

Aplicação da tomografia computadorizada de feixe cônico na estimativa de idade

Cone-beam computed tomography application in age estimation

Aplicación de la tomografía computadorizada de haz cónico en la estimación de la edad

Recebido: 12/07/2022 | Revisado: 29/07/2022 | Aceito: 08/08/2022 | Publicado: 17/08/2022

Airton Oliveira Santos-Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1916-1675>
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil
E-mail: airton.oliveira@unesp.br

Clemente Maia da Silva Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5401-6265>
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil
E-mail: c.face@terra.com.br

Karina Ines Medina Carita Tavares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7916-7900>
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil
E-mail: karina.medina@unesp.br

Mônica da Costa Serra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8820-2982>
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil
E-mail: monica.serra@unesp.br

Resumo

A estimativa de idade é um processo fundamental em Ciências Forenses. Diferentes métodos de avaliação da idade dentária foram desenvolvidos para estimar a idade cronológica de indivíduos vivos e mortos, incluindo o emprego de imagens 3D obtidas a partir de exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). O objetivo deste estudo foi analisar por meio de uma revisão de literatura, o emprego da TCFC na estimativa de idade. Para tanto, foram utilizados artigos científicos completos publicados em revistas nacionais e internacionais. A TCFC mostrou-se efetiva durante a estimativa de idade, em análises de dentes e ossos. No entanto, a idade cronológica, o nível de desenvolvimento dentário, bem como os diferentes grupos de dentes parecem influenciar as análises, determinado maior ou menor nível de confiabilidade na presunção da idade. Os exames de TCFC constituem uma excelente alternativa para análise dos tecidos dentário e ósseo, contribuindo significativamente para estimativa de idade.

Palavras-chave: Ciências forenses; Determinação da idade pelos dentes; Determinação da idade pelo esqueleto; Odontologia legal; Radiologia; Tomografia computadorizada de feixe cônico.

Abstract

Age estimation is a fundamental process in Forensic Science. Different methods of dental age assessment have been developed to estimate the chronological age of living and dead humans, including the use of 3D images obtained from Cone-beam Computed Tomography (CBCT). The aim of this study was to analyze, through a literature review, the use of CBCT for age estimation. For this purpose, complete scientific articles published in national and international journals were used. CBCT proved to be effective during age estimation, in dental and bone analyses. However, the chronological age, the level of dental development, as well as the different groups of teeth seem to influence the analyses, determining a higher or lower level of reliability in the presumption of age. CBCT exams are an excellent alternative for analyzing both dental and bone tissues, contributing significantly to age estimation.

Keywords: Forensic sciences; Age determination by teeth; Age determination by skeleton; Forensic dentistry; Radiology; Cone-beam computed tomography.

Resumen

La estimación de la edad es un proceso fundamental en las Ciencias Forenses. Diferentes métodos de evaluación de la edad dental fueron desarrollados para estimar la edad cronológica de individuos vivos y muertos, incluido el uso de imágenes 3D adquiridas por exámenes de tomografía computarizada de haz cónico (TCHC). El objetivo de este estudio fue analizar, a través de una revisión de literatura, el uso de TCHC en la estimación de la edad. Para ello, fueron utilizados artículos científicos completos publicados en revistas nacionales e internacionales. TCHC demostró ser eficaz durante la estimación de la edad, en el análisis de dientes y huesos. Sin embargo, la edad cronológica, el nivel de desarrollo dental, así como los diferentes grupos de dientes parecen influir en los análisis, determinando un

mayor o menor nivel de confiabilidad en la suposición de la edad. Los exámenes TCHC son una excelente alternativa para analizar el tejido dental y óseo, contribuyendo significativamente para la estimación de la edad.

Palabras clave: Ciencias forenses; Determinación de la edad por los dientes; Determinación de la edad por el esqueleto; Odontología forense; Radiología; Tomografía computarizada de haz cónico.

1. Introdução

A estimativa de idade é uma tarefa essencial em Ciências Forenses (Dalessandri et al., 2020). Este método pode ser avaliado por diferentes alternativas que auxiliam na determinação da idade fisiológica de indivíduos vivos ou mortos, no cumprimento de medidas criminais e civis, como também em situações de imigração e adoção quando os dados de nascimento estão ausentes ou apresentam origem duvidosa (Maret et al., 2011; Deitos et al., 2015; Dalessandri et al., 2020).

Dentes e ossos são amplamente utilizados na estimativa de idade (Maret et al., 2011; Deitos et al., 2015; Aydin & Bayrak, 2019; Asif et al., 2020). Os dentes são as estruturas mais mineralizadas do corpo humano e, portanto, conseguem resistir bem a altas temperaturas e situações extremas, como em casos de desastres em massa (Asif et al., 2020; Deitos et al., 2015), além de serem menos afetados por fatores genéticos, hormonais e alterações patológicas em comparações aos ossos (Aydin & Bayrak, 2019). Por isso, a idade dentária pode contribuir significativamente com informações fisiológicas que podem presumir a idade cronológica em indivíduos vivos ou restos mortais (Maret et al., 2011; Deitos et al., 2015; Asif et al., 2020). Em crianças e adolescentes, esse método é mais preciso, devido os dentes em desenvolvimento serem usados como indicadores da maturação óssea (Maret et al., 2011). Por outro lado, após o desenvolvimento da oclusão, a estimativa de idade é uma tarefa dificultosa, devido à alta variabilidade dos indicadores da idade fisiológica, tornando o processo mais incerto (Bjork & Kvaal, 2018). Nesses casos, os terceiros molares podem ser uma alternativa viável na estimativa de idade em adultos, devido ao período de desenvolvimento ser mais tardio, aproximadamente até os 20-23 anos de idade (Asif et al., 2020).

