

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

MARIA GABRIELLA CORREIA PONTES REIS  
RAGNER BELLO LEITE

**ANÁLISE DA MORFOLOGIA INTERNA DOS CANAIS RADICULARES EM  
DENTES COM HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO POR MEIO DE  
TOMOGRAFIA DE FEIXE CÔNICO**



MACEIÓ-AL

2023-1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

MARIA GABRIELLA CORREIA PONTES REIS  
RAGNER BELLO LEITE



**ANÁLISE DA MORFOLOGIA INTERNA DOS CANAIS RADICULARES EM  
DENTES COM HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO POR MEIO DE  
TOMOGRAFIA DE FEIXE CÔNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia da  
Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para conclusão  
do curso de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Valdeci Elias dos Santos Júnior.

MACEIÓ-AL

2023-1

**Catálogo na Fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

- R375a    Reis, Maria Gabriella Correia Pontes.  
          Análise da morfologia interna dos canais radiculares em dentes com hipomineralização molar-incisivo por meio de tomografia de feixe cônico / Maria Gabriella Correia Pontes Reis, Ragner Bello Leite. – 2023.  
          25 f. : il.
- Orientador: Valdeci Elias dos Santos Júnior.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Odontologia) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Odontologia. Maceió, 2023.
- Bibliografia: f. 23-25.
1. Primeiros molares permanentes. 2. Hipomineralização molar. 3. Canais radicular - Morfologia. 4. Tomografia computadorizada de feixe cônico. I. Leite, Ragner Bello. II. Título.

CDU: 616.314.3/.5-073

## **AGRADECIMENTOS DO TCC**

Gostaria de agradecer a Deus pela graça da persistência para alcançar meus objetivos, por me proteger e me guiar em todos os momentos e por colocar em meu caminho pessoas tão do bem.

À minha avó, Amparo Correia, que é a parte mais linda da minha história. Desde pequena ela me mostrou o que é o amor e sempre me deu todo o incentivo necessário para que eu pudesse alcançar meus propósitos. É muito bom não saber como é a vida sem você nela.

À minha mãe, Danielle Correia, por todo esforço diário para que pudesse proporcionar o melhor para mim e minha irmã. Se hoje concluo este TCC, é para honrar a trajetória de vida dela.

À minha irmã, Mili Correia, por fazer daqui um lugar melhor e de mim uma pessoa mais corajosa.

Às minhas primas, Renata e Rafaella Correia, e à minha madrinha, Raimunda Correia, por toda ajuda durante este trajeto e por sempre me mostrarem que sou mais capaz do que imagino.

A todos os meus familiares, obrigada por todo o exemplo e incentivo que vocês me deram.

Aos meus amigos, por tornarem a caminhada o mais leve possível e por fazerem parte da pessoa que sou e quero ser um dia.

À minha dupla de graduação, Lucas Melo, por toda parceria durante esses anos.

Ao Ragner, minha dupla de TCC, sem ele não seria possível a realização deste trabalho. Agradeço também pela amizade durante a graduação.

Ao meu professor e orientador, Valdeci Elias dos Santos Júnior, pela orientação, paciência e apoio dedicados ao longo desse processo de pesquisa. Suas valiosas orientações e disponibilidade para esclarecer dúvidas foram fundamentais.

Ao professor, Vânio Santos Costa, gostaria de expressar minha profunda gratidão pela ajuda, recursos e disponibilidade durante a elaboração deste trabalho.

Aos colegas, Paulo Tavares e Rafael Vrijdags, pelas dicas preciosas durante a realização deste trabalho.

Aos professores e técnicos da FOUFAL, muito obrigada por todo o ensinamento que contribuíram na minha vida, tanto como pessoa quanto profissional.

- M.<sup>a</sup> Gabriella C. P. Reis

Gostaria de expressar minha sincera gratidão ao nosso orientador, Valdeci Elias dos Santos Júnior, e ao professor Vânio Santos Costa, que generosamente nos guiaram no decorrer deste trabalho e foram fundamentais para a sua realização.

