diagnosis of dental periapical lesions in cone-beam CT scans. *Med Phys* [Internet]. 2015 Apr [acesso em 2025 Jun 3];42(4):1653-65. doi: 10.1118/1.4914418.
29. Johannsen KM, Fuglsig JMCES, Matzen LH, Christensen J, Spin-Neto R. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of periodontal and periapical disease. *Dentomaxillofac Radiol* [Internet]. 2023 Oct [acesso em 2025 Jun 3];52(7):20230184. doi: 10.1259/dmfr.20230184.
30. Saraf PA, Kamat S, Puranik RS, Puranik S, Saraf SP, Singh BP. Comparative evaluation of immunohistochemistry, histopathology and conventional radiography in differentiating periapical lesions. *J Conserv Dent* [Internet]. 2014 Mar [acesso em 2025 Jun 3];17(2):164-8. doi: 10.4103/0972-0707.128061.
31. Yalçın BK, Berberoğlu HK, Aralaşmak A, Köseoğlu BG, Çakarar S, Tekkesin MS et al. Evaluation of CT and MRI Imaging Results of Radicular Cysts, Odontogenic Keratocysts, and Dentigerous Cysts and their Contribution to the Differential Diagnosis. *Curr Med Imaging* [Internet]. 2022 [acesso em 2025 Jun 3];18(14):1447-1452. doi: 10.2174/1573405618666220509114859.
32. Kumar KN, Merwade S, Prabakaran P, Priya LCH, Annapoorna BS, Guruprasad CN. Magnetic resonance imaging versus cone beam computed tomography in diagnosis of periapical pathosis - A systematic review. *Saudi Dent J* [Internet]. 2021 Dec [acesso em 2025 Jun 3]; 33(8):784-794. doi: 10.1016/j.sdentj.2021.09.010.
33. Cotti E, Schirru E. Present status and future directions: Imaging techniques for the detection of periapical lesions. *Int Endod J* [Internet].



2022 Oct [acesso em 2025 Jun 4]; 55 (4):1085-1099. doi:
10.1111/iej.13828.