A maioria dos métodos utilizados na estimativa de idade em esqueletos ou dentes baseia-se em exames de imagens bidimensionais (2D) ou tridimensionais (3D) (Dalessandri et al., 2020). Claramente, métodos radiográficos 2D não conseguem fornecer uma visão tridimensional do objeto em análise devido às limitações de projeções que incluem distorções e sobreposições de estruturas anatômicas (Jain et al., 2019; Gioster-Ramos et al., 2021). Portanto, em tomadas de decisões em casos complexos, exames 2D podem acarretar em diagnóstico incorreto (Dalessandri et al., 2020; Wanzeler et al., 2020). Em contrapartida, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tem ganhado popularidade e grande aceitação na Odontologia nos últimos anos por gerar imagens 3D com menor dose de radiação, baixo custo, pequeno campo de visão e resolução espacial mais alta em comparação com a tomografia computadorizada multislice (Jain et al., 2019). Análises volumétricas dos tecidos dentários em imagens 3D obtidas por TCFC constituem excelente alternativa e têm apresentado ótimos resultados na estimativa da idade dentária (Maret et al., 2011; Zhang et al., 2019; Dalessandri et al., 2020).

Dentro desse contexto, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre a aplicação da TCFC na estimativa de idade.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento deste estudo, foi realizada uma revisão narrativa da literatura com base em artigos prévios que empregaram metodologia similar (Kuhnen et al., 2021; Gioster-Ramos et al., 2021; Tavares et al., 2022). Foi realizada uma ampla busca nas bases de dados PubMed, Medline, Scopus, Web of Science, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Google Scholar. Os seguintes descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH) foram empregados: “cbct”, “age estimation”, “teeth”, “children”, “young”, “adult”, “forensic odontology”, combinados pelo operador booleano “AND”.

O período não foi determinado, sendo selecionados artigos completos, em português ou inglês, que discutiam sobre o emprego da TCFC na estimativa de idade. Atendendo aos critérios de inclusão, foram utilizados artigos científicos publicados na íntegra em periódicos nacionais e internacionais relacionados com a temática aqui proposta. Trabalhos que iam em desencontro com o objetivo da presente pesquisa e que não estivessem completamente disponibilizados foram excluídos.