Agradeço também a todos meus professores, colegas, amigos e familiares. Suas palavras de encorajamento, apoio emocional, compreensão, orientação e ensinamentos foram essenciais ao longo desta jornada acadêmica.

Agradeço por estarem ao meu lado e por tornarem esta conquista possível.

- Ragner Bello Leite

## RESUMO

**Introdução:** Hipomineralização Molar-Incisivo (HMI) é uma condição dentária que afeta os esmaltes dos dentes, tornando-os porosos e susceptíveis a cáries e a sensibilidade dentária. A inflamação pulpar e complexidades na anatomia interna dos canais radiculares podem estar associadas. **Objetivo:** Analisar a morfologia interna dos canais radiculares de molares hipomineralizados para comparar com dentes hígidos e as diferentes colorações da lesão, utilizando tomografia de feixe cônico. **Método:** Foram analisadas tomografias de feixe cônico de 13 dentes com HMI nas colorações amarelo-acastanhado e branco-creme, como também de 6 dentes considerados hígidos. Foram avaliados os seguintes parâmetros: (I) quantidade de canais; (II) quantidade de forames; (III) presença de canais acessórios; (IV) distância da cúspide ao corno pulpar, da cúspide ao ápice, da junção cimento-esmalte ao ápice, largura do canal radicular e espessura de dentina. A análise estatística envolveu análise descritiva e o teste de Kruskal-Wallis para avaliar a diferença entre os grupos. A margem de erro adotada foi de 5%. **Resultados:** A quantidade de forames principais foi maior em dentes hipomineralizados com coloração amarelo-acastanhado na arcada inferior ( $p=0,029$ ) em comparação com dentes hipomineralizados com coloração branco-creme na arcada inferior. Dentes hipomineralizados apresentaram medidas lineares menores nas raízes quando comparados com dentes hígidos, indicando um desenvolvimento inferior. Não houve diferença significativa na frequência de canais principais e acessórios. **Conclusão:** Dentes hipomineralizados apresentaram tendência a uma maior complexidade em seus sistemas de canais radiculares quando comparados aos dentes hígidos. No entanto, pesquisas futuras devem ser conduzidas de modo a priorizar a avaliação desses parâmetros em amostras mais amplas.

## PALAVRAS-CHAVE

Primeiros molares permanentes; Hipomineralização molar-incisivo; Morfologia de canais radiculares; Tomografia computadorizada de feixe cônico.

## **ABSTRACT**

**Background:** Molar-incisor hypomineralization (MIH) is a condition that affects the tooth enamel, making it porous and susceptible to caries and tooth sensitivity. Pulp inflammation and complexities in the internal anatomy of root canals may be associated.

**Objective:** To analyze the internal morphology of root canals in hypomineralized first permanent molars and compare the different lesion colorations to clinically sound teeth using cone-beam computed tomography (CBCT). **Method:** CBCT scans of 13 MIH teeth exhibiting yellow-brown or white-cream discolorations were analyzed and compared with 6 clinically sound teeth. The following parameters were evaluated: (I) number of canals; (II) number of apical foramina; (III) presence of accessory canals; (IV) distances from cusp to pulp horn, cusp to apex, cemento-enamel junction to apex, root canal width, and dentin thickness. Statistical analysis included descriptive analysis and Kruskal-Wallis test to assess differences between groups, with a 5% margin of error.

**Results:** The number of primary apical foramina was higher in mandibular hypomineralized teeth with yellow-brown discoloration ( $p=0.029$ ) compared to mandibular hypomineralized teeth with white-cream discoloration. Hypomineralized teeth exhibited smaller linear measurements in the roots when compared to healthy teeth, indicating inferior development. There was no significant difference in the frequency of primary and accessory canals. **Conclusion:** Hypomineralized teeth tended towards greater complexity in their root canal systems when compared to sound teeth. However, future research should be conducted in order to prioritize the evaluation of these parameters in larger samples.

