



FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Estudo com CBCT da variabilidade canalar em molares superiores

Margarida Andrade de Carvalho

Orientador: Professor Doutor Manuel Marques Ferreira

Co-orientador: Doutora Siri Paulo

Coimbra, Junho de 2020

Mestrado Integrado em Medicina Dentária
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra
Coimbra, 2019/2020

Estudo com CBCT da variabilidade canalar em molares superiores

M. Carvalho¹, P. Siri², M. Ferreira³

¹ Aluna do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Portugal

² Assistente Convidada, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Portugal

³ Professor Associado com Agregação, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Portugal

Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra Av. Bissaya
Barreto, Blocos de Celas
3000-075 Coimbra, Portugal
Telemóvel: +351 239 484 183
Fax: +351 239 402 910

E-mail: carvalho.margarida@gmail.com

ÍNDICE:

<i>RESUMO</i>	5
<i>ABSTRACT</i>	6
<i>INTRODUÇÃO</i>	7
<i>MATERIAIS E MÉTODOS</i>	9
<i>RESULTADOS</i>	12
<i>DISCUSSÃO</i>	19
<i>CONCLUSÃO</i>	22
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	23

RESUMO

Introdução: Os molares superiores são dentes clinicamente desafiantes devido à sua variabilidade anatômica e, por esse motivo, o tratamento endodôntico falha frequentemente quando o segundo canal mesiovestibular (MV2) não é localizado e devidamente tratado. O objetivo deste estudo foi investigar a variabilidade anatômica dos primeiros e segundos molares superiores através da análise de imagens de tomografias computadorizadas de feixe cônico (CBCT).

Materiais e métodos: Foram analisados 183 CBCT aleatórios com 303 primeiros e 307 segundos molares superiores não tratados. Calculou-se a prevalência do número de raízes, canais radiculares, configurações canalares, canais MV2 e o segundo canal distovestibular (DV2) e correlacionaram-se esses dados com o sexo, idade, quadrante e simetria entre dentes adjacentes e contralaterais dos primeiros e segundos molares superiores. Analisaram-se também os canais mesiovestibulares com comunicação e o número de forâmenes apicais.

Resultados: A maioria dos dentes apresentou 3 raízes (92% dos primeiros e 74,3% dos segundos molares) com 4 canais (64,7% primeiros e 37,1% segundos molares). A prevalência geral do MV2 foi de 73,6% e 39,7% e do canal DV2 4,6% e 0,6%, nos primeiros e segundos molares respectivamente. Na presença de canais MV2, a configuração mais frequente foi do tipo II, comunicantes e com 1 forâmen apical tanto no primeiro como no segundo molares superiores. Não se encontrou significância estatística entre a presença dos canais adicionais e o sexo e idade dos doentes ou quadrante dos dentes. Verificou-se uma simetria quanto ao número de raízes, canais e presença do canal MV2 em dentes contralaterais.

Discussão: A prevalência do canal MV2 continua variável entre muitos estudos, porém, sabe-se que é superior nos primeiros molares relativamente aos segundos molares superiores. De acordo com o presente estudo, existe uma elevada probabilidade de ser encontrado um canal MV2 num primeiro ou segundo molar superior caso este esteja presente no dente contralateral. As limitações deste estudo compreenderam o tamanho da amostra, a dimensão do *voxel* dos CBCT disponíveis e a ausência de registo dos dentes com raízes fusionadas.

Conclusão: O clínico deverá sempre suspeitar da existência de um canal MV2 no primeiro molar superior e ter em mente que é possível que este também surja no segundo, independentemente do sexo e da idade do doente.

PALAVRAS-CHAVE:

Endodontia, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Dente Molar Maxilar, Canal Radicular, Cavidade pulpar

ABSTRACT

Introduction: Upper molars are clinically challenging teeth due to their anatomical variability and, therefore, endodontic treatment often fails when the second mesio-buccal canal (MB2) is not located and properly treated. The aim of this study was to investigate the anatomical variability of the first and second molars through the analysis of cone beam computed tomography (CBCT) images.

Methodology: 183 random CBCT with 303 first and 307 second untreated molars were analyzed. The prevalence of the number of roots, root canals, root canal configurations, MB2 canals and the second disto-buccal canal (DB2) was calculated and then correlated with sex, age, quadrant and symmetry between adjacent and contralateral teeth. The mesio-buccal canals with communication and the number of apical foramina were also analyzed.

Results: Most teeth had 3 roots (92% of the first and 74.3% of the second molars) with 4 canals (64.7% first and 37.1% second molars). The overall prevalence of the MB2 was 73.6% and 39.7% and of the DV2 4.6% and 0.6%, in the first and second molars, respectively. When MB2 was present, the most frequent configuration was type II, with communication and with 1 apical foramen in both the first and second upper molars. No statistical significance was found between the presence of additional canals and the sex and age of patients or quadrant of teeth. There was a symmetry regarding the number of roots, canals and the presence of the MB2 in contralateral teeth.

Discussion: The prevalence of the MB2 remains variable among many studies, however, it is known that it is higher in the first molars compared to the second upper molars. According to the present study, there is a high probability of finding an MB2 in a first or second upper molar if it is present in the contralateral tooth. The limitations of this study included the sample size, the size of the available CBCT voxel and the lack of recording of teeth with fused roots.

Conclusion: The clinician should always suspect the existence of an MB2 in the first upper molar and keep in mind that it is possible that it will also appear in the second molar, regardless of the patient's sex and age.

KEYWORDS:

Endodontics, Cone-Beam Computed Tomography, Upper Molar, Root Canal, Dental Pulp Cavity

INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico carece de um minucioso conhecimento da anatomia dentária interna⁽¹⁾, para que seja efetuada uma correta desinfecção, instrumentação e obturação do sistema de canais radiculares.⁽²⁾

O conhecimento da morfologia e variações dos canais radiculares torna-se fundamental no planejamento e execução de um tratamento endodôntico⁽³⁾ uma vez que aumenta a sua previsibilidade.

Os primeiros e segundos molares superiores permanentes são clinicamente desafiantes devido à sua anatomia variável e complexa.⁽²⁾ São relatados como os mais frequentemente endodonciados, associados a tratamento endodôntico e um insucesso desta terapêutica superior aos restantes dentes^(1,4) devido à dificuldade clínica na detecção do segundo canal mesiovestibular (MV2).^(1,4,5)

A existência de um canal não identificado e, conseqüentemente, não tratado, num dente endodonciado constitui um reservatório bacteriano que impede a cicatrização dos tecidos periapicais e pode propiciar o desenvolvimento de lesões inflamatórias⁽⁶⁾, uma vez que o material infetado ou o tecido pulpar necrótico existentes não são devidamente removidos.⁽⁷⁾

Karabucak⁽⁸⁾, refere que o canal mais frequentemente não identificado nos molares superiores é o canal MV2. Nestas situações, os dentes são 4,38 vezes mais predisponentes a desenvolver lesões periapicais.^(8,9)

Segundo Vertucci⁽¹⁰⁾, o número de raízes corresponde, geralmente, ao número de canais radiculares, porém, em raízes com um formato oval, como são frequentemente relatadas nestes dentes⁽³⁾, poderão apresentar mais do que um canal, sendo necessária uma atenção redobrada.

