



UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA

ESTIMATIVA DA IDADE DENTÁRIA UTILIZANDO O VOLUME DA CÂMARA PULPAR ATRAVÉS DA IMAGIOLOGIA 3D: REVISÃO SISTEMÁTICA

[Estimation of dental age using the volume of the pulpar chamber through 3d imagiology:
systematic review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Medicina Dentária

Solal Jacob Bieder

Orientadora:

Professora Doutora Ana Paula Reis

Setembro, 2024

**ESTIMATIVA DA IDADE DENTÁRIA UTILIZANDO O VOLUME DA
CÂMARA PULPAR ATRAVÉS DA IMAGIOLOGIA 3D: REVISÃO
SISTEMÁTICA**

[Estimation of dental age using the volume of the pulpar chamber through 3d imaging:
systematic review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Medicina Dentária

Solal Jacob Bieder

Orientadora:

Professora Doutora Ana Paula Reis

Setembro, 2024

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais que dedicaram todo o seu tempo, amor e energia para garantir a minha educação e desenvolvimento. Nunca conseguirei expressar por palavras a gratidão e o carinho que sinto por eles. Espero deixá-los orgulhosos com este diploma.

Gostaria também de agradecer à Universidade Fernando Pessoa, por me ter dado uma oportunidade e me ter permitido desenvolver como estudante e em breve, espero, como médico dentista neófito. Compreendo a responsabilidade de exercer uma profissão na área da Saúde, de ostentar o título de Médico Dentista, e farei todos os possíveis para respeitar ao máximo os pacientes, procurando ser o mais eficiente e amável possível, colocando os seus interesses em primeiro lugar.

Gostaria de agradecer à minha orientadora da tese Professora Doutora Ana Paula Reis, pela sua amabilidade, ajuda, pelo seu tempo e pelos seus conselhos, nesta orientação e pelo seu sorriso na realização da minha tese. Muito obrigado por ter aceitado acompanhar-me e por estar disponível comigo.

Agradeço também a Portugal o acolhimento que me deu. Portugal é um país magnífico, com paisagens muito bonitas e uma cultura muito rica. Os portugueses que conheci, foram muito acolhedores, amáveis, respeitadores e abertos, tenho boas recordações dos meus anos aqui no Porto. Voltarei com muito gosto para conhecer outras regiões deste belo país.

Agradeço a todos os professores que me formaram durante estes anos de Faculdade, a todos os professores da clínica que pacientemente nos transmitiram alguns dos seus conhecimentos adquiridos ao longo de muitos anos de carreira.

Obrigado a todos os amigos que conheci nesta Faculdade: Yohan pela sua simpatia, pelo seu sorriso e pela sua bondade, Yaacov pelas suas piadas, Danny pelo acolhimento diário em sua casa e todos os jogos de cartas, Samuel pela sua visão das coisas e pela sua ambição, Victor, pelo seu humor. Conheci amigos de longa data nesta faculdade e estou extremamente grato.

Agradeço ao meu binómio da clínica Meyer pelo companheirismo, pela ajuda com os pacientes e pela amizade que desenvolvemos.

Um grande obrigado ao meu irmão Nathanaël, estudante de mestrado em direito, e à minha irmã Calypso, estudante do 5º ano de Medicina. Inspiram-me enormemente e mal posso esperar para voltar a França e passar mais tempo com eles.

Obrigado ao Samy e ao Julien, amigos de infância que fizeram o gesto de me virem ver ao Porto, obrigado por estes mais de 10 anos de amizade.

Obrigado aos meus avós, o que nos deixaram pelo seu amor, pelos seus valores e pelo tempo que passaram comigo, e me acompanharam durante estes anos no estrangeiro.

Obrigado à vida!

RESUMO

Objetivo: Esta revisão sistemática teve como objetivo avaliar a relação entre o volume da câmara pulpar e a idade cronológica usando imagens tridimensionais de CBCT. **Metodologia:** Foi realizada uma pesquisa nas bases de dados PubMed, ScienceDirect, e EBSCO, com termos-chave como “age determination by teeth”, “pulp volume”, “CBCT” e “dental 3D imaging”. A pesquisa utilizou critérios de inclusão e exclusão com base nas diretrizes PRISMA, e a qualidade metodológica dos estudos foi avaliada usando a ferramenta do Joanna Briggs Institute (JBI). Dos 156 artigos encontrados, 15 foram incluídos na análise. **Resultados:** Os resultados mostraram uma correlação negativa significativa entre o volume da câmara pulpar e a idade cronológica. Estudos demonstraram a eficácia do CBCT para avaliar o volume pulpar, sendo que dentes como os incisivos centrais e caninos mostraram uma relação forte entre o volume e a idade. No entanto, alguns métodos e tipos de dentes apresentaram melhores correlações, dependendo da população estudada e do contexto forense ou clínico. **Conclusão:** A utilização de imagens tridimensionais de CBCT apresenta uma abordagem mais precisa para estimar a idade cronológica comparada aos métodos tradicionais. A aplicação desse método é promissora em contextos clínicos e médico-legais, especialmente para diferenciar adultos de menores.

Palavras chaves: “determinação da idade pelos dentes”, “estimativa da idade”, “imagem dentária 3D”, “imagem dentária”, “polpa dentária”, “volume pulpar”, “câmara pulpar”, “tomografia computadorizada de feixe cônico”.

ABSTRACT

Objective: This systematic review aimed to evaluate the relationship between pulp chamber volume and chronological age using three-dimensional CBCT images. **Methodology:** A search was carried out in the PubMed, ScienceDirect, and EBSCO databases, with key terms such as “age determination by teeth”, “pulp volume”, “CBCT” and “dental 3D imaging”. The search used inclusion and exclusion criteria based on the PRISMA guidelines, and the methodological quality of the studies was assessed using the Joanna Briggs Institute (JBI) tool. Of the 156 articles found, 15 were included in the analysis. **Results:** The results showed a significant negative correlation between pulp chamber volume and chronological age. Studies have demonstrated the effectiveness of CBCT for evaluating pulp volume, with teeth such as central incisors and canines showing a strong relationship between volume and age. However, some methods and types of teeth showed better correlations, depending on the population studied and the forensic or clinical context. **Conclusion:** The use of three-dimensional CBCT images presents a more accurate approach to estimating chronological age compared to traditional methods. The application of this method is promising in clinical and medicolegal contexts, especially for differentiating adults from minors.

Keywords: “age determination by teeth”, “age estimation”, “dental 3D imaging”, “dental imaging”, “dental pulp”, “pulp volume”, “pulp chamber”, “cone beam computed tomography”.

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DESENVOLVIMENTO.....	5
2.1. Metodologia.....	5
2.1.1. Desenho do estudo	5
2.1.2. Estratégia de pesquisa	5
2.1.3. Critérios de elegibilidade	6
2.1.4. Seleção dos artigos e extração das informações.....	6
2.1.5. Risco de viés (avaliação crítica da metodologia).....	8
2.2. Resultados.....	10
2.2.1. Pinchi et al. (2015)	11
2.2.2. Asif et al. (2018).....	12
2.2.3. Ge et al. (2015).....	13
2.2.4. Penaloza et al. (2016).....	14
2.2.5. Nemsı et al. (2017)	15
2.2.6. Yousefi et al. (2023).....	16
2.2.7. Gulsahi et al. (2016).....	17
2.2.8. Yang et al. (2020).....	17
2.2.9. Biuki et al. (2017).....	18
2.2.10. Rathore et al. (2022).....	19
2.2.11. Tardivo et al. (2013).....	20
2.2.12. Ge et al. (2016).....	20
2.2.13. Jušić et al. (2023)	21
2.2.14. Sue et al. (2017)	22
2.2.15. Alsoleihat et al. (2017).....	23

2.3. Discussão	32
2.3.1. Pinchi et al. (2015)	32
2.3.2. Asif et al. (2018).....	32
2.3.3. Ge et al. (2015).....	32
2.3.4. Penaloza et al. (2016).....	32
2.3.5. Nemsı et al. (2017).....	33
2.3.6. Yousefi et al. (2023).....	33
2.3.7. Gulsahi et al. (2016).....	33
2.3.8. Yang et al. (2020).....	33
2.3.9. Biuki et al. (2017).....	34
2.3.10. Rathore et al. (2022).....	34
2.3.11. Tardivo et al. (2013).....	34
2.3.12. Ge et al. (2016).....	34
2.3.13. Jušić et al. (2023)	34
2.3.14. Sue et al. (2017)	35
2.3.15. Alsoleihat et al. (2017).....	35
3. CONCLUSÃO.....	39
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de fluxo PRISMA PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)	8
--	---

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Estratégia PICO utilizada para avaliar as evidências científicas entre o volume da câmara pulpar e a Idade dentária através da imagiologia 3D	5
Tabela 2 Estratégia de pesquisa bibliográfica efetuada.....	6
Tabela 3 O resultado desta avaliação do risco de viés	10
Tabela 4 Resumo de artigos selecionados	25

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

C	Vista Coronal
2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
ALADA	Tão Baixo Quanto Razoavelmente Aceitável (do inglês <i>As Low As Reasonably Acceptable</i>)
ALARA	Tão Baixo Quanto Razoavelmente Alcançável (do inglês <i>As Low As Reasonably Achievable</i>)
CBCT	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (do inglês <i>Cone Beam Computed Tomography</i>)
ICC	Coefficiente de Correlação Intraclasse
JBI	Instituto Joanna Briggs (do inglês <i>Joanna Briggs Institute</i>)
LM3	Terceiros Molares Inferiores
MD	Rácio Polpa/Dentina Mesio-Distal
mm	Milímetro
PHr	Rácio entre o Volume da Polpa e o Volume do Tecido Duro
PICO	População, Intervenção, Comparação, Resultado
PRISMA	Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e meta-Análises (do inglês <i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>)
PTR	Rácio Volumétrico Polpa-Dente
PTV	Rácios de Volume Polpa/Dente
PV	Volume Pulpar
R	Coefficiente de Correlação de Pearson
R2	Coefficientes de Determinação
RSE	Erro Padrão Residual

SEE	Erro Padrão de Estimativa
TV	Volume do Dente
V ht	Volume do Tecido Duro
s	Vista Sagital
Vpulp	Volume da Polpa

1. INTRODUÇÃO

A Imagiologia tem sido utilizada, ao longo dos anos, para estimar a idade cronológica. Nomeadamente na identificação forense, controlo do fluxo migratório, questões legais ou avaliação do desenvolvimento dentário. Os dentes representam uma das estruturas mais sólidas do nosso corpo; são resistentes a diversas influências do meio ambiente (térmicas, mecânicas, químicas) e podem ser utilizadas em diversos estudos e casos em que outras partes do corpo estão destruídas ou não estão disponíveis. Até o momento, diferentes métodos para estimativa de idade recorrendo à dentição têm sido utilizados.

Várias metodologias baseadas em radiografias de dentes, com diferentes abordagens têm sido sugeridas. Baseiam-se principalmente na correlação entre a aposição da dentina secundária na câmara pulpar do dente e a idade. Alguns métodos, utilizam uma secção longitudinal dos dentes para medir alterações morfológicas específicas relacionadas à idade.

Técnicas para avaliação da idade dentária, podem também ser usadas para a elaboração de planos de tratamentos ortodônticos ou para acompanhar o crescimento e desenvolvimento de pacientes jovens. A relevância deste método reside na capacidade dos dentes em revelar a idade biológica com precisão, seguindo estágios de desenvolvimento bem definidos (erupção dos dentes de leite, rizólise, erupção dos dentes permanentes, estágios de Nolla) da erupção às alterações tissulares e ao desgaste do esmalte ao longo do tempo. O método que se impôs para estimar a idade dentária, recorre à Imagiologia (radiografias panorâmicas, periapicais e mais recentemente a imagiologia 3D) uma vez que permite visualizar os dentes, e a sua evolução ao longo do tempo, nomeadamente a dimensão da dentina e da câmara pulpar com a idade (Yousefi et al., 2023).