## **KEY-WORDS**

First permanent molars; Molar incisor hypomineralisation; Root canal morphology; Cone-beam computed tomography.

## SUMÁRIO

<b>MANUSCRITO.....</b>	<b>9</b>
<b>PÁGINA DE IDENTIFICAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>MÉTODO.....</b>	<b>11</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>13</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>SEÇÃO DE IMAGENS.....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>



**MANUSCRITO**

---

**ANÁLISE DA MORFOLOGIA INTERNA DOS CANAIS RADICULARES EM  
DENTES COM HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO POR MEIO DE  
TOMOGRAFIA DE FEIXE CÔNICO**

ANALYSIS OF THE INTERNAL MORPHOLOGY OF ROOT CANALS IN TEETH  
WITH MOLAR-INCISOR HYPOMINERALIZATION USING CONE BEAM  
TOMOGRAPHY

Título curto: Morfologia interna de dentes com hipomineralização

**Valdeci Elias dos Santos Junior**  
Professor Doutor Adjunto<sup>1</sup>  
[valdeciodonto@gmail.com](mailto:valdeciodonto@gmail.com)

**Maria Gabriella Correia Pontes Reis**  
Graduanda em Odontologia<sup>1</sup>  
[gabriellacorreia54@gmail.com](mailto:gabriellacorreia54@gmail.com)

**Ragner Bello Leite**  
Graduando em Odontologia<sup>1</sup>  
[ragner.bello@gmail.com](mailto:ragner.bello@gmail.com)

<sup>1</sup> Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Alagoas, FOUFAL.

Endereço para correspondência:

Prof. Dr. Valdeci Elias dos Santos Junior

Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Alagoas, FOUFAL

Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro dos Martins, 57072-900 Maceió-Alagoas,  
Brasil.

Telefone: +55 82 3214116

## INTRODUÇÃO

A Hipomineralização Molar-Incisivo (HMI) é uma condição odontológica determinada por um defeito qualitativo do esmalte dentário (Weerheijm; Jälevik; Alaluusua, 2001). Acredita-se que a etiologia da HMI é incerta (Dulla; Meyer-Lueckel, 2021). Em dentes hipomineralizados, o esmalte e a dentina se tornam menos densos (Mahoney et al. 2004) sendo possível observar propriedades mecânicas reduzidas, predispondo quebras pós-eruptivas (Farias et al., 2021). Este efeito está associado a gradação da coloração da lesão hipomineralizada, de modo que quanto mais escura, maior o dano estrutural no desenvolvimento da matriz tecidual (Rodd et al., 2021).

O esmalte poroso e a exposição dentinária em dentes com HMI podem oportunizar uma maior adesão de biofilmes (fator necessário) para o desenvolvimento de cárie (Nyvad, 2015), incitando, em última análise, a inflamação pulpar (Rodd et al., 2007). Isso resulta em uma sensibilidade exacerbada (Fagrell et al., 2008), especialmente ao calor (Rodd et al., 2007). Essa hipersensibilidade pode ser atribuída ao aumento da expressão do receptor de estímulo doloroso nocivo TRPV1, indicando inflamação pulpar (Rodd et al., 2007). A inflamação pulpar também pode ser atribuída ao dano aos prolongamentos dos odontoblastos (Fragelli et al., 2015; Magloire et al., 2010), devido a estrutura mal desenvolvida de rede de colágeno, o que finda por prejudicar a capacidade em responder a estímulos mecânicos e térmicos (Rodd et al., 2007; Magloire et al., 2010).

Além disso, a anatomia interna dos canais radiculares de dentes acometidos por HMI tem a predisposição a serem morfologicamente distinta e mais complexa quando comparados a dentes hígidos. Dentes acometidos por HMI possuem canais radiculares que não se estreitam oclusoapicalmente, devido à dilatação dos vasos sanguíneos após tal inflamação pulpar (Özükoç, 2021). Em contrapartida, os canais acessórios além de serem encontrados com maior frequência (Neboda et al., 2019; Özükoç, 2021), não são completamente preenchidos por dentina, o que faz com que esses canais permaneçam com ápices abertos (Özükoç, 2021).

