MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

THIAGO RANIEL NUNES E SILVA

MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES DE MOLARES COM HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO

Teresina
2024

THIAGO RANIEL NUNES E SILVA

MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES DE MOLARES COM HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Odontologia - PPGO da Universidade Federal do Piauí - UFPI, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.
Área de Concentração: Ciências Odontológicas
Linha de Pesquisa: Biociências e Materiais Odontológicos

Orientadora:
Profa. Dra. Karla Rovaris da Silva
Coorientadora:
Profa. Dra. Marina de Deus Moura de Lima

Teresina
2024

THIAGO RANIEL NUNES E SILVA

MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES DE MOLARES COM HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Odontologia - PPGO da Universidade Federal do Piauí - UFPI, na área de Ciências Odontológicas e linha de pesquisa Biociências e Materiais Odontológicos, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.
Orientadora: Profa. Dra. Karla Rovaris da Silva
Coorientadora:
Profa. Dra. Marina de Deus Moura de Lima

29 de Fevereiro de 2024

COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Profa. Dra. Karla Rovaris da Silva
Presidente – UFPI

_____

Prof. Dr. Sérgio Antônio Pereira Freitas
1º Avaliador - IFPI

_____

Profa. Dra. Kátia Simone Alves dos Santos – UEPB
2ª Avaliadora - UEPB

DEDICATÓRIA

À minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e incentivo durante toda a minha vida e ao longo desta jornada de estudos, especialmente aos meus pais Odaly e Célia que nunca mediram esforços para que eu tivesse a melhor educação e me tornasse hoje o primeiro mestre da família. Vocês foram fonte de amor e segurança.

Aos meus amigos e colegas, pela amizade, compreensão e momentos de descontração que tornaram essa jornada mais leve e significativa.

Aos meus professores e orientadores, pela orientação, conhecimento compartilhado, paciência e inspiração que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os participantes da pesquisa, pela generosidade em compartilhar suas experiências e contribuir para o enriquecimento deste estudo.

AGRADECIMENTO

Agradeço à Deus, Todo-Poderoso, por Sua infinita graça, amor e orientação ao longo desta jornada acadêmica. Sua presença constante foi minha fonte de força, conforto e inspiração durante os momentos desafiadores. Sou imensamente grato pela sabedoria e discernimento que me foram concedidos, permitindo-me superar obstáculos e alcançar esta conquista. Que toda a honra e glória sejam para Ele, pois sem Sua bênção e direção, esta realização não seria possível.

Sou imensamente grato às minhas orientadoras Dra. Karla Rovaris e Dra. Marina de Deus Moura pelo apoio e incentivo ao longo desta jornada. Sua expertise e mentoria foram fundamentais para moldar este trabalho e o meu crescimento acadêmico.

Estendo meu sincero agradecimento aos membros da minha banca examinadora, Dr. Antônio Sérgio Freitas, Dra. Katia Santos e Dra. Anne Oenning por seus feedbacks perspicazes, críticas construtivas e dedicação à excelência. Sua expertise enriqueceu a qualidade desta pesquisa.

Sou grato à Universidade Federal do Piauí por fornecer os recursos, instalações e oportunidades necessárias que facilitaram este estudo.

Agradeço especialmente à minha família, em nome da minha amada esposa Dra. Lana e do meu precioso filho Henrique, pelo amor inabalável, encorajamento e compreensão ao longo deste processo exigente, que muitas vezes me deixou ausente em corpo, mas sempre presente em pensamento em todos os momentos. Sua paciência e crença em mim têm sido minha fonte de força e motivação. Amo vocês.

Também sou grato aos meus amigos e colegas pelo apoio, incentivo e discussões estimulantes, que enriqueceram minha jornada acadêmica.

Por último, mas não menos importante, gostaria de expressar minha gratidão a todos os participantes que generosamente compartilharam seu tempo, contribuindo para a base científica desta dissertação, em especial ao Prof. Frederico e Rudyard e toda equipe do laboratório de microtomografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A hipomineralização molar-incisivo (HMI) é um defeito no desenvolvimento do esmalte que pode causar desintegração de esmalte e favorecer a progressão da cárie, o que frequentemente gera comprometimento pulpar e a necessidade de tratamento endodôntico. A terapia endodôntica de dentes hipomineralizados requer compreensão detalhada da anatomia interna, incluindo o sistema de canais radiculares e suas variações anatômicas. **OBJETIVO**: Caracterizar a morfologia do sistema de canais radiculares de dentes com HMI. **METODOTOLOGIA**: Foram utilizados 28 primeiros molares permanentes com HMI extraídos de crianças de 8 a 12 anos. O dentes foram submetidos à aquisição microtomográfica para avaliação de características da anatomia dos canais radiculares. Foi avaliada a quantidade de canais radiculares por terço de cada raiz e de forames apicais, o volume total do sistema de canais radiculares e análises morfométricas de área, perímetro e circularidade nos 5 primeiro cortes apicais de cada raíz. **RESULTADOS**: As raízes dos dentes inferiores apresentaram 4 configurações distintas na raiz distal e 5 na raiz mesial. Nos dentes superiores, foram observadas 3 configurações na raiz distovestibular, 5 na raiz mesiovestibular (e três na raiz palatina. O volume médio do grupo A1 foi de 25,1mm3 e do grupo A2 foi de 36,3mm3 (p=0.123) e nos molares superiores foi de 22,00mm3 para o grupo B1 e 35,7mm3 para o grupo B2. **CONCLUSÃO**: Há uma variedade de configurações nas raízes dos dentes com HMI, tanto em molares inferiores quanto superiores, destacando a complexidade anatômica desses dentes.

Palavras-chave: hipomineralização molar-incisivo. morfologia radicular. microtomografia. defeito de esmalte.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Molar-Incisor Hypomineralization (MIH) is a defect in enamel development that can lead to enamel breakdown and facilitate caries progression, often resulting in pulp involvement and the need for endodontic treatment. Endodontic therapy of hypomineralized teeth requires a detailed understanding of internal anatomy, including the root canal system and its anatomical variations. **OBJECTIVE**: To characterize the morphology of the root canal system of teeth with MIH. **METHODOLOGY**: Twenty-eight permanent first molars with MIH extracted from children aged 8 to 12 years were used were divided into four main groups: A1 (lower with complete root formation), A2 (lower with incomplete root formation), B1 (upper with complete root formation), and B2 (upper with incomplete root formation). The teeth underwent microtomographic acquisition to evaluate characteristics of root canal anatomy. **RESULTS**: The roots of lower teeth presented 4 distinct configurations in the distal root and 5 in the mesial root. In upper teeth, 3 configurations were observed in the distobuccal root, 5 in the mesiobuccal root, and three in the palatal root. The mean volume for group A1 was 25.1mm3 and for group A2 was 36.3mm3 ($p=0.123$) in lower molars, and 22.00mm3 for group B1 and 35.7mm3 for group B2 in upper molars. There was some difference between the MB, DB, and P roots for the variables of area, perimeter, and circularity. **CONCLUSION**: This study demonstrated a variety of configurations in the roots of teeth with MIH, both in lower and upper molars, highlighting the anatomical complexity of these teeth.

Keywords: Molar-incisor hypomineralization. Root morphology. Microtomography. enamel defect.

SUMÁRIO

1. REVISÃO DE LITERATURA 10

2. REFERÊNCIAS DA REVISÃO 17

3. ARTIGO 19

INTRODUÇÃO 19

MATERIAIS E MÉTODOS 20

Desenho do estudo e aspectos éticos 20

Local de coleta de dados e seleção 20

Critérios de exclusão e inclusão 21

Preparo e classificação das amostras 21

Protocolo de aquisição das imagens de micro-tc 22

Configuração por raiz do número de canais de forames 22

Volume do sistema de canais radiculares 24

Mensuração de área, perímetro e circularidade 25

Análise estatística 26

RESULTADOS 27

DISCUSSÃO 30

CONCLUSÃO 35

REFERÊNCIAS 36

4. APÊNDICES 40

5. ANEXOS 49

1. REVISÃO DE LITERATURA

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed utilizando a chave de busca: (("hypomineralisation"[All Fields] OR "hypomineralised"[All Fields] OR "hypomineralization"[All Fields] OR "hypomineralizations"[All Fields] OR "hypomineralized"[All Fields]) AND ("molar"[MeSH Terms] OR "molar"[All Fields] OR "molars"[All Fields] OR "molar s"[All Fields])) OR "molar-incisor hypomineralization"[All Fields] OR ("dental pulp cavity"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "pulp"[All Fields] AND "cavity"[All Fields]) OR "dental pulp cavity"[All Fields] OR ("root"[All Fields] AND "canal"[All Fields]) OR "root canal"[All Fields]) AND ("anatomy and histology"[MeSH Subheading] OR ("anatomy"[All Fields] AND "histology"[All Fields]) OR "anatomy and histology"[All Fields] OR "morphology"[All Fields] OR "morphologies"[All Fields]). Os artigos estão descritos em ordem cronológica, de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFPI.

Vertucci (1984) realizou uma das primeiras publicações na literatura acerca da anatomia interna de dentes humanos e desenvolveu o primeiro sistema padronizado de caracterização morfológica de anatomia de canais radiculares. Foram incluídos 2400 dentes coletados de diversas fontes e analisados através de técnicas de transparência adquirida pela descalcificação por ácido clorídrico. Os autores analisaram as raízes dos dentes de forma individualizada e classificou a configuração em 8 categorias: I, II, III, IV e V. Raízes tipo I possuíam canal radicular único da câmara pulpar até o ápice. Nas raízes tipo II existiam dois canais que emergem da câmara pular e percorrem a raiz, mas se juntavam na porção mais apical formando um só canal. O tipo III compreendia as raízes que possuíam um canal emergindo da câmara pulpar, mas que logo se dividia em dois canais e posteriormente se uniam novamente para formar um canal na porção mais apical. Raízes tipo IV possuíam dois canais claramente separados da câmara pulpar até os ápices, formando dois forames e as raízes tipo V um canal emergia da câmara pulpar e logo se transformava em dois até o ápice, o que resultava em dois forames apicais. Nas raízes tipo VI dois canais

deixavam a câmara pulpar, se uniam na porção central da raiz e voltavam a se dividir na porção mais apical gerando dois forames. Raízes tipo VII um único canal deixava a câmara pulpar que logo se dividia em dois e novamente se torna um, e somente na porção mais apical se dividia novamente dando origem a dois forames e nas raízes tipo VIII três canais deixavam a câmara e se estendem até o ápice.

Fan et al. (2010) investigaram a anatomia tridimensional dos istmos de raízes de primeiros molares inferiores permanentes (PMIP). Um total de 126 molares randomicamente coletados foram incluídos na amostra, e incluiu 70 primeiros molares e 56 segundos molares. Os dentes foram submetidos à aquisição microtomográfica e posterior reconstrução tridimensional e segmentação individual das raízes. Todas as raízes foram avaliadas quanto às características dos istmos e divididos em quatro categorias. Nos istmos tipo I foi observada uma conexão completa entre dois canais principais formando uma fina lâmina de conexão, podendo ou não possuir pontos de fusão de dentina em alguns pontos. Nos istmos tipo II uma conexão incompleta dos canais principais foi verificada. Istmos tipo III exibiram uma conexão incompleta associada a uma conexão completa de canais e no tipo IV apenas canais Inter condutos ligam dois canais. Os resultados mostraram que 85% das raízes analisadas possuíam ao menos um tipo de istmo. Nos primeiros molares, 19% dos istmos foram classificados como tipo II, seguido por istmos tipo IV (18%), I (15%) e III (14%). Nos segundos molares 25% dos istmos eram tipo I (25%), seguido por istmos tipo IV (16%), III (9%) e II (4%).

Da Costa-Silva et al. (2010) determinaram a prevalência e a severidade da HMI em escolas públicas da zona rural e urbana da cidade de Botelhos, Minas Gerais, Brasil. Foram incluídas 918 crianças que foram submetidas à exame clínico para deteção de HMI por profissionais experientes. Os resultados mostraram que a prevalência geral de crianças com HMI foi de 19,8% e que as crianças da zona rural tiveram prevalência significativamente maior (24,3%) do que as da zona urbana (17,6%). Pequenas opacidades foi a apresentação clínica mais comum tanto na zona rural como na zonar urbana (66,2% e 73,1%).

Gu et al. (2010) examinaram a morfologia do canal radicular de primeiros molares inferiores por meio de microtomografia. Foram utilizados 45 primeiros molares

inferiores extraídos, dos quais 20 foram tri radiculares (grupo experimental) e 25 bi radiculares (grupo controle). Os autores realizaram a classificação morfológica e encontraram que a raiz mesial apresentou dois canais em 65% da amostra e a raiz distal apresentou canal único em 72% dos dentes avaliados.

O estudo de Harris et al. (2013) investigou as características anatômicas de 22 primeiros molares inferiores, com foco em dimensões, morfologia do canal, ístmos e canais laterais/ramificações apicais através de imagens de microtomografia. Foi verificado uma incidência maior de canais adicionais na raiz mesial, particularmente nos 6,0 mm apicais. Canais laterais e ramificações apicais, frequentemente difíceis de acessar e limpar, estão predominantemente localizados nos primeiros 3,0 mm a partir do ápice.

Lee et al., (2014) comparou a acurácia de duas técnicas de investigação mofológicas de anatomia radicular. Foram avaliados 80 primeiros molares permanentes submetidos à aquisição microtomográfica e reconstrução 2D e 3D e posteriormente submetidos à técnica transparência por descalcificação. Quatro endodontistas avaliaram com cegamento as imagens de ambos os grupos e realizaram caracterização dos canais radiculares e idenficaram estruturas anatômicas finas como canais acessórios, istmos e alças. Concluíram que a utilização da técnica de aquisição microtomográfica com utilização de reconstruções bi e tridimensionais proporcionam mais acurácia na avaliação da anatomia interna em relação à técnica de transparência por descalcificação.