De acordo com a literatura, o primeiro molar superior, considerado o dente anatomicamente mais complexo⁽¹¹⁾, apresenta frequentemente uma configuração anatómica com 3 raízes (mesiovestibular, distovestibular e palatina), ainda que sejam descritos casos com um número de raízes entre 1 e 5.^(1,12)

Uma revisão sistemática realizada em 2019, refere que o primeiro molar superior apresenta maioritariamente 3 raízes e uma prevalência do canal MV2 desde 30,9% a 96,7%.⁽¹³⁾

O segundo molar superior é descrito com uma prevalência superior de 2 ou 1 raízes comparativamente com o anterior, e uma prevalência do canal MV2 menor, entre 14% e 83%.⁽¹³⁾

As características morfológicas dentárias são fortemente hereditárias e minimamente afetadas por fatores ambientais⁽¹⁾, pelo que se justifica o estudo rigoroso das suas variações. Apesar da etiologia exata da formação de canais acessórios permanecer indeterminada, vários estudos referem a existência de uma relação entre as complexidades anatómicas dos molares superiores com a localização geográfica, sexo e idade dos doentes.^(1,6,7,13-15)

Como referido anteriormente, a falha na localização de um canal é uma das principais causas de insucesso endodôntico, pelo que a associação clínica de radiografias anguladas,^(4,7,10,16) bem como a utilização de sistemas de ampliação, como lupas ou microscópio cirúrgico são essenciais.^(15,17)

São vários os métodos utilizados para o estudo morfológico destes dentes, desde técnicas de coloração, secção transversal de dentes e imagens de microtomografia computadorizada (micro-CT), entre outros métodos *ex vivo* invasivos, com aplicabilidade clínica limitada.^(7,18,19) Um método *in vivo* não invasivo valioso para esta avaliação é a tomografia computadorizada de feixe cónico (acrónimo do inglês CBCT), cujas imagens tridimensionais permitem retirar informações igualmente fidedignas, ainda que o seu uso clínico não seja recomendado de forma rotineira.^(2,5,12,16,18,20)

Perante a diversidade de variações e configurações anatómicas relatadas na literatura, o objetivo deste estudo é a realização de uma análise de CBCT de primeiros e segundos molares superiores de forma a determinar o número de raízes, canais radiculares e as suas configurações numa amostra da população portuguesa e os resultados que se correlacionem com a idade, sexo, quadrante e simetria.

MATERIAIS E MÉTODOS

O protocolo para a realização deste estudo retrospectivo foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (Of. Ref^a 012-CE-2020 de 17/2/2020), com dispensa de apresentação do Termo de Consentimento Informado.

Foram selecionados de forma aleatória 183 exames de CBCT correspondentes a 70 doentes do sexo masculino e 113 do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 18 e os 73 anos. Foram analisados 610 dentes molares superiores dos quais 303 primeiros e 307 segundos molares superiores permanentes. Nenhum dos participantes foi sujeito a radiação com o propósito da realização do estudo, uma vez que os CBCT foram previamente efetuados no âmbito de diagnóstico e planos de tratamento clínicos da consulta de Medicina Dentária da Área de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

As imagens de CBCT analisadas foram realizadas por Técnicos de Radiologia experientes no equipamento I-CAT TM (KaVo Dental GmbH, Head Bismarckring 39 88400 Biberach/ Riß Germany), cujos parâmetros de scan das imagens de CBCT foram valores de campo de visão de 536 × 536 cm e 640 × 640 cm e dimensão do *voxel* de 300 μ m e 250 μ m, com o tempo de exposição, de acordo com o *software* do equipamento.

Como critérios de inclusão, foram consideradas imagens com pelo menos um primeiro ou segundo molar maxilar permanente totalmente erupcionados com ápex encerrado, de doentes com idade superior ou igual a 18 anos.

Os critérios de exclusão considerados foram as seguintes situações:

- (1) Molares superiores permanentes com tratamento endodôntico prévio, espigão ou restauração com coroa fixa;
- (2) Molares superiores permanentes com ápices imaturos, periodontite apical, calcificação ou reabsorção radicular evidentes;
- (3) Imagens com artefactos radiológicos, *beam-hardening* ou ruído, que não permitissem uma correta análise;
- (4) Molares superiores permanentes com cáries extensas até cervical ou na porção intermédia do canal.

Perante a incerteza relativamente ao número do dente, este não foi considerado para a amostra.

As imagens foram analisadas no programa iCATVision Versão 1.9.3.14, num ecrã Dell UltraSharp™ U2412M com uma resolução de ecrã de 1920 × 1200. Foi efetuada uma calibração interobservadores através de uma avaliação inicial de 30 imagens de CBCT e, na análise das restantes

imagens, em caso de incerteza, a decisão foi tomada por um clínico com mais de 20 anos de experiência.

Todas as imagens foram observadas num ambiente com pouca luminosidade, com 10 minutos de descanso entre cada 20 CBCT analisados. O examinador alterou a ampliação das imagens e as configurações de visualização, o contraste e a exposição, conforme necessidade, a fim de melhorar a visibilidade e identificação das estruturas examinadas.

Foram registados o sexo e a idade do doente e os primeiros (dentes 16 e 26) e segundos (dentes 17 e 27) molares permanentes presentes, com preservação da identidade do doente.

Procedeu-se à análise de cada dente molar superior permanente nos planos axial, coronal e sagital e registou-se o número de raízes e canais radiculares, bem como a presença de canais adicionais nas raízes mesiovestibular (MV), distovestibular (DV) e palatina (P). A pesquisa dos canais acessórios e a sua configuração canalar foi avaliada ao longo das raízes com uma observação contínua desde o pavimento pulpar até ao ápex. Dentes com as 3 raízes fusionadas foram considerados com 1 raiz e dentes com as raízes MV e DV fusionadas foram considerados com 2 raízes.

Na raiz MV determinou-se a presença ou ausência de um segundo canal e o sistema de configuração canalar de acordo com a classificação de Vertucci.⁽²¹⁾ Perante a presença do canal MV2 registou-se, adicionalmente, se os dois canais eram comunicantes.

A classificação da configuração canalar da raiz MV segundo Vertucci encontra-se representada na figura 1.⁽¹⁰⁾

Um canal único desde a câmara pulpar até ao ápice foi classificado como tipo I (1).