A maioria dos estudos que analisam essa relação entre hipomineralização e morfologia dos canais radiculares são feitos por meio de micro-CT Scan, uma tecnologia indisponível para o uso clínico. Até onde se tem conhecimento este trabalho é o primeiro estudo que buscou analisar tal contexto morfológico sobre a complexidade da anatomia interna de molares com hipomineralização em diferentes gradações de coloração comparados a dentes hígidos por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), uma tecnologia acessível que pode se tornar útil nos processos de diagnóstico, planejamento e terapia endodôntica (Silva et al., 2013).

A hipótese nula a ser testada é a de que não há diferença entre os parâmetros morfológicos internos de canais radiculares de dentes com hipomineralização, independente de sua coloração clínica, quando comparado a dentes hígidos.

## MÉTODO

Este estudo possui caráter observacional, do tipo transversal. Através do banco de dados de uma clínica radiológica na cidade de Maceió, Estado de Alagoas, Brasil, foram avaliados por meio de uma busca ativa sinais de hipomineralização de molares

através de fotografias intrabucais realizadas para fins ortodônticos de crianças de 8 a 10 anos de idade. A existência de hipomineralização em primeiros molares permanentes foi verificada usando os critérios da Academia Europeia de Odontopediatria (EAPD) (Lygidakis et al., 2010).

Após análise das fotografias intrabucais, verificou-se a existência de tomografia de feixe cônico em suas fichas radiológicas. Além disso, foram considerados como dentes hígidos aqueles que não apresentaram nenhum dano à estrutura tecidual. O período da coleta se iniciou em março/2023 até agosto/2023.

Este estudo obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade da Federal de Alagoas (UFAL) sob protocolo CAAE 69870723.2.0000.5013.

Com base nas apresentações clínicas encontradas, os primeiros molares permanentes foram divididos nos seguintes grupos:

Grupo 1: Primeiros molares superiores hipomineralizados com coloração amarelo-acastanhado;

Grupo 2: Primeiros molares inferiores hipomineralizados com coloração amarelo-acastanhado;

Grupo 3: Primeiros molares superiores hipomineralizados com coloração com coloração branco-creme;

Grupo 4: Primeiros molares inferiores hipomineralizados com coloração branco-creme;

Grupo 5: Primeiros molares superiores hígidos;

Grupo 6: Primeiros molares inferiores hígidos.

Foram coletados 19 dentes: Cinco dentes hipomineralizados com coloração branco-creme (maxila= 2; mandíbula= 3); Oito dentes hipomineralizados com coloração amarelo-acastanhado (maxila= 3; mandíbula 5); Seis dentes hígidos (maxila= 4; mandíbula=2).

**Para realização dos exames tomográficos utilizou-se de Tomógrafo de feixe cônico KaVo OP 3D Pro para avaliar a morfologia interna dos canais radiculares. O protocolo de aquisição utilizado para as tomografias variou entre 5 a 10 mA, de 90 Kv; campo de visão entre 5x5, 8x8 e 8x15; o tamanho de voxel variou de 0,125 mm a 0,250mm e o tempo de exposição ficou entre 6,09 seg a 8,14 seg. As imagens foram exportadas no formato DICOM e avaliadas no software InVivo Dental versão 6.0 2017 (Anatomege, San Jose, CA) por um radiologista previamente calibrado (Kappa=0,94). A análise foi estabelecida nos três principais planos: sagital, coronal e axial.**

Conforme estudos conduzidos por Briseño-Marroquín et al., (2015) e Johnsen et al., (2017), tais parâmetros foram analisados:

- I. Quantidade de canais em que cada raiz foi dividido em terços, e para cada limite coronal de cada terço, foi avaliada a quantidade de canais radiculares presentes e determinada a configuração de canais radiculares de cada raiz;
- II. Quantidade de forames principais, sendo considerados principais todos os forames de diâmetro maior ou igual a 0,25mm. Forames menores do que 0,25mm são considerados forames acessórios;
- III. Presença de canais acessórios.
- IV. Serão medidas as distâncias, para todas as raízes (Imagem 1):