Filpo-Perez et al. (2015) avaliaram os aspectos morfológicos das raízes distais de primeiros molares utilizando microtomografia (μCT) computadorizada. Foram incluídos 100 dentes permanentes que foram submetidos à protocolo de aquisição tomográfica e posterior reconstrução tomográfica 3D. Os autores utilizaram a classificação de Vertucci. A análise dos modelos 3D mostrou que a maioria das unidades amostrais (76%) tinha um único canal radicular único (tipo I) seguido por tipo V (7%), tipo II (3%) e tipo IV (1%). Em 13% da amostra, não foi possível utilizar a classificação de Vertucci em decorrência de variações anatômicas não preestabelecidas. Os autores também realizaram mensurações de volume, diâmetro e perímetro dos canais radiculares

através de análise bidimensional nos 5mm apicais de cada raiz. Na porção mais apical o volume médio foi de 0,18mm (0,02-2,24), diâmetro 0,41 (0,15-1,10) e perímetro 1,96 (0,65-4,04).

Um estudo realizado por Briseño-Marroquín et al. (2015) investigou a morfologia interna de molares permanentes através de micro tomografia computadorizada. O objetivo foi descrever as características e os achados encontrados no sistema de canais radiculares e propor um sistema de descrição anatômica de suas raízes. Foram incluídos 179 molares superiores e as raízes foram avaliadas separadamente utilizando um sistema de descrição sugerida pelo autor. No sistema proposto cada raiz foi dividida em três terços iniciando da embocadura (parte mais cervical), terço médio e terço apical. O autor utilizou um sistema de 3 dígitos que representam a quantidade de canais presentes em cada terço da raiz, além de um quarto dígito separado por barra que representa a quantidade de forames daquela raiz. Concluíram que a configuração mais comum das raízes mesiovestibulares foi de 1-1-1/1 (45,8%), ou seja, apenas um conduto em todos os terços da raiz e apenas um forame detectado, seguido pela configuração 2-2-2/2 (25,1%) e 2-2-1/1 (10,1%). Nas raízes vestibulares e palatinas a configuração mais prevalente foi de 1-1-1/1 foi de 97,2% de 98.9% respectivamente.

Tourino et al. (2016) avaliaram a prevalência da HMI e fatores associados entre escolares de 10 escolas privadas e 24 escolas públicas da cidade de Lavras, Minas Gerais, Brasil. Foram incluídas 1181 crianças de 8 a 10 anos que foram examinadas por profissionais experientes e calibrados para detecção de HMI seguindo os critérios diagnósticos da Academia Europeia de Odontopediatria. O estudo concluiu que a prevalência de HMI foi de 20,4%. A ocorrência de HMI foi significativamente associada à necessidade de oxigenação sem intubação no nascimento, pneumonia, asma, bronquite, hospitalização e uso de antibióticos nos primeiros 4 anos de vida.

Wolf et al. (2016) investigaram o sistema de canais radiculares de dentes permanentes através de micro tomografia computadorizada. Um total de 118 primeiros molares permanentes inferiores extraídos e coletados de clínicas e consultórios odontológicos foram submetidos à aquisição por micro-tc. Os autores utilizaram um sistema

de caracterização anatômica de raízes dentárias descrito previamente na literatura. A configuração mais frequente das raízes mesiais foi 2-2-2/2 (31,4%), seguido por 2-2-1/1, 2-2-2/3 (11,9%) d 2-2-1/2 (7,6%). Nas raízes distais a configuração mais prevalente foi 1-1-1/1 (58,5%) e 1-1-1/2 (10,2%).

Gambetta-Tessini et al. (2017) realizaram um estudo com o objetivo de desenvolver um protocolo para análise de hipomineralização utilizando microtomografia computadorizada. Foram incluídos 22 dentes com hipomineralização e dois dentes sadios como controle. As lesões foram classificadas clinicamente de acordo com a coloração: lesões brancas (n=6), amarelas (n=11) e colapso de esmalte (n=7). Lesões brancas tiveram maior densidade mineral comparado às lesões amarelas e esmalte colapsado (p<.001). A densidade mineral foi menor em 25% no esmalte afetado em relação ao esmalte sadio.

Buchgraber et al. (2018) determinaram a prevalência e a severidade da HMI em escolas primárias do sudeste da Áustria. Foram incluídas 1111 crianças de 6 a 12 anos que foram examinadas por três dentistas experientes para detectar a presença de HMI. O estudo concluiu que 7% das crianças (78) apresentaram HMI e que a apresentação clínica mais comum foi opacidades demarcadas.

Marceliano-Alves et al. (2019) realizaram a caracterização de 140 raízes mesiais de primeiros molares inferiores permanentes através de µCT computadorizada. Foram avaliadas as configurações dos canais, a presença de canais laterais, o número de forames apicais, área de superfície, o volume dos canais radiculares e tipo de istmo. Raízes tipo IV foram as mais prevalentes (46,2%), seguido pelo Tipo II (16,3%), tipo VIII (7,7%). Os dentes avaliados apresentaram canais laterais na região apical, terços médio e cervical (20,2%, 19,2% e 13,5%, respectivamente). O volume médio foi de 3,33mm3 no canal mesiovestibular e 2,76mm3 no canal mesiolingual. O tipo de istmo mais prevalente foi tipo II (59,2%), seguido por tipo IV (46,2%), tipo I (15,4%) e tipo III (5,8%).

Davenport et al. (2019) investigaram a prevalência de HMI em crianças de 25 escolas de Wisconsin, Estados Unidos. Foram avaliadas 375 crianças com idade variando de 7 a 12 anos. O estudo concluiu que a prevalência de Hmi foi de 9,6%.

Um estudo realizado por Mejía et al. (2019) determinou a prevalência, a severidade e os fatores de risco associados à HMI na cidade de Medelín na Colômbia. Um total de 1075 escolares de 6 a 15 anos de escolas públicas e privadas foram avaliados utilizando os critérios de diagnóstico de HMI da Academia Europeia de Odontopediatria. A prevalência observada foi de 11,2% e a apresentação clínica mais comum foi de pequenas opacidades (85%).

O estudo de Asijaviciene et al. (2020) avaliou as características anatômicas tridimensionais dos canais radiculares dos primeiros molares mandibulares utilizando microtomografia computadorizada. Um total de 60 dentes foram avaliados, onde a raiz mesial apresentou canais laterais em 85% e a presença de istmos em 80% da amostra. A média da distância entre o ápice anatômico e o forame apical foi de 1,047 mm. Os resultados destacam a importância de considerar as variações anatômicas antes do tratamento endodôntico para selecionar as estratégias de tratamento mais adequadas.

Neboda et al. (2020) investigaram a morfologia dos canais radiculares de dentes permanentes com HMI utilizando micro tomografia computadorizada. O estudo incluiu 24 primeiros molares permanentes com hipomineralização e 5 dentes clinicamente sadios extraídos de 13 crianças com idade variando de 8 a 12 anos. Os autores utilizaram um sistema de caracterização anatômica previamente descrito na literatura. Os autores utilizaram 10 dentes (6 molares superiores e 4 inferiores) para análise da configuração dos canais radiculares e concluíram que 33% das raízes mesiovestibulares, 66,6% das raízes distovestibulares e 83,3% das raízes palatinas apresentaram a configuração 1-1-1/1 nos molares superiores. Nos molares inferiores, 50% das raízes mesiais e 50% das raízes distais apresentaram a configuração 1-1-1/1.

Bandeira Lopes et al. (2021) realizaram uma revisão *umbrella* da literatura que incluiu 18 revisões sistemáticas sobre hipomineralização. Os dados mostraram que a prevalência de hipomineralização foi 14,2%, afetando cerca de 17,5 milhões de crianças e adolescentes em todo o mundo. Os resultados das revisões também mostraram que a hipomineralização tem etiologia provavelmente multifatorial, e existem

diferentes abordagens de tratamento sugeridas de acordo com o grau de gravidade das lesões.

Bekes et al. (2021) estudaram a possível interferência da HMI na qualidade de vida de seus portadores. O estudo incluiu 38 crianças com diagnóstico confirmado de HMI que foram submetidos a estímulos com jato de ar na superfície dos dentes antes e depois da aplicação de selantes. Escalas de qualidade de vida foram aplicadas nos dois tempos do estudo e concluíram que o score melhorou significativamente tanto no pós imediato como no acompanhamento de 12 semanas.

O estudo de Tredoux et al. (2021) investigou o número de raízes e as configurações dos canais de primeiros molares mandibulares. Os examinadores 371 dentes usando imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico de alta resolução. Entre os primeiros molares mandibulares, 0,3% eram uni radiculares, 98,7% eram bi radiculares e 1% eram tri radiculares. A configuração mais frequente foi o Tipo IV de Vertucci nas raízes mesiais (50,1%) e o Tipo I de Vertucci nas raízes distais (50,4%). Os autores tambem observaram a presença de 3 canais em 7% da amostra na raiz distal e 20% na raiz mesial.

AL-Rammahi et al. (2023) realizaram uma revisão sistemática, na qual foram incluídos os estudos que investigavam a anatomia radicular e do canal de primeiros molares inferiores permanentes de raiz dupla através de microtomografia computadorizada. 30 trabalhos foram selecionados para serem inclusos nesse estudo. Os autores concluíram que há uma grande heterogeneidade nos procedimentos metodológicos utilizados para estudar a anatomia do canal radicular em estudo de microtomografia computadorizada.

2. REFERÊNCIAS DA REVISÃO

AL-RAMMAHI, H. M. et al. Root and canal anatomy of mandibular first molars using micro-computed tomography: a systematic review. **BMC Oral Health**, v. 23, n. 1, 1 dez. 2023.

ASIJAVIČIENĖ, U.; DRUKTEINIS, S.; SUDUIKO, A. **Microcomputed tomography evaluation of the root canals morphology of the mandibular first molars. Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal**. [s.l: s.n.].

BANDEIRA LOPES, L. et al. **Molar-incisor hypomineralization: an umbrella review**. **Acta Odontologica Scandinavica.** Taylor and Francis Ltd., , 2021.

BEKES, K. et al. Changes in oral health-related quality of life after treatment of hypersensitive molar incisor hypomineralization–affected molars with a sealing. **Clinical Oral Investigations**, v. 25, n. 11, p. 6449–6454, 1 nov. 2021.

BRISEÑO-MARROQUÍN, B. et al. Root Canal Morphology and Configuration of 179 Maxillary First Molars by Means of Micro-computed Tomography: An Ex Vivo Study. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 12, p. 2008–2013, 2015.

BUCHGRABER, B.; KQIKU, L.; EBELESEDER, K. A. Molar incisor hypomineralization: proportion and severity in primary public school children in Graz, Austria. **Clinical Oral Investigations**, v. 22, n. 2, p. 757–762, 1 mar. 2018.

DA COSTA-SILVA, C. M. et al. Molar incisor hypomineralization: prevalence, severity and clinical consequences in Brazilian children. **International journal of pediatric dentistry / the British Pedodontics Society [and] the International Association of Dentistry for Children**, v. 20, n. 6, p. 426–434, 2010.

DAVENPORT, M. et al. Prevalence of molar-incisor hypomineralization in Milwaukee, Wisconsin, USA: A pilot study. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry**, v. 11, p. 109–117, 2019.

FAN, B. et al. Three-dimensional morphologic analysis of isthmuses in the mesial roots of mandibular molars. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 11, p. 1866–1869, nov. 2010.

FILPO-PEREZ, C. et al. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of the distal root of mandibular first molar. **Journal of Endodontics**, v. 41, n. 2, p. 231–236, 1 fev. 2015.

GAMBETTA-TESSINI, K. et al. Validation of quantitative light-induced fluorescence-digital in the quantification of demarcated hypomineralized lesions of enamel. **Journal of investigative and clinical dentistry**, v. 8, n. 4, 1 nov. 2017.

GU, Y. et al. Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars-part I: Pulp floor and root canal system. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 6, p. 990–994, 2010.

HARRIS, S. P. et al. An anatomic investigation of the mandibular first molar using micro-computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 11, p. 1374–1378, nov. 2013.

LEE, K. W. et al. Comparison of alternative image reformatting techniques in micro-computed tomography and tooth clearing for detailed canal morphology. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 3, p. 417–422, mar. 2014.

MARCELIANO-ALVES, M. F. et al. Mandibular mesial root canal morphology using micro-computed tomography in a Brazilian population. **Australian Endodontic Journal**, v. 45, n. 1, p. 51–56, 1 abr. 2019.

MEJÍA, J. D. et al. Molar incisor hypomineralization in Colombia: Prevalence, severity and associated risk factors. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 43, n. 3, p. 185–189, 2019.

NEBODA, C. et al. Root canal morphology of hypomineralised first permanent molars using micro-CT. **European Archives of Paediatric Dentistry**, v. 21, n. 2, p. 229–240, 1 abr. 2020.

TOURINO, L. F. P. G. et al. Association between molar incisor hypomineralization in schoolchildren and both prenatal and postnatal factors: A population-based study. **PLoS ONE**, v. 11, n. 6, 1 jun. 2016.

TREDOUX, S.; WARREN, N.; BUCHANAN, G. D. Root and canal configurations of mandibular first molars in a south African subpopulation. **Journal of Oral Science**, v. 63, n. 3, p. 252–256, 1 jul. 2021.

VERTUCCI, F. J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. **Oral Surgery**, v. 58, n. 5, p. 590–99, 1984.

WOLF, T. G. et al. Root canal morphology and configuration of 118 mandibular first molars by means of micro-computed tomography: An ex vivo study. **Journal of Endodontics**, v. 42, n. 4, p. 610–614, 1 abr. 2016

3. ARTIGO

MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES DE MOLARES COM HIPOMINERALIZÃO MOLAR-INCISIVO

INTRODUÇÃO

A hipomineralização molar-incisivo (HMI) é um defeito qualitativo de desenvolvimento de esmalte caraterizado por opacidades demarcadas em pelo menos um molar permanente, com ou sem envolvimento de incisivos (1–8). A etiologia exata da HMI é desconhecida, porém estudos sugerem o envolvimento de fatores genéticos, epigenéticos e ambientais (9–19). Dentes com HMI apresentam maior porosidade de esmalte, o que predispõe a ocorrência de perda de estrutura pós-eruptiva de esmalte e rápida progressão das lesões cariosas, o que muitas vezes leva ao comprometimento pulpar e à necessidade de tratamento endodôntico (20).