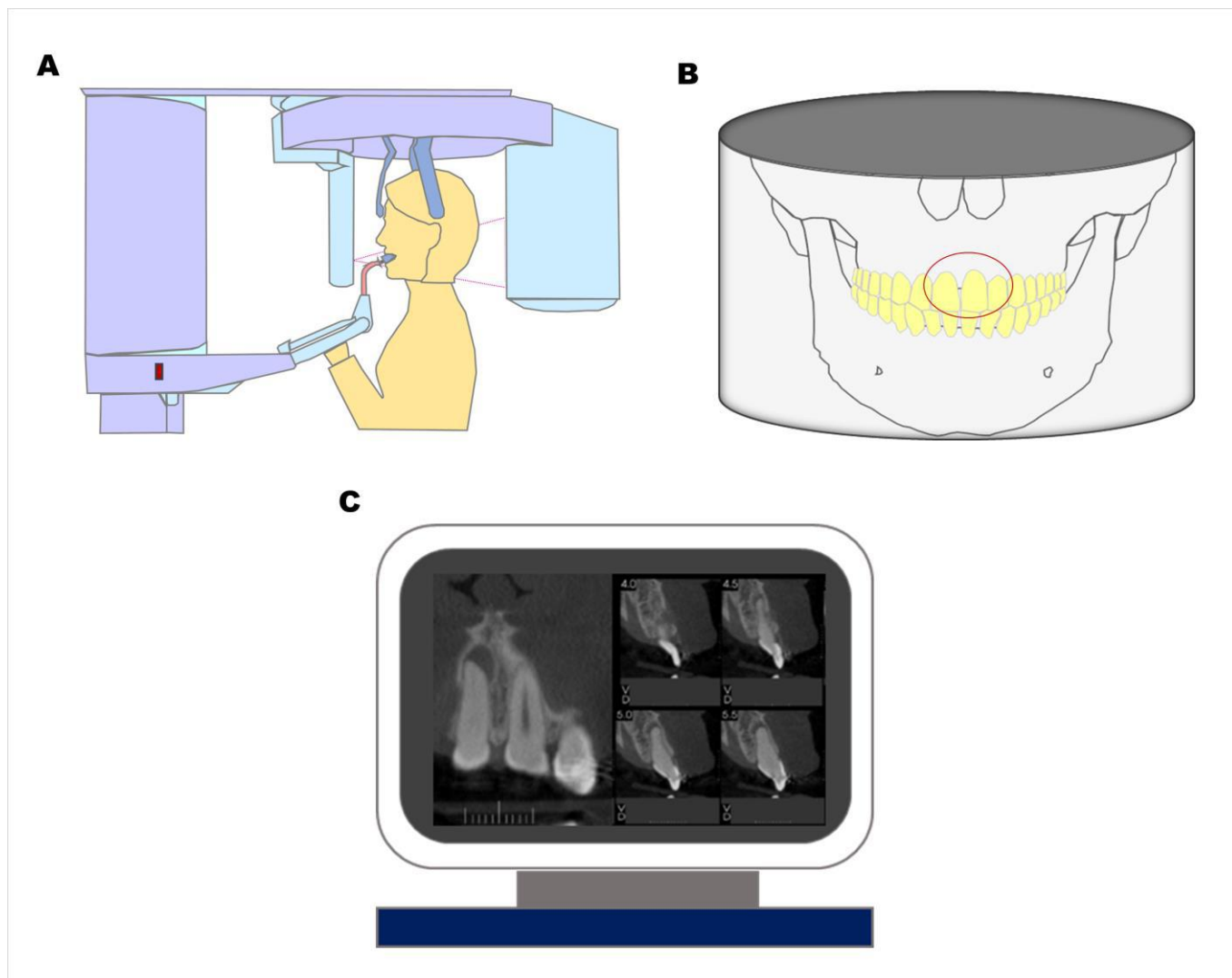
3. Resultados e Discussão

Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico:

A tomografia computadorizada foi desenvolvida no início da década de 1970 como meio auxiliar no diagnóstico em diversos campos da área médica por meio de imagens 3D (Hounsfield, 1973). No entanto, os aparelhos tomográficos eram grandes, apresentavam alto custo e, principalmente, submetiam os pacientes a doses relativamente altas de radiação (Nasseh & Al-Rawi, 2018). No intuito de superar essas limitações, Arai et al. (1999) desenvolveram e propuseram um protótipo de aparelho de TCFC para uso exclusivo em Odontologia denominado “Ortho-CT”. A principal diferença do aparelho “Ortho-CT” em relação aos aparelhos tomográficos convencionais consistia na substituição do filme cassete por um intensificador de imagem, que otimizou a operacionalidade do aparelho, aumentou a resolução das imagens 3D e diminuiu as doses de radiação. Este protótipo de TCFC mostrou alta taxa de sucesso como meio complementar no diagnóstico de alterações patológicas do sistema estomatognático (Terakado et al., 2000). A partir desses resultados promissores, diversas empresas do ramo radiológico começaram a desenvolver aparelhos de TCFC com diferentes especificações e disponibilizaram-nos comercialmente.

A TCFC é um avanço da tomografia computadorizada, pois necessita de uma única rotação da fonte de raios X ao redor do objeto de análise para aquisição das imagens (Nasseh & Al-Rawi, 2018). Em seguida, o conjunto de dados obtidos é reconstruído por meio de diferentes softwares disponíveis comercialmente e visualizados nos planos axiais, sagitais e coronais, podendo ainda ser manipulado no modo de navegação 3D, empregando diferentes ajustes de brilho, contraste, nitidez e filtros específicos que podem diminuir a expressão de artefatos (Bueno et al., 2018). O pequeno campo de visão, denominado de *Field of View* (FOV), bem como a alta resolução espacial aplicados nos exames de TCFC permitem investigação detalhada e confiável de dentes e áreas adjacentes, proporcionando adequado diagnóstico e plano de tratamento, superando as limitações de exames radiográficos baseados em imagens 2D (Nasseh & Al-Rawi, 2018; Wanzeler et al., 2020). No entanto, em um cenário clínico, o custo-benefício deve ser levado em consideração ao solicitar um exame de TCFC. A dose de radiação deve ser a menor possível para garantir a segurança do paciente e, ainda, ser efetiva para não prejudicar a confiabilidade dos resultados (Wanzeler et al., 2020).

Figura 1. Imagem representativa da aquisição de imagem por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico. **A.** Tomógrafo computadorizado de feixe cônico e paciente em posição para realização do escaneamento, **B.** Área de interesse, **C.** Imagens digitalizadas no computador.



Fonte: A e B: Elaboração própria; C: Arquivo pessoal dos autores.

A Figura 1 ilustra o processo de aquisição de imagem por meio da TCFC. É importante observar o pequeno FOV utilizado para análise da região de interesse, conforme ilustrado através do círculo vermelho na parte B da Figura 1, onde neste caso será realizada a investigação detalhada de parte da região anterior da maxila. O pequeno FOV associado ao menor tamanho de voxel nos exames de TCFC proporciona maior confiabilidade dos resultados, impactando positivamente nas tomadas de decisões clínicas.

Quadro 1. Principais conceitos identificados nos artigos utilizados na discussão do presente estudo.