Dois canais independentes que saíram da câmara pulpar e que se uniram gradualmente num canal foram classificados como tipo II (2-1).

Um canal único que saiu da câmara pulpar, que se dividiu em 2 na raiz e que fundiram novamente num canal foi classificado como tipo III (1-2-1).

Dois canais independentes que se estenderam desde a câmara pulpar até ao ápice foram classificados como tipo IV (2).

Um canal único que saiu da câmara pulpar e que se dividiu em 2 foi classificado como tipo V (1-2).

Dois canais independentes que partiram da câmara pulpar, que se uniram no meio da raiz e que, próximo do ápice, voltaram a dividir-se em 2 canais foram classificados como tipo VI (2-1-2).

Um único canal que saiu da câmara pulpar, que se separou em 2 canais, que se juntou após alguma distância e que, próximo do ápice, se dividiu novamente em 2 canais foi classificado como tipo VII (1-2-1-2).

Três canais totalmente independentes desde a câmara pulpar até o ápice foram classificados como tipo VIII (3).

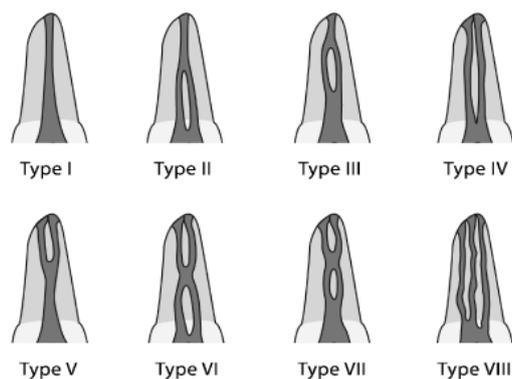


Figura 1. Representação da classificação canalar de Vertucci

A análise estatística foi realizada no *software* SPSS (Versão 24.0; SPSS Armonk, NY: IBM Corp.). A correlação entre o número de raízes, canais radiculares, sexo (masculino; feminino), faixa etária (20-39 anos; 40-59 anos; ≥ 60 anos), quadrante (1º quadrante, lado direito; 2º quadrante, lado esquerdo), dente (primeiro molar superior; segundo molar superior), comunicação entre canais MV2 (comunicantes; independentes), número de forâmenes na presença de canais MV2 e simetrias entre dentes bilaterais e adjacentes foi determinada através do teste qui-quadrado de Pearson. Foram consideradas diferenças estatisticamente significativas quando o valor p foi inferior a ,05.

RESULTADOS

Foram analisados 610 molares superiores permanentes, dos quais 303 primeiros molares e 307 segundos molares superiores, que compreenderam 70 (38%) doentes do sexo masculino e 113 (62%) do sexo feminino.

Foi determinado o número de raízes dos molares analisados, em que os primeiros molares superiores apresentaram 3 raízes em 92%, 2 raízes em 7,3% e 1 raiz em 0,7%. Os segundos molares superiores apresentaram 74,3% com 3 raízes, 18,6% com 2 raízes, 6,5% com 1 raiz e 0,6% com 4 raízes (**Tabela 1**). Verificou-se, tanto nos primeiros como nos segundos molares superiores, uma configuração radicular mais frequente de 3 raízes. Apenas foram observados molares com 4 raízes nos segundos molares superiores. Verificou-se uma associação estatisticamente significativa entre o número de raízes e o primeiro e segundo molares superiores.

Tabela 1. Frequências absoluta e relativa do número de raízes nos primeiros e segundos molares superiores permanentes

Número de raízes	1º Molar superior, <i>n</i> (%)	2º Molar superior, <i>n</i> (%)
1 raiz	2 (0,7)	20 (6,5)
2 raízes	22 (7,3)	57 (18,6)
3 raízes	279 (92)	228 (74,3)
4 raízes	0 (0,0)	2 (0,6)
Total	303 (100,0)	307 (100,0)

Com significância estatística ($p < ,05$).

A relação entre o número de canais presentes nos primeiros e segundos molares superiores foi analisada (**Tabela 2**). Observou-se uma maior prevalência de 4 canais nos primeiros molares (69,3%) e de 3 canais nos segundos molares (55,4%). Tanto nos primeiros como nos segundos molares, 209 e 121 dentes respectivamente, que apresentaram 4 canais, tinham um canal MV2, enquanto que apenas 1 dente de cada apresentou um canal adicional na raiz DV. Dos segundos molares, 2 dentes apresentaram 4 canais, dos quais 1 canal distopalatino (DP) e 1 canal mesiopalatino (MP), correspondentes a 2 raízes palatinas (**Figura 2**). Nenhum dos dentes observados apresentou dois canais na raiz palatina. Verificou-se um número superior de dentes com 5 canais nos primeiros molares comparativamente com os segundos molares e, conseqüentemente, de canais MV2 e DV2. Dos 14 primeiros molares superiores com 5 canais, 13 apresentaram simultaneamente um canal adicional MV e DV (**Figura 3**), e 1 apresentou 3 canais na raiz mesiovestibular.

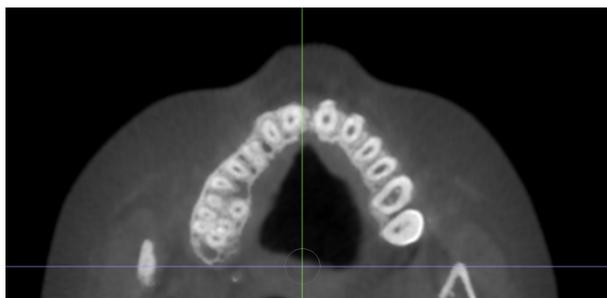


Figura 2. Segundo molar superior direito (dente 17) com 4 raízes e 4 canais.

Tabela 2. Frequências absoluta e relativa do número de canais em primeiros e segundos molares superiores

Número de canais	1º Molar superior, <i>n</i> (%)	2º Molar superior, <i>n</i> (%)
1	1 (0,3)	0 (0,0)
2	0 (0,0)	12 (3,9)
3	78 (25,8)	170 (55,4)
4	210 (69,3)	124 (40,4)
Com canal MV2	209	121
Com canal DV2	1	1
Com canais MP e DP	0	2
5	14 (4,6)	1 (0,3)
Com canal MV2	14	1
Com canal DV2	13	1
Total	303 (100,0)	307 (100,0)

Canal MV2, segundo canal mesiovestibular; Canal DV2, segundo canal distovestibular; Canal MP, canal mesiopalatino; Canal DP, canal distopalatino

Sem significância estatística ($p > ,05$)



Figura 3. Primeiro molar superior esquerdo (dente 26) com 3 raízes e 5 canais.