- IV.1 Da cúspide ao corno pulpar;
  - IV.2 Da cúspide ao ápice;
  - IV.3 Da junção cimento-esmalte ao ápice;
  - IV.4 Espessura dos canais radiculares
    - A. Mesiodistal
    - B. Vestibulolingual
  - IV.5 Menor espessura de dentina em
    - C. Mesiodistal
    - D. Vestibulolingual
- IV.4 e IV.5 foram medidos em 3 níveis:
1. Câmara pulpar.
  2. Na metade da distância entre a junção cimento-esmalte (JCE) e o ápice
  3. 2mm antes do ápice.

Após a coleta de dados e a categorização das variáveis, criou-se um banco de dados para análise estatística usando o SPSS (Statistical Package for Social Science) versão 21. Para testar a associação entre duas variáveis categóricas, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, utilizado para determinar se há diferenças estatisticamente significantes entre os grupos independentes. A margem de erro adotada foi de 5%. Estatísticas descritivas também foram apresentadas.

## RESULTADOS

### Configuração dos Canais Radiculares

Para análise da configuração dos canais radiculares, foram selecionados 19 primeiros molares, sendo 6 hígidos, 5 hipomineralizados com coloração branco-creme, e 8 hipomineralizados com coloração amarelo-acastanhado, totalizando assim, 48 raízes analisadas. A raiz méso-vestibular dos molares inferiores apresentou a maior variação de possíveis configurações de canais radiculares, seguida pelas raízes méso-vestibular dos molares superiores e distal dos molares inferiores. Todas as raízes palatinas apresentaram a configuração 1-1-1/1, de acordo com o estudo de descrição da configuração do canal radicular realizado por Briseño-Marroquín et al., 2015.

Foi possível observar a configuração 1-1-1/1, ou seja apenas um canal principal em todo canal radicular e apenas um forame principal, em 76,47% das raízes dos dentes hígidos, 91,66% das raízes dos dentes hipomineralizados com coloração branco-creme, e 52,63% das raízes dos dentes hipomineralizados com coloração amarelo-acastanhado, mostrando uma prevalência de 70,83% quando consideramos todas as raízes analisadas. As configurações 1-1-2/2 e 1-1-1/2 foram a segunda e a terceira mais prevalentes, respectivamente, encontradas em 10,41% e 8,33% das raízes analisadas.

Dentre as raízes analisadas, 11 apresentaram configurações com 2 forames, sendo 2 raízes de dentes hígidos na configuração 2-2-2/2, 1 raiz de dente hipomineralizado na coloração branco-creme na configuração 1-1-2/2, e 8 raízes de dentes hipomineralizados na coloração amarelo-acastanhado nas configurações 1-1-1/2 em 4 raízes, e 1-1-2/2 em 4 raízes.

### **Frequência de Canais Principais**

Com base na análise conduzida através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, ao se comparar a frequência de canais principais para os molares hipomineralizados de coloração amarelo-acastanhado e branco-creme quanto para os considerados hígidos, não foi constatada uma diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ). Esse resultado foi verificado para ambas as arcadas.

### **Frequência de Canais Acessórios**

Nos grupos de dentes hígidos e hipomineralizados com coloração branco-creme não foram identificados canais acessórios, no entanto, no grupo de dentes hipomineralizados com coloração amarelo-acastanhado, 2 canais acessórios foram reconhecidos, ambos em dentes inferiores, sendo 1 do tipo adventício e 1 do tipo colateral, o que representa uma incidência de 33,33% dos dentes inferiores pertencentes a este grupo.

No presente estudo não foi identificada diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) na frequência de canais acessórios ao se compararem os grupos de dentes hipomineralizados e hígidos nas arcadas superior e inferior.