Autores	Conceitos assumidos pelos autores
Nasseh & Al-Rawi, 2018	"No final dos anos 90, uma nova tecnologia empregando um feixe em forma de cone, denominada de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), facilitou a percepção 3D para os Cirurgiões-Dentistas".
Terakado et al., 2000	"(...) o desenvolvimento do ortocúbico de tomografia computadorizada de alta resolução (Orto-CT) planejado para auxiliar no tratamento de doenças bucais foi utilizado em 1992 no Departamento de Radiologia da Universidade de Nihon".
Wanzeler et al., 2020	"Embora a TCFC envolva doses mais altas de radiação em comparação com a radiografia periapical, ela aumenta o grau de confiabilidade no diagnóstico e plano de tratamento, especialmente em casos complexos".
Cantekin et al., 2013	"A introdução clínica da TCFC cria novas perspectivas para obtenção de imagens tridimensionais".
Ginzlova et al., 2019	"As imagens de TCFC reconstruídas em 3D são exibidas de forma mais adequada no terço apical do que em imagens panorâmicas geradas em 2D. Conseqüentemente, a classificação detalhada do terço apical dos dentes é mais acurada, a idade dentária é determinada com maior precisão e o desvio da idade cronológica é reduzido".
Jain et al., 2019	"A TCFC fornece uma visão tridimensional da cavidade pulpar, proporcionando uma determinação mais precisa da estimativa de idade dentária do indivíduo".
Gioster-Ramos et al., 2021	"A tomografia computadorizada 3D multislice e de feixe cônico, em Odontologia Forense, demonstrou ser útil em vários casos de necessidade de identificação, em acidentes".
Kuhnen et al., 2021	"(...) os métodos de Willems e Demirjian foram eficientes em populações estrangeiras, e o método de Moorrees apresentou maior sensibilidade para estimativa de idade em populações mais jovens".
Zirk et al., 2021	"As radiografias bidimensionais, mesmo executadas corretamente, são limitadas pois não fornecem uma visão tridimensional de um objeto".
Cameriere et al., 2006	"As áreas anatômicas mais importantes para estimativa de idade são os dentes e os punhos e as mãos".
Rózyło-Kalinowska et al. 2022	"A TCFC pode substituir a radiografia panorâmica, as quais são propensas a erros de posicionamento, distorção geométrica, imagem exorbitante, bem como interferir na anatomia radiológica, incluindo as chamadas "sombras fantasmas" de marcos anatômicos contralaterais".
Kazmi et al., 2019	"(...), a tecnologia 3D é introduzida na odontologia permitindo aos pesquisadores avaliar de forma abrangente a diminuição do volume da cavidade pulpar causada pela formação de dentina secundária".
Yang et al., 2020	"A configuração do dente muda ao longo do tempo, especialmente durante a fase de desenvolvimento. O forame apical torna-se menor em diâmetro; a coroa desenvolve-se com a formação do esmalte".
Asif et al., 2020	"A tecnologia de TCFC tornou-se uma das técnicas mais confiáveis de imagem 3D em ciências forenses".
Asif et al., 2019a	"O desenvolvimento do terceiro molar pode ser utilizado para determinar o status de idade juvenil versus a idade adulta, pois os demais dentes permanentes estão totalmente desenvolvidos por volta dos 15-16 anos".
Haghanifar et al., 2019	"(...) as imagens de TCFC, possibilita aos Cirurgiões-Dentistas, realizar uma avaliação da correlação entre idade e o volume da câmara pulpar".
Helmy et al., 2020	"A quantificação do volume da câmara pulpar através de análises por meio de TCFC emprega uma aproximação geométrica das diferentes partes do dente, especificamente da raiz, polpa e coroa, as quais podem compreender guias de base elíptica (raiz e polpa) ou guias de base elíptica truncados (coroa).

Asif et al., 2019b	“O volume de dados de TCFC pode ser reorientado de acordo com as características anatômicas do paciente porque é adquirido com o voxel apresentando natureza isotrópica”.
Motawei et al., 2020	“A mandíbula apresenta alterações morfológicas relacionadas ao tamanho e remodelação durante o desenvolvimento humano”. “(…) existe uma forte correlação entre a idade cronológica e a morfologia da mandíbula, especialmente no ramo”.
Aydin & Bayrak, 2019	“A TCFC fornece informações anatômicas precisas em planos sagitais, axiais, coronais e multiplanares para o diagnóstico e planejamento do tratamento clínico”.

Fonte: Elaboração própria.

Estimativa de idade em crianças e adolescentes:

A estimativa de idade torna-se importante para o conhecimento do crescimento e desenvolvimento em crianças e adolescentes (Cantekin et al., 2013), além de ser um fator relevante na identificação de pessoas no âmbito forense (Ginzolova et al., 2019). Métodos convencionais como radiografias periapicais, interproximais ou panorâmicas são usualmente utilizados, porém proporcionam imagens bidimensionais passíveis de distorção e sobreposição de estruturas anatômicas (Cantekin et al., 2013; Jain et al., 2019). Por outro lado, a TCFC fornece exames de imagens tridimensionais que tornam o processo de estimativa de idade em crianças e adolescentes mais confiável (Cantekin et al., 2013; Ginzolova et al., 2019; Gioster-Ramos et al., 2021).