De facto, a dentina é constituída por um tecido mineralizado, (além do esmalte) e é a substância que constitui em grande parte os dentes. É um tecido composto por cerca de 70% de hidroxiapatita, 20% de matéria orgânica (colagénio) e 10% de água, é um tecido avascular mas perfurado e constituído por túbulos dentinários (Goldberg et al., 2011).

Distinguem-se vários tipos de dentina, que se formam em diferentes estágios da vida e cuja estrutura evolui com o tempo.

A dentina primária é formada durante o desenvolvimento inicial do dente e constitui a maioria da dentina de um dente maduro. A sua estrutura tubular é relativamente regular.

A dentina secundária forma-se após a erupção do dente. Deposita-se lentamente e de forma contínua ao nível das paredes internas da câmara pulpar, reduzindo assim progressivamente o seu volume (Nudel et al., 2021). Assim, uma molar de uma criança ou adolescente terá uma câmara pulpar volumosa enquanto que com a idade essa mesma câmara pulpar, será reduzida pela ação desta dentina secundária depositada ao longo da vida, e terá a forma de um disco plano no final da vida.

A dentina terciária ou reparadora é formada em resposta a lesões, estímulos patológicos tais como uma fenda, uma fratura, um trauma, uma cárie; é mais desorganizada do que as dentinas primárias ou secundárias. Tem uma função de proteção da vitalidade pulpar (Smith, 2002).

Esta deposição de dentina secundária que reduz o volume da câmara pulpar é, portanto, particularmente interessante para estimar a idade. Estudos como o de Kvaal et al. (1995) mostram que a análise de radiografias periapicais, baseando-se na redução do volume pulpar para estimar a idade de um indivíduo dá resultados com uma precisão razoável, útil especialmente no domínio médico legal. De facto, este método mede as alterações relacionadas com a idade da câmara pulpar e das raízes dentárias. Concentra-se em seis parâmetros diferentes, o tamanho da câmara pulpar, o tamanho da raiz, o tamanho do dente bem como três rácios entre estas medidas. Estas medidas, são comparadas a valores estabelecidos a partir de uma população de referência para determinar a idade de um indivíduo.

A precisão desta técnica, depende da qualidade das imagens e das radiografias, e da possibilidade de comparação da população estudada com a população de referência.

O método de Demirjian, analisando radiografias panorâmicas, analisa o desenvolvimento dentário a partir de diferentes estágios de maturação do dente. É também um método reconhecido, quer seja em contextos clínicos ou médico-legais, para estimar a idade de indivíduos (Demirjian et al. 1973).

No entanto, o uso da imagiologia 2D apresenta limitações intrínsecas, relacionadas com variações individuais, sobreposição de estruturas anatómicas e distorção da imagem, que podem levar a erros na interpretação.

A imagiologia dentária 3D, nomeadamente com a Tomografia Computorizada de Feixe

Cónico, doravante designado por CBCT (*Cone Beam Computed Tomography*) diferencia-se da imagiologia 2D pela sua capacidade de fornecer imagens tridimensionais precisas e detalhadas das estruturas dentárias e ósseas, oferecendo a possibilidade de observar as mesmas estruturas sob diferentes incidências. O que lhe confere uma clara vantagem em relação à imagiologia 2D, apesar de uma dose de radiação recebida geralmente mais elevada e com um maior valor monetário. A utilização de qualquer exame que utilize radiações ionizantes, como é o caso de exames de CBCT devem ser devidamente justificados previamente a sua realização. O princípio da otimização de dose deve ser sempre respeitado, de forma que o princípio "ALARA" *As Low As Reasonably Achievable*, mais recentemente denominado por "ALADA" *As Low As Reasonably Acceptable*, prevaleça.

De facto, enquanto a imagiologia 2D representava apenas o comprimento e largura de uma estrutura, a imagiologia 3D acrescenta a dimensão da profundidade permitindo uma visualização detalhada de estruturas complexas, de estruturas internas dos dentes, e estruturas ósseas adjacentes (Scarfe & Farman, 2008). Com as imagens 3D, não há sobreposição das imagens e estruturas, melhorando assim a precisão dos diagnósticos.

A imagiologia 3D é cada vez mais utilizada na prática clínica da medicina dentária, em várias áreas, nomeadamente médico-legal, endodontia, ortodontia, periodontia ou implantologia, providenciando um menor risco de perfuração de estruturas anatómicas vizinhas (Misch et al., 2006).

Assim, os métodos de avaliação da idade dentária beneficiaram grandemente do desenvolvimento e do advento da imagiologia 3D e em particular da CBCT, no centro dessas inovações, permitindo diferentes planos para realizar as medidas, mas também medidas mais exatas e precisas do tamanho da câmara pulpar, e da sua evolução com a idade.

Estes avanços marcam um ponto de viragem importante nos métodos clínicos e médico-legais de estimativa da idade, mas também tendem a melhorar os diagnósticos e os planos de tratamento. Vários estudos foram desde então realizados sobre a estimativa da idade através da câmara pulpar utilizando CBCT, por exemplo o estudo de Star et al. (2011) que mostra que o CBCT é eficaz na medição volumétrica da polpa. Este método oferece assim uma alternativa às abordagens "tradicionais".

O estudo de Cameriere et al. (2012), demonstra também que o CBCT pode avaliar

rigorosamente as alterações e modificações anatómicas e morfológicas dos dentes, nomeadamente o enceramento do ápice dentário ou a redução do volume pulpar. Propõe indicadores e marcadores de confiança para a idade, e estabelece assim equações e fórmulas que melhoram as estimativas de idade nomeadamente em pacientes jovens ou adolescentes.

Outro estudo realizado por Pinchi et al. (2015) concentra-se na contribuição da tecnologia do CBCT para avaliar e estimar a idade em adultos, e demonstra a melhoria significativa de precisão que ela traz em indivíduos mais velhos. Os resultados mostram que o CBCT é particularmente eficaz para diferenciar indivíduos adultos, de indivíduos menores de idade, o que pode ser de grande utilidade em considerações legais.

Molina et al. (2021) afirmaram que o CBCT pode ser utilizado para estabelecer modelos preditivos de estimativa da idade comparando os dados pulpares dentários a bases de dados mais extensas. O CBCT oferece assim além de uma melhor precisão, a possibilidade de padronizar as medidas de idade entre diferentes populações, reduzindo assim os erros potenciais ligados às variações individuais.

Estes métodos baseados na imagiologia 3D permitem, portanto, avaliar de forma mais precisa a idade que os métodos tradicionais, apoiados em dados científicos e empíricos consequentes.

A compreensão das relações entre o volume pulpar e a idade, especialmente devido aos avanços na imagiologia dentária e ao surgimento da imagiologia 3D, é importante e relevante em diversos campos, desde a medicina forense, a ortodontia, a odontopediatria até à antropologia.

O objetivo desta revisão sistemática, foi avaliar a literatura científica existente sobre a estimativa da idade dentária usando o volume da câmara pulpar, em imagens tridimensionais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Metodologia

2.1.1. Desenho do estudo

Para realizar esta revisão sistemática, levamos em consideração os parâmetros e critérios PICO (população, intervenção, comparação, resultado) com o objetivo de formular a questão à qual esta tese deseja responder (cf. Tabela 1):

Tabela 1

Estratégia PICO utilizada para avaliar as evidências científicas entre o volume da câmara pulpar e a Idade dentária através da imagiologia 3D

Parâmetro	Avaliação
População P	Pacientes nos quais se busca avaliar e estimar a idade dentária
Intervenção I	Utilização da medição do volume da câmara pulpar em radiografias tridimensionais
Comparação C	Outros métodos de estimativa da idade dentária, como os métodos baseados nos estágios de desenvolvimento dentário ou na imagiologia 2D.
Outcome O	Fiabilidade da estimativa da idade dentária utilizando a medição do volume da câmara pulpar em imagiologia 3D (CBCT): diferença em relação à idade real, Avaliação dos erros de medição, Utilidade legal e clínica dessas estimativas

2.1.2. Estratégia de pesquisa

Para elaborar esta tese, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com artigos científicos das bases de dados *PUBMED*, *ScienceDirect* e *EBSCO*, entre setembro de 2023 e março de 2024. A pesquisa foi realizada através do uso e combinação das seguintes palavras-chave: 'age determination by teeth', 'age estimation', 'dental 3D imaging', 'dental imaging', 'dental pulp', 'pulp volume', 'pulp chamber', 'cone beam computed tomography', inseridas na barra de pesquisa com as seguintes conjunções de coordenação: 'AND' e/ou 'OR'. A estratégia de pesquisa está representada na tabela 2.

Tabela 2

Estratégia de pesquisa bibliográfica efetuada

Base de dados	Termos de pesquisa	Número de artigos
Pubmed	((age estimation OR (age determination by teeth)) AND ((pulp volume) OR (pulp chamber)) AND ((CBCT) OR (dental 3D imaging)))	34
sciencedirect	(age estimation) AND (pulp volume) AND (CBCT)	81
EBSCO	(age estimation) AND ((pulp volume OR (pulp chamber)) AND ((CBCT) OR (dental 3D imaging)))	41
Total		156

2.1.3. Critérios de elegibilidade

Tipologia do estudo: Um tipo em particular? Qualquer tipo?

Os participantes incluídos: Os artigos e estudos que correspondem aos critérios de inclusão constituídos por homens e mulheres de qualquer idade, de diferentes origens culturais e socioeconômicas, cuja estimativa de idade é buscada através de imagem 3D por motivos clínicos ou médico-legais.

Os participantes excluídos: Os artigos que não correspondem aos critérios de inclusão ou que correspondem aos critérios de exclusão

Tipo de exposição: pacientes cuja idade dentária é buscada através da imagiologia dentária

Extração de dados: o autor, o ano, o país, a idade, o número de dentes utilizados, o tipo de dentes utilizados, a relação matemática utilizada, o coeficiente de correlação

2.1.4. Seleção dos artigos e extração das informações

Seguimos as recomendações PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) para selecionar os artigos que permitem realizar este estudo.

A seleção de estudos foi realizada de acordo com a metodologia estabelecida. A pesquisa bibliográfica foi restrita a artigos escritos em língua inglesa, nos últimos 12 anos, de 2012 a 2023. Inicialmente, foram examinados os títulos e resumos dos artigos obtidos da

pesquisa eletrónica de forma independente. Para aqueles estudos que pareciam cumprir com os critérios de inclusão ou para os quais não havia dados suficientes no título e ou no resumo, foi avaliado o texto completo para posterior decisão. Os seguintes critérios de inclusão foram aplicados para pesquisar os artigos: artigos publicados em língua inglesa, artigos publicados entre 2012 e 2013, artigos disponíveis em texto completo.

A população deste estudo é constituída por homens e mulheres, de qualquer idade, de diferentes origens culturais e socioeconómicas

Os seguintes critérios de exclusão foram escolhidos para conduzir o estudo: artigos publicados em outra língua que não seja o inglês, artigos duplicados, artigos não relacionados com o objetivo deste trabalho.

Durante a pesquisa bibliográfica preliminar nas bases de dados EBSCO, PubMed e ScienceDirect, obtivemos 156 artigos (tabela 2).