Diante da necessidade da terapia endodôntica de dentes hipomineralizados, existe também a necessidade de compreender a anatomia interna dos dentes acometidos, incluindo o sistema canais radiculares, suas ramificações e possíveis variações anatômicas que possam ocorrer (21–23). A formação radicular dos dentes e o consequente estabelecimento de sua morfologia interna é um processo dinâmico extensamente descrito na literatura em condições fisiológicas (24,25). Qualquer interferência ou distúrbio durante o processo de odontogênese pode levar a alterações radiculares estruturais incluído formato, número, comprimento das raízes, entre outros (26)

A morfologia interna dos dentes humanos e suas variações são objetos de estudo recorrentes em anatomia humana e odontologia. O conhecimento extenso da anatomia dentária externa e interna é fundamentalmente importante para a execução apropriada dos diversos tipos de tratamento que possam ser necessários (28). A tecnologia associada à crescente demanda por tratamentos conservadores e eficazes, possibilitam o refinamento das informações já conhecidas e à adição de novas características anatômicas que outrora não foram exploradas(29). O estudo da anatomia

dos dentes humanos é dinâmico e incessante, devido à alta complexidade e variabilidade morfológica, o que impera ao clínico a necessidade de entender e acompanhar novos estudos que esclarecem tais variações (30). O estudo de Neboda et al. (27) é o único estudo disponível na literatura acerca da investigação da morfologia interna de dentes com HMI, no entanto, os autores tiveram amostra limitada e exploraram características de forma simplificada.

Portanto, o objetivo deste estudo foi caracterizar a morfologia do sistema de canais radiculares de molares permanentes com HMI.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo e aspectos éticos

Trata-se de um estudo experimental ex-vivo em que foram utilizados dentes humanos extraídos por razões que não a do estudo, para mensuração de suas características morfológicas internas. O estudo foi submetido ao comitê de ética em pesquisa em humanos da Universidade Federal do Piauí antes de ser iniciado e obteve aprovação sob parecer n. 5.940.457. Os dentes foram doados pelos pacientes e responsáveis após leitura e aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) assinado pelo paciente menor. Este estudo seguiu os princípios éticos estabelecidos pela Declaração de Helsinki.

Local de coleta de dados e seleção

Os dentes foram coletados nas clínicas de odontologia da Universidade Federal do Piauí no período de maio a dezembro de 2023. Deu-se através da presença do pesquisador no decorrer natural das clínicas de cirurgia, estágios integrados e clínicas infantis. Crianças e adolescentes com indicação de exodontia de primeiros molares permanentes por motivos que não o deste estudo, juntamente com seus responsáveis, receberam o convite para participar do estudo através da doação do dente extraído. Após assinado o TALE e TCLE o dente de cada paciente foi coletado e armazenado como descrito posteriormente.

Após a coleta e armazenamento dos dentes extraídos, a confirmação do diagnóstico de HMI foi realizado por um avaliador treinado e calibrado, com experiência de mais de 15 anos no assunto, que inspecionou os dentes coletados e classificou em dentes com HMI. Após 15 dias, os mesmos dentes foram apresentados em ordem aleatória e o avaliador novamente determinou o diagnóstico de cada dente para realização do teste de concordância. A concordância foi total (Kappa 1,0 IC 95%).

Critérios de exclusão e inclusão

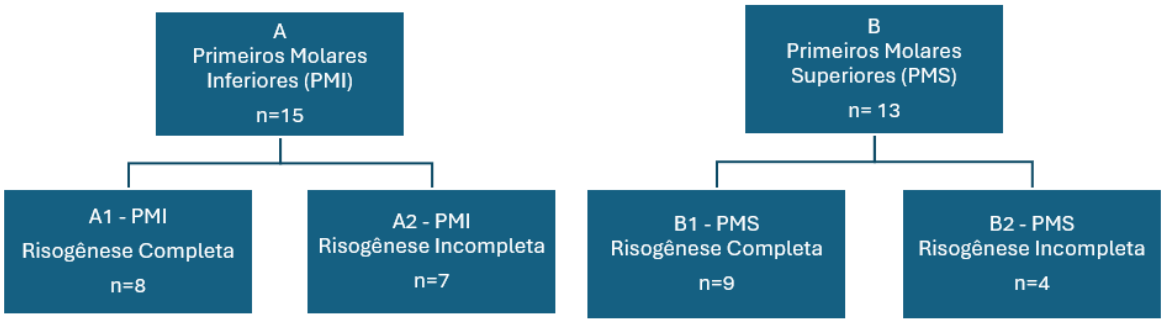
Foram incluídos primeiros molares permanentes (superiores e inferiores) extraídos de crianças e adolescentes de 8 a 12 anos de idade, com diagnóstico de hipomineralização. Foram excluídos dentes com intervenções endodônticas e/ou dentes com destruição, reabsorção ou cárie envolvendo área de furca e/ou região radicular.

Preparo e classificação das amostras

Após a coleta e seleção dos dentes, tecidos moles foram debridados das superfícies radiculares com curetas periodontais (Golgran®, São Caetano do Sul, SP, Brasil). Os dentes permaneceram armazenados em água destilada e refrigerados a 10 graus desde o momento da coleta. A água dos recipientes foi substituída a cada 24 horas, até o momento da aquisição das imagens no aparelho de microtomografia computadorizada.

Os 28 dentes foram divididos em 2 grupos principais: grupo A (primeiros molares inferiores) e grupo B (primeiros molares superiores), e destes, outros quatro subgrupos foram criados: subgrupo A1 (molares inferiores com risogênese completa), A2 (molares inferiores com risogênese incompleta), subgrupo B1 (molares superiores com risogênese completa) e subgrupo B2 (molares superiores com risogênese incompleta) (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Organograma da classificação dos grupos



Protocolo de aquisição das imagens de micro-tc

Os dentes foram submetidos à aquisição de imagens de microtomografia utilizando o microtomógrafo SkyScan 1172 (Bruker, Kontich, Bélgica) com os seguintes parâmetros: tensão de 100kv, corrente de 100 μA, tamanho do pixel de imagem de 14mm, tempo de exposição de 3.3s, passo de rotação de 0.4 sobre rotação de 180° e média de 3 quadros. As imagens bases foram reconstruídas utilizando o software NRecon (Versão 1.6.6.0; Bruker) e as ferramentas para correção de artefatos de endurecimento do feixe, artefatos em anéis e ruído foram utilizadas com um nível de correção que minimizasse os efeitos deletérios nas imagens.

Configuração por raiz do número de canais de forames

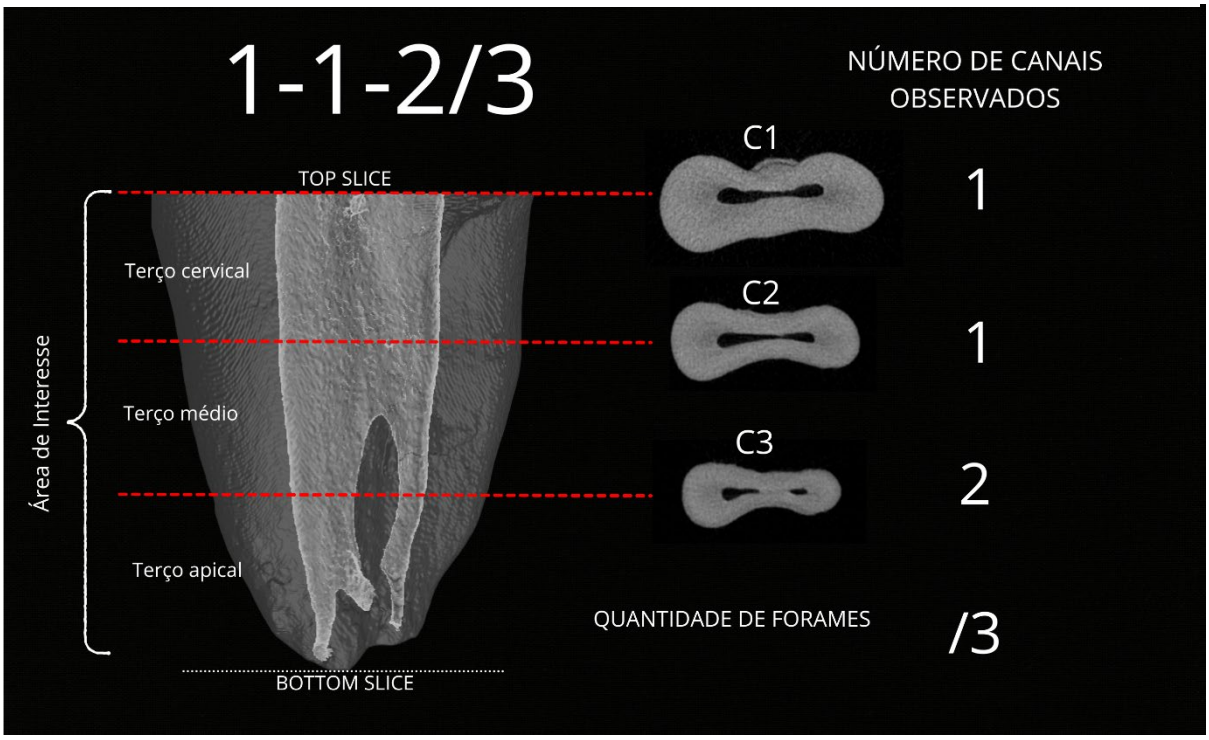
As reconstruções foram importadas para software CT Analyzer (Versão 1.11.4.1; Bruker), onde foram utilizados os cortes axiais para observação do número de canais em cada terço. As raízes foram segmentadas e avaliadas separadamente, portanto, os molares superiores foram divididos em: raiz palatina (PA), raiz mesiovestibular (MV) e raiz distovestibular (DV). Os molares inferiores foram divididos em: raiz mesial (M) e raiz distal (D).

Foi utilizado o sistema de classificação por 4 dígitos, previamente descrito na literatura, que consiste primeiramente na divisão de cada raiz em três partes iguais: terço cervical, terço médio e terço apical. Cada terço da raiz foi avaliado individualmente quanto ao número de canais presentes e representado por um numeral arábico.

O resultado da observação do número de canais nos três terços da raiz foi exposto no sentido cervical-médio-apical e dividido por hifens. Exemplo: 1-1-2, ou seja, no terço cervical e médio a raiz tinha apenas um canal radicular e no terço apical existiam dois canais radiculares. O quarto dígito se trata da quantidade de forames/foraminas maiores que 0,2mm de diâmetro e foi apresentado como o último dígito da sequência, após a barra, por exemplo 1-1-2/2, neste caso a raiz em questão possuía dois forames/foraminas

Para a determinação do corte a ser avaliado em cada terço, foi utilizado como referência cervical (top slice) de cada raiz o primeiro corte axial de sua embocadura e como limite apical o último corte (bottom slice) em que a raiz pudesse ser visualizada. Foi então verificada a quantidade de cortes da região de interesse, compreendida entre o primeiro (top slice) e o último (bottom slice) corte selecionado. O número de cortes da região de interesse foi dividido por 3 para determinar os três terços radiculares quantitativamente, onde o primeiro corte (C1) foi o corte inicial do limite cervical (top slice), o segundo corte (C2) correspondia ao limite mais cervical do terço médio e o terceiro corte (C3) correspondia ao limite mais cervical do terço apical (Figura 1).

Figura 1 – Exemplo da caracterização morfológica descrita por Briseño-Marroquín, linha pontilhada representa exatamente a posição do corte utilizado em cada terço



Fonte: produção própria do autor com imagens obtidas no estudo

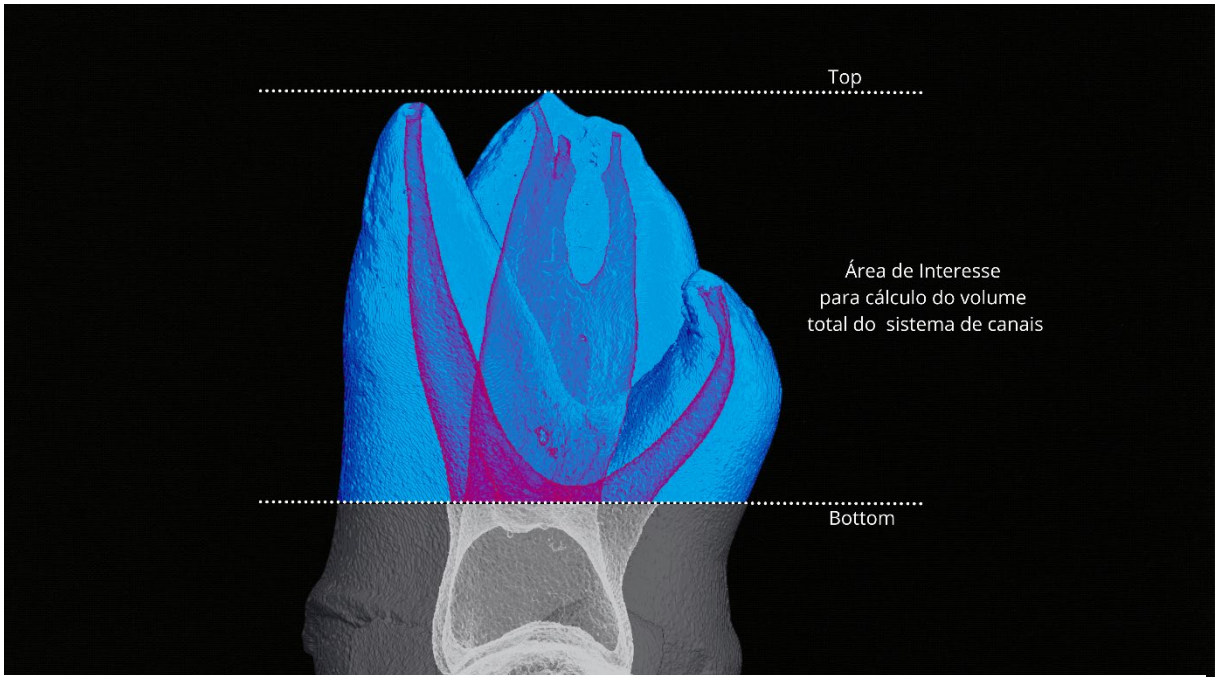
Para a análise da quantidade de forames em cada raiz, foi feita a reconstrução tridimensional das imagens no software CT Analyzer utilizando limites de tons de cinza (threshhold) automáticos. Após gerado o arquivo 3D em formato STL da porção dentinária da raiz e dos canais radiculares, ambos arquivos foram alinhados no software Meshmixer (Versão 3.5.474; Autodesk) para análise visual da quantidade de forames.