Diversos métodos são empregados para estimativa de idade em crianças e adolescentes (Gelbrich et al., 2019, Kuhnen et al. 2021). O método de Nolla e Demirjian, através da classificação dos estágios de mineralização dentária, permitem determinar a idade cronológica de indivíduos (Nolla, 1960; Demirjian et al., 1973; Ginzolova et al., 2019; Zirk et al., 2021). No entanto, ambos os métodos são aplicados em imagens bidimensionais (Zirk et al., 2021). Ginzolova et al. (2019) compararam a idade cronológica com a idade dentária em crianças através do método de Demirjian usando radiografias panorâmicas ou TCFC. Os autores concluíram que o método de Demirjian tornou-se mais preciso e seguro quando empregado imagens de TCFC. Além disso, um estudo retrospectivo demonstrou que imagens 2D e 3D apresentaram diferenças significativas na estimativa de idade quando empregados os métodos de Nolla e Demirjian (Zirk et al., 2021). Por outro lado, o método quantitativo de Cameriere permite estimar a idade dentária em crianças por meio da mensuração dos dentes com ápices abertos (Cameriere et al., 2006). Diversos estudos mostraram a aplicabilidade do método de Cameriere em diferentes populações, empregando radiografias panorâmicas (Guo et al., 2015; Wolf et al., 2016; Rivera et al., 2017; Cameriere et al., 2018; Valluri et al., 2020). No entanto, limitações em imagens bidimensionais foram observadas, as quais podem ser sanadas pelo emprego das imagens 3D (Asif et al., 2019a). Różyło-Kalinowska et al. (2022) investigaram a confiabilidade do método de Cameriere utilizando exames de TCFC. As mensurações foram realizadas em 121 imagens de TCFC em indivíduos com idade entre 5 e 13 anos. Os autores demonstraram resultados favoráveis para a TCFC na estimativa de idade com base no método de Cameriere.

Embora os dentes sejam estruturas resistentes às forças físicas e químicas, eles sofrem modificações ao longo do tempo, especialmente na fase de desenvolvimento dentário (Chun et al., 2014; Shekhawat et al., 2016, Kuhnen et al., 2021). A deposição da dentina secundária é outro fator que reduz continuamente o volume polpa/dente (Kazmi et al., 2019). Dessa forma, a idade cronológica e o volume polpa/dente são correlacionados e utilizados como parâmetros na estimativa de idade dentaria (Gulsahi et al., 2018; Kazmi et al., 2019). Estudo prévio, empregando TCFC, investigou a associação da idade cronológica e volume polpa/dente em incisivos centrais e caninos superiores em crianças e adultos jovens. Os autores observaram uma correlação significativa entre a idade cronológica e o volume polpa/dente dos incisivos centrais e caninos tanto para homens e mulheres (Yang et al., 2020). Ainda, Asif et al. (2020) observaram uma forte correlação entre a idade cronológica e a área de superfície de caninos superiores com ápices em desenvolvimento. Além disso, as variações de idade

(95,6%) podem estar relacionadas ao sexo, à fase de desenvolvimento radicular e à área de superfície dos ápices dos caninos. Por outro lado, o desenvolvimento radicular do terceiro molar é uma alternativa para estimativa de idade em adolescentes (Cantekin et al., 2013; Veras et al., 2021), embora seja um dente com alterações no tempo de formação e idade de erupção (Hunt & Gleiser, 1955; Tanner, 1975). Prévio estudo demonstrou que análises tridimensionais da área de superfície dos ápices de terceiros molares inferiores em desenvolvimento podem ser empregadas na estimativa de idade (Asif et al., 2019a).

Estruturas ósseas também são utilizadas na estimativa de idade empregando imagens de tomografia computadorizada *multislice* ou TCFC (Kellinghaus et al., 2010; Sinanoglu et al., 2016; Bayrak et al., 2018). Bayrak et al. (2018) investigaram a eficácia do uso da corticação condilar para estimativa de idade na população turca. Os autores concluíram que o tipo de corticação nos côndilos direito e esquerdo podem ser diferentes no mesmo indivíduo. Além disso, a idade cronológica aumentou à medida que o processo de corticação dos côndilos ocorreu tanto no sexo masculino e feminino. Ainda, Sinanoglu et al. (2016) apontaram que a avaliação dos estágios de fusão da sincondrose esfeno-occipital em imagens de TCFC deve ser o método de escolha para estimativa de idade em indivíduos jovens.

Estimativa de idade em adultos:

Diferentes métodos de avaliação da idade dentária foram desenvolvidos para estimar a idade cronológica em adultos (Ginzolova et al., 2019). Basicamente, esses métodos utilizavam estágios de desenvolvimento da coroa dentária, da raiz e do nível de formação do ápice radicular em exames radiográficos bidimensionais que não caracterizavam a estrutura real dos objetos (Nolla, 1960; Demirjian et al., 1973; Demirjian & Goldstein, 1976; Ubelaker & Parra, 2008). Por outro lado, a estimativa de idade baseada em exames tridimensionais de TCFC e de microtomografia computadorizada têm demonstrado serem alternativas confiáveis (Zhang et al., 2019, Tavares et al. 2022). Vários estudos empregaram a TCFC para estimar a idade de indivíduos adultos, principalmente pelo emprego de dados volumétricos da deposição de dentina secundária na câmara pulpar usando diferentes grupos dentários (Ge et al., 2016; Gulsahi et al., 2018; Aydin & Bayrak, 2019; Gadelha et al., 2019; Haghanifar et al., 2019).