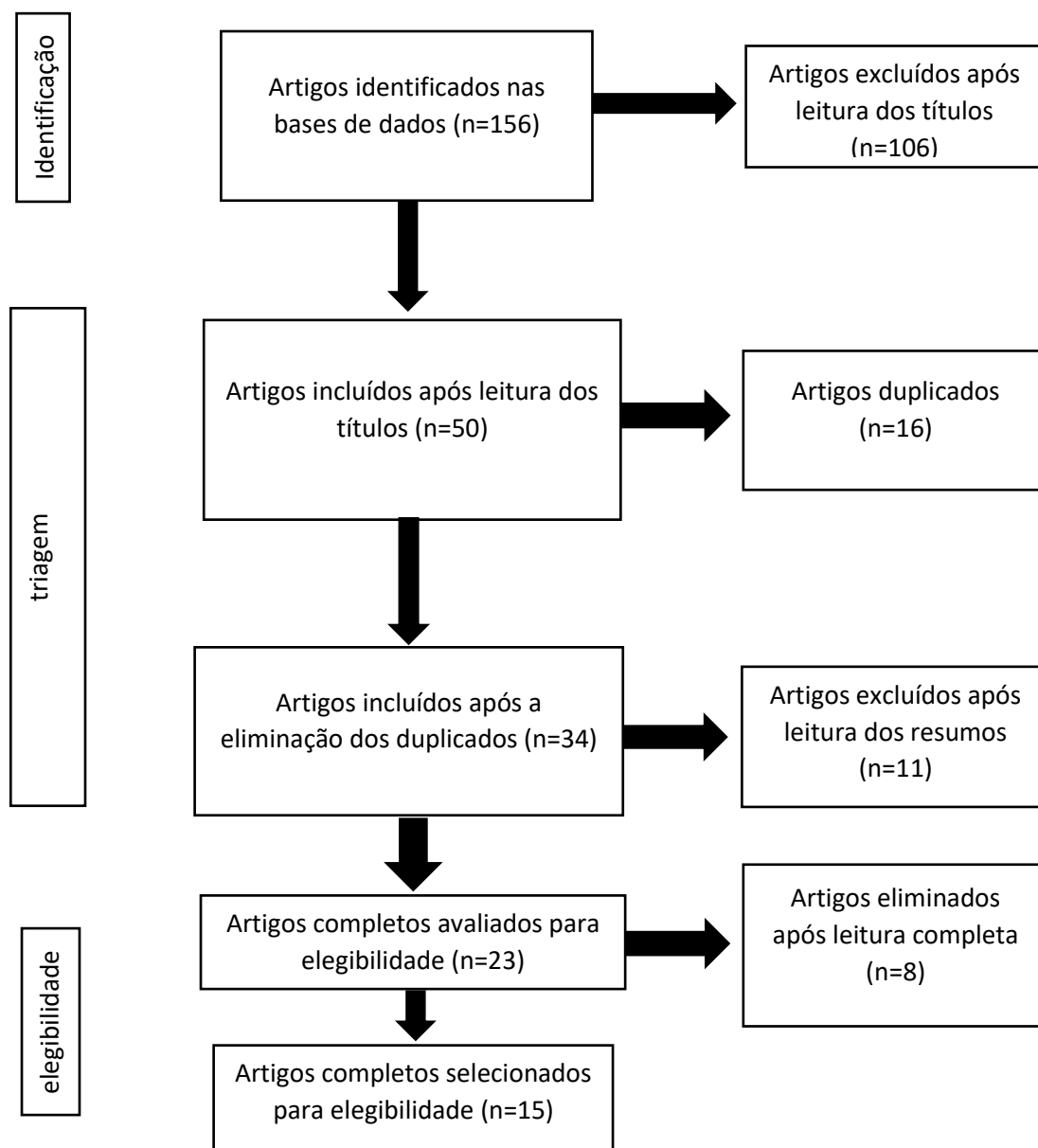
Após a eliminação de 106 artigos pela leitura dos títulos, restaram 50 artigos; após a eliminação de 16 artigos duplicados, restaram 34 artigos; após a eliminação de 10 artigos pela leitura dos *abstracts*, restaram 23 artigos; e após a eliminação de 8 artigos pela leitura completa, restaram um total de 15 artigos. (Figura 1)

A seleção e triagem dos artigos, dos duplicados, dos títulos e dos resumos foram realizadas por dois investigadores (AR, SB) de forma independente, e os desacordos foram resolvidos por consenso.

A estratégia de extração de dados e avaliação dos resultados foi decidida antes da seleção e triagem dos artigos. Os dados foram extraídos dos artigos sem modificações.

Figura 1

Diagrama de fluxo PRISMA PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*)



Legenda: n - Número

2.1.5. Risco de viés (avaliação crítica da metodologia)

Uma avaliação rigorosa da qualidade da metodologia de todos os artigos incluídos no estudo foi realizada usando ferramentas desenvolvidas pelo Instituto Joanna Briggs (JBI) incluindo ferramentas de avaliação crítica para estudos sistemáticos um estudo sistemático analisa a literatura disponível sobre a eficácia e relevância de uma prática ou

intervenção. Isso envolve formular a questão de pesquisa, selecionar rigorosamente os artigos relevantes, e compilar e sintetizar as evidências encontradas.

O JBI tem uma visão ampla do que constitui evidência e sobre métodos pertinentes e apropriados para concluir essas diferentes evidências, auxiliando na tomada de decisões clínicas no campo da saúde.

Todos os estudos sistemáticos, incluem uma avaliação crítica e rigorosa das evidências de pesquisa.

Aqui, o objetivo da avaliação é assegurar a qualidade metodológica dos artigos selecionados e avaliar até que ponto o estudo pode apresentar risco de viés em sua concepção, realização ou análise.

Os resultados desta avaliação foram usados para orientar a interpretação dos resultados obtidos.

O risco de viés é avaliado pelo JBI com base nas 8 questões a seguir:

1. Os critérios para inclusão na amostra foram claramente definidos?
2. Os sujeitos e o contexto do estudo foram descritos em detalhe?
3. A exposição foi medida de forma válida e confiável?
4. Critérios objetivos e padronizados foram utilizados para medir a condição?
5. Fatores de confusão foram identificados?
6. Estratégias foram indicadas para lidar com fatores de confusão?
7. Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?
8. Foi utilizada uma análise estatística apropriada?

Os revisores utilizaram essas oito questões para avaliar os quinze artigos incluídos neste estudo, cada questão é respondida com "Yes" quando o artigo contém todas as informações procuradas, "No" quando o artigo não apresenta nenhuma indicação das informações procuradas; "Unclear" quando as informações procuradas estão parcialmente presentes no artigo em questão e "not applicable" quando a questão não se aplica ao artigo em questão (cf. Tabela 3).

Tabela 3

O resultado desta avaliação do risco de viés

Autores	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	% Yes
Pinchi et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes	Yes	87,5 %
Asif et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes	Yes	87,5 %
Ge et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 %
Penaloza et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 %
Nemsi et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 %
Yousefi et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 %
Gulsahi et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 %
Yang et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 %
Biuki et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes	Yes	87,5 %
Rathore et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 %
Tardivo et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 %
Ge et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100 %
Jušić et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100
Sue et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Unclear	Yes	Yes	Yes	87,5 %
Alsoleihat et al.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	100

2.2. Resultados

A análise volumétrica da polpa dentária, está a ser cada vez mais utilizada como uma ferramenta não invasiva, e considerada fiável para estimar a idade cronológica dos indivíduos, quer em contextos forenses ou antropológicos, quer para o planeamento de tratamentos.

Esta revisão sistemática avaliou quinze estudos realizados em vários países, incluindo Malásia, Tunísia, China, Itália, Índia, Irão, Jordânia e França, selecionados segundo o diagrama PRISMA (figura 1) Os exames de CBCT avaliados foram obtidos em instituições académicas, hospitais universitários ou clínicas de radiologia privadas. O número de pacientes incluídos nos diferentes estudos variou de 36 a várias centenas (403). Foram incluídos pacientes de várias idades, desde os 6 aos 85 anos, utilizando diferentes tipos de dentes, quer sejam dentes anteriores maxilares ou mandibulares, incisivos centrais, incisivos laterais, pré-molares, molares ou combinações de dentes (a média dos rácios de diferentes dentes) e métodos (diferentes cortes: vestibulo-lingual, mesiodistal, em diferentes níveis dos dentes) com o objetivo de determinar a correlação entre o volume pulpar (cujo volume diminui ao longo da vida devido à contínua aposição de dentina

secundária) e a idade cronológica.

Os artigos incluídos nesta revisão sistemática eram principalmente estudos analíticos descritivos retrospectivos, mas também foram incluídos estudos piloto, sistemáticos e meta-análises.

Para medir e avaliar a relação entre a medição do volume pulpar a partir de imagens 3D de CBCT e a idade cronológica, foram calculados diferentes coeficientes de correlação:

- O coeficiente de correlação de *Pearson* (r) - tem sido amplamente utilizado e analisado para medir a força e a direção da relação entre os volumes da polpa e a idade.
- Os coeficientes de determinação (R^2) - foram utilizados para avaliar a proporção da variância da idade explicada pelos volumes da polpa.

Em geral, os resultados destes diferentes estudos, mostram uma correlação negativa significativa ($p < 0,05$) entre o volume da polpa e a idade cronológica. Os estudos concordam com a fiabilidade geral da utilização do volume pulpar para estimar a idade, particularmente para certos dentes como os incisivos centrais, caninos e molares. No entanto, há divergências quanto ao melhor método e aos tipos de dentes mais fiáveis. A eficácia dos métodos pode variar consoante as populações estudadas, as técnicas de medição utilizadas ou a faixa etária dos indivíduos em causa.

De seguida, vamos resumir o que foi avaliado nos quinze estudos citados:

2.2.1. Pinchi et al. (2015)

Um estudo piloto intitulado “A new age estimation procedure based on the 3D CBCT study of the pulp cavity and hard tissues of the teeth for forensic purposes: A pilot study”, foi realizado em Itália, utilizando exames de CBCT obtidos num consultório privado, para avaliar a precisão deste método simples e conservador de estimar a idade de adultos com base na redução da câmara pulpar, como resultado da deposição contínua de dentina secundária ao longo da vida. Dois observadores experientes, médicos dentistas forenses, analisaram 148 exames de incisivos centrais superiores esquerdos. A amostra era composta por 57 homens e 91 mulheres com idades compreendidas entre os 10 e os 80 anos. O coeficiente de correlação intraclass ICC foi calculado ($ICC = 0,99$), mostrando uma excelente reprodutibilidade entre os examinadores.

Uma aproximação geométrica das diferentes partes do dente permite simplificar a

medição do volume dentário. Os volumes foram calculados com o software *Osirix*, utilizando as seguintes aproximações geométricas: os volumes da raiz e da polpa foram assimilados a cones baseados em elipses, e a coroa a um cone baseado numa elipse.

O rácio (PHr) entre o volume da polpa (V_{pulp}) e o volume do tecido duro (V_{ht}), foi considerado como uma variável de acordo com a seguinte fórmula: $PHr = V_{pulp}/V_{ht}$. O método proposto, baseado numa aproximação geométrica dos volumes dentários, foi validado através da comparação dos volumes calculados utilizando a radiografia 3D CBCT e as medições físicas dos volumes reais de 3 dentes.

Os resultados revelaram uma subestimação regular dos volumes reais por CBCT, variando entre 53 e 70%, tanto para a polpa como para os tecidos duros, embora este erro tenha sido compensado quando o rácio entre os volumes da polpa e dos tecidos duros foi tido em conta.

O rácio PHr foi estatisticamente significativo para a estimativa da idade ($p < 0,001$).

$R^2 = 0.58$

Não houve correlação estatisticamente significativa entre a variável sexo (que foi, portanto, retirada da fórmula de regressão) e a idade ($p = 0,7694$).

A fórmula de regressão para estimar a idade é a seguinte $Idade = -64,14 - 32,00 * \ln PHr$

As coortes com idades compreendidas entre os 30 e os 59 anos foram as que apresentaram maior exatidão na previsão da idade, com erros residuais de 0,71, 2,88 e -5,86 anos.

A retração da câmara pulpar revela-se um parâmetro fiável para estimar a idade dos adultos e o CBCT revela-se um método fácil e conservador para calcular os volumes.

2.2.2. Asif et al. (2018)

O artigo “Dental age estimation employing CBCT scans enhanced with Mimics software: Comparison of two different approaches using pulp/tooth volumetric analysis”, é um estudo descritivo retrospectivo realizado em 2017 na Malásia, no Departamento de Ciências Clínicas Orais e Maxilofaciais da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade da Malásia.

O objetivo do estudo, era determinar qual dos dois métodos de análise volumétrica dos incisivos centrais superiores em exames de CBCT melhoradas com o software *Mimics*

tinha a correlação mais forte entre a idade cronológica e o rácio polpa/dente em adultos da Malásia.

Foram visualizados exames de CBCT de 56 homens e 54 mulheres, com idades compreendidas entre os 16 e os 65 anos.