A configuração do número de canais por terços da raiz e número de forames foi realizada apenas nos grupos que continham dentes com raízes totalmente formadas (A1 e B1).

Volume do sistema de canais radiculares

O volume foi determinado através da segmentação dos sistema de canais radiculares no software CT Analyzer (Versão 1.11.4.1; Bruker) utilizando a ferramenta "3D analysis". O volume do sistema de canais radiculares incluiu toda a luz dos condutos principais, acessórios e laterais. Os limites de mensuração foram: embocadura dos canais (top slice) até os limites apicais e laterais nos casos de foraminas laterais (Figura 2). O resultado da mensuração é exposto em milímetro cúbico. Esta análise foi realizada para todos os grupos.

Figura 2 – Representação visual da região utilizada para cálculo do volume total do sistema de canais radiculares



Fonte: produção própria do autor com imagens obtidas no estudo

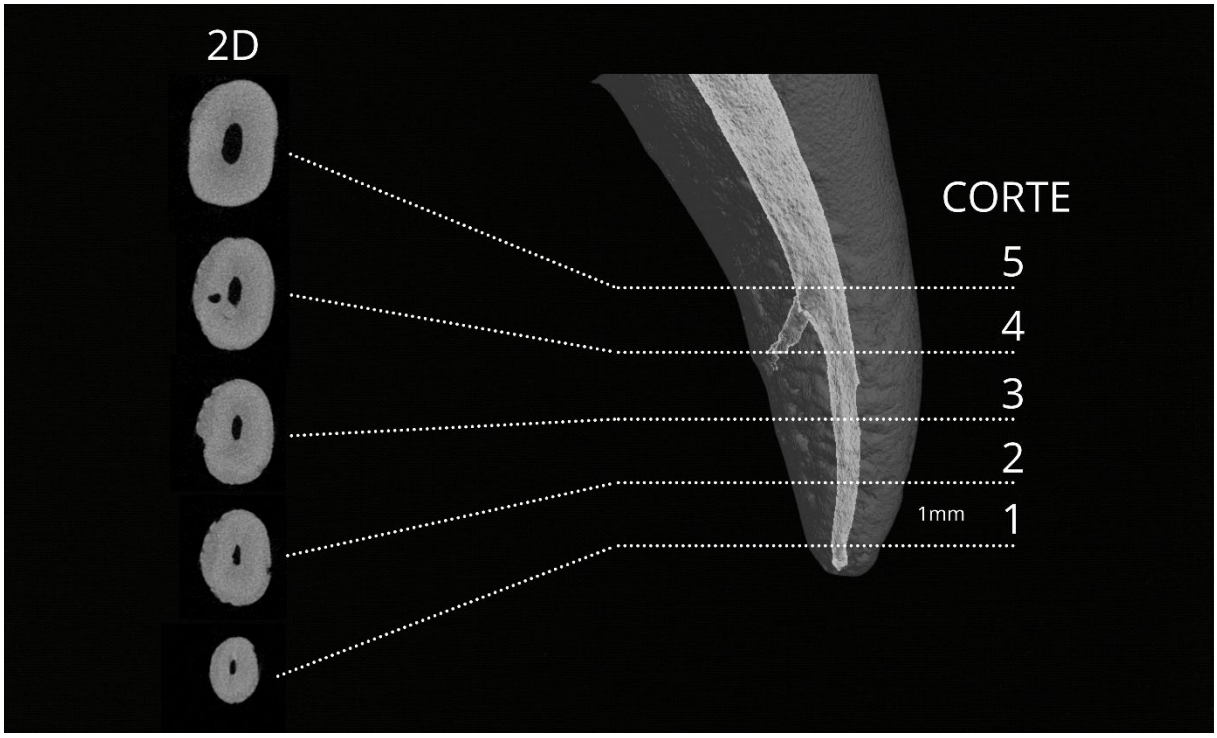
Mensuração de área, perímetro e circularidade

Para as mensurações de área, perímetro e circularidade foi realizada uma reconstrução secundária do sistema de canais radiculares de cada raiz de forma individual e utilizada a ferramenta “morphometric analysis” que avalia parâmetros da imagem binária através dos cortes bidimensionais.

Para determinação da localização exata de cada corte, foi utilizada a primeira imagem axial apical de cada conduto como base, normalmente correspondente ao forame apical, e posteriormente 4 cortes adicionais em direção ao terõ médio da raiz, com intervalo de 1mm entre eles (Figura 3).

A mensuração da área e perímetro de cada corte foi realizada de forma automatizada pela ferramenta mencionada acima e foi exposta em milímetros quadrados (mm2) e milímetros (mm), respectivamente.

Figura 3 – Representação gráfica da distribuição dos 5 primeiros cortes (níveis) no sentido apical-cervical de cada raiz



Fonte: produção própria do autor com imagens obtidas no estudo

A circularidade também foi calculada de forma automatizada. A circularidade é uma medida que quantifica o quão próximo um objeto ou forma se assemelha a um círculo perfeito. Foi utilizado um dos métodos mais simples mais utilizados para calculá-la é por meio da relação entre a área da forma e seu perímetro, através da fórmula:

$$C = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Onde A é a área da forma, P é o perímetro da forma, e π é uma constante matemática aproximadamente igual a 3,14159. Este cálculo fornece um valor de circularidade que varia de 0 a 1, onde uma forma perfeitamente circular terá uma circularidade de 1 e quanto mais a forma se desvia de um círculo, menor será o valor da circularidade.

No caso de raízes com mais de 1 canal, a análise foi realizada separadamente, por exemplo (MV e MV2), em caso de canais acessórios, foi considerado o canal que mais estivesse relacionado ao canal principal (verificado na reconstrução #D). Esta análise foi realizada apenas nos grupos que continham dentes com raiz totalmente formada (A1 e B1).

Análise estatística

Os resultados foram analisados através do software estatístico Jamovi®. Para análise de classificação da quantidade de canais e forames, foi utilizado teste Exato de Fisher para comparação do tipo de classificação e o tipo de raiz avaliada. Na análise de volume do sistema de canais, foi utilizado Teste t para grupos independentes para comparar os grupos A1 e A2, B1 e B2. As análises de área, perímetro e circularidade foi utilizado teste ANOVA de fator único ou Kruskal-Wallis a depender do tipo de distribuição (foi utilizado teste Shapiro Wilk para verificação do tipo de distribuição.

RESULTADOS

Nos dentes inferiores, a raiz distal (D) apresentou 4 diferentes tipos de configuração, onde 50% foram classificadas com a configuração 1-1-1/1. O segundo tipo mais frequente de configuração para esta raiz foi 1-2-2/1 (25%) seguido por 1-2-2/2 (12,5%) e 1-1-1/2 (12,5%). A raiz mesial inferior (M) apresentou 5 diferentes configurações, onde 37,5% obtiveram a classificação 2-2-2/2, 25% a 1-1-1/2 e 12,5% para cada uma das classificações 1-1-1/1, 1-2-3/4, 1-1-2/2. Houve diferença entre os tipos de configuração morfológica das raízes D e M dos dentes inferiores (p=0.028) (Tabela 1).

Tabela 1 – Configuração por raiz da quantidade de canais por terço dos primeiros molares permanentes inferiores com HMI e raiz completa (A1)

	M		D		
Tipo	*n*	%	*n*	%	Total (%)
1-1-1/1	1	12,5	4	50	5 (31,3
1-1-2/1	2	25	0	0	2 (12,5)
1-2-3/4	1	12,5	0	0	1(6,3)
1-1-1/2	0	0	1	12,5	1(6,3)
2-2-2/2	3	37,5	0	0	3 (18,8)
1-2-2/1	0	0	2	25	2(12,5)
1-2-2/2	0	0	1	12,5	1(6,3)
1-1-2/2	1	12,5	0	0	1(6,3)
n	8		8		16

Exato de Fisher *p=0.028; D, raiz distal; M, raiz mesial.*

Nos dentes superiores, a raiz distovestibular apresentou 3 diferentes configurações, sendo 1-1-1/1 a mais prevalente (55,6%), seguido pela 1-1-1/2 (33,3%) e 1-1-1/3 (11,1%). A raiz MV apresentou 5 classificações diferentes e 44,4% obtiveram classificação 1-1-1/2, seguido pela configuração 1-1-1/1 (22%) e 2-2-2/2 (11,1%), 2-2-2/3 (11,1%), 1-1-1/3 (11,1%). A raiz palatina (PA) obteve 3 diferentes classificações: 1-1-1/1 (66,7%), 1-1-1/2 (22,2%), 1-1-1/3 (11,1%). Não houve diferença entre os grupos (Tabela 2).

Tabela 2 – Configuração por raiz da quantidade de canais por terço dos primeiros molares permanentes superiores com HMI e raiz completa (B1)

	DV		MV		PA		
Tipo	*n*	%	*n*	%	*n*	%	Total (%)
1-1-1/2	3	33,3	4	44,4	2	22,2	9 (33,3)
2-2-2/2	0	0	1	11,1	0	0	1 (3,7)
1-1-1/1	5	55,6	2	22,2	6	66,7	13 (48,1)
2-2-2/3	0	0	1	11,1	0	0	1 (3,7)
1-1-1/3	1	11,1	1	11,1	1	11,1	2 (11,1)
n	9		9		9		27

Exato de Fisher *p=0.640; DV raiz distovestibular; MV, raiz mesiovestibular; PA, raiz palatina.*

Os valores referentes ao volume do sistema de canais radiculares de cada grupo estão descritos na Tabela 3. Não houve diferença entre o volume dos grupos dos dentes inferiores A1(raiz completa) e A2 (raiz incompleta). Para os dentes superiores, houve diferença entre os grupos B1 (raiz completa) e B2 (raiz incompleta) (p=0.008).

Tabela 3 – Volume total do sistema de canais radiculares de dentes com HMI

	Grupo	*n*	$\bar{x}$	*s*	*Min*	*Max*	*p*
Inferiores	**A1**	8	25,1	8,68	14,9	41,5	*0.123*
	A2	7	36,3	9,05	19,6	44,8	
Superiores	**B1**	9	22,0	5,42	13,7	31,4	*0.008**
	B2	4	35,7	10,38	26,6	46,6	

Teste t independente; **Diferença significativa (IC 95%);* $\bar{x}$, média; s, desvio padrão.

A análise morfométrica da área, perímetro e circularidade está descrita na Tabela 4 (Grupo A1) e Tabela 2 (Grupo B1).

Nos molares inferiores com raiz completa, houve diferença entre o grupo de raízes nos níveis 2 (p=0.01), 3 (p=0.01) e 5 (p=<0.01) e a área. O teste post-hoc identificou que as diferenças detectadas estavam entre a raiz D e DL no nível 2, e entre as raízes D e DL, D e DV, nos níveis 3 e 5. Em relação ao perímetro, houve diferença nos níveis 2 (p=0.01) e 5 (p=0.01), onde a diferença foi detectada entre as raízes D e DL em ambos os níveis. Sobre a circularidade, foi detectada diferença entre as raízes apenas no nível 2 (p<0.01), entre as raízes D e DV (Tabela 4).

Tabela 04 – Análise morfométrica dos canais radiculares de primeiros molares inferiores permanentes com HMI e raiz completa (A1)

			Área (mm^2)					Perímetro (mm)					Circularidade (0-1)				
Nível	**Canal**	***n***	**x̄**	**s**	**Min**	**Max**	***p***	**x̄**	**s**	**Min**	**Max**	***p***	**x̄**	**s**	**Min**	**Max**	***p***
	D	5	0.25	0.15	0.13	0.46		2.30	0.69	1.62	3.14		0.45	0.11	0.30	0.58	
	DL	3	0.14	0.12	0.02	0.26	*0.72*	1.62	0.89	0.65	2.41	*0.84*	0.58	0.16	0.43	0.74	*0.49*
1	**DV**	3	0.18	0.07	0.14	0.26		1.91	0.46	1.52	2.41		0.55	0.12	0.43	0.66	
	ML	8	0.15	0.12	0.03	0.37		1.90	1.22	0.76	4.32		0.42	0.21	0.09	0.71	
	MV	8	0.14	0.13	0.02	0.37		1.90	1.27	0.56	4.32		0.38	0.24	0.09	0.83	
	D	5	0.39	0.18	0.21	0.65		3.27	1.04	2.29	4.97		0.31	0.13	0.15	0.47	
	DL	3	0.05	0.02	0.03	0.07	*0.01**	1.33	0.44	0.83	1.67	*0.01**	0.28	0.13	0.19	0.43	*<0.01**
2	**DV**	3	0.10	0.02	0.08	0.11	*D-DL***	1.26	0.09	1.17	1.34	*D-DL***	0.60	0.03	0.58	0.64	*D-DV***
	ML	8	0.17	0.16	0.04	0.52		2.09	1.33	0.82	4.38		0.40	0.27	0.10	0.82	
	MV	8	0.19	0.16	0.05	0.52		2.52	1.39	0.88	4.38		0.30	0.23	0.10	0.82	
	D	5	0.46	0.17	0.23	0.72		3.82	1.09	2.83	5.24		0.29	0.21	0.10	0.54	
	DL	3	0.08	0.06	0.02	0.13	*0.01*K*	1.26	0.58	0.60	1.64	*0.01**	0.46	0.21	0.25	0.66	*0.86*
3	**DV**	3	0.11	0.03	0.08	0.13	*D-DL*** *D-DV***	1.71	0.15	1.55	1.83		0.33	0.11	0.23	0.44	
	ML	8	0.27	0.24	0.06	0.69		3.07	2.06	1.00	5.86		0.32	0.22	0.09	0.60	
	MV	8	0.28	0.24	0.06	0.69		3.26	2.04	0.94	5.86		0.33	0.28	0.09	0.72	
	D	5	0.52	0.28	0.14	0.83		4.39	1.46	3.52	6.97		0.23	0.20	0.05	0.46	
	DL	3	0.09	0.07	0.03	0.16	*0.09*	1.48	0.69	0.69	1.97	*0.07*	0.39	0.27	0.16	0.69	*0.14*
4	**DV**	3	0.17	0.07	0.09	0.22		2.84	1.03	1.91	3.94		0.15	0.05	0.09	0.19	
	ML	8	0.25	0.26	0.09	0.89		2.56	1.52	1.25	6.03		0.33	0.18	0.12	0.69	
	MV	8	0.24	0.28	0.05	0.89		2.56	1.73	1.08	6.03		0.31	0.19	0.11	0.69	
	D	5	0.82	0.27	0.50	1.22		5.50	2.09	4.12	9.06		0.24	0.13	0.12	0.39	
	DL	3	0.07	0.05	0.03	0.12	*<0.01**	1.25	0.37	0.86	1.60		0.33	0.06	0.29	0.40	
5	**DV**	3	0.22	0.14	0.10	0.37	*D-DL***	2.19	0.64	1.70	2.92	*0.01**	0.34	0.10	0.25	0.44	*0.36*
	ML	8	0.30	0.35	0.09	1.12	*D-DV***	2.71	1.80	1.18	6.77	*D-DL***	0.34	0.19	0.16	0.70	
	MV	8	0.31	0.34	0.10	1.12		2.48	1.82	1.38	6.77		0.45	0.18	0.16	0.79	

*ANOVA para grupos independentes; *Diferença significativa (IC 95%); K, Teste de Kruskal-Wallis; **Diferença no teste Post-Hoc;*
D canal distal; DL, canal distolingual; DV, canal distovestibular; ML, canal mesiolingual; MV, canal mesiovestibular; x̄, média; s, desvio padrão.