Análises volumétricas a partir de exames de TCFC da deposição de dentina secundária na câmara pulpar em incisivos centrais superiores mostraram grande confiabilidade para estimar a idade de iranianos (Haghanifar et al., 2019). A relação entre a idade cronológica e medidas do volume pulpar apontou que incisivos centrais superiores mostraram maior acurácia em relação a outros dentes na estimativa de idade, não havendo diferença entre os sexos masculino e feminino (Gulsahi et al., 2018). Em contraste, diferenças significativas foram observadas entre o volume da câmara pulpar de caninos superiores e inferiores entre homens e mulheres adultos; no entanto, essa diferença diminuiu após os 55 anos de idade (Kazmi et al., 2019). Em concordância, Helmy et al. (2020) também demonstraram a influência do sexo no volume da câmara pulpar de segundos molares superiores e inferiores, sendo maior em homens em comparação com as mulheres. O menor tamanho dos dentes nas mulheres e, conseqüentemente, o menor tamanho da câmara pulpar, associados a diferentes taxas hormonais no sexo masculino e feminino poderiam explicar tais achados (Kazmi et al., 2019; Helmy et al., 2020). Por outro lado, outros estudos relataram que a variável sexo não influenciou a estimativa de idade (Gulsahi et al., 2018; Bjork & Kvaal, 2018; Asif et al., 2019b).

Dentes que apresentem câmaras pulpares amplas, possibilitando adequado delineamento da anatomia radicular interna para posterior segmentação do volume pulpar em softwares dedicados de imagens de TCFC, mostram-se como primeira alternativa de escolha para estimativa de idade em adultos, incluindo dentes como incisivos centrais superiores, caninos e molares superiores e inferiores (Gulsahi et al., 2018; Haghanifar et al., 2019; Kazmi et al., 2019; Helmy et al., 2020). No entanto, o processo de deposição de dentina secundária é constante ao longo da vida (Kazmi et al., 2019). Desta forma, estimar a idade dentária em indivíduos com mais de 60 anos é um processo desafiador devido ao fato de o tecido pulpar sofrer drásticas reduções após essa faixa etária (Haghanifar et al., 2019; Kazmi et al., 2019). Por isso, a presunção de idade para

indivíduos jovens é mais confiável quando comparada aos idosos (Bjork & Kvaal, 2018). Neste último caso, a avaliação de estruturas ósseas pode representar mais uma opção para auxiliar na determinação da idade cronológica. Motawei et al. (2020) relataram que o comprimento do ramo da mandíbula pode ser utilizado com alto grau de precisão para determinação da idade de egípcios adultos através de exames de TCFC.

A aplicação da TCFC apresenta impacto positivo durante a estimativa de idade (Aydin & Bayrak, 2019; Ge et al., 2016; Gulsahi et al., 2018; Haghanifar et al., 2019; Zhang et al., 2019). No entanto, a literatura sugere mais investigações com um maior tamanho amostral, análises empregando diferentes grupos de dentes, populações distintas. Sugere ainda o estabelecimento de padronização nos intervalos de idade entre os indivíduos (Aydin & Bayrak, 2019; Haghanifar et al., 2019).

4. Considerações Finais

A TCFC pode ser considerada uma excelente alternativa para estimativa de idade, empregando análises quantitativas e qualitativas de dentes e ossos em alta resolução, podendo complementar metodologias convencionais. No entanto, esta tarefa pode se tornar mais desafiadora ao passo que a idade cronológica aumenta.

O desenvolvimento de novos estudos utilizando como abordagem metodológica modelos de revisão sistemática e integrativa da literatura são oportunos e necessários, permitindo uma melhor compreensão sobre o impacto da TCFC na estimativa de idade.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

- Arai, Y., Tammissalo, E., Iwai, K., Hashimoto, K., & Shinoda, K. (1999). Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol*, 28(4), 245-248.
- Asif, M. K., Ibrahim, N., Al-Amery, S. M., Muhammad, A., Khan, A. A., & Nambiar, P. (2020). A novel method of age estimation in children using three-dimensional surface area analyses of maxillary canine apices. *Leg Med (Tokyo)*, 44, 101690.
- Asif, M. K., Nambiar, P., Ibrahim, N., Al-Amery, S. M., & Khan, I. M. (2019a). Three-dimensional image analysis of developing mandibular third molars apices for age estimation: A study using CBCT data enhanced with Mimics & 3-Matics software. *Leg Med (Tokyo)*, 39, 9-14.
- Asif, M. K., Nambiar, P., Mani, S. A., Ibrahim, N. B., Khan, I. M., & Lokman, N. B. (2019b). Dental age estimation in Malaysian adults based on volumetric analysis of pulp/tooth ratio using CBCT data. *Leg Med (Tokyo)*, 36, 50-58.
- Aydin, Z. U., & Bayrak, S. (2019). Relationship Between Pulp Tooth Area Ratio and Chronological Age Using Cone-beam Computed Tomography Images. *J Forensic Sci*, 64(4), 1096-1099.
- Aydin, Z. U., & Bayrak, S. (2019). Relationship Between Pulp Tooth Area Ratio and Chronological Age Using Cone-beam Computed Tomography Images. *J Forensic Sci*, 64(4), 1096-1099.
- Bayrak, S., Halıcıoğlu, S., Kose, G., & Halıcıoğlu, K. (2018). Evaluation of the relationship between mandibular condyle cortication and chronologic age with cone beam computed tomography. *J Forensic Leg Med*, 55, 39-44.
- Bjork, M. B., & Kvaal, S. I. (2018). CT and MR imaging used in age estimation: a systematic review. *J Forensic Odontostomatol*, 36(1), 14-25.
- Bueno, M. R., Estrela, C., Azevedo, B. C., & Diogenes, A. (2018). Development of a New Cone-Beam Computed Tomography Software for Endodontic Diagnosis. *Braz Dent J*, 29(6), 517-529.
- Cameriere, R., Ferrante, L., & Cingolani, M. (2006). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med*, 120(1), 49-52.
- Cameriere, R., Velandia Palacio, L. A., Pinares, J., Bestetti, F., Paba, R., Coccia, E., & Ferrante, L. (2018). Assessment of second (I_{2M}) and third (I_{3M}) molar indices for establishing 14 and 16 legal ages and validation of the Cameriere's I_{3M} cut-off for 18 years old in Chilean population. *Forensic Sci Int*, 285, 205.e1-205.e5.