O primeiro método mede o rácio matemático polpa/volume do dente.

O segundo método mede o rácio matemático entre a câmara pulpar e o volume da coroa até à junção amelo-cementária.

O valor do coeficiente de correlação intra-classe (ICC) foi de 0,914 (Método 1) e 0,982 (Método 2) para a fiabilidade inter-examinadores.

Após a análise dos resultados do coeficiente de correlação e da regressão de *Pearson*, ambos os métodos obtiveram uma forte correlação inversa entre a relação volume de polpa matemática/volume dentário e a idade cronológica.

No entanto, para além de apresentar uma melhor fiabilidade inter-examinadores (ICC 2 = 0,982) e um menor tempo de manuseamento, uma vez que não foi efetuada qualquer intervenção manual durante a fase de edição de cortes múltiplos do software, o segundo método apresentou um coeficiente de determinação R² mais elevado (R² = 0,78) do que o primeiro método (R¹ = 0,64).

Este estudo mostra que a análise volumétrica da relação matemática polpa/volume dentário é uma técnica relevante e independente do género, e que a equação de regressão do segundo método deve ser recomendada para a estimativa da idade dentária.

2.2.3. Ge et al. (2015)

"Age estimation based on pulp chamber volume of first molars from cone-beam computed tomography images" é um estudo descritivo retrospectivo realizado em 2015 no Departamento de Radiologia Oral e Maxilofacial, Faculdade de Estomatologia, Universidade de Pequim, China, com o objetivo de estabelecer um método para estimar a idade com base no volume da câmara pulpar dos primeiros molares utilizando exames de CBCT.

CBCT de primeiros molares de 190 mulheres e 213 homens com idades compreendidas entre os 12 e os 69 anos foram incluídas e analisadas no estudo com o objetivo de

Estimava da idade dentária utilizando o volume da câmara pulpar através da imagiologia 3D: revisão sistemática

estabelecer um modelo, uma equação matemática para estimar a idade com base no volume da câmara pulpar dos primeiros molares.

Através de uma análise de regressão logarítmica, foi determinada a seguinte equação:

$$\text{IDADE} = 117,691 - 26,442 * \ln(\text{volume da câmara pulpar}).$$

Esta regressão foi significativa ($p < 0,01$) com um coeficiente de determinação ($R^2 = 0,564$), um erro absoluto médio de 8,122 e um erro quadrático médio de 5,603 entre as idades estimada e real para todos os dentes testados.

Análises posteriores mostraram diferenças significativas no volume da câmara pulpar entre os sexos e entre os molares superiores e inferiores ($p = 0,013$ e $p = 0,028$, respetivamente), o que permitiu a determinação de equações de regressão separadas de acordo com o sexo ou a posição do dente.

Por exemplo, para os primeiros molares superiores do sexo feminino, a equação é: $\text{AGE} = 131,455 - 30,685 * \ln(\text{volume da câmara pulpar})$

E para os primeiros molares superiores masculinos, a equação é: $\text{AGE} = 118,456 - 25,67 * \ln(\text{volume da câmara pulpar})$.

Apesar das limitações inerentes aos primeiros molares, que são mais propensos a cáries e perdas, o volume da câmara pulpar dos primeiros molares é, portanto, um indicador fiável para estimar a idade com razoável exatidão e precisão,

Equações específicas para a posição (mandibular ou maxilar) e género (feminino, masculino) permitem obter resultados mais precisos.

Os exames de CBCT estão a revelar-se como uma ferramenta útil na odontologia forense e na estimativa da idade dentária.

2.2.4. Penaloza et al. (2016)

“Application of the Kvaal method for adult dental age estimation using Cone Beam Computed Tomography (CBCT)” é um estudo transversal retrospectivo realizado em 2016, na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Kebangsaan, Malásia.

O objetivo deste estudo foi aplicar o método Kvaal, uma referência no campo da estimativa da idade dentária, em imagens de CBCT dos incisivos centrais e laterais, caninos e segundos pré-molares maxilares. Para efetuar o estudo, foram analisados 101

exames, 55% de mulheres e 45% de homens, com uma idade média de 31 anos para ambos os sexos.

Utilizando a tecnologia de imagem 3D da CBCT para obter uma vista sagital e coronal do dente, foram calculadas as medidas matemáticas e rácios Kvaal polpa/raiz nas direções vestibulo-lingual e mesio-distal do dente para obter modelos de regressão linear para a estimativa da idade.

Após o cálculo do coeficiente de correlação de *Pearson*, este mostrou uma correlação mais forte entre os rácios polpa/raiz e a idade para as medições vestibulo-linguais (vista sagital (s)) do que para as medições mesio-distais (vista coronal (c)) (Tabela 2).

Houve uma correlação negativa clara e significativa entre a idade e a relação polpa/dente em 76% dos conjuntos de dados ($p < 0,05$) (tabela 2)

No entanto, no que diz respeito à precisão dos diferentes modelos de regressão linear, observou-se que todas as estimativas excederam o limiar geralmente aceite para aplicação forense (erro padrão da estimativa $SEE \pm 10$ anos), para além de serem mais demoradas do que o método tradicional de Kvaal baseado em radiografias dentárias 2D. De facto, os modelos mais precisos para estimar a idade foram obtidos a partir de uma combinação diversificada de medições com um erro padrão de estimativa (SEE) de $\pm 10,58$ anos, e para as medições mesio-distais do incisivo central ao nível A, o SEE foi de $\pm 12,84$ anos.

A utilização da CBCT neste estudo não melhorou os resultados em relação aos métodos tradicionais.

2.2.5. Nemsı et al. (2017)

O objetivo do estudo transversal retrospectivo "Age assessment in canine and premolar by cervical axial sections of Cone-beam Computed Tomography" realizado por Nemsı et al. na Tunísia em 2016, foi o de estimar a idade cronológica dos adultos medindo, em radiografias CBCT, a relação matemática superfície pulpar/dentina de acordo com uma secção axial na zona cervical dos caninos superiores e segundos pré-molares inferiores.

Foram incluídas e analisadas no estudo 120 exames de CBCT de 120 adultos com idades compreendidas entre os 22 e os 67 anos, obtidas numa clínica privada de radiologia. As medições foram efetuadas na primeira secção axial sem esmalte dos caninos superiores e segundos pré-molares inferiores selecionados. As proporções de superfície pulpar/dentina

Estimava da idade dentária utilizando o volume da câmara pulpar através da imagiologia 3D: revisão sistemática

foram calculadas utilizando o *software Adobe Photoshop*. Os coeficientes de correlação intra-classe (ICC) foram calculados para avaliar a confiabilidade intra e inter-observador.

Após o cálculo dos coeficientes de correlação de *Pearson*, os resultados do estudo mostraram uma correlação inversa significativa ($p < 10^{-3}$) entre a idade cronológica e o rácio da superfície pulpar/dentinária.

Os coeficientes de correlação de *Pearson* foram de -0,838 para caninos e -0,837 para pré-molares. Na sequência destes resultados, foram estabelecidos modelos de regressão linear para prever a idade com estes rácios, obtendo-se um Erro Padrão Residual (RSE) de 8,27 para os caninos e de 8,29 para os pré-molares em toda a amostra.

Para as faixas etárias mais jovens (22 a 44 anos), o RSE diminuiu consideravelmente, com valores de 4,32 para caninos e 4,72 para pré-molares.

O estudo mostra que o rácio área de superfície pulpar/dentina é um valor relevante para estimar a idade de uma pessoa com precisão satisfatória (RSE), particularmente na faixa etária de 22 a 44 anos.

2.2.6. Yousefi et al. (2023)

"Dental age estimation using cone-beam computed tomography: A systematic review and meta-analysis" é uma revisão sistemática e meta-análise realizada na Universidade de Hamadan, no Irão, para investigar a correlação entre a idade cronológica e o volume da câmara pulpar em exames de CBCT.

Foram realizadas pesquisas em 4 bases de dados diferentes (PubMed, Scopus, Google Scholar e Web of Science) e considerados para análise 27 artigos dos 5693 identificados.

Esses 27 estudos, referiam-se a dentes com uma única raiz (21) e várias raízes (6), dentes maxilares e mandibulares, com amostras de diferentes populações, variando de 6 a 80 anos de idade.

Após a extração dos coeficientes de correlação (r), os resultados destes estudos mostraram uma correlação inversa significativa entre o volume pulpar e a idade cronológica em toda a população estudada ($r = -0,67$), uma correlação mais forte nos homens ($r = -0,75$) e uma correlação ainda mais forte nas mulheres ($r = -0,77$).

Se olharmos para o tipo de dente, os primeiros molares inferiores têm o coeficiente de

correlação mais forte ($r = -0,83$) e os terceiros molares inferiores têm a relação mais fraca ($r = -0,36$).

Este estudo realça a fiabilidade da radiografia CBCT para estimar a idade dentária com uma forte relação inversa entre o volume pulpar e a idade. Outros estudos envolvendo dentes pluriradiculados poderiam refinar as estimativas.

2.2.7. Gulsahi et al. (2016)

"Age estimation based on pulp/tooth volume ratio measured on Cone Beam CT images" é um estudo retrospectivo realizado entre 2013 e 2015, na Universidade Baskent e na Universidade de Ancara, na Turquia, utilizando estudos de CBCT de pacientes com mais de 15 anos recolhidas numa clínica privada de imagiologia em Ancara. O objetivo do estudo era estimar a idade cronológica do dente através da medição do rácio entre o volume pulpar (PV) e o volume do dente (TV). Os dentes estudados foram monoradiculares, incisivos centrais, laterais, e caninos superiores e inferiores, e primeiros e segundos pré-molares inferiores.

O *software 3D DOCTOR* foi utilizado para a mensuração dos volumes pulpares e dentários, sendo posteriormente calculadas as relações PV/TV e os coeficientes de correlação de *Pearson*.

Os resultados mostraram uma correlação inversa significativa entre a relação matemática PV/TV e a idade ($p < 0,05$), sendo o coeficiente de correlação de *Pearson* (r) mais alto (0,532) para os incisivos centrais superiores. Este estudo mostra que a relação PV/TV é um indicador fiável da idade, independentemente do sexo, com a correlação mais elevada para os incisivos centrais superiores. Por conseguinte, este método parece ser adequado para utilização em medicina forense.

2.2.8. Yang et al. (2020)

"Age estimation for children and young adults by volumetric analysis of upper anterior teeth using cone-beam computed tomography data" é um estudo retrospectivo realizado no *Ninth People's Hospital* em Xangai, afiliado à Universidade de Xangai na China entre 2015 e 2019.

O objetivo deste estudo, foi avaliar a idade cronológica de crianças e jovens adultos

utilizando o cálculo do rácio volumétrico polpa-dente (PTR) medido em imagens de CBCT de incisivos centrais e caninos superiores esquerdos de 230 pacientes (111 raparigas e 119 rapazes) com idades compreendidas entre 8,18 e 19,92 anos. Após essas análises, foram determinadas análises de regressão e coeficientes de correlação, como, por exemplo, a equação de regressão para os caninos superiores esquerdos: (Idade = $21,979 - 105,42 \times \text{PTR}$).

Os resultados deste estudo, mostraram uma correlação negativa significativa entre a idade e a relação PTR ($p < 0,05$) para os caninos superiores esquerdos, com coeficientes de correlação de -0,81 e -0,88 para raparigas e rapazes, respetivamente, e para os incisivos centrais esquerdos, com coeficientes de correlação de -0,63 para raparigas e -0,70 para rapazes.

Foi calculado o erro padrão de estimativa (SEE) dos dois modelos. Os resultados mostraram que o modelo do canino superior esquerdo apresentou um SEE menor (1,91) do que o modelo do incisivo central (2,58).

O estudo demonstrou uma relação inversa significativa ($p < 0,05$) entre a relação volumétrica da PTR calculada em imagens de CBCT e a idade cronológica de crianças e adultos jovens, particularmente a relação da PTR dos caninos superiores esquerdos.