Foi analisada a relação existente entre o número de canais por número de raízes nos primeiros e segundos molares superiores, com significância estatística nos dentes com 1, 2 e 3 raízes (**Tabela 3**). Nos segundos molares superiores monorradiculares, 2 apresentaram 4 canais, em localizações sugestivas da presença de um canal mesiovestibular adicional. Em ambas as categorias de molar superiores foram observados molares com 2 raízes, e um destes com 5 canais, correspondentes a canais MV2 e DV2.

Tabela 3. Frequências absoluta e relativa de canais por raízes de primeiros e segundos molares superiores

Nº de raízes	Nº de canais	1º Molar superior, n (%)	2º Molar superior, n (%)
1	1	1 (0,3)	0 (0,0)
	2	0 (0,0)	5 (1,6)
	3	1 (0,3)	13 (4,2)
	4	0 (0,0)	2 (0,7)
2	2	0 (0,0)	7 (2,3)
	3	7 (2,4)	43 (14,0)
	4	14 (4,6)	6 (2,0)
	5	1 (0,3)	1 (0,3)
3	3	70 (23,1)	114 (37,1)
	4	196 (64,7)	114 (37,1)
	5	13 (4,3)	0 (0,0)
4	4	0 (0,0)	2 (0,7)
Total		303 (100,0)	307 (100,0)

Significância estatística nos dentes com 1, 2 e 3 raízes ($p < 0,05$).

As configurações canalares dos canais MV no primeiro molar superior, segundo a classificação de Vertucci⁽²¹⁾ (**Tabela 4**), foram mais frequentemente do tipo II (39,0%), seguido do tipo IV (29,0%), tipo I (26,4%), tipo VI (0,7%) e os tipos III, VII e VIII com a mesma frequência (0,3%). No segundo molar, a configuração canalar mais frequente foi do tipo I (59,0%), seguido do tipo II (25,2%), tipo IV (12,4%), tipo III (2,7%) e, por último, do tipo VI (0,7%). Foram excluídos 13 dentes por não se enquadrarem na classificação previamente estabelecida para esta análise, uma vez que se trata de dentes com 1 raiz e 1 canal, 1 raiz e 2 canais e 2 raízes e 2 canais. Não obstante, totalizaram-se 99,7% e 96,1% dos dentes primeiros e segundos molares superiores, respectivamente, da amostra.

Tabela 4. Frequências absoluta e relativa das configurações canalares dos canais MV, segundo Vertucci, nos primeiros e segundos molares superiores

	Tipo I, <i>n</i> (%)	Tipo II, <i>n</i> (%)	Tipo III, <i>n</i> (%)	Tipo IV, <i>n</i> (%)	Tipo V, <i>n</i> (%)	Tipo VI, <i>n</i> (%)	Tipo VII, <i>n</i> (%)	Tipo VIII, <i>n</i> (%)	Total
	1	2-1	1-2-1	2-2	1-2	2-1-2	1-2-1-2	3-3	
1° M	79 (26,4)	118 (39,0)	12 (4,0)	88 (29,0)	1 (0,3)	2 (0,7)	1 (0,3)	1 (0,3)	302*
2° M	173 (59,0)	75 (25,2)	8 (2,7)	37 (12,4)	0 (0,0)	2 (0,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	295*

*Foram excluídos 13 dentes, 1 primeiro molar e 12 segundos molares

1°M, primeiro molar superior; 2°M, segundo molar superior

Sem significância estatística ($p > ,05$)

Determinou-se uma prevalência geral de 73,6% de canais MV2 nos primeiros e 39,7% nos segundos molares superiores (**Tabela 5**). Nos dentes com 3 raízes e 4 canais, a prevalência do canal MV2 foi de 74,5% e 49,6% para os primeiros e segundos molares superiores respectivamente. Verificou-se que a frequência de canais DV2 foi menor com uma prevalência 4,6% nos primeiros e de 0,6% nos segundos molares superiores.

Tabela 5. Frequência absoluta e relativa dos canais MV2 e DV2 em primeiros e segundos molares superiores

		1° Molar superior, <i>n</i> (%)	2° Molar superior, <i>n</i> (%)
Canal MV2	Ausente	80 (26,4)	185 (62,3)
	Presente	223 (73,6)	122 (39,7)
	Total	303 (100,0)	307 (100,0)
Canal DV2	Ausente	289 (95,3)	305 (99,4)
	Presente	14 (4,6)	2 (0,6)
	Total	303 (100,0)	307 (100,0)

Canal MV2, segundo canal mesiovestibular; Canal DV2, segundo canal distovestibular;

Com significância estatística nos canais MV2 e DV2 ($p < ,05$)

Nos molares em que se verificou a existência de um canal MV2, 60,5% e 69,7% eram comunicantes nos primeiro e segundo molares superiores, respetivamente, com um valor estatístico a 10% (**Tabela 6**). Adicionalmente, foi analisado o número de forâmenes de cada dente com um canal MV2 e, tanto no primeiro como no segundo molar superior, verificou-se uma prevalência superior de 1 forâmen, 58,3% e 68,0%, respetivamente (**Tabela 7**).

Tabela 6. Frequências absoluta e relativa de canais MV2 comunicantes e independentes

Canal MV2	1º molar superior, <i>n</i> (%)	2º molar superior, <i>n</i> (%)
Independentes, <i>n</i> (%)	88 (39,5)	37 (30,3)
Comunicantes, <i>n</i> (%)	135 (60,5)	85 (69,7)
Total	223 (100,0)	122 (100,0)

Canal MV2, segundo canal mesiovestibular

Com significância estatística a ,01

Tabela 7. Frequência absoluta e relativa de canais MV2 com 1, 2 ou 3 forâmenes

Canal MV2	1º molar superior, <i>n</i> (%)	2º molar superior, <i>n</i> (%)
1 forâmen	130 (58,3)	83 (68,0)
2 forâmenes	92 (41,3)	39 (32,0)
3 forâmenes	1 (0,4)	0 (0,0)
Total	223 (100,0)	122 (100,0)

Canal MV2, segundo canal mesiovestibular

Sem significância estatística ($p > ,05$)

Não foram encontradas relações estatisticamente significativas entre a existência de canais MV2 e DV2, nos primeiros e segundos molares superiores, e o quadrante dos mesmos e o sexo e idade dos doentes (**Tabela 8**), ainda que o número de canais MV2 e DV2 tenha sido superior no sexo feminino e na faixa etária dos 20 aos 39 anos tanto no primeiro como no segundo molares superiores. A prevalência de canais MV2 foi superior no segundo quadrante dos primeiros molares e no primeiro quadrante dos segundos molares superiores. Os canais DV2 foram mais frequentes no segundo quadrante dos primeiros molares superiores.