Nos molares superiores com HMI e raiz completa (B1), houve diferença entre o grupo de raízes e a área apenas no nível 2 (p=0.04). Os resultados de perímetro e circularidade não trouxeram diferenças em nenhum dos níveis (Tabela 5).

Tabela 05 – Análise morfométrica dos canais radiculares de primeiros molares superiores permanentes com HMI e raiz completa (B1)

			Área (mm^2)					Perímetro (mm)					Circularidade (0-1)				
Nível	**Canal**	**n**	**x̄**	***s***	**Min**	**Max**	***p***	**x̄**	***s***	**Min**	**Max**	***p***	**x̄**	***s***	**Min**	**Max**	***p***
1	**DV**	9	0.11	0.07	0.03	0.26	*0.09*	1.46	0.50	0.96	2.31	*0.10*	0.46	0.18	0.20	0.77	*0.55*
	MV	9	0.08	0.07	0.01	0.21		1.19	0.59	0.55	2.45		0.56	0.19	0.32	0.86	
	MV2	2	0.20	0.01	0.01	0.03		0.75	0.15	0.64	0.86		0.34	0.03	0.32	0.37	
	PA	9	0.23	0.18	0.02	0.57		2.13	1.03	0.70	3.39		0.50	0.16	0.31	0.76	
2	**DV**	9	0.10	0.06	0.05	0.24	*0.51*^{K}	1.38	0.35	0.93	2.13	*0.06*	0.43	0.15	0.25	0.67	*0.64*
	MV	9	0.15	0.07	0.05	0.24		1.74	0.45	0.90	2.41		0.49	0.22	0.16	0.82	
	MV2	2	0.02	0.00	0.02	0.02		0.80	0.15	0.69	0.91		0.30	0.12	0.21	0.39	
	PA	9	0.23	0.15	0.07	0.48		2.06	0.85	1.31	3.98		0.50	0.13	0.29	0.70	
3	**DV**	9	0.14	0.09	0.06	0.30	*0.11*	1.64	0.59	0.99	2.64	*0.10*	0.49	0.17	0.16	0.73	*0.75*
	MV	9	0.19	0.09	0.03	0.29		2.05	0.79	0.75	3.15		0.43	0.22	0.12	0.86	
	MV2	2	0.02	0.00	0.02	0.02		0.71	0.07	0.66	0.77		0.42	0.22	0.26	0.58	
	PA	9	0.31	0.20	0.09	0.71		2.40	0.81	1.41	3.44		0.49	0.18	0.28	0.75	
4	**DV**	9	0.22	0.17	0.07	0.56	*0.16*	1.99	0.61	1.20	2.96	*0.10*	0.43	0.14	0.21	0.59	*0.41*
	MV	9	0.29	0.11	0.08	0.38		2.93	1.35	1.20	5.74		0.37	0.22	0.10	0.74	
	MV2	2	0.04	0.03	0.02	0.07		1.17	0.81	0.60	1.75		0.30	0.23	0.14	0.47	
	PA	9	0.38	0.26	0.17	0.97		2.62	0.85	1.62	3.93		0.50	0.20	0.21	0.78	
5	**DV**	9	0.32	0.23	0.04	0.74	*0.13*	2.43	0.99	0.94	3.79	*0.45*^{K}	0.46	0.13	0.22	0.60	*0.16*^{K}
	MV	9	0.34	0.20	0.06	0.56		2.90	1.12	1.21	4.27		0.35	0.19	0.17	0.67	
	MV2	2	0.02	0.01	0.01	0.03		0.73	0.12	0.65	0.82		0.27	0.11	0.19	0.19	
	PA	9	0.58	0.32	0.23	1.08		3.47	1.90	1.97	8.17		0.51	0.20	0.10	0.76	

*ANOVA para grupos independentes; *Diferença significativa (IC 95%); ^{K}, Teste de Kruskal-Wallis; DV canal distovestibular; MV, canal mesiovestibular; PA, canal palatina; x̄, média; s, desvio padrão; Dados do canal MV2 não incluídos nesta análise.*

DISCUSSÃO

Estudos prévios examinaram a anatomia interna de dentes humanos através de várias técnicas de investigação (31–35). A análise morfológica por imagens de microtomografia computadorizada (μTC) é um método não invasivo, não destrutivo e reprodutível (31). A μCT oferece imagens detalhadas, que auxiliam no avanço do entendimento da morfologia de dentes humanos, permitindo o diagnóstico preciso de variações anatômicas e aprimorando o planejamento de tratamentos (36). Embora a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) também seja útil para tal fim, o nível de detalhamento das imagens faz da μCT o método padrão ouro para investigação da anatomia dentária, principalmente no que diz respeito ao sistema de canais radiculares (37). A implementação dessas tecnologias pode otimizar os protocolos clínicos e melhorar os resultados do tratamento endodôntico, pois a complexidade da

anatomia dos canais radiculares está diretamente ligada à falha no tratamento endodôntico, devido à dificuldade de acesso durante a limpeza e desinfecção dos canais, e o desconhecimento do clínico acerca das variações anatômicas existentes (22). Este estudo analisou 28 dentes através de imagens de microtomografia computadorizada.

Neste estudo, primeiramente foi analisada a configuração morfológica através do sistema de 4 dígitos (38,39). Os dentes inferiores com HMI e raiz completa (A1), apresentaram 4 diferentes tipos de configuração morfológica na raiz distal (D), onde 50% foram classificadas com a configuração 1-1-1/1, ou seja, com presença de canal e forame únicos. Estudos que avaliaram molares inferiores sem HMI concordam que a raiz distal frequentemente apresenta canal único que emerge em um único forame (tipo 1-1-1/1), no entanto, diferentes prevalências deste tipo morfológico foram relatadas na literatura e variam de 58,5% (39) a 96,7% (40). O estudo com a maior amostra de molares permanentes inferiores sem HMI, através de imagens de microtomografia, relatou que das 118 raízes distais avaliadas, 69 possuíam configuração tipo 1-1-1/1(39).

A raiz mesial inferior apresentou 8 diferentes configurações, onde 37,5% obtiveram a classificação 2-2-2/2, seguido pela 1-1-1/2 (25%). Nossos resultados parecem similares a um estudo que avaliou 40 raízes mesiais de PMIP encontrou 8 diferentes classificações, sendo a do tipo 1-2-1/2 a mais prevalente (25%) seguido pelo tipo 1-1-1/1 com 15%(41). Outro estudo analisou 104 raízes M de PMIP por µCT e detectou 8 tipos morfológicos, sendo os mais frequentes 2-2-2/2 (48%) e 2-1-1/1 (17%)(42). A raiz M dos molares inferiores possui anatomia complexa, devido principalmente à alta prevalência da presença de istmos, curvaturas e canais que se unem e se separam ao longo da raiz (43)

A análise estatística fornece evidências de que as configurações das raízes M e D inferiores variam significativamente (p=0.028), o que destaca a importância da avaliação individualizada de cada caso durante os procedimentos endodônticos. No entanto, este resultado precisa ser observado com cautela, uma vez que a quantidade de células vazias na análise e o baixo número amostral podem interferir diretamente no número estatístico obtido.

Nos dentes superiores, este estudo verificou que a raiz palatina obteve 3 diferentes classificações: 1-1-1/1 (66,7%), 1-1-1/2 (22,2%), 1-1-1/3 (11,1%). A raiz palatina possui a menor variação anatômica entre as raízes de molares superiores (<2%) (44). Os resultados do presente estudo corroboram com os achados de um estudo de que avaliou 169 raízes palatinas de dentes sem HMI por imagens de microtomografia e todas as raízes palatinas apresentaram canal e forame único (1-1-1/1) (42). Outro estudo também de amostras sem HMI analisou 179 raízes palatinas e encontrou apenas 2 delas com variação anatômica (1,2%) (38). O estudo com maior número amostral avaliou 410 raízes palatinas de primeiros molares superiores permanentes e detectou sadios e 100% do tipo era 1-1-1/1 (45) .

Embora todas as classificações na raiz PA observadas neste estudo tragam raízes com canal único (1-1-1/1, 1-1-1/2, 1-1-1/3), em 33,7% das raízes foi verificada a presença de mais de um forame apical. Esta informação diverge das observações já realizadas na literatura e pode ser reflexo da avaliação criteriosa dos forames apicais neste trabalho, que utilizou além dos cortes axiais das reconstruções, os arquivos 3D renderizados para completa análise da presença destes forames.

A raiz DV dos primeiros molares superiores apresentou 3 diferentes configurações, sendo 1-1-1/1 a mais prevalente (55,6%), seguido pela 1-1-1/2 (33,3%) e 1-1-1/3 (11,1%). Assim como aconteceu na raiz palatina, a variação se deu apenas na quantidade de forames o que pode ser explicado pelo já mencionado acima. Os estudos corroboram com os nossos resultados e mostram que a raiz disto vestibular (DV) se apresenta normalmente com canal único e forame único (1-1-1/1), com prevalências relatadas de 96% (30) e 99,5%(45)

A raiz MV apresentou 5 classificações diferentes, onde 55,6% exibiram classificação tipo 1-1-1/1 e 33% tipo 1-1-1/2, ou seja, 88,9% das raízes mesiais apresentaram canal único, variando apenas a quantidade de forames apicais. Os resultados encontrados no presente estudo divergem dos achados da literatura, pois apenas 22,2% das raízes MV apresentaram canal MV2. Um estudo publicado em 2013 avaliou 154 raízes mesiovestibulares e encontraram mais de um canal radicular (MV2) em 73,4% da amostra (46) . Outro estudo também divergente aos dados obtidos no presente estudo, avaliou 96 raízes MV de primeiros molares superiores e verificou que a

presença de canal único foi verificada em apenas 12,5% da amostra (47). Devido à presença frequente de canais adicionais encontrados (MV2) e a grande quantidade de variações em sua morfologia, a raiz MV é considerada um dos maiores desafios para os endodontistas (47). O canal MV2 não foi incluído na análise estatística, pois o baixo número amostral (n=2) Não permite testagem estatística por analise de variâncias.

A classificação morfológica da quantidade de canais radiculares não foi realizada nos dentes com risogênese incompleta (A2 e B2), pois diferentes níveis de formação radicular foram verificados o que impossibilita a classificação principalmente no terço apical e a na determinação quantidade de forames. Não há, na literatura, nenhuma metodologia que sugere ou descreve uma classificação para este grupo de dentes.

Dados numéricos de área, perímetro e circularidade da região apical de cada canal radicular foram medidos neste trabalho. Estas análises registram dados numéricos importantes para futuras comparações e permitem avaliar as características dos grupos de dentes observados e compará-los entre si e com demais grupos de dentes.

Este foi o único estudo que analisou as variáveis citadas acima para todas as raízes de molares inferiores e superiores, com ou sem HMI. O estudo de Filpo Perez et al. (43) avaliou exclusivamente raízes distais com canal único de primeiros molares inferiores permanentes sem HMI para determinação a área, perímetro e circularidade destes dentes através de métodos similares ao presente estudo. Outros estudos fornecem informações morfométricas em outros grupos de dentes como caninos (48–50), incisivos (51), pré-molares (52), segundos molares (53) e dentes decíduos (54).

Nos molares inferiores com raiz completa, a área apresentou diferença entre as raízes D e DL nos níveis 2 ($p=0.01$), 3 ($p=0.01$ e 5($p<0.01$) e entre as raízes D e DV nos níveis 3 ($p=0.01$) e 5($p<0.01$). Estas diferenças podem ser justificadas pelos baixos números de área obtidos nos canais DV e DL que normalmente encontrados com baixa frequência na raiz distal (39).

Também foi detectada diferença entre a variável perímetro e as raízes D e DL nos níveis 2 ($p=0.01$) e 5 ($p=0.01$) e na variável circularidade apenas no nível 2 e entre as raízes D e DV ($p<0.01$), o que pode ser justificado pelo já mencionado acima.

Nos molares superiores com raiz completa (B1), a comparação das médias dos níveis 1 ao 5 mostra que a área diminuiu do primeiro para o segundo nível e aumentou do segundo para o quinto nível no canal DV. Nos canais a área aumentou em todos os níveis. Esta diminuição de área no primeiro milímetro do canal pode estar relacionada à constrição apical que geralmente está localizada de 0,5 a 1mm coronalmente ao forame apical (55). A mesma observação foi feita nas medidas de perímetro, onde este se manteve crescente entre os níveis nos canal MV e MV2 e teve o número diminuído entre o primeiro e o segundo nível para as raízes P e DV.