2.2.9. Biuki et al. (2017)

"Relationship between pulp-tooth volume ratios and chronological age in different anterior teeth on CBCT" é um estudo retrospectivo descritivo-analítico realizado por Nima Biuki et al. em 2017 no Departamento de Radiologia Oral e Maxilofacial, Faculdade de Medicina Dentária e Universidade de Ciências Médicas de Tabriz, Irão.

O principal objetivo deste estudo foi investigar e avaliar a correlação entre o rácio de volume polpa/dente dos dentes anteriores maxilares e/ou mandibulares (incisivo central, lateral, canino) medido através de radiografias CBCT e a idade cronológica.

Foram avaliados 122 indivíduos, com idades compreendidas entre os 13 e os 70 anos, que haviam realizado exames de CBCT, representando um total de 732 dentes anteriores. As medições volumétricas foram efetuadas com recurso ao software *MIMICS* e foi utilizada a análise de regressão para avaliar a correlação entre a idade e a relação volume polpa/dente.

Os resultados mostram uma correlação inversa significativa entre a idade e a relação volume pulpar/dente, com coeficientes de correlação de *Pearson* variando de 0,60 para o canino inferior nas mulheres a 0,85 nos homens para o incisivo central superior ou para a média dos dentes anteriores, com valores de $p < 0,001$ para todos os coeficientes de correlação de *Pearson* e erros padrão de estimativa variando de 7,9 a 11,1.

Nota-se também que a correlação é mais forte para os homens do que para as mulheres, e que as correlações mais fortes foram observadas para os incisivos centrais e caninos. Além disso, o modelo que utiliza a média das proporções dos dentes anteriores apresentou uma correlação mais forte do que um único dente.

O estudo demonstrou que a média das relações entre o volume pulpar e o dente dos dentes anteriores é uma boa ferramenta para estimar a idade, sendo os incisivos centrais e os caninos os dentes mais fiáveis.

2.2.10. Rathore et al. (2022)

Na investigação "Mandibular teeth as predictors in forensic age estimation: A cone-beam computed tomography-based pulp volume regression study" realizado no I.T.S *Dental College*, Muradnagar, Uttar Pradesh, na Índia, em 2021, foi efetuado um estudo transversal para estimar a idade cronológica utilizando os rácios de volume polpa/dente (PTV) de dentes monoradiculares em pacientes adultos.

Foram realizados 36 exames de CBCT, divididos em 3 grupos de 12, avaliando incisivos laterais, caninos e primeiros pré-molares mandibulares, respetivamente. As análises volumétricas, foram realizadas utilizando o software *Xelis Dental*.

Os resultados mostraram uma correlação negativa entre a relação PTV e a idade para todos os dentes estudados, sendo a maior correlação para os caninos ($R = -0,362$), seguida pelo incisivo lateral ($R = -0,259$) e pelo primeiro pré-molar ($R = -0,299$). Além disso, o erro padrão de estimativa (SEE) foi calculado em 11,24 anos para os incisivos laterais, 9,89 para os pré-molares e 7,78 para os caninos.

A diferença entre a idade cronológica e a estimativa de idade obtida por meio de equações de regressão não foi significativa ($p = 1,00$).

Assim, o estudo demonstrou a eficácia do método de volume polpa/dente da CBCT para estimar a idade cronológica nesta população específica, sendo o canino o dente mais

fiável para estimar a idade neste estudo. No entanto, um tamanho maior de amostra permitiria refinar esses resultados.

2.2.11. Tardivo et al. (2013)

“Age determination of adult individuals by three-dimensional modelling of canines” é um estudo retrospectivo descritivo-analítico realizado em Marselha, entre 2009 e 2010 para desenvolver um método fiável para estimar a idade de adultos vivos ou falecidos com base na análise volumétrica dos caninos maxilares e mandibulares.

Foram incluídas no estudo 210 exames de CBCT do serviço de radiologia de pacientes com idades compreendidas entre os 15 e os 85 anos, representando um total de 840 caninos.

Foram estudados 7 modelos para estabelecer equações de regressão: caninos superiores direitos, caninos superiores esquerdos, caninos inferiores direitos, caninos inferiores esquerdos, caninos superiores, caninos inferiores e os 4 caninos.

Avaliou-se a relação volume pulpar/volume total (PV/TV) dos caninos e foi calculado o coeficiente de correlação de *Spearman* para cada modelo. O coeficiente de *Spearman* variou entre -0,97 e -0,98 para os sete modelos estudados, evidenciando uma relação significativa entre a idade e a redução do volume pulpar.

Dentre os diferentes modelos de regressão, o modelo do canino superior apresentou o melhor desempenho com um coeficiente de determinação ajustado ($R^2 = 0,964$), seguido pelo modelo de 4 caninos ($R^2 = 0,962$).

Os erros médios de estimativa também foram calculados, mostrando que o modelo do canino superior tinha um erro médio mais baixo do que os outros modelos, tornando-o o modelo mais fiável no estudo para estimar a idade de um indivíduo adulto.

Em conclusão, o estudo demonstrou a eficácia e a fiabilidade de um método não invasivo aplicável a adultos vivos ou falecidos para estimar a sua idade com base em medições volumétricas da polpa utilizando radiografias CBCT de caninos.

2.2.12. Ge et al. (2016)

"Age estimation based on pulp cavity/chamber volume of 13 types of tooth from cone

beam computed tomography images" é um estudo retrospectivo descritivo-analítico realizado no Hospital de Estomatologia da Universidade de Pequim entre 2015 e 2016 com o objetivo de determinar qual o tipo de dente que tem a relação mais forte entre a idade e o volume da cavidade/câmara pulpar entre 13 tipos de dentes da mesma dentição e determinar se a inclusão de vários tipos de dentes no mesmo modelo pode melhorar a precisão da estimativa da idade.

Exames de CBCT de 115 mulheres e 125 homens com idades compreendidas entre os 16 e os 63 anos foram analisadas utilizando o software ITK-SNAP 2.4, para calcular o volume da câmara pulpar e estabelecer modelos de regressão.

A análise de regressão logarítmica revelou que, neste estudo, os segundos molares superiores apresentaram a correlação mais forte entre o volume da câmara pulpar e a idade, com coeficientes de determinação (R^2) de 0,491, 0,642 e 0,498 para amostras masculinas, femininas e mistas, respetivamente. Além disso, os erros padrões de estimativa (SEE) também foram mais baixos para os segundos molares superiores, com 8,119, 6,754 e 8,022, respetivamente.

No entanto, a análise de regressão que combina vários dentes, por exemplo, incisivos centrais superiores, caninos superiores, segundos molares superiores e segundos molares inferiores para as mulheres, mostrou uma melhoria na exatidão da estimativa da idade em comparação com a utilização de um único dente com (R^2) de 0,627; 0,701; 0,631 e SEEs de 7,100; 6,258; e 6,970 para as amostras masculinas, femininas e mistas, respetivamente.

Em conclusão, o estudo demonstrou que a combinação da análise do volume da câmara pulpar de vários tipos de dentes a partir de radiografias de CBCT melhora a precisão da estimativa da idade em comparação com a utilização de um único tipo de dente, sendo os segundos molares superiores os mais fiáveis para esta estimativa.

2.2.13. Jušić et al. (2023)

"Age Estimation Based on Pulp-Tooth Volume Ratio Using Cone-Beam Computed Tomographic Images» é um estudo analítico descritivo retrospectivo realizado em 2023 no Departamento de Estomatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de Sarajevo, cujo principal objetivo foi examinar a correlação entre a idade cronológica e a relação polpa/volume dentário (PV/TV) dos dentes intercaninos usando imagens de CBCT, e fornecer equações para estimativa de idade com base na relação PV/TV.

O estudo baseou-se em 30 exames de CBCT realizadas a 17 homens e 13 mulheres com idades compreendidas entre os 17 e os 54 anos, tendo sido avaliado um total de 180 dentes (incisivo central, incisivo lateral e canino). O volume pulpar e o volume dos 180 dentes foram medidos utilizando o software ITK. Em seguida, foi determinado o coeficiente de correlação de *Pearson* para avaliar a correlação entre a idade cronológica e a relação matemática PT/TV . Para determinar a fórmula de estimativa da idade, foi utilizado um modelo de regressão linear simples.

A relação entre o volume pulpar e a idade cronológica foi significativa para todos os dentes intercaninos do estudo ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças significativas entre os sexos masculino e feminino ($p > 0,05$) e o incisivo central superior apresentou o maior coeficiente de correlação de *Pearson* (0,612). O dente com maior relação significativa entre o volume pulpar e a idade foi, portanto, o incisivo central superior ($p < 0,001$), e o sexo não afetou os resultados, embora uma amostra maior permitisse validar a fórmula com maior certeza.

2.2.14. Sue et al. (2017)

"Age-related changes in the pulp chamber of maxillary and mandibular molars on cone-beam computed tomography images" é um estudo retrospectivo descritivo-analítico no *Nippon Dental University Teaching Hospital*, no Japão, entre abril de 2016 e 2017. O principal objetivo deste estudo, foi investigar a correlação entre a idade cronológica e o tamanho da câmara pulpar de molares superiores e inferiores utilizando imagens de CBCT.

Exames de CBCT efetuadas no hospital universitário foram incluídas no estudo, avaliando 316 primeiros molares de 87 pacientes, com idades entre 11 e 74 anos, apresentando uma idade média de 36,9 anos.

Foram formados 3 grupos etários, jovem (11-28 anos), meia idade (34-59 anos) e o mais velho (60-74 anos), os critérios de inclusão para o estudo incluíram molares sem cáries, desgaste excessivo, restaurações dentárias, artefactos metálicos ou calcificações pulpares.

Os resultados mostraram uma diminuição significativa do tamanho da câmara pulpar com a idade (associada à contínua aposição de dentina secundária ao longo da vida).

Para os molares superiores, o tamanho médio da câmara pulpar foi de $8,4 \pm 2,0 \text{ mm}^2$ para

o grupo jovem, $4,4 \pm 1,7 \text{ mm}^2$ para o grupo de meia-idade e $2,9 \pm 0,9 \text{ mm}^2$ para o grupo mais velho ($p = 0,028$). Para os molares inferiores, os tamanhos foram $10,5 \pm 2,3 \text{ mm}^2$ para o grupo jovem, $6,7 \pm 2,2 \text{ mm}^2$ para o grupo de meia-idade e $3,7 \pm 1,5 \text{ mm}^2$ para o grupo mais velho ($p = 0,000$).

As análises de regressão revelaram uma correlação significativa entre a idade e o tamanho da câmara pulpar nos molares superiores e inferiores, com coeficientes de determinação (R^2) de 0,586 e 0,609 ($p = 0,000$), respetivamente. As equações derivadas para estimar a idade foram $Y = -0,142X + 11,582$ para os molares superiores e $Y = -0,163X + 14,249$ para os molares inferiores.

O estudo demonstrou que o tamanho da câmara pulpar dos primeiros molares, medido por CBCT, é um indicador fiável da idade. Os resultados são particularmente úteis para aplicações forenses e para o planeamento do tratamento dentário. Os investigadores recomendam a realização de mais estudos para aperfeiçoar estes métodos e explorar a sua aplicabilidade a outros tipos de dentes e grupos demográficos.

2.2.15. Alsoleihat et al. (2017)

"Age Prediction in the Adult Based on the Pulp-to-Tooth Ratio in Lower Third Molars: A Cone-beam CT Study" é um estudo retrospectivo descritivo-analítico realizado no Hospital Universitário da Jordânia em. O principal objetivo era utilizar o rácio polpa/dentina mesio-distal (MD) em exames de CBCT, observando a região do colo dos terceiros molares inferiores (LM3) para fornecer uma estimativa da idade em indivíduos adultos.

Os investigadores procuraram fornecer equações para estimar a idade com base na diminuição do volume da polpa com a idade (associada à aposição de dentina secundária).

Assim, foram incluídas no estudo 155 exames de CBCT de terceiros molares inferiores, efetuados no Hospital Universitário. A amostra de 155 exames era constituída por 80 mulheres e 75 homens, com idades compreendidas entre os 18 e os 58 anos.