Tabela 8. Frequências absoluta e relativa dos canais MV2 e DV2 em primeiros e segundos molares superiores e a sua relação com sexo, faixa etária e quadrante

		Sexo		Faixa etária			Quadrante	
		Masculino, n (%)	Feminino, n (%)	20 - 39 anos, n (%)	40 - 59 anos, n (%)	≥ 60 anos, n (%)	1°Q, n (%)	2°Q, n (%)
MV2	1° M (n= 223)	88 (39,5)	135 (60,5)	161 (72,2)	45 (20,2)	17 (7,6)	109 (48,9)	114 (51,1)
	2° M (n= 122)	45 (36,9)	77 (63,1)	88 (72,1)	25 (20,5)	9 (7,4)	67 (54,9)	55 (45,1)
DV2	1° M (n= 14)	5 (35,8)	9 (64,2)	8 (57,2)	3 (21,4)	3 (21,4)	6 (42,9)	8 (57,1)
	2° M (n= 2)	1 (50,0)	1 (50,0)	2 (100)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (50,0)	1 (50,0)

1°M , primeiro molar superior; 2°M, segundo molar superior

1°Q: primeiro quadrante, dentes 16 e 17; 2°Q: segundo quadrante, dentes 26 e 27

Canal MV2, segundo canal mesiovestibular; Canal DV2, segundo canal distovestibular

Sem significância estatística ($p >,05$)

Foi avaliada a associação estatística entre a presença do canal MV2 (**Tabela 9**), do número de raízes (**Tabela 10**) e do número de canais (**Tabela 11**) e os dentes por molares (primeiro e segundo molares superiores, isto é, entre os dentes 16 e 26 e os dentes 17 e 27) e dentes por quadrantes (entre cada um dos lados em boca, isto é, dentes 16 e 17 e dentes 26 e 27).

Tabela 9. Avaliação da associação entre a presença e ausência do canal MV2 entre os primeiros e segundos molares superiores e entre os molares dos dois quadrantes superiores

		Molares superiores		Quadrante	
		1° Molar (dentes 16 e 26), n (%)	2° Molar (dentes 17 e 27), n (%)	1° Q (dentes 16 e 17), n (%)	2° Q (dentes 26 e 27), n (%)
Canal	Ausente	80 (30,2)	185 (69,8)	126 (47,5)	139 (52,5)
MV2	Presente	223 (64,6)	122 (35,4)	176 (51,0)	169 (49,0)

1°Q: primeiro quadrante, dentes 16 e 17; 2°Q: segundo quadrante, dentes 26 e 27 Canal MV2, segundo canal mesiovestibular

Com significância estatística quanto aos molares ($p <,05$); Sem significado estatístico quanto ao quadrante ($p >,05$)

Nas três avaliações, apenas se verificaram associações significantes entre os molares superiores. Quanto aos quadrantes, não se verificou uma associação significativa, o que demonstra uma distribuição equitativa dos valores e permite estabelecer uma simetria entre os dois lados da boca. Assim, até certo ponto, existe previsibilidade entre os molares superiores dos lados esquerdo e direito relativamente à presença do canal MV2 e do número de raízes e canais.

Tabela 10. Avaliação da associação entre o número de raízes entre os primeiros e segundos molares superiores e entre os molares dos dois quadrantes superiores

		Molares superiores		Quadrante	
		1° Molar	2° Molar	1° Q	2° Q
		(dentes 16 e 26), n (%)	(dentes 17 e 27), n (%)	(dentes 16 e 17), n (%)	(dentes 26 e 27), n (%)
Nº raízes	1	2 (9,1)	20 (90,9)	7 (31,8)	15 (68,2)
	2	22 (27,8)	57 (72,2)	40 (50,6)	39 (49,4)
	3	279 (55,0)	228 (45,0)	254 (50,1)	253 (49,9)
	4	0 (0,0)	2 (100,0)	1 (50,0)	1 (50,0)

1°Q: primeiro quadrante, dentes 16 e 17; 2°Q: segundo quadrante, dentes 26 e 27 Canal MV2, segundo canal mesiovestibular

Com significância estatística quanto aos molares ($p < ,05$); Sem significado estatístico quanto ao quadrante ($p > ,05$)

Tabela 11. Avaliação da associação entre o número de canais entre os primeiros e segundos molares superiores e entre os molares dos dois quadrantes superiores

		Molares superiores		Quadrante	
		1° Molar	2° Molar	1° Q	2° Q
		(dentes 16 e 26), n (%)	(dentes 17 e 27), n (%)	(dentes 16 e 17), n (%)	(dentes 26 e 27), n (%)
Nº canais	1	1 (100,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (100,0)
	2	0 (0,0)	12 (100,0)	5 (41,7)	7 (58,3)
	3	78 (31,5)	170 (68,5)	118 (47,6)	130 (52,4)
	4	210 (62,9)	124 (37,1)	174 (52,1)	160 (47,9)
	5	14 (93,3)	1 (6,7)	5 (33,3)	10 (66,7)

1°Q: primeiro quadrante, dentes 16 e 17; 2°Q: segundo quadrante, dentes 26 e 27 Canal MV2, segundo canal mesiovestibular

Com significância estatística quanto aos molares ($p < ,05$); Sem significado estatístico quanto ao quadrante ($p > ,05$)

DISCUSSÃO

Muitos estudos têm sido realizados na tentativa de obter um rigoroso conhecimento da anatomia interna dos molares superiores permanentes, dado que a sua variabilidade tem implicações clínicas, nomeadamente na falha da localização do canal MV2 e, conseqüentemente, insucesso terapêutico.

O exame radiográfico é essencial e frequentemente utilizado em todas as etapas de um tratamento endodôntico, desde o diagnóstico à avaliação do processo de cicatrização. No entanto, a correta análise da anatomia interna dos dentes é comprometida devido à sua natureza bidimensional.^(4,16,22-24) Clinicamente, o microscópio operatório e o uso de lupas auxiliam na localização dos canais MV2.^(9,17) No entanto, o CBCT supera estas limitações com imagens tridimensionais⁽²⁰⁾ nas quais é possível observar a anatomia completa do canal até ao forâmen apical, onde geralmente se verificam mais variações.⁽⁹⁾

O CBCT apesar de apresentar menor qualidade de imagem que o micro-CT, método *ex-vivo gold-standard*^(25,26), é um método eficaz para a identificação da anatomia do sistema de canais radiculares.^(13,25,27)

Este estudo observacional utilizou imagens de CBCT, considerada a metodologia ideal⁽¹³⁾, para analisar e avaliar a morfologia canalar e radicular dos primeiros e segundos molares superiores nos três planos espaciais.^(16,23,28)