Do ponto de vista clínico, a circularidade ou redondeza dos canais implica diretamente na instrumentação mecânica dos canais, uma vez que instrumentos rotatórios são amplamente utilizados e possuem geometria circular, o que pode comprometer o preparo de canais com formatos menos circulares (49).

A análise estatística não verificou diferenças entre as raízes P, MV e MD, para as variáveis de área, perímetro e circularidade.

Esses achados ressaltam a importância da avaliação cuidadosa da morfologia dos canais radiculares em dentes com HMI, especialmente considerando a variedade de configurações observadas. No entanto, é importante reconhecer as limitações deste estudo, como o tamanho da amostra e a falta de informações adicionais sobre a população estudada (idade, sexo, doenças preexistentes, etnia), o que não possibilita afirmar que a variação morfológica de dentes com HMI difere de dentes sem HMI.

Sugere-se que estudos futuros investiguem mais profundamente as implicações clínicas das diferentes configurações de canais radiculares em dentes com HMI, bem como considerem uma amostra maior e uma análise mais abrangente das características anatômicas e clínicas desses dentes. Essas informações podem contribuir para o aprimoramento das técnicas de tratamento endodôntico e melhorar os resultados clínicos para pacientes com HMI.

CONCLUSÃO

Os dentes avaliados mostraram alta variabilidade morfológica.

A raiz M dos molares inferiores apresentou a maior quantidade de classificação anatômica em comparação com as demais raízes.

Não foi detectada diferença do volume total do sistema de canais radiculares entre os dentes inferiores com e sem HMI.

Houve diferença no volume do sistema de canais radiculares entre dentes superiores com e sem HMI.

Os canais D e DL nos molares inferiores mostraram diferença na área e perímetro em diferentes níveis e os canais D e DV apresentaram diferença na área e circularidade.

Não foi detectada diferença na área, volume e circularidade dos canais radiculares entre as raízes dos dentes superiores.

Não é possível afirmar que dentes com HMI possuem variação anatômica maior ou menor em relação à dentes sem HMI.

REFERÊNCIAS

1. Joshi T, Rahman A, Rienhoff S, Rienhoff J, Stamm T, Bekes K. Impact of molar incisor hypomineralization on oral health–related quality of life in 8–10-year-old children. Clin Oral Investig. 1º de fevereiro de 2022;26(2):1753–9.

2. Elhennawy K, Schwendicke F. Managing molar-incisor hypomineralization: A systematic review. Vol. 55, Journal of Dentistry. Elsevier Ltd; 2016. p. 16–24.

3. da Cunha Coelho ASE, Mata PCM, Lino CA, Macho VMP, Areias CMFGP, Norton APMAP, et al. Dental hypomineralization treatment: A systematic review. Vol. 31, Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. Blackwell Publishing Ltd; 2019. p. 26–39.

4. da Costa-Silva CM, Jeremias F, de Souza JF, Cordeiro R de CL, Santos-Pinto L, Zuanon ACC. Molar incisor hypomineralization: prevalence, severity and clinical consequences in Brazilian children. International journal of paediatric dentistry / the British Paedodontic Society [and] the International Association of Dentistry for Children. 2010;20(6):426–34.

5. Buchgraber B, Kqiku L, Ebeleseder KA. Molar incisor hypomineralization: proportion and severity in primary public school children in Graz, Austria. Clin Oral Investig. 1º de março de 2018;22(2):757–62.

6. Bekes K, Amend S, Priller J, Zamek C, Stamm T, Krämer N. Changes in oral health-related quality of life after treatment of hypersensitive molar incisor hypomineralization–affected molars with a sealing. Clin Oral Investig. 1º de novembro de 2021;25(11):6449–54.

7. Bandeira Lopes L, Machado V, Botelho J, Haubek D. Molar-incisor hypomineralization: an umbrella review. Vol. 79, Acta Odontologica Scandinavica. Taylor and Francis Ltd.; 2021. p. 359–69.

8. Briseño-Marroquín B, Paqué F, Maier K, Willershausen B, Wolf TG. Root Canal Morphology and Configuration of 179 Maxillary First Molars by Means of Micro-computed Tomography: An Ex Vivo Study. J Endod. 2015;41(12):2008–13.

9. Silva MJ, Scurrah KJ, Craig JM, Manton DJ, Kilpatrick N. Etiology of molar incisor hypomineralization - A systematic review. Vol. 44, Community dentistry and oral epidemiology. 2016. p. 342–53.

10. Bandeira Lopes L, Machado V, Botelho J, Haubek D. Molar-incisor hypomineralization: an umbrella review. Vol. 79, Acta Odontologica Scandinavica. Taylor and Francis Ltd.; 2021. p. 359–69.

11. Elhennawy K, Schwendicke F. Managing molar-incisor hypomineralization: A systematic review. Vol. 55, Journal of Dentistry. Elsevier Ltd; 2016. p. 16–24.

12. da Cunha Coelho ASE, Mata PCM, Lino CA, Macho VMP, Areias CMFGP, Norton APMAP, et al. Dental hypomineralization treatment: A systematic review. Vol. 31, Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. Blackwell Publishing Ltd; 2019. p. 26–39.

13. Teixeira RJPB, Andrade NS, Queiroz LCC, Mendes FM, Moura MS, Moura L de FA de D, et al. Exploring the association between genetic and environmental factors and molar incisor

hypomineralization: evidence from a twin study. Int J Paediatr Dent. 1º de março de 2018;28(2):198–206.

14. Teixeira RJPB, Andrade NS, Queiroz LCC, Mendes FM, Moura MS de, Moura L de FA de D, et al. Comproving the multifactorial etiology of molar incisor hypomineralization. Vol. 29, International Journal of Paediatric Dentistry. Blackwell Publishing Ltd; 2019. p. 4.

15. Tourino LFPG, Corrêa-Faria P, Ferreira RC, Bendo CB, Zarzar PM, Vale MP. Association between molar incisor hypomineralization in schoolchildren and both prenatal and postnatal factors: A population-based study. PLoS One. 1º de junho de 2016;11(6).

16. Schwendicke F, Elhennawy K, Reda S, Bekes K, Manton DJ, Krois J. Global burden of molar incisor hypomineralization. Vol. 68, Journal of Dentistry. Elsevier Ltd; 2018. p. 10–8.

17. Dias FMCS, Gradella CMF, Ferreira MC, Oliveira LB. Molar–incisor hypomineralization: parent's and children's impact perceptions on the oral health-related quality of life. European Archives of Paediatric Dentistry. 1º de abril de 2021;22(2):273–82.

18. Davenport M, Welles AD, Angelopoulou M V., Gonzalez C, Okunseri C, Barbeau L, et al. Prevalence of molar-incisor hypomineralization in milwaukee, wisconsin, USA: A pilot study. Clin Cosmet Investig Dent. 2019;11:109–17.

19. Neta NBD, de Deus Moura LDFA, Cruz PF, Moura MS, Paiva SM, Martins CC, et al. Impact Of Molar Incisor Hypomineralization On Oral Health Related Quality Of Life In Schoolchildren. Braz Oral Res. 2016;30(1):1–10.

20. Carrotte P. Endodontic treatment for children. Vol. 198, British Dental Journal. 2005. p. 9–15.

21. Carrotte P. Endodontic treatment for children. Vol. 198, British Dental Journal. 2005. p. 9–15.

22. Miccoli G, Seracchiani M, Zanza A, Giudice A Del, Testarelli L. Possible Complications of Endodontic Treatments. Journal of Contemporary Dental Practice. 2020;21(5):473–4.

23. Bergenholtz G. Assessment of treatment failure in endodontic therapy. Vol. 43, Journal of oral rehabilitation. 2016. p. 753–8.

24. Li J, Parada C, Chai Y. Cellular and molecular mechanisms of tooth root development. Vol. 144, Development (Cambridge). Company of Biologists Ltd; 2017. p. 374–84.

25. Sohn WJ, Choi MA, Yamamoto H, Lee S, Lee Y, Jung JK, et al. Contribution of mesenchymal proliferation in tooth root morphogenesis. J Dent Res. janeiro de 2014;93(1):78–83.

26. Luder HU. Malformations of the tooth root in humans. Vol. 6, Frontiers in Physiology. Frontiers Media S.A.; 2015.

27. Neboda C, Anthonappa RP, Engineer D, King NM, Abbott P v. Root canal morphology of hypomineralised first permanent molars using micro-CT. European Archives of Paediatric Dentistry. 1º de abril de 2020;21(2):229–40.

28. Tredoux S, Warren N, Buchanan GD. Root and canal configurations of mandibular first molars in a south african subpopulation. J Oral Sci. 1º de julho de 2021;63(3):252–6.

29. Ahmed HMA, Rossi-Fedele G. Preferred Reporting Items for Root and Canal Anatomy in the Human Dentition (PROUD 2020) - A Systematic Review and a Proposal for a Standardized Protocol. Eur Endod J. 1º de dezembro de 2020;5(3):159–76.

30. Mufadhal AA, Madfa AA. The morphology of permanent maxillary first molars evaluated by cone-beam computed tomography among a Yemeni population. BMC Oral Health. 1º de dezembro de 2023;23(1).

31. Wolf TG, Paqué F, Zeller M, Willershausen B, Briseño-Marroquín B. Root canal morphology and configuration of 118 mandibular first molars by means of micro-computed tomography: An ex vivo study. J Endod. 1º de abril de 2016;42(4):610–4.

32. Wolf TG, Paqué F, Woop AC, Willershausen B, Briseño-Marroquín B. Root canal morphology and configuration of 123 maxillary second molars by means of micro-CT. Int J Oral Sci. 1º de março de 2017;9(1):33–7.

33. Ahmed HMA, Hashem AA. Accessory roots and root canals in human anterior teeth: a review and clinical considerations. Vol. 49, International Endodontic Journal. Blackwell Publishing Ltd; 2016. p. 724–36.

34. Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PMH. A new system for classifying root and root canal morphology. Vol. 50, International Endodontic Journal. Blackwell Publishing Ltd; 2017. p. 761–70.

35. Karobari MI, Arshad S, Noorani TY, Ahmed N, Basheer SN, Peeran SW, et al. Root and Root Canal Configuration Characterization Using Microcomputed Tomography: A Systematic Review. J Clin Med. 1º de maio de 2022;11(9).

36. Mazzi-Chaves JF, Silva-Sousa YTC, Leoni GB, Silva-Sousa AC, Estrela L, Estrela C, et al. Micro-computed tomographic assessment of the variability and morphological features of root canal system and their ramifications. Journal of Applied Oral Science. 2020;28.

37. Borges CC, Estrela C, Decurcio D de A, Pécora JD, Sousa-Neto MD, Rossi-Fedele G. Cone-beam and micro-computed tomography for the assessment of root canal morphology: A systematic review. Vol. 34, Brazilian Oral Research. Sociedade Brasileira de Hematologia e Hemoterapia; 2020.

38. Briseño-Marroquín B, Paqué F, Maier K, Willershausen B, Wolf TG. Root Canal Morphology and Configuration of 179 Maxillary First Molars by Means of Micro-computed Tomography: An Ex Vivo Study. J Endod. 2015;41(12):2008–13.

39. Wolf TG, Paqué F, Zeller M, Willershausen B, Briseño-Marroquín B. Root canal morphology and configuration of 118 mandibular first molars by means of micro-computed tomography: An ex vivo study. J Endod. 1º de abril de 2016;42(4):610–4.

40. Asijavičienė U, Drukteinis S, Suduiko A. Microcomputed tomography evaluation of the root canals morphology of the mandibular fi rst molars. Vol. 22, Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal. 2020.

41. Sallı GA, Egil E. Evaluation of mesial root canal configuration of mandibular first molars using micro-computed tomography. Imaging Sci Dent. 2021;51:1–6.

42. Marceliano-Alves MF, Lima CO, Bastos LG do PMN, Bruno AMV, Vidaurre F, Coutinho TM, et al. Mandibular mesial root canal morphology using micro-computed tomography in a Brazilian population. Australian Endodontic Journal. 1º de abril de 2019;45(1):51–6.

43. Filpo-Perez C, Bramante CM, Villas-Boas MH, Húngaro Duarte MA, Versiani MA, Ordinola-Zapata R. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of the distal root of mandibular first molar. J Endod. 1º de fevereiro de 2015;41(2):231–6.

44. Nosrat A, Verma P, Hicks ML, Schneider SC, Behnia A, Azim AA. Variations of Palatal Canal Morphology in Maxillary Molars: A Case Series and Literature Review. J Endod. 1º de novembro de 2017;43(11):1888–96.

45. Razumova S, Brago A, Khaskhanova L, Barakat H, Howijieh A. Evaluation of anatomy and root canal morphology of the maxillary first molar using the cone-beam computed tomography among residents of the moscow region. Contemp Clin Dent. 1º de junho de 2018;9(5):S133–6.

46. Lee KW, Kim Y, Perinpanayagam H, Lee JK, Yoo YJ, Lim SM, et al. Comparison of alternative image reformatting techniques in micro-computed tomography and tooth clearing for detailed canal morphology. J Endod. março de 2014;40(3):417–22.

47. Camargo Dos Santos B, Pedano MS, Giraldi CK, de Oliveira JCM, Lima ICB, Lambrechts P. Mesiobuccal root canal morphology of maxillary first molars in a brazilian sub-population - A Micro-CT study. Eur Endod J. 2020;5(2):105–11.

48. Plascencia H, Cruz álvaro, Palafox-Sánchez CA, Díaz M, López C, Bramante CM, et al. Micro-CT study of the root canal anatomy of maxillary canines. J Clin Exp Dent. 1º de outubro de 2017;9(10):e1230–6.

49. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. Int Endod J. setembro de 2013;46(9):800–7.

50. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. The anatomy of two-rooted mandibular canines determined using micro-computed tomography. Int Endod J. julho de 2011;44(7):682–7.