- Cantekin, K., Sekerci, A. E., & Buyuk, S. K. (2013). Dental computed tomographic imaging as age estimation: morphological analysis of the third molar of a group of Turkish population. *Am J Forensic Med Pathol*, 34(4), 357-362.
- Chun, K., Choi, H., & Lee, J. (2014). Comparison of mechanical property and role between enamel and dentin in the human teeth. *J Dent Biomech*, 5, 1758736014520809.
- Dalessandri, D., Tonni, I., Laffranchi, L., Migliorati, M., Isola, G., Visconti, L., Paganelli, C. (2020). 2D vs. 3D Radiological Methods for Dental Age Determination around 18 Years: A Systematic Review. *Appl Sci*, 10(9), 1-15.
- Deitos, A. R., Costa, C., Michel-Crosato, E., Galic, I., Cameriere, R., & Biazevic, M. G. (2015). Age estimation among Brazilians: Younger or older than 18? *J Forensic Leg Med*, 33, 111-115.
- Demirjian, A., & Goldstein, H. (1976). New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol*, 3(5), 411-421.
- Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Hum Biol*, 45(2), 211-227.
- Gadelha, M., Lima, J., Lima Arrais Ribeiro, I., & Santiago, B. (2019). Aplicabilidade do volume da câmara pulpar para a estimativa de idade em adultos a partir de tomografias computadorizadas de feixe cônico: um estudo piloto. *Rev Bras Odontol Leg*, 30-39.
- 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. *Int J Legal Med*, 130(4), 1159-1167.
- Gelbrich, B., Carl, C., & Gelbrich, G. (2020). Comparison of three methods to estimate dental age in children. *Clin Oral Investig*, 24(7), 2469-2475.
- Ginzolova, K., Dostalova, T., Eliasova, H., Bruna, R., & Vinsu, A. (2019). Comparison of dental and chronological age based on CBCT-generated panoramic images and reconstructed 3D images. *Anthropol Anz*, 76(1), 49-56.
- Gioster-Ramos, M. L., Silva, E. C. A., Nascimento, C. R., Fernandes, C. M. S., & Serra, M. C. (2021). Técnicas de identificação humana em Odontologia Legal. *Res Soc Dev*, 10(3), e20310313200.
- 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. *Dentomaxillofac Radiol*, 47(1), 1-7.
- Guo, Y. C., Yan, C. X., Lin, X. W., Zhou, H., Li, J. P., Pan, F., Zhang, Z. Y., Wei, L., Tang, Z., & Chen, T. (2015). Age estimation in northern Chinese children by measurement of open apices in tooth roots. *Int J Legal Med*, 129(1), 179-186.
- Haghanifar, S., Ghobadi, F., Vahdani, N., & Bijani, A. (2019). Age estimation by pulp/tooth area ratio in anterior teeth using cone-beam computed tomography: comparison of four teeth. *J Appl Oral Sci*, 27, e20180722.
- Helmy, M. A., Osama, M., Elhindawy, M. M., & Mowafey, B. (2020). Volume analysis of second molar pulp chamber using cone beam computed tomography for age estimation in Egyptian adults. *J Forensic Odontostomatol*, 3(38), 25-34.
- Hounsfield, G. N. (1973). Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. *Br J Radiol*, 46(552), 1016-1022.
- Hunt, E. E., Jr, & Gleiser, I. (1955). The estimation of age and sex of preadolescent children from bones and teeth. *Am J Phys Anthropol*, 13(3), 479-487.
- Jain, S., Choudhary, K., Nagi, R., Shukla, S., Kaur, N., & Grover, D. (2019). New evolution of cone-beam computed tomography in dentistry: Combining digital technologies. *Imaging Sci Dent*, 49(3), 179-190.
- Kazmi, S., Mânica, S., Revie, G., Shepherd, S., & Hector, M. (2019). Age estimation using canine pulp volumes in adults: a CBCT image analysis. *Int J Legal Med*, 133(6), 1967-1976.
- Kellinghaus, M., Schulz, R., Vieth, V., Schmidt, S., & Schmeling, A. (2010). Forensic age estimation in living subjects based on the ossification status of the medial clavicular epiphysis as revealed by thin-slice multidetector computed tomography. *Int J Legal Med*, 124(2), 149-154.
- Kuhnen, B., Fernandes, C. M. S., Barros, F., Andrade, J. M., Scarso Filho, J., Gonçalves, M., & Serra, M. C. (2021). Estimativa da idade por meio da análise da mineralização dentária e a sua contribuição forense. *Res Soc Dev*, 10(11), e598101119481.
- Maret, D., Peters, O. A., Dedout, F., Telmon, N., & Sixou, M. (2011). Cone-Beam Computed Tomography: a useful tool for dental age estimation? *Med Hypotheses*, 76(5), 700-702.
- Motawei, S., Helaly, A., Aboelmaaty, W., Elmahdy, K., Shabka, O., & Liu, H. (2020). Length of the ramus of the mandible as an indicator of chronological age and sex: A study in a group of Egyptians. *Forensic Sci Int: Reports*, 2, 100066.
- Nasseh, I., & Al-Rawi, W. (2018). Cone Beam Computed Tomography. *Dent Clin North Am*, 62(3), 361-391.
- Nolla, C. M. (1960) The development of permanent teeth. *J Dent Child*, 27, 254-266.
- Rivera, M., De Luca, S., Aguilar, L., Velandia Palacio, L. A., Galić, I., & Cameriere, R. (2017). Measurement of open apices in tooth roots in Colombian children as a tool for human identification in asylum and criminal proceedings. *J Forensic Leg Med*, 48, 9-14.
- Rózyło-Kalinowska, I., Kalinowski, P., Krasicka, E., Galić, I., Mehdi, F., & Cameriere, R. (2022). The Cameriere method using cone-beam computed tomography (CBCT) scans for dental age estimation in children. *Aust J Forensic Sci*, 54(3), 311-325.
- Shekhawat, K. S., & Chauhan, A. (2016). Analysis of dental hard tissues exposed to high temperatures for forensic applications: An in vitro study. *J Forensic Dent Sci*, 8(2), 90-94.