A Associação Americana de Endodontia e a Sociedade Europeia de Endodontia recomendam, na declaração de posição conjunta, que o uso de CBCT não deve ser utilizado de forma rotineira, no entanto, no âmbito da endodontia, o CBCT de campo de visão limitado é uma recomendação válida perante dentes com anatomia complexa e com potenciais canais acessórios.^(5,16,28-30) De forma a otimizar a dose de diagnóstico médico e melhorar a qualidade das imagens de CBCT, o *National Council on Radiation Protection and Measurements* (NCRP) aconselha a seguir o princípio ALADA (*As Low As Diagnostically Acceptable*).^(5,31)

O CBCT apresenta como limitações os artefactos de dispersão (*scatter*) e de endurecimento do feixe (*beam hardening*), que resultam das estruturas adjacentes de alta densidade, como materiais radiopacos e esmalte, e influenciados pela idade dos doentes, uma vez que se verifica alteração da qualidade da imagem em doentes mais velhos.^(8,16,20,27)

Este estudo demonstrou uma prevalência superior de 3 raízes tanto nos primeiros como nos segundos molares, o que se encontra de acordo com a maioria dos estudos.^(6,14,15,32-36)

Alguns autores^(13,18,37) relatam que os segundos molares superiores apresentaram um número superior de dentes com 1 ou 2 raízes, tal como se verificou neste estudo. Apenas se verificaram 4 raízes em segundos molares superiores.

A presença de 3 raízes e 4 canais foi a configuração mais frequente, com uma prevalência do canal MV2 nesta situação de 74,5% e 49,6% para o primeiro e segundo molares superiores

respetivamente. O segundo molar superior apresentou uma frequência igual de 3 raízes e 3 canais e 3 raízes e 4 canais. Uma revisão sistemática de 2019 refere que a frequência do canal MV2 no segundo molar é menor, o que poderá estar relacionado com as diferentes morfologias externas e internas dos próprios dentes, uma vez que se verifica uma menor percentagem de canais MV2 nos segundos molares com 1 ou 2 raízes.⁽¹³⁾

A prevalência geral do canal MV2 foi de 73,6% nos primeiros molares e 39,7% nos segundos molares superiores, valores que não diferem de muitos estudos realizados. ^(14,19,25,34,35) No entanto, alguns autores reportam uma prevalência inferior ^(4,6,9,32,37-39), entre os quais Vertucci⁽²¹⁾, com uma prevalência do canal MV2 de 55% nos primeiros molares e 29% nos segundos molares superiores e Pan⁽²⁹⁾ com uma prevalência do canal MV2 de 36,3% e 8,5% respetivamente.

A prevalência do canal DV2 neste estudo foi de 4,6% nos primeiros molares e 0,6% nos segundos molares, superior ao que foi registado por Tian⁽³⁸⁾, que reporta uma prevalência de 1,8% nos primeiros molares superiores.

A configuração canalar dos canais MV2, segundo Vertucci, mais frequente foi do tipo II (39,0% nos primeiros e 25,2% nos segundos molares superiores) seguida do tipo IV (29,0% nos primeiros e 12,4% nos segundos molares superiores). Apesar da variação entre os valores, os estudos apontam maioritariamente para uma prevalência de canais do tipo II superior ao tipo IV.^(1,19,32,33,40)

Neste estudo, 58,3% dos primeiros molares e 68,0% dos segundos molares apresentaram apenas 1 forâmen apical, o que está de acordo com o estudo de Martins⁽³⁴⁾. Cleghorn⁽¹⁵⁾ reporta, também, prevalências semelhantes quanto ao primeiro molar superior, de 61,1% com um forâmen apical único e 38,3% com dois forâmenes apicais. Esta análise tem especial relevância uma vez que, segundo Weine⁽⁴¹⁾ o resultado do tratamento de um dente com um canal MV2 que termine num único forâmen apical, cujo canal adicional não é tratado, poderá ter sucesso caso a selagem do segundo canal seja corretamente efetuada. No entanto, caso os canais não se fundam e se verifiquem 2 forâmenes apicais, o resultado do tratamento será comprometido. Ratanajirasut⁽³²⁾ acrescenta que se os dois canais se unirem perto do ápice e um deles não for devidamente tratado, a probabilidade de insucesso do tratamento aumenta.

A relação entre a idade e a presença do canal MV2 ainda não está esclarecida. Durante a vida ocorrem alterações no complexo dentino-pulpar, com a deposição fisiológica de dentina secundária, o que contribui para a redução do diâmetro do sistema de canais radiculares, ou seja, existe uma tendência evolutiva para a simplificação da morfologia canalar.^(1,25) Portanto, alguns autores^(1,14,25) defendem que os doentes mais jovens têm tendência a ter canais únicos e largos e que, com o aumentar da idade, jovens adultos já possuem um sistema de canais mais complexo e os doentes mais velhos tendem a ter canais mais estreitos. Enquanto 4 estudos^(15,34,37,42) reportam uma prevalência do canal MV2 superior em doentes mais jovens, outros^(6,7,25,32,43) concluem não existir uma relação entre a idade e a presença do canal MV2, tal como se confirma neste estudo. Apesar de se verificar uma prevalência do canal MV2 superior nas faixas etárias mais novas, não existe significância estatística.

Outro fator discutido na literatura é a influência do sexo na prevalência do canal MV2. Muitos estudos^(6,7,17,29,32,34,37) reportam uma prevalência do canal MV2 significativamente superior no sexo masculino, à exceção de Wu⁽⁴⁴⁾ que reporta uma prevalência superior em mulheres. Betancourt⁽¹⁷⁾ expõe que a possível justificativa para a menor prevalência do canal MV2 no sexo feminino se deve à desmineralização e perda de massa óssea na fase adulta que é 3 vezes superior nas mulheres e que, conseqüentemente, poderá impedir a correta observação do canal no CBCT por falta de contraste. À semelhança do que se determinou no presente estudo, outros autores^(19,33,42,43,45) reportam não se verificar associação significativa entre o sexo e a presença do canal MV2.

A presença do canal MV2 não apresentou associação significativa com o quadrante em que se encontrava, tanto nos primeiros como nos segundos molares, o que está de acordo com o que é reportado na literatura.^(7,19,29,32,34,45)

A determinação da ocorrência bilateral do número de raízes, canais e do canal MV2 é pertinente uma vez que a previsibilidade auxilia clinicamente. Verificou-se uma distribuição homogênea apenas em dentes contralaterais tanto nos primeiros como nos segundos molares superiores, como é reportado pelo estudo de Ghobashy⁽¹⁹⁾. Dois estudos^(38,43) concluíram a existência de simetria em dentes bilaterais e adjacentes dos primeiros e segundos molares superiores, enquanto outros dois estudos^(17,18) verificaram simetria apenas nos primeiros molares superiores.