51. Leoni GB, Versiani MA, Pécora JD, Damião De Sousa-Neto M. Micro-computed tomographic analysis of the root canal morphology of mandibular incisors. J Endod. 2014;40(5):710–6.

52. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Villas-Boas MH, Cavenago BC, Duarte MH, Versiani MA. Morphologic micro-computed tomography analysis of mandibular premolars with three root canals. J Endod. setembro de 2013;39(9):1130–5.

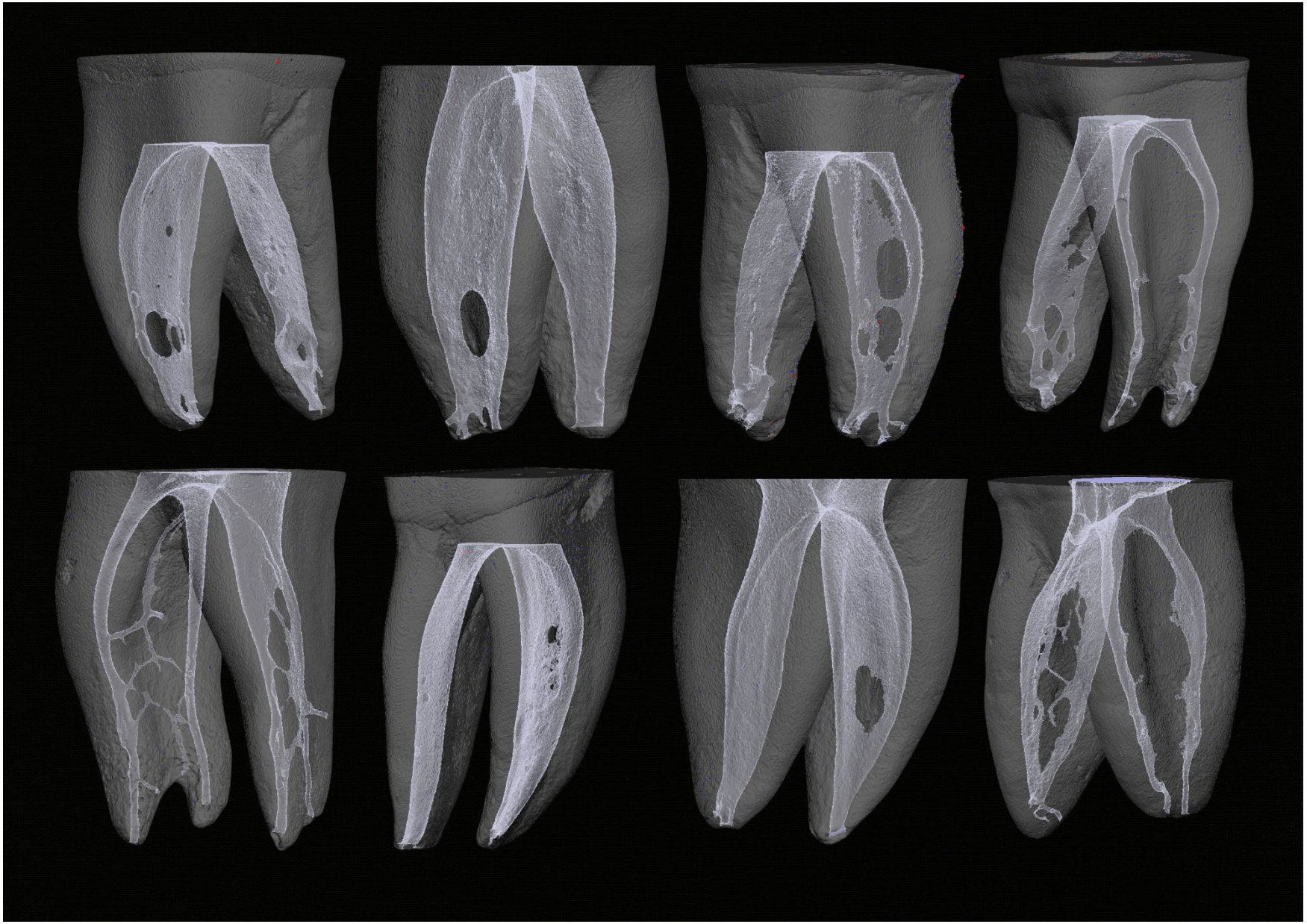
53. Versiani MA, Pécora JD, De Sousa-Neto MD. Root and root canal morphology of four-rooted maxillary second molars: A micro-computed tomography study. J Endod. julho de 2012;38(7):977–82.

54. Fumes AC, Sousa-Neto MD, Leoni GB, Versiani MA, da Silva LAB, da Silva RAB, et al. Root canal morphology of primary molars: a micro-computed tomography study. European Archives of Paediatric Dentistry. 1º de outubro de 2014;15(5):317–26.

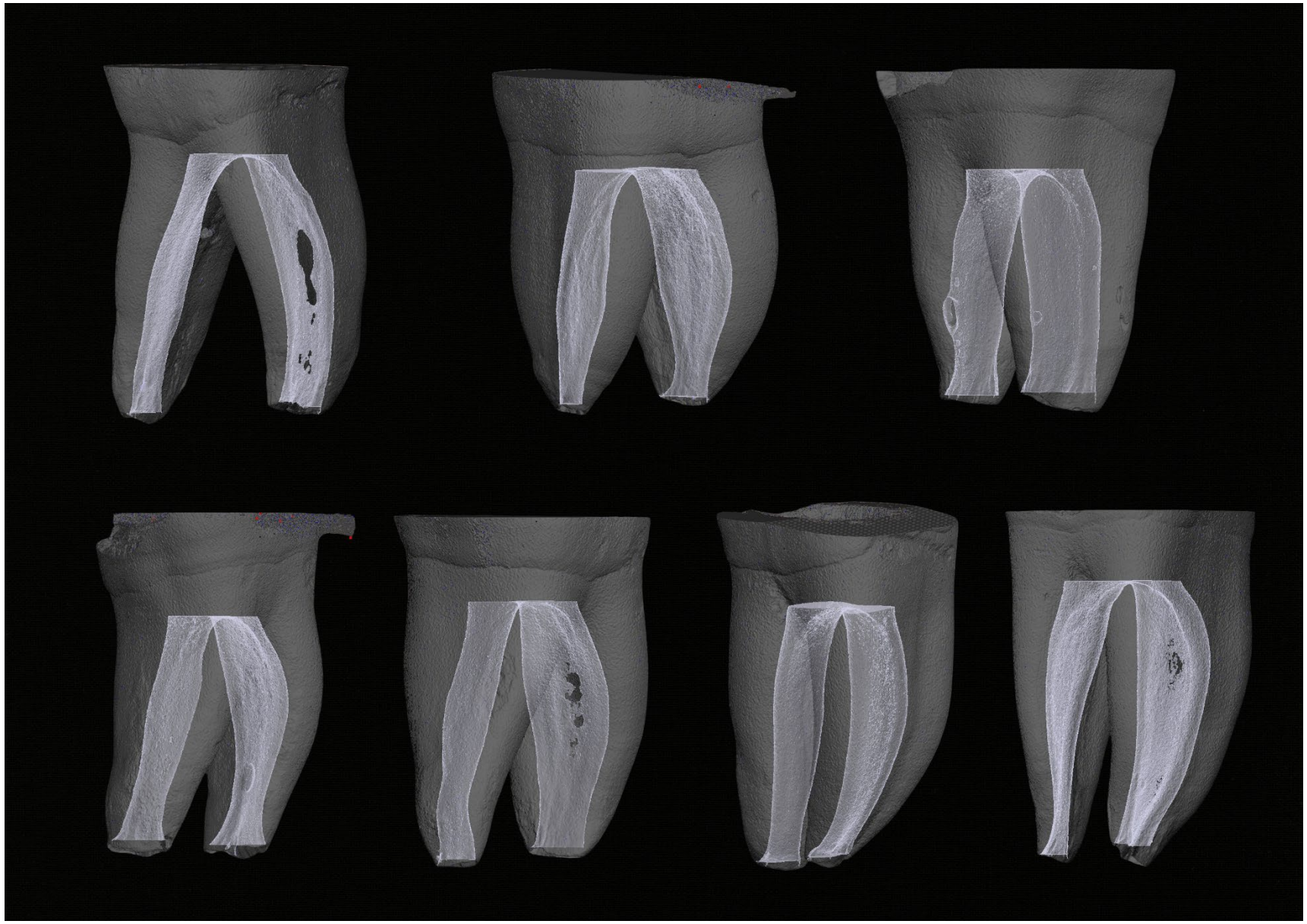
55. Chang JWW, Manigandan K, Samaranayake L, NandhaKumar C, AdhityaVasun P, Diji J, et al. Morphotypes of the apical constriction of maxillary molars: a micro-computed tomographic evaluation. Restor Dent Endod. 2022;47(2).

4. APÊNDICES

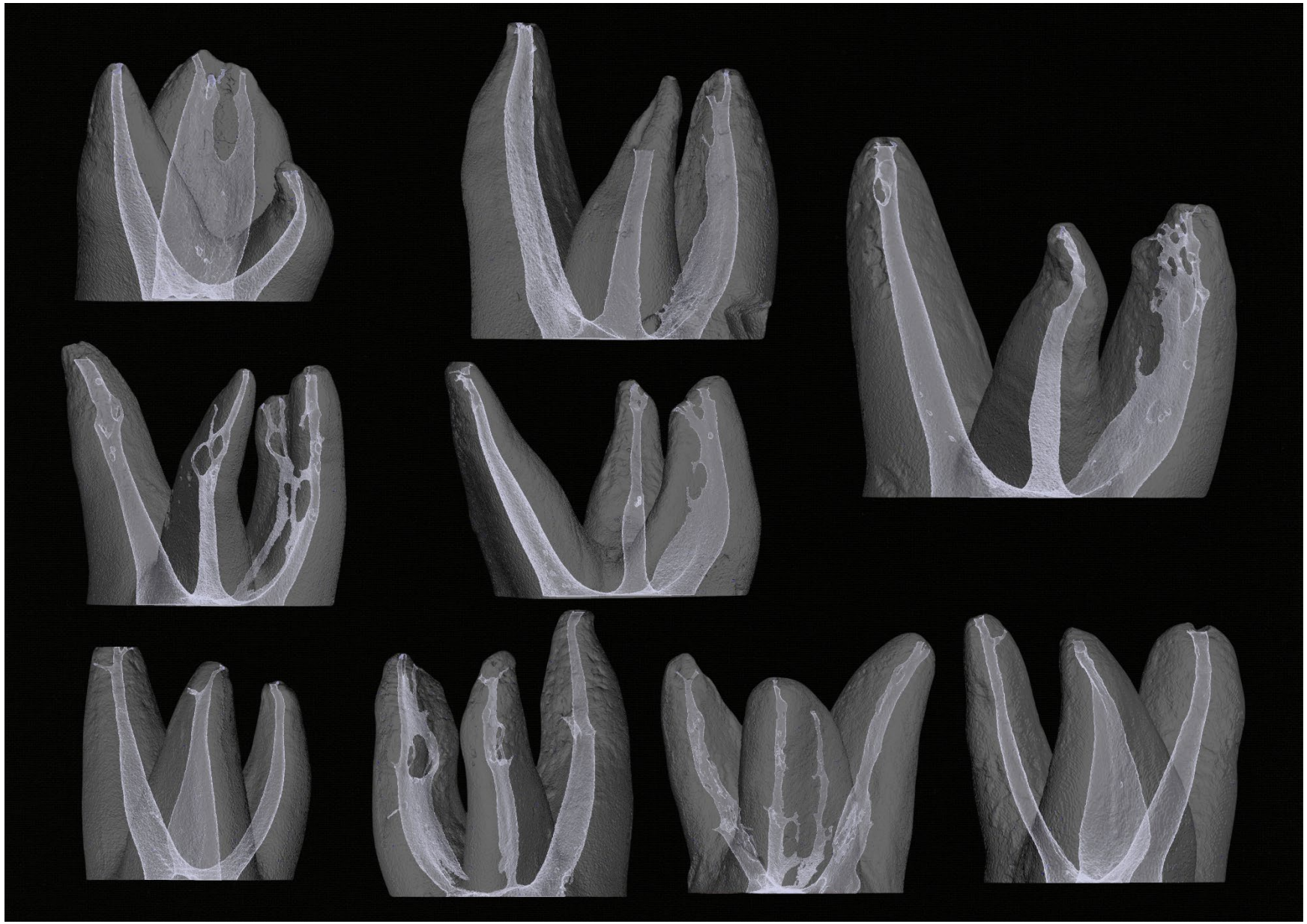
APÊNDICE 1 – RECONSTRUÇOES 3D DOS DENTES DO GRUPO A1