Os diâmetros mesio-distal (MD) da polpa e do dente foram medidos no colo de cada terceiro molar usando um *software* compatível; em seguida, o rácio MD polpa/dente foi calculado e regredido linearmente contra a idade.

Os resultados mostraram uma correlação negativa, e estatisticamente significativa entre a

Estimava da idade dentária utilizando o volume da câmara pulpar através da imagiologia 3D: revisão sistemática

relação polpa/dente MD e a idade dos indivíduos no momento da obtenção das imagens ($r = -0,361$, $p = 0,015$).

No entanto, o coeficiente de correlação ao quadrado $R^2 = 0,13\%$, o que significa que apenas 13% da variação da idade pode ser explicada por esse rácio,

Segundo os autores, este valor é demasiado baixo para ser considerado fiável no domínio forense,

Assim, apesar da correlação significativa, os autores concluem que a medição do diâmetro da polpa MD no colo dos terceiros molares não fornece uma estimativa fiável da idade adulta. Existem variações significativas na forma e desenvolvimento dos terceiros molares, e outros dentes menos sujeitos a essas variações seriam ferramentas mais fiáveis para estimar a idade.

Tabela 4

Resumo de artigos selecionados

Autores	Ano	País	Tipo de estudo	Nº; Idade e género	Tipo de dentes	Dados em relação as medidas e a idade	Resultados obtidos	Nível de evidencia
Pinchi et al.	2015	Itália	piloto	n= 148, 57 homens e 91 mulheres de 10 a 80 anos	incisivo central superior esquerdo	PHr = V pulp/V ht , Idade = -64,14 - 32,00*Ln PHr	R2 = 0.58 P(lnPHr) < 0.0001	Moderado
Asif et al.	2018	Malásia	descritivo retrospetivo	n= 110; 56 homens e 54 mulheres de 16 a 65 anos	Incisivo central superior	Método 1: rácio: volume polpa/volume do dente. Método 2: rácio: volume camara pulpar/volume coroa Y1 : 69.229- (953.04x PTV ratio) Y2 : =66.180- (884.04x PTV ratio)	Coefficiente de correlação R1: 0.799 e r2: 0.880 coeficiente de determinação R1: 0.64 e R2: 0.78 Para os dois métodos : p < .01	Moderado
Nemsi et al.	2017	Tunísia	transversal retrospetivo	n= 120 65 homens e 55 mulheres de 22 a 67 anos	caninos superiores e segundos pré-molares inferiores	Rácio: superfície pulpar/dentina IDADE = 72.109 – 243.946 R1 - 262.738 R2 + 974.253 R1R2	Coefficiente de correlação de <i>Pearson</i> canina, r = -0.838 (p < 10 ⁻³) r premolar = -0.837 (p < 10 ⁻³) um erro padrão residual (RSE) de 8,27 para os caninos e de 8,29 para os pré-molares	Moderado

Tabela 3 (Continuação)

Autores	Ano	País	Tipo de estudo	Nº; Idade e género	Tipo de dentes	Dados em relação as medidas e a idade	Resultados obtidos	Nível de evidencia
Ge et al.	2015	China	descritivo retrospectivo	n= 403 190 mulheres e 213 homens de 12 e os 69 anos	primeiros molares maxilares e mandibular	Fórmula geral: IDADE = 117,691 - 26,442 * ln (volume da câmara pulpar). Fórmulas específicas para molares maxilares masculino o feminino e molares mandibulares masculino o feminino	R2 (geral) = 0,564 Regressão geral foi significativa (p < 0,01) R2(primeiro molar maxilar masculino) = 0.544 R2(primeiro molar mandibular masculino) = 0.562 R2(primeiro molar maxilar feminino) = 0.684 R2 (primeiro molar mandibular feminino) = 0.612 As regressões foram estatisticamente significativas (p = 0,000).	Moderado
Penaloza et al.	2016	Malásia	transversal retrospectivo	n= 101 55 mulheres e 46 homens de 15 a 75 anos	incisivos centrais e laterais maxilares, caninos e segundos pré-molares maxilares	rácios de Kvaal = polpa/raiz nas direções vestibulo-lingual e mesio-distal do dente Age= 101.46 + 734.74 (Ac) -374. 81 (Ac(Cent-Lat)) – 1075.18 (C sc) + 327.07 (Bc) + 310 (Cc(Cent Lat)) – 159.25 (11/21 As) SEE > 10	Coefficiente de correlação de <i>Pearson</i> sagital > coronal correlação negativa clara e significativa entre a idade e a relação polpa/dente em 76% dos conjuntos de dados (p < 0,05). (tabela 2)	Moderado

Tabela 3 (Continuação)

Autores	Ano	País	Tipo de estudo	Nº; Idade e gênero	Tipo de dentes	Dados em relação as medidas e a idade	Resultados obtidos	Nível de evidencia
Yousefi et al.	2023	Irão	revisão sistemática e meta-análise	n= 4625 de 6 a 80 anos	Vários tipos de dentes Incisivos centrais, laterais, caninos segundo pré-molar, primeiro, segundo e terceiro molares seja maxilar o mandibular	correlação entre a idade cronológica e o volume da câmara pulpar utilizando exames de CBCT	os primeiros molares inferiores têm o coeficiente de correlação mais forte (r = -0,83) e os terceiros molares inferiores têm a relação mais fraca (r = -0,36).	Alto
Gulsahi et al.	2016	Turquia	retrospetivo	n=204 pacientes 108 homens e 96 mulheres de mais que 15 anos	incisivos centrais e laterais, caninos superiores e caninos, primeiros e segundos pré-molares inferiores	Rácio PV/TV: entre o volume pulpar (PV) e o volume do dente (TV). equações de regressão foram estabelecidas para cada dente estudado como a do incisivo central: Idade = 68,3 - (837,5 x PV/TV)	Os resultados mostraram uma correlação inversa significativa entre a relação matemática PV/TV e a idade (p < 0,05), o coeficiente de correlação de <i>Pearson</i> (r) mais alto (0,532) para os incisivos centrais superiores	Moderado

Tabela 3 (Continuação)

Autores	Ano	País	Tipo de estudo	Nº; Idade e género	Tipo de dentes	Dados em relação as medidas e a idade	Resultados obtidos	Nível de evidencia
Yang et al.	2020	China	retrospetivo	n= 230 raparigas e 119 rapazes de 8,18 a 19,92 anos.	incisivos centrais superiores esquerdos e caninos	rácio volumétrico (PTR) = polpa/dente equação de regressão para os caninos superiores esquerdos: Idade = $21,979 - 105,42 \times RTP$	correlação negativa significativa entre a idade e a relação RTP ($p < 0,05$) coeficiente de correlação canina: -0.81 para raparigas e -0.88 para rapazes coeficiente de correlação para incisivo central superior esquerdo: -0.63 raparigas e -0.70 rapazes, erro padrão de estimativa (SEE) canina: 1.91 e incisivo: 2.58	Moderado
Biuki et al.	2017	Irão	retrospetivo descritivo-analítico	n=122 76 mulheres e 46 homens de 13 a 70 anos	dentes anteriores maxilares e/ou mandibulares (incisivo central, lateral, canino)	Formula da media dos dentes anteriores: Idade = $39/65 - 787X$ Rácio X = volume polpa/dente	$p < 0,001$ para todos os coeficientes de correlação de <i>Pearson</i> coeficiente de correlação de <i>Pearson</i> $r=0,85$ nos homens para o incisivo central superior ou para a média dos dentes anteriores	Moderado

Tabela 3 (Continuação)

Autores	Ano	País	Tipo de estudo	Nº; Idade e género	Tipo de dentes	Dados em relação as medidas e a idade	Resultados obtidos	Nível de evidencia
Rathore et al.	2022	India	transversal	n= 36 19 homens 17 mulheres de 17 a 55 anos	de incisivos laterais mandibulares, caninos mandibular e primeiros pré-molares mandibular	Rácio volume polpa/dente Formula da idade para todos os dentes : Idade = $40.85 + (-188.027) \times \text{rácio}$	Foi estabelecida uma correlação entre a idade cronológica e o rácio PTV como preditor de idade para todos os três dentes separadamente. Coeficiente de determinação R2 (canino)=0.131 R2 (incisivo lateral) =0.067 R2 (pré-molar) =0.090	Moderado
Tardivo et al.	2013	França	retrospetivo descritivo-analítico	n= 210 105 mulheres e 105 homens de 15 a 85 anos	Caninos (superiores direitos e esquerdos, inferiores direitos e esquerdos)	Rácio volume pulpar/total Formula dos caninos maxilares: Idade = $73.460 - 40.051X_{\text{max}} + 7.099X_{\text{max}}^2$	cada modelo mostrou uma forte correlação negativa significativa entre a idade e o rácio PV/TV×100 (p<0,001) R2 (canino maxilar) = 0.964 R2 (4 caninos) = 0.962	Alto
Ge et al.	2016	China	retrospetivo descritivo-analítico	n= 240 115 mulheres e 125 homens de 16 a 63 anos	13 tipos de dentes da mesma dentição	relação mais forte entre a idade e o volume da cavidade/câmara pulpar	Coeficiente de determinação R2 (segundo molar maxilar) = 0.642 para a amostra feminina R2 (vários dentes : IC maxilar, IL maxilar, canino maxilar, M2 maxilar e M2 mandibular) = 0.701	Moderado

Tabela 3 (Continuação)

Autores	Ano	País	Tipo de estudo	Nº; Idade e género	Tipo de dentes	Dados em relação as medidas e a idade	Resultados obtidos	Nível de evidencia
Jušić et al.	2023	Bósnia Herzegovina	analítico descritivo retrospectivo	n= 30 17 homens e 13 mulheres De 17 a 54 anos	Dentes intercaninos (incisivo centrais, incisivo laterais e canino superior e inferior)	Rácio volume polpa/volume dentário Formula de regressão para incisivos centrais superiores : Age=56.088+(-598.551*PV/TV)	Relação significativa (p<0.05) para todos os dentes intercaninos Com o coeficiente de correlação de <i>Pearson r</i> (incisivos centrais superiores) = 0.612	Moderado
Alsoleihat et al.	2017	Jordânia	retrospetivo descritivo-analítico	n= 155 80 mulheres 75 homens De 18 a 58 anos	terceiros molares inferiores (LM3)	rácio volumétrico polpa/dentina mesio-distal (MD)	correlação negativa estatisticamente significativa entre a relação polpa/dente MD e a idade dos indivíduos no momento da obtenção das imagens (r = -0,361, p = 0,015). Coeficiente de determinação R2 = 0,13%	Baixo

Tabela 3 (Continuação)

Autores	Ano	País	Tipo de estudo	Nº; Idade e género	Tipo de dentes	Dados em relação as medidas e a idade	Resultados obtidos	Nível de evidencia
Sue et al.	2017	Japão	retrospectivo descritivo-analítico	n= 87 41 homens 46 mulheres De 11 a 74 anos	molares superiores e inferiores	tamanho médio da câmara pulpar foi de $8,4 \pm 2,0 \text{ mm}^2$ para o grupo jovem, $4,4 \pm 1,7 \text{ mm}^2$ para o grupo de meia-idade e $2,9 \pm 0,9 \text{ mm}^2$ para o grupo mais velho ($p = 0,028$). Para os molares inferiores, os tamanhos foram $10,5 \pm 2,3 \text{ mm}^2$ para o grupo jovem, $6,7 \pm 2,2 \text{ mm}^2$ para o grupo de meia-idade e $3,7 \pm 1,5 \text{ mm}^2$ para o grupo mais velho ($p = 0,000$). foram $Y = -0,142X + 11,582$ para os molares superiores e $Y = -0,163X + 14,249$ para os molares inferiores.	molares superiores e inferiores com coeficientes de determinação (R^2) de 0,586 e 0,609 ($p = 0,000$), respetivamente	Moderado

2.3. Discussão

Relativamente aos níveis de evidência dos diferentes artigos incluídos no estudo:

2.3.1. Pinchi et al. (2015)

O desenho do estudo: estudo piloto indica que os resultados obtidos são “preliminares” e requerem validação adicional. A amostra de 148 pessoas não parece ser suficientemente grande para tirar conclusões definitivas.