A variedade de resultados presente na literatura relativamente à anatomia interna dos primeiros e segundos molares superiores poder-se-á dever à multiculturalidade presente nos diferentes países onde as amostras populacionais são estudadas. Olczak⁽⁶⁾ refere que esta variabilidade também poderá estar relacionada com os diferentes métodos de análise utilizados pelos investigadores, como protocolos *in vivo* ou *in vitro* e o tamanho da amostra utilizados.

Uma das dificuldades que surgiu neste estudo foi na classificação canalar, uma vez que a classificação de Vertucci é exígua para descrever corretamente o comportamento de alguns canais observados. Ahmed⁽⁴⁶⁾ sugeriu um novo método de classificação do sistema de canais radiculares que consiste em classificar 3 componentes individualmente, o número do dente, o número de raízes e a sua configuração canalar. Perante a complexidade anatómica visível nestes dentes, talvez sejam necessários futuros estudos com uma classificação mais recente que permita a sua correta descrição.

Este estudo conta com limitações do tamanho da amostra, uma vez que estava prevista a observação de 350 CBCT e apenas foi possível a observação de 183, resultado do acesso limitado devido às condicionantes da COVID-19. Para além desta, estava previsto visitar os dentes observados de forma a registar as raízes fusionadas, uma vez que esta informação é importante para a determinação exata da prevalência do canal MV2 na raiz MV.

Para garantir a confiabilidade do estudo da anatomia canalar e radicular com imagens de CBCT é importante que a dimensão do *voxel*, responsável pela resolução e qualidade das imagens, seja inferior ou igual a 200 μm ^(13,22,47), no entanto, as imagens disponíveis na base de dados utilizada apresentavam tamanhos de *voxel* de 250 e 300 μm .

CONCLUSÃO

Perante a amostra utilizada, com 610 molares analisados, 303 primeiros e 307 segundos molares superiores, observou-se que:

- A maioria apresentou 3 raízes, 92% primeiros e 74,3% segundos molares superiores;
- Nos dentes com 3 raízes e 4 canais, a prevalência do canal MV2 foi de 74,5% nos primeiros e 49,6% nos segundos molares superiores;
- A prevalência geral do canal MV2 foi de 73,6% nos primeiros e 39,7% nos segundos molares superiores;
- A prevalência do canal DV2 foi inferior, de 4,6% nos primeiros e 0,6% nos segundos molares superiores;
- Não foram encontrados canais P2, apenas 2 segundos molares com 2 raízes palatinas (0,7%);
- Mais de 50% dos primeiros e segundos molares superiores com canal MV2 apresentaram apenas 1 forâmen apical;
- A presença de canais MV2 e DV2 não apresentou associação estatística com o sexo, idade ou quadrante;
- Em dentes contralaterais verificou-se existência de simetria quanto ao número de raízes, canais e presença do canal MV2.

Relevância clínica:

Conclui-se que a prevalência do canal MV2 é elevada nos primeiros molares superiores, pelo que o clínico deve considerar a sua presença previamente à realização do seu tratamento endodôntico, bem como as suas diferentes configurações canalares. O segundo molar superior apresenta maior variabilidade anatômica e torna-se, portanto, menos previsível.

Em caso de suspeita de canal adicional, o clínico pode recorrer à imagem com CBCT com *voxel* mínimo, de forma a auxiliar no tratamento e facilitar a localização e a anatomia interna dos canais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Przesmycka A, Jędrychowska-Dańska K, Masłowska A, Witas H, Regulski P, Tomczyk J. Root and root canal diversity in human permanent maxillary first premolars and upper/lower first molars from a 14th–17th and 18th–19th century Radom population. *Arch Oral Biol.* 2020;110.
2. de Freitas JV, Baratto-Filho F, Coelho BS, Tomazinho FSF, Crozeta BM, de Sousa Neto MD, et al. Efficacy of Different Cone-beam Computed Tomographic Protocols in the Identification of Mesio Buccal Canals of Maxillary First Molars: A Tomographic and Ex Vivo Study. *J Endod.* 2017;43(5):810–5.
3. Baratto Filho F, Zaitter S, Haragushiku GA, de Campos EA, Abuabara A, Correr GM. Analysis of the Internal Anatomy of Maxillary First Molars by Using Different Methods. *J Endod.* 2009;35(3):337–42.
4. Studebaker B, Hollender L, Mancl L, Johnson JD, Paranjpe A. The Incidence of Second Mesio Buccal Canals Located in Maxillary Molars with the Aid of Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2018;44(4):565–70.
5. Parker J, Mol A, Rivera E, Tawil P. CBCT uses in clinical endodontics: The effect of CBCT on the ability to locate MB2 canals in maxillary molars. *Int Endod J.* 2017;3 50(12):1109-15.
6. Olczak K, Pawlicka H. The morphology of maxillary first and second molars analyzed by cone-beam computed tomography in a polish population. *BMC Med Imaging.* 2017;17(1):1–7.
7. Zhang Y, Xu H, Wang D, Gu Y, Wang J, Tu S, et al. Assessment of the Second Mesio Buccal Root Canal in Maxillary First Molars: A Cone-beam Computed Tomographic Study. *J Endod.* 2017;43(12):1990–6.
8. Karabucak B, Bunes A, Chehoud C, Kohli MR, Setzer F. Prevalence of apical periodontitis in endodontically treated premolars and molars with untreated canal: A cone-beam computed tomography study. *J Endod.* 2016;42(4):538–41.
9. Su CC, Huang RY, Wu YC, Cheng WC, Chiang HS, Chung MP, et al. Detection and location of second mesio Buccal canal in permanent maxillary teeth: A cone-beam computed tomography analysis in a Taiwanese population. *Arch Oral Biol.* 2019;98(May 2018):108–14.
10. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Top.* 2005;10(1):3–29.

11. Hiebert BM, Abramovitch K, Rice D, Torabinejad M. Prevalence of Second Mesio Buccal Canals in Maxillary First Molars Detected Using Cone-beam Computed Tomography, Direct Occlusal Access, and Coronal Plane Grinding. *J Endod.* 2017;43(10):1711–5.
12. Abuabara A, Baratto-Filho F, Aguiar Anele J, Leonardi DP, Sousa-Neto MD. Efficacy of clinical and radiological methods to identify second mesio buccal canals in maxillary first molars. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(1):205–9.
13. Martins JNR, Marques D, Silva EJNL, Caramês J, Versiani MA. Prevalence Studies on Root Canal Anatomy Using Cone-beam Computed Tomographic Imaging: A Systematic Review. *J Endod.* 2019;45(4):372-386.e4.
14. Martins JNR, Gu Y, Marques D, Francisco H, Caramês J. Differences on the Root and Root Canal Morphologies between Asian and White Ethnic Groups Analyzed by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2018;44(7):1096–104.
15. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CCS. Root and Root Canal Morphology of the Human Permanent Maxillary First Molar: A Literature Review. *J Endod.* 2006;32(9):813–21.
16. Fayad MI, Nair M, Levin MD, Benavides E, Rubinstein RA, Barghan S, et al. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;120(4):508–12.
17. Betancourt P, Navarro P, Muñoz G, Fuentes R. Prevalence and location of the secondary mesio buccal canal in 1,100 maxillary molars using cone beam computed tomography. *BMC Med Imaging.* 2016;16(1):1–8.
18. Zhang R, Yang H, Yu X, Wang H, Hu T, Dummer PMH. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation. *Int Endod J.* 2011;44(2):162–9.
19. Ghobashy AM, Nagy MM, Bayoumi AA. Evaluation of Root and Canal Morphology of Maxillary Permanent Molars in an Egyptian Population by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2017;43(7):1089–92.
20. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbaly G, Mickevičiene L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: A review of the literature. *J Endod.* 2014;40(12):1895–901.
21. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Med Oral*