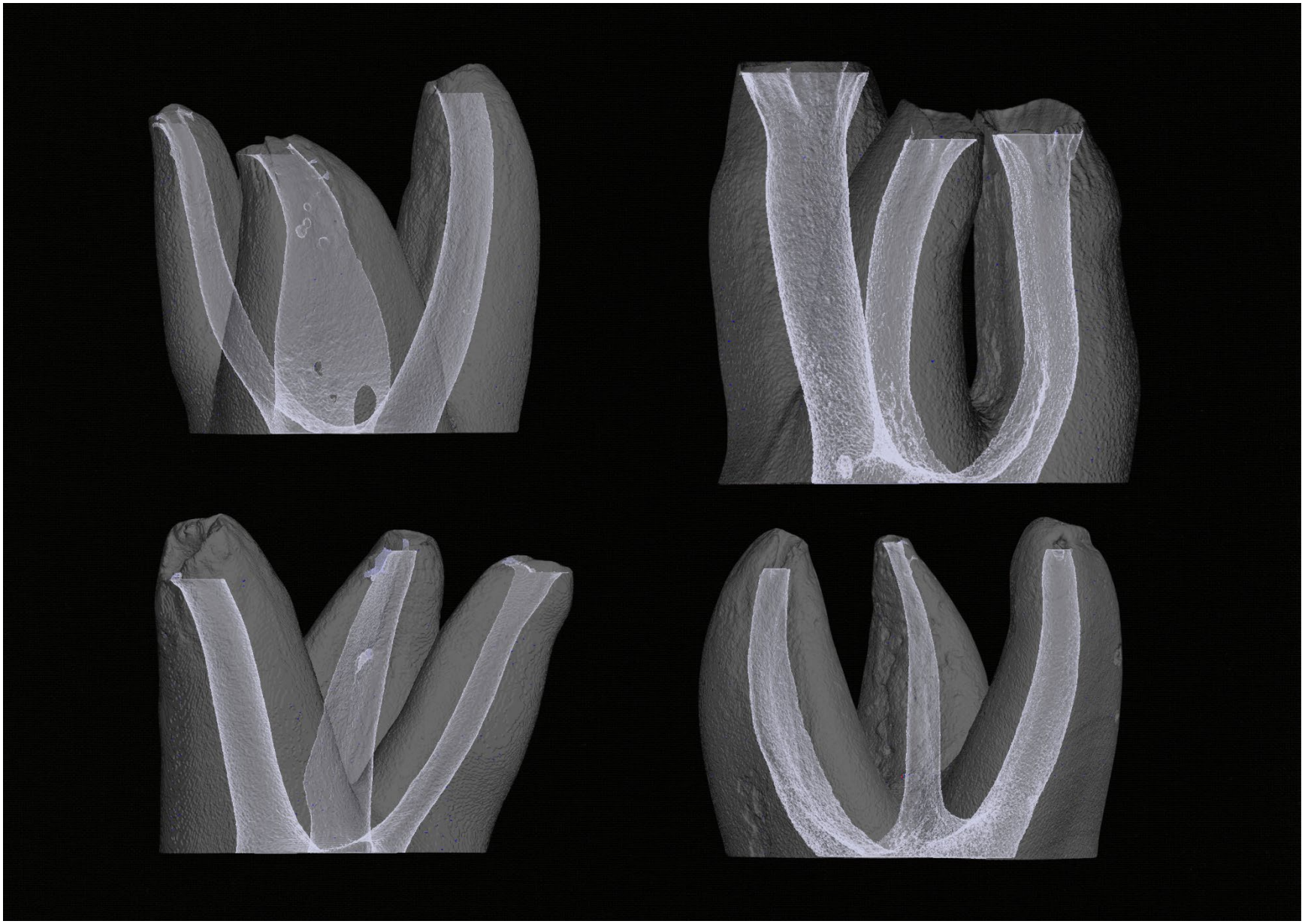
APÊNDICE 2 – RECONSTRUÇOES 3D DOS DENTES DO GRUPO A2



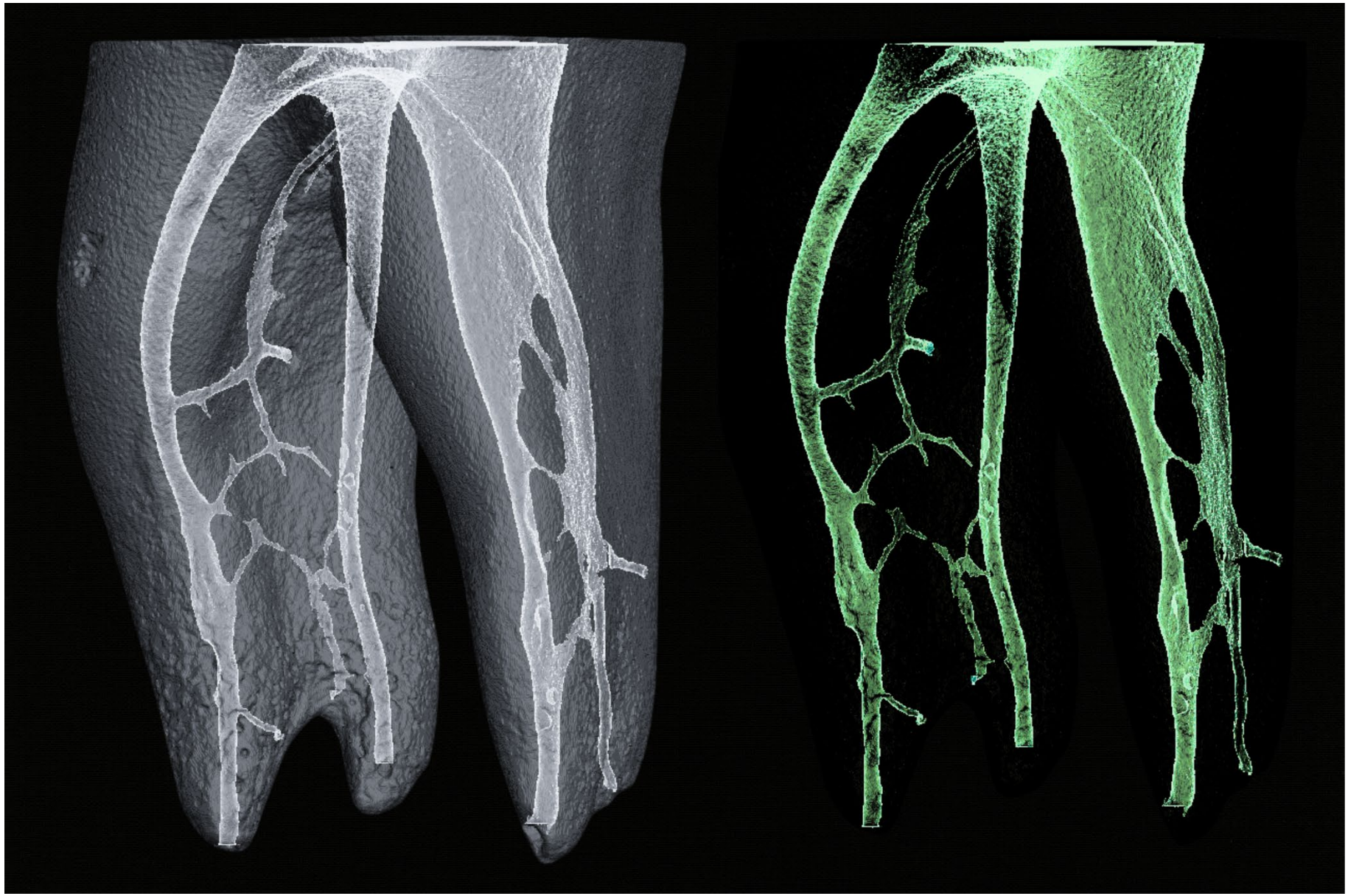
APÊNDICE 3 – RECONSTRUÇOES 3D DOS DENTES DO GRUPO B1



APÊNDICE 4 – RECONSTRUÇOES 3D DOS DENTES DO GRUPO B2



APENDICE 5 – EXEMPLO DA SEGMENTAÇÃO 3D DA RAIZ E SISTEMA DE CANAIS RADICULARES (MOLAR INFERIOR)



APENDICE 6 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES DE DENTES HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO, isso significa que iremos estudar o formato da parte de dentro das raízes de dentes com defeito na formação de esmalte dentário. Esta pesquisa é coordenada pelo pesquisador Thiago Raniel Nunes e Silva. Seus pais permitiram que você participe. Queremos saber nessa pesquisa sobre o formato da parte de dentro dos dentes que tem defeito na formação do esmalte do dente chamado hipomineralização. Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. As crianças e adolescentes que irão participar desta pesquisa têm de 6 a 15 anos de idade. A pesquisa será feita nas Clínicas de Dentistas da Universidade, onde as crianças que precisaram extrair algum dente por estar doendo ou porque precisa remover o dente por diversos motivos que não seja para esta pesquisa. Para isso, será usado o seu dente que foi extraído. Coletar o seu dente é considerado seguro, mas pode ser que outras pessoas saibam que o dente é seu, mas faremos de tudo para isso não acontecer, pois vamos colocar um número no lugar do seu nome na hora de avaliar o seu dente. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelo telefone (86) 99840-8889. Há coisas boas que podem acontecer com entender mais sobre o problema de formação do esmalte que falamos acima, poderemos ajudar outras crianças no futuro. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados em revistas e jornais de cientistas, mas sem identificar as crianças que participaram e você vai ser avisado quando o resultado sair.

Sendo assim, EU ACEITO participar da pesquisa FORMATO DA PARTE DE DENTRO DAS RAIZES DE DENTES COM DEFEITO NA FORMAÇÃO. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer "sim" e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer "não" e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma via deste termo de assentimento, li e concordo em participar da pesquisa, assinarei abaixo.

_____
Assinatura do Participante

_____
Assinatura do Pesquisador Responsável

1/1

APENDICE 7 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Senhor (a)

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) de uma pesquisa denominada MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES DE DENTES COM HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO. Esta pesquisa está sob a responsabilidade do pesquisador Thiago Raniel Nunes e Silva e tem como objetivos observar as características de dentes com hipomineralização molar-incisivo que é um defeito na formação do esmalte dentário das pessoas. Esta pesquisa tem por finalidade entender mais sobre a formato interno das raízes dos dentes com hipomineralização molar-incisivo que. Neste sentido, solicitamos sua colaboração mediante a assinatura deste termo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), visa assegurar seus direitos como participante. Após seu consentimento, assine todas as páginas e o final deste documento, que está em duas vias. O mesmo, também será assinado pelo pesquisador em todas as páginas, ficando uma via com você participante da pesquisa e outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção e calma, aproveite para esclarecer todas as suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de indicar sua concordância, você poderá esclarecê-las com o pesquisador responsável pela pesquisa através do seguintes telefones (86) 99840-8889. Se mesmo assim, as dúvidas ainda persistirem você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da– UFPI, que acompanha e analisa as pesquisas científicas que envolvem seres humanos, no Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina –PI, telefone (86) 3237-2332, e-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br; no horário de atendimento ao público, segunda a sexta, manhã: 08h00 às 12h00 e a tarde: 14h00 às 18h00. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Esclarecemos mais uma vez que sua participação é voluntaria, caso decida não participar ou retirar seu consentimento a qualquer momento da pesquisa, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo e o (os) pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento.

A pesquisa tem como justificativa entender mais sobre o formado interno das raízes de dentes com um defeito de desenvolvimento chamado Hipomineralização Molar-Incisivo e para sua realização serão utilizados dentes extraídos por motivos que não o desta pesquisa. Precisamos de dentes com e sem o problema citado acima para realização desta pesquisa que forem extraídos por indicação odontológica em decorrência de vários motivos que não o deste estudo: motivos ortodônticos, cárie extensa, dor, etc.

Esclareço que esta pesquisa acarreta os seguintes riscos: quebra do sigilo dos participantes, porém eles serão contornados através da substituição dos nomes dos participantes por códigos estabelecidos e conhecidos apenas pelo pesquisador responsável.

1/2

APÊNDICE 7 – CONTINUAÇÃO (PÁGINA 2 DO TCLE)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.

Os benefícios deste estudo incluem o maior entendimento sobre o problema de desenvolvimento dentário, o que ajudará no tratamento de outras pessoas no futuro. Inclui também a contribuição para a literatura sobre a anatomia interna dos dentes acometidos com Hipomineralização, ajudando clínicos a tomarem decisões mais corretas no memento de tratar os canais radiculares dos dentes com este defeito.

Os resultados obtidos nesta pesquisa serão utilizados para fins acadêmico-científicos (divulgação em revistas e em eventos científicos) e os pesquisadores se comprometem a manter o sigilo e identidade anônima, como estabelecem as Resoluções do Conselho Nacional de Saúde nº. 466/2012 e 510/2016 e a Norma Operacional 01 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, que tratam de normas regulamentadoras de pesquisas que envolvem seres humanos. E você terá livre acesso as todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, bem como lhe é garantido acesso a seus resultados.

Esclareço ainda que você não terá nenhum custo com a pesquisa, e caso haja por qualquer motivo, asseguramos que você será devidamente ressarcido. Não haverá nenhum tipo de pagamento por sua participação, ela é voluntária. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de sua participação neste estudo você poderá ser indenizado conforme determina a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, bem como lhe será garantido a assistência integral.

Após os devidos esclarecimentos e estando ciente de acordo com os que me foi exposto, Eu DECLARO QUE ACEITO PARTICIPAR DESTA PESQUISA, dando pleno consentimento para uso das informações por mim prestadas. Para tanto, assino este consentimento em duas vias, rubrico todas as páginas e fico com a posse de uma delas.

Local e data: _____

_____
Assinatura do Participante

_____
Assinatura do Pesquisador Responsável

2/2

5. ANEXOS

ANEXO 1 – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA E CLÍNICA ODONTOLÓGICA

DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Representando a UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÏ declaro concordar com o desenvolvimento do Projeto de Pesquisa MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES DE MOLARES COM HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO sob responsabilidade de THIAGO RANIEL NUNES E SILVA, e que terá como pesquisador colaborador nesta instituição KARLA ROVARIS DA SILVA.

Declaro ter lido e concordar com o projeto de pesquisa acima citado e declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a 466/12 e a 510/16. Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição participante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar. Estou ciente que a execução deste projeto dependerá da aprovação do mesmo pelo CEP da instituição proponente, mediante parecer ético consubstanciado e declaração de aprovação.

Teresina, 17 de Janeiro de 2023

Carmen Milena R. S. Carvalho
Profa. Carmen Milena R. Siqueira Carvalho
Chefe do Departamento de Patologia
Clínica Odontológica-UFPI
SIAPE: 3316201

Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Bloco 06 – Bairro Ininga
Cep: 64049-550 – Teresina-PI – Brasil – Fone (86) 3215-5564 – Fone/Fax (86) 3215-5560

ANEXO 2 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP COM APROVAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - CAMPUS MINISTRO PETRÔNIO PORTELA - UFPI

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES DE MOLARES COM HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO

Pesquisador: THIAGO RANIEL NUNES E SILVA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 66814323.5.0000.5214

Instituição Proponente: Universidade Federal do Piauí - UFPI

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.940.457

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa intitulado "MORFOLOGIA DOS CANAIS RADICULARES DE MOLARES COM HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO", que tem como pesquisador responsável o a Sr. THIAGO RANIEL NUNES E SILVA e como integrante da equipe de pesquisa a Prof.ª Karla Rovaris da Silva.

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

TERESINA, 13 de Março de 2023

Assinado por:
Emidio Marques de Matos Neto
(Coordenador(a))