Sinanoglu, A., Kocasarac, H. D., & Noujeim, M. (2016). Age estimation by an analysis of spheno-occipital synchondrosis using cone-beam computed tomography. *Leg Med (Tokyo)*, 18, 13-19.

Tanner J. M. (1975). The measurement of maturity. *Trans Eur Orthod Soc*, 45-60.

Tavares, K. I. M. C., Fernandes, C. M. S., Santos-Junior, A. O., & Serra, M. C. (2022). O emprego da microtomografia computadorizada na estimativa da idade. *Res Soc Dev*, 11(7), e39711730010.

Terakado, M., Hashimoto, K., Arai, Y., Honda, M., Sekiwa, T., & Sato, H. (2000). Diagnostic imaging with newly developed ortho cubic super-high resolution computed tomography (Ortho-CT). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 89(4), 509-518.

Ubelaker, D. H., & Parra, R. C. (2008). Application of three dental methods of adult age estimation from intact single rooted teeth to a Peruvian sample. *J Forensic Sci*, 53(3), 608-611.

Valluri, R., Jain, Y., Lalitha, C., Sajjan, P., Ealla, K., & Dantu, R. (2020). Age Estimation in Mixed-dentition Children, Using Cameriere's European Formula and Demirjian's Method: A Comparative Pilot Study. *J Contemp Den Pract*, 21(3), 310-316.

Veras, N. P., Abreu-Pereira, C. A., Kitagawa, P. L. V., Costa, M. A., Lima, L. N. C., Costa, J. F., & Casanovas, R. C. (2021). Avaliação de um método de estimativa de idade pela mineralização dentária dos terceiros molares. *Res Soc Dev*, 10(7), e19410716524.

Wanzeler, A. M. V., Montagner, F., Vieira, H. T., Dias da Silveira, H. L., Arús, N. A., & Vizzotto, M. B. (2020). Can Cone-beam Computed Tomography Change Endodontists' Level of Confidence in Diagnosis and Treatment Planning? A Before and After Study. *J Endod*, 46(2), 283-288.

Wolf, T. G., Briseño-Marroquín, B., Callaway, A., Patyna, M., Müller, V. T., Willershausen, I., Ehlers, V., & Willershausen, B. (2016). Dental age assessment in 6- to 14-year old German children: comparison of Cameriere and Demirjian methods. *BMC Oral Health*, 16(1), 120.

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 Morphol (Warsz)*, 79(4), 851-859.

Zhang, Z. Y., Yan, C. X., Min, Q. M., Li, S. Q., Yang, J. S., Guo, Y. C., Jin, W. F., Li, L. J., Xing, P. F., & Li, J. (2019). Age estimation using pulp/enamel volume ratio of impacted mandibular third molars measured on CBCT images in a northern Chinese population. *Int J Legal Med*, 133(6), 1925-1933.

Zirk, M., Zoeller, J. E., Lentzen, M. P., Bergeest, L., Buller, J., & Zinser, M. (2021). Comparison of two established 2D staging techniques to their appliance in 3D cone beam computer-tomography for dental age estimation. *Sci Rep*, 11(1), 9024.