- Pathol. 1984;58(5):589–99.
22. Vizzotto MB, Silveira PF, Arús NA, Montagner F, Gomes BPFA, da Silveira HED. CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB2) canals in maxillary molar teeth: Effect of voxel size and presence of root filling. *Int Endod J.* 2013;46(9):870–6.
 23. Blattner TC, George N, Lee CC, Kumar V, Yelton CDJ. Efficacy of Cone-Beam Computed Tomography as a Modality to Accurately Identify the Presence of Second Mesiobuccal Canals in Maxillary First and Second Molars: A Pilot Study. *J Endod.* 2010;36(5):867–70.
 24. Huuonen S, Kvist T, Gröndahl K, Molander A. Diagnostic value of computed tomography in re-treatment of root fillings in maxillary molars. *Int Endod J.* 2006;39(10):827–33.
 25. Martins JNR, Ordinola-Zapata R, Marques D, Francisco H, Caramês J. Differences in root canal system configuration in human permanent teeth within different age groups. *Int Endod J.* 2018;51(8):931–41.
 26. Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod.* 2010;36(7):1187–90.
 27. Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly RD, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics – a review of the literature. *Int Endod J.* 2019;52(8):1138–52.
 28. Patel S, Brown J, Semper M, Abella F, Mannocci F. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by: *Int Endod J.* 2019;52(12):1675–8.
 29. Pan JYY, Parolia A, Chuah SR, Bhatia S, Mutalik S, Pau A. Root canal morphology of permanent teeth in a Malaysian subpopulation using cone-beam computed tomography. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):1–15.
 30. Scarfe WC. Use of cone-beam computed tomography in endodontics joint position statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2011;111(2):234–7.
 31. Yeung AWK, Jacobs R, Bornstein MM. Novel low-dose protocols using cone beam computed tomography in dental medicine: a review focusing on indications, limitations, and future possibilities. *Clin Oral Investig.* 2019;23(6):2573–81.

32. Ratanajirasut R, Panichuttra A, Panmekiate S. A Cone-beam Computed Tomographic Study of Root and Canal Morphology of Maxillary First and Second Permanent Molars in a Thai Population. *J Endod.* 2018;44(1):56–61.
33. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, Bravo M, Castelo-Baz P, Ruíz-Piñón M, Baca P. Cone-beam Computed Tomographic Study of Root Anatomy and Canal Configuration of Molars in a Spanish Population. *J Endod.* 2017;43(9):1511–6.
34. Martins JNR, Alkhawas MBAM, Altaki Z, Bellardini G, Berti L, Boveda C, et al. Worldwide Analyses of Maxillary First Molar Second Mesio Buccal Prevalence: A Multicenter Cone-beam Computed Tomographic Study. *J Endod.* 2018;44(11):1641-1649.e1.
35. Martins JNR, Marques D, Mata A, Caramês J. Root and root canal morphology of the permanent dentition in a Caucasian population: a cone-beam computed tomography study. *Int Endod J.* 2017;50(11):1013–26.
36. Monsarrat P, Arcaute B, Peters OA, Maury E, Telmon N, Georgelin-Gurgel M, et al. Interrelationships in the variability of root canal anatomy among the permanent teeth: A full-mouth approach by cone-beam CT. *PLoS One.* 2016;11(10):1–13.
37. Candeiro GT de M, Gonçalves SDS, Lopes LL de A, Lima IT de F, Alencar PNB, Iglecias EF, et al. Internal configuration of maxillary molars in a subpopulation of Brazil's Northeast region: A CBCT analysis. *Braz Oral Res.* 2019;33:e082.
38. Tian XM, Yang XW, Qian L, Wei B, Gong Y. Analysis of the Root and Canal Morphologies in Maxillary First and Second Molars in a Chinese Population Using Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2016;42(5):696–701.
39. Silva EJNL, Nejaim Y, Silva AIV, Haiter-Neto F, Zaia AA, Cohenca N. Evaluation of root canal configuration of maxillary molars in a Brazilian population using cone-beam computed tomographic imaging: An in vivo study. *J Endod.* 2014;40(2):173–6.
40. Plotino G, Tocci L, Grande NM, Testarelli L, Messineo D, Ciotti M, et al. Symmetry of root and root canal morphology of maxillary and mandibular molars in a white population: A cone-beam computed tomography study in vivo. *J Endod.* 2013;39(12):1545–8.
41. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L. Canal configuration in the mesio buccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. 1969. *J Endod.* 2012;38(10):1305–8.

42. Reis AGDAR, Grazziotin-Soares R, Barletta FB, Fontanella VRC, Mahl CRW. Second canal in mesiobuccal root of maxillary molars is correlated with root third and patient age: A cone-beam computed tomographic study. *J Endod.* 2013;39(5):588–92.
43. Fernandes NA, Herbst D, Postma TC, Bunn BK. The prevalence of second canals in the mesiobuccal root of maxillary molars: A cone beam computed tomography study. *Aust Endod J.* 2019;45(1):46–50.
44. Wu D, Zhang G, Liang R, Zhou G, Wu Y, Sun C, et al. Root and canal morphology of maxillary second molars by cone-beam computed tomography in a native Chinese population. *J Int Med Res.* 2017;45(2):830–42.
45. Guo J, Vahidnia A, Sedghizadeh P, Enciso R. Evaluation of Root and Canal Morphology of Maxillary Permanent First Molars in a North American Population by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2014;40(5):635–9.
46. Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PMH. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J.* 2017;50(8):761–70.
47. Maret D, Peters OA, Galibourg A, Dumoncel J, Esclassan R, Kahn JL, et al. Comparison of the accuracy of 3-dimensional cone-beam computed tomography and micro-computed tomography reconstructions by using different voxel sizes. *J Endod.* 2014;40(9):1321–6.