Os estudos-piloto são geralmente considerados “moderados” porque ajudam a orientar a investigação futura. Além disso, a sobrestimação dos rácios e a subestimação dos volumes introduzem um nível de incerteza que não permite que o artigo seja classificado como evidência de alto nível - **Nível de evidência moderado.**

2.3.2. Asif et al. (2018)

O pequeno número de participantes incluídos no estudo (reduzindo a validade interna) e o facto de cada participante ser malaio (reduzindo a validade externa) conduzem a um nível moderado de evidência para este estudo - **Nível de evidência moderado.**

2.3.3. Ge et al. (2015)

Apesar de uma boa metodologia e análise, o estudo reconhece as suas limitações e potenciais vieses, particularmente no que diz respeito aos critérios de inclusão (sem cáries, sem restaurações, etc.), o que pode afetar a validade externa do estudo - **Nível de evidência moderado.**

2.3.4. Penaloza et al. (2016)

Apesar de a tecnologia estudada no estudo ser inovadora (CBCT), o principal objetivo do estudo é validar métodos existentes e não analisar novos conceitos ou técnicas. Além disso, a dimensão da amostra estudada é razoável, mas poderia ser maior, e cada participante é malaio, o que afecta a validade externa do estudo.

Além disso, o erro padrão do SEE está possivelmente fora do intervalo aceite, o que

sugere limitações na precisão dos métodos- **Nível de evidência moderado.**

2.3.5. Nemsí et al. (2017)

O tamanho da amostra é moderado (120 CBCT) e os autores reconhecem as limitações dos seus métodos, particularmente no que diz respeito à aplicabilidade a pacientes mais jovens e à potencial variabilidade devido a fatores externos, como o stress oclusal - **Nível de evidência moderado.**

2.3.6. Yousefi et al. (2023)

O artigo é uma revisão sistemática e meta-análise, que apresenta um elevado nível de evidência devido ao número de estudos (27) e de participantes, o que aumenta o poder estatístico. Além disso, seguem as diretrizes PRISMA, que correspondem ao Gold Standard para revisões sistemáticas e meta-análises.

Os estudos incluídos centraram-se em dentes de um e de vários canais.

A qualidade dos artigos incluídos foi avaliada utilizando a escala de Newcastle-Ottawa e a maioria dos estudos foi classificada como boa ou muito boa- **Alto nível de evidência.**

2.3.7. Gulsahi et al. (2016)

Os critérios de inclusão do estudo (dentes monoradiculares sem patologia significativa) podem limitar a extensão da sua aplicabilidade à população em geral. Além disso, os resultados variam muito consoante o tipo de dentes estudados, o que pode pôr em causa a exatidão e a aplicabilidade dos métodos- **Nível de evidência moderado.**

2.3.8. Yang et al. (2020)

O desenho retrospectivo do estudo tem limitações intrínsecas; o tamanho da amostra é satisfatório, mas está geograficamente limitado ao leste da China, o que reduz a sua validade externa (possíveis especificidades dietéticas desta região, etc.) - **Nível de evidência moderado.**

2.3.9. Biuki et al. (2017)

O tamanho da amostra é moderado (122 CBCT) e cada participante é do Irão, o que reduz a validade externa do estudo- **Nível de evidência moderado.**

2.3.10. Rathore et al. (2022)

Os autores reconhecem as limitações do seu estudo: a pequena dimensão da amostra que implica um baixo poder (36) e as possíveis imprecisões de pequenas estruturas nas imagens de CBCT - **Nível de evidência moderado.**

2.3.11. Tardivo et al. (2013)

Este estudo incluiu 210 indivíduos com idades compreendidas entre os 15 e os 85 anos, o que cobre um largo espectro da população adulta, e fornece-nos análises detalhadas do desempenho dos diferentes modelos utilizando diferentes medidas estatísticas (AIC, RMSE, BIC, MAE), o que permite uma compreensão matizada de cada modelo.

Os valores de R² ajustados são muito elevados (0,915 a 0,964), indicando uma forte relação entre a previsão e os dados observados - **Alto nível de evidência.**

2.3.12. Ge et al. (2016)

Apesar do bom tamanho da amostra (240 pacientes), as idades variaram de 16 a 63 anos (faltaram grupos de pacientes mais velhos), o que reduz a validade externa do estudo. Além disso, os autores reconhecem algumas limitações, como a exclusão de certas doenças dentárias e o possível impacto das doenças sistémicas no volume pulpar - **Nível de evidência moderado.**

2.3.13. Jušić et al. (2023)

O desenho do estudo “transversal” é interessante para explorar associações, mas limitado para estabelecer relações causais. Para além disso, a amostra do estudo era pequena (30 pacientes), o que limita o poder do estudo.

Não foi observada qualquer diferença de género nos resultados do estudo, o que levanta

questões sobre a sensibilidade do método.

Os autores reconhecem a necessidade de um tamanho de amostra maior para analisar a força da aplicação das fórmulas de regressão - **Nível de evidência moderado.**

2.3.14. Sue et al. (2017)

Os autores do estudo reconhecem as suas limitações, particularmente a sua natureza retrospectiva e o facto de apenas ter analisado os primeiros molares, o que reduz a validade dos resultados para outros dentes ou outras populações- **Nível moderado de evidência.**

2.3.15. Alsoleihat et al. (2017)

O estudo obteve uma correlação negativa fraca ($r = -0,361$) entre a idade e o rácio polpa/dente para os terceiros molares. Esta baixa correlação indica que o método utilizado não é um bom preditor da idade dentária.

A variabilidade dos terceiros molares, tal como referido pelos autores, introduz uma incerteza significativa na estimativa da idade. Os autores referem que o seu método tende a subestimar a verdadeira idade.

Os resultados deste estudo mostram uma associação negativa significativa entre a idade cronológica e o volume da câmara pulpar, o que confirma a relevância do uso da CBCT para estimar a idade dentária- **Baixo nível de evidência.**

De facto, os resultados dos artigos incluídos neste estudo corroboram esta correlação inversa, nomeadamente os relativos aos incisivos centrais superiores e caninos superiores, primeiros molares e a análise da associação de vários dentes. Esses resultados são consistentes com pesquisas anteriores (baseadas em radiografia 2D) para medir o volume pulpar (que diminui com o tempo), mas a imagem tridimensional permite que esse volume seja medido com mais precisão.

Embora esta correlação seja geralmente forte, existem variações consoante os dentes estudados; por exemplo, existe uma correlação mais forte para os primeiros molares inferiores do que para os terceiros molares, bem como para as populações (idade, país, sexo) em questão.

A metodologia da CBCT parece oferecer maior precisão do que as técnicas 2D tradicionais, como a radiografia panorâmica ou periapical. A CBCT fornece imagens tridimensionais detalhadas, reduzindo o viés causado pela sobreposição e distorção de imagens.

Além disso, uma das principais vantagens da CBCT é a sua capacidade de estimar a idade tanto de jovens (em que as variações dentárias são mais pronunciadas) como de adultos e idosos, para os quais os métodos 2D são geralmente menos precisos.

Esta distinção pode revelar-se importante num contexto médico-legal, em que a diferenciação entre um adulto e um menor pode ter implicações legais importantes.

É importante notar, no entanto, que embora a CBCT ofereça uma maior precisão, tem algumas desvantagens, nomeadamente uma maior exposição à radiação do que as técnicas 2D.

Esta maior exposição à radiação levanta questões éticas sobre a otimização e utilização desta tecnologia, particularmente em pessoas jovens e vulneráveis.

O cumprimento do princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), atualmente designado como ALADA (*As Low As Diagnostably Achievable*), é essencial para otimizar a relação benefício-risco.

Apesar das vantagens óbvias da CBCT, existem algumas limitações:

A exatidão das estimativas é influenciada pela qualidade das imagens obtidas, pelos parâmetros das definições da CBCT, pelas variações entre operadores e pelo software utilizado para analisar os volumes da polpa.

Para além disso, a maioria dos estudos incluídos nesta revisão sistemática são retrospectivos, o que limita a generalização dos resultados a outras populações ou contextos clínicos (validade externa).

Apesar da correlação significativa entre o volume pulpar e a idade, existe também uma certa variabilidade que permanece inexplicada, sugerindo a existência de outros fatores na redução do volume pulpar com a idade. É necessária mais investigação para explorar estes fatores e aperfeiçoar os atuais modelos de previsão.

A utilização de inteligência artificial para analisar imagens de CBCT poderia melhorar a precisão e a fiabilidade das estimativas da idade dentária.

Os resultados obtidos são, portanto, promissores, mas também realçam a necessidade de mais investigação para aperfeiçoar os modelos preditivos, estimar a idade com maior precisão, ultrapassar as limitações atuais e conseguir um menor viés.

Para obter resultados mais fiáveis relativamente aos dentes a analisar, seria conveniente realizar um estudo com um nível de evidência mais elevado, como um estudo longitudinal prospetivo multicêntrico. Os elementos essenciais deste estudo seriam os seguintes

Estudo longitudinal prospetivo: este desenho de estudo permite que os participantes sejam seguidos durante um longo período, a fim de observar diretamente as alterações no volume da polpa e outras características dentárias, o que melhoraria a qualidade dos dados recolhidos e reduziria o viés de seleção.

Além disso, ao acompanhar os mesmos participantes durante um longo período, é possível obter uma melhor compreensão da evolução das estruturas dentárias com a idade, tornando possível confirmar relações de causa-efeito e estudar outros fatores para além da aposição de dentina secundária na redução do volume pulpar.

Multicêntrico e de alta potência: Idealmente, o número de participantes na amostra deve ser grande, de modo a obter um estudo de alta potência e aumentar a validade interna do estudo. Além disso, é comum num estudo longitudinal perder participantes ao longo do tempo (atrito), pelo que um grande número de participantes ajuda a evitar este viés.

A amostra deve ser distribuída de acordo com a idade, o sexo, a origem étnica e outros fatores relevantes, com critérios de inclusão e exclusão rigorosos para evitar enviesamentos, por exemplo, excluindo indivíduos com uma história dentária suscetível de influenciar o volume pulpar (cáries graves, restaurações profundas, doença periodontal avançada).

Além disso, a natureza multicêntrica do estudo seria essencial, envolvendo centros de investigação localizados em diferentes regiões geográficas e sectores socioeconómicos. Este facto aumentaria a validade externa do estudo e validaria os resultados em populações variadas, criando modelos preditivos mais robustos e generalizáveis.

Cada centro seguiria protocolos rigorosos e uniformes para a recolha de dados, a aquisição de imagens CBCT e o processamento (*software*, número de operadores, etc.), a fim de minimizar as variações entre centros e entre operadores.

Medições exatas, verificação por vários operadores: utilizar o mesmo *software* de análise

Estimava da idade dentária utilizando o volume da câmara pulpar através da imagiologia 3D: revisão sistemática

de imagens tridimensionais para obter medições exatas e, em seguida, analisar estes dados de forma independente por vários operadores com a mesma formação, seguindo-se uma avaliação da concordância entre operadores (coeficiente de correlação intraclasse ICC).

Modelos de regressão multivariada: tendo em conta variáveis de confusão como o género, a origem étnica, as parafunções, etc.

Exploração de diferentes dentes: o estudo deve analisar diferentes tipos de dentes (incisivos, caninos, pré-molares, molares) maxilares e mandibulares para determinar quais destes dentes oferecem a estimativa mais exata para diferentes grupos etários.

Para além de estudar cada dente individualmente, o estudo deveria analisar uma abordagem combinada em que os volumes pulpares de vários dentes são integrados num modelo para estimar a idade.

Acompanhamento a longo prazo: Deve ser estabelecido um acompanhamento durante vários anos, com intervalos regulares, de modo a desenvolver curvas de referência específicas para diferentes populações e grupos etários, fornecendo assim dados mais precisos para estimar a idade em função do volume pulpar.

Um desenho de estudo que combine uma abordagem longitudinal prospetiva, diversidade populacional através de um estudo multicêntrico e uma análise estatística rigorosa, ofereceria resultados mais fiáveis aplicáveis a uma população mais vasta para estimar a idade dentária. A integração de tecnologias avançadas e de uma metodologia rigorosa permitiria aperfeiçoar os modelos existentes e identificar melhor os dentes mais relevantes para este tipo de análise.

3. CONCLUSAO

A estimativa da idade dentária através da radiografia foi revolucionada pela imagem 3D e, em particular, pela tomografia de feixe cónico CBCT, que oferece uma precisão muito melhor do que a imagem 2D, bem como a possibilidade de observar estruturas de acordo com diversas incidências. Esta nova tecnologia permite assim criar imagens tridimensionais detalhadas das estruturas dentárias e, em particular, o que nos interessou neste estudo, da câmara pulpar. De facto, o volume da câmara pulpar diminui durante a vida dos indivíduos após a contínua aposição da dentina secundária ao longo do tempo, mas também devido a outros fatores que permanecem por explorar e investigar (cárie, erosão, etc.).

Esta investigação sistemática centrou-se em diversos estudos realizados em diferentes países como a Tunísia, Malásia, Irão, Jordânia, França, Japão e Índia. Estes estudos, que exploraram a relação entre o volume pulpar dos doentes e a sua idade cronológica através de radiografias de TCFC, confirmam uma correlação negativa significativa entre a idade e o volume pulpar e, assim, validam a eficácia da radiografia 3D e, em particular da TCFC para estimar a idade dentária dos indivíduos. Os incisivos centrais superiores, os caninos superiores e também os primeiros molares parecem ser os dentes que oferecem maior precisão nesta estimativa.

Vários campos beneficiam diretamente da estimativa da idade utilizando imagens 3D.

Na medicina forense, esta tecnologia pode ajudar na identificação de vítimas (restos biológicos) e pode também fornecer conhecimentos especializados num contexto jurídico.

Esta tecnologia interessa também à ortodontia e à odontopediatria para garantir que o tratamento é realizado no momento mais adequado, possibilitar o planeamento de intervenções e o acompanhamento do desenvolvimento oral da criança.

Pode também complementar a avaliação da maturidade óssea e do desenvolvimento dos indivíduos.

É igualmente relevante, em arqueologia e antropologia para estudar populações antigas, os seus estilos de vida e dieta alimentar.

Por último, tem também aplicação no domínio da migração e dos direitos humanos, a fim

de verificar a idade dos migrantes menores e permitir-lhes obter proteção jurídica adequada.

Esta tecnologia é, por isso, necessária em vários campos que vão desde o clínico e terapêutico, passando pela arqueologia e antropologia, até aos direitos humanos e à medicina forense.

No entanto, apesar dos resultados convincentes e promissores, foram observadas diversas variações dependendo dos dentes analisados, dos métodos e software utilizados, bem como das populações estudadas. Por exemplo, o volume pulpar dos primeiros molares apresenta uma maior correlação com a idade cronológica do que o volume pulpar dos 3º molares (variação biológica significativa dos 3º molares). Além disso, os estudos observam variações notáveis de acordo com o género, grupos etários ou regiões e países estudados, sugerindo que modelos específicos poderiam refinar as nossas estimativas.

Apesar das muitas vantagens que a imagem 3D oferece em comparação com a imagem 2D, nomeadamente uma melhor precisão da imagem, diferentes incidências possíveis e eliminação de possíveis distorções e enviesamentos de sobreposição inerentes à imagem 2D, a imagem 3D CBCT tem desvantagens: aumento da exposição à radiação que levanta questões éticas para os jovens ou doentes mais vulneráveis (história de cancro, imunodeficiência, doença crónica, etc.)

A conformidade com o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), recentemente renomeado ALADA (*As Low As Diagnostically Acceptable*), é essencial para garantir um bom equilíbrio entre benefício e risco.

Alguns estudos destacaram uma abordagem para melhorar a precisão da estimativa da idade: a análise combinada do volume pulpar de vários dentes em vez da escolha de um único dente. A utilização de software específico para a medição do volume pulpar através de modelos geométricos permitiu obter resultados fiáveis e reproduzíveis, confirmados por elevados coeficientes de correlação intraclasse.

No entanto, apesar deste progresso, as limitações persistem. A maioria dos estudos incluídos nesta investigação são de natureza retrospectiva, o que reduz a aplicabilidade dos resultados a outras populações e contextos clínicos. Embora a relação entre o volume de polpa e a idade seja significativa, persiste uma variabilidade inexplicável, sugerindo a existência de outros fatores que influenciariam esta relação.

Para obter resultados mais claros e ultrapassar estas limitações, estudos prospetivos,

longitudinais, multicêntricos e com seguimento a longo prazo e uma amostra diversificada (em faixa etária, populações, género) são necessárias para validar e refinar os modelos preditivos atuais.

Esta pesquisa mostra claramente a relevância da imagem 3D CBCT na estimativa da idade dentária e o seu valor acrescentado em comparação com a imagem 2D tradicional. Embora os resultados sejam encorajadores, são necessárias mais pesquisas para garantir a aplicabilidade dos resultados à população em geral. Por fim, a utilização destes avanços na prática diária deve ser realizada com especial atenção às limitações e questões éticas, com o principal objetivo de “*primum non nocere* (primeiro, não prejudicar), de forma a reduzir os riscos para os doentes.

Estimava da idade dentária utilizando o volume da câmara pulpar através da imagiologia 3D: revisão sistemática

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsoleihat, Firas, Al-Shayyab, Mohammad H, Kalbouneh, Heba, Al-Zer, Heba, Ryalat, Soukaina, Alhadidi, Abeer, Saoud, Hamza, Shaweesh, Ashraf I, Al-Omoush, Salah A, & Khraisat, Ameen. (2017). Age Prediction in the Adult Based on the Pulp-to-Tooth Ratio in Lower Third Molars: A Cone-beam CT Study. *International Journal of Morphology*, 35(2), 488-493. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000200017>.
- Asif, M. K., Nambiar, P., Mani, S. A., Ibrahim, N. B., Khan, I. M., & Sukumaran, P. (2018). Dental age estimation employing CBCT scans enhanced with Mimics software: Comparison of two different approaches using pulp/tooth volumetric analysis. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 54, 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2017.12.010>.
- Biuki, N., Razi, T., & Faramarzi, M. (2017). Relationship between pulp-tooth volume ratios and chronological age in different anterior teeth on CBCT. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(5), e688. <https://doi.org/10.4317/jced.53654>.
- Cameriere, R., De Luca, S., Biagi, R., Cingolani, M., Farronato, G., & Ferrante, L. (2012). Accuracy of three age estimation methods in children by measurements of developing teeth and carpals and epiphyses of the ulna and radius. *Journal of Forensic Sciences*, 57(5), 1263-1270. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2012.02120.x>
- Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology*, 211-227.
- Ge, Z. P., Ma, R. H., Li, G., Zhang, J. Z., & Ma, X. C. (2015). Age estimation based on pulp chamber volume of first molars from cone-beam computed tomography images. *Forensic Science International*, 253, 133-e1. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.05.004>.
- Ge, Z. P., Yang, P., Li, G., Zhang, J. Z., & Ma, X. C. (2016). Age estimation based on pulp cavity/chamber volume of 13 types of tooth from cone beam computed tomography images. *International Journal of Legal Medicine*, 130(4), 1159–1167. <https://doi.org/10.1007/s00414-016-1384-6>.
- Goldberg, M., Kulkarni, A. B., Young, M., & Boskey, A. (2011). Dentin: Structure, Composition and Mineralization: The role of dentin ECM in dentin formation and mineralization. *Frontiers in Bioscience (Elite edition)*, 3, 711. <https://doi.org/10.2741/e281>.
- Gulsahi, A., Kulah, C. K., Bakirarar, B., Gulen, O., & Kamburoglu, K. (2018). Age estimation based on pulp/tooth volume ratio measured on cone-beam CT images. *Dentomaxillofacial Radiology*, 47(1), 20170239. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20170239>.
- Jušić, M., Jakupović, S., Šehić, A., Julardžija, F., Jogunčić, A., Sofić, A., & Bajrović, J. (2023). Age estimation based on pulp-tooth volume ratio using cone-beam computed tomographic images. *Stomatological Review/Stomatološki Vjesnik*, 12(1).

- Kvaal, S. I., Kolltveit, K. M., Thomsen, I. O., & Solheim, T. (1995). Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Science International*, 74(3), 175-185. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(95\)01760-g](https://doi.org/10.1016/0379-0738(95)01760-g).
- Misch, K. A., Yi, E. S., & Sarment, D. P. (2006). Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *Journal of Periodontology*, 77(7), 1261-1266. <https://doi.org/10.1902/jop.2006.050367>.
- Molina, A., Bravo, M., Fonseca, G. M., Márquez-Grant, N., & Martín-de-Las-Heras, S. (2021). Dental age estimation based on pulp chamber/crown volume ratio measured on CBCT images in a Spanish population. *International Journal of Legal Medicine*, 135(1), 359-364. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02377-y>.
- Nemsi, H., Salem, N. H., Bouanene, I., Jomaa, S. B., Belhadj, M., Mosrati, M. A., & Chadly, A. (2017). Age assessment in canine and premolar by cervical axial sections of cone-beam computed tomography. *Legal Medicine*, 28, 31-36. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2017.07.004>.
- Nudel, I., Pokhojaev, A., Bitterman, Y., Shpack, N., Fiorenza, L., Benazzi, S., & Sarig, R. (2021). Secondary dentin formation mechanism: the effect of attrition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), 9961. <https://doi.org/10.3390/ijerph18199961>.
- Penaloza, T. Y. M., Karkhanis, S., Kvaal, S. I., Nurul, F., Kanagasingham, S., Franklin, D., ... & Tennant, M. (2016). Application of the Kvaal method for adult dental age estimation using Cone Beam Computed Tomography (CBCT). *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 44, 178-182. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2016.10.013>
- Pinchi, V., Pradella, F., Buti, J., Baldinotti, C., Focardi, M., & Norelli, G. A. (2015). A new age estimation procedure based on the 3D CBCT study of the pulp cavity and hard tissues of the teeth for forensic purposes: A pilot study. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 36, 150-157. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2015.09.015>.
- Rathore, A., Puri, N., Singh, B., Kaur, K., Singh, B., & Singh, S. (2022). Mandibular Teeth as Predictors in Forensic Age Estimation: A Cone-Beam Computed Tomography-Based Pulp Volume Regression Study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 14(1), 11–17. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_508_21.
- Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work?. *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707-730. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2008.05.005>.
- Smith, A. J. (2002). Pulpal responses to caries and dental repair. *Caries Research*, 36(4), 223-232. <https://doi.org/10.1159/000063930>
- Star, H., Thevissen, P., Jacobs, R., Fieuws, S., Solheim, T., & Willems, G. (2011). Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth. *Journal of Forensic Sciences*, 56, S77-S82. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01633.x>
- Sue, M., Oda, T., Sasaki, Y., & Ogura, I. (2017). Age-related changes in the pulp chamber of maxillary and mandibular molars on cone-beam computed tomography images. *Oral Radiology*, 34(3), 219–223. <https://doi.org/10.1007/s11282-017-0300-1>.

- Tardivo, D., Sastre, J., Catherine, J. H., Leonetti, G., Adalian, P., & Foti, B. (2013). Age determination of adult individuals by three-dimensional modelling of canines. *International Journal of Legal Medicine*, 128(1), 161–169. <https://doi.org/10.1007/s00414-013-0863-2>.
- Yang, Z., Fan, L., Kwon, K., Pan, J., Shen, C., Tao, J., & Ji, F. (2020). Age estimation for children and young adults by volumetric analysis of upper anterior teeth using cone-beam computed tomography data. *Folia Morphologica*, 79(4), 851-859. <https://doi.org/10.5603/FM.a2020.0004>.
- Yousefi, F., Mohammadi, Y., Ahmadvand, M., & Razaghi, P. (2023). Dental age estimation using cone-beam computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *Imaging Science in Dentistry*, 53(2), 91. <https://doi.org/10.5624/isd.20221226>.