### **Quantidade de Forames Principais e Forames Acessórios.**

Ao avaliar os molares hipomineralizados e os molares considerados hígidos da arcada superior, não foi observada diferença estatística significativa em relação à quantidade de forames principais ( $p > 0,05$ ). Entretanto, na arcada inferior, foi observado que a quantidade de forames principais nos dentes hipomineralizados de coloração amarelo-acastanhado possuem uma quantidade maior ( $p = 0,029$ ) em comparação com os dentes hipomineralizados de coloração branco-creme. Enquanto a quantidade de forames acessórios não revelou nenhuma diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) em todos os grupos.

### **Espessura da Câmara Pulpar na Junção Cimento-Esmalte (JCE)**

Ao comparar a medida da câmara pulpar na JCE nos sentidos méso-vestibular e vestibulo-lingual em todos os grupos da arcada superior e inferior, não se constatou diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ). Da mesma forma, ao considerar a menor espessura de dentina da câmara pulpar na JCE, nos sentidos méso-vestibular e vestibulo-lingual em todos os grupos das arcadas superior e inferior, não foram identificadas diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,05$ ).

### **Distâncias da Cúspide ao Corno Pulpar, Espessura de Dentina e Comprimento e Largura dos Canais Radiculares**

Foi observada uma discrepância significativa entre as mensurações das raízes méso-vestibulares dos molares inferiores e superiores. Os dentes considerados hígidos exibiram uma distância superior entre a cúspide e o ápice da raiz, entre a cúspide e o corno pulpar, assim como entre a junção cimento- esmalte e o ápice da raiz (Tabela 1).

Adicionalmente, nas raízes disto-vestibulares, palatinas e distais, constatou-se uma maior distância entre a JCE e o ápice em dentes hígidos em comparação com dentes hipomineralizados (Tabela 2 e 3).

O corno pulpar localizado no lado méso-vestibular de todos os grupos foi identificado como estando mais próximo da extremidade da cúspide correspondente em comparação com os outros (Tabela 1).

Nos dentes superiores de todos os grupos, a distância da cúspide ao ápice foi maior na raiz palatina, ao mesmo tempo que nos dentes inferiores, a distância da cúspide ao ápice foi maior na raiz méso-vestibular (Tabela 1-3).

No canal palatino, verificou-se uma disparidade significativa na menor espessura de dentina na região entre a metade da JCE e o ápice, os dentes hígidos apresentaram valores de espessura superiores aos observados nos dentes hipomineralizados (Tabela 3).

No canal méso-vestibular, no sentido vestibulo-lingual, a uma distância de 2 mm antes do ápice, tanto em dentes superiores quanto inferiores, notou-se uma maior medida nos dentes hipomineralizados em comparação com os hígidos (Tabela 1).

Tabela 1: Medidas lineares, em milímetros, dos canais MV de primeiros molares permanentes superiores e inferiores.

Canal MV - Maxila	Coloração Amarelo-acastanhado		Coloração Branco-creme		Dentes Hígidos		Canal MV - Mandíbula	Coloração Amarelo-acastanhado		Coloração Branco-creme		Dentes Hígidos	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Distância da Cúspide ao Corno Pulpar	4,28	0,94	5,13	0,38	4,51	0,39	Distância da Cúspide ao Corno Pulpar	4,5	0,79	4,06	0,44	6,00	0,09
Distância da Cúspide ao Ápice	17,53	3,52	17,06	0,04	20,56	0,82	Distância da Cúspide ao Ápice	17,36	1,30	19,76	0,25	21,46	0,77
Distância da JCE ao Ápice	11,87	2,05	10,44	0,58	13,79	1,02	Distância da JCE ao Ápice	11,73	0,82	12,65	0,22	14,5	2,03
Espessura MD do Canal na ½ da distância da JCE ao Ápice	0,67	0,12	0,93	0,81	1,11	0,64	Espessura MD do Canal na ½ da distância da JCE ao Ápice	0,48	0,14	0,66	0,35	0,83	0,03
Espessura VL do Canal na ½ da distância da JCE ao Ápice	2,25	0,77	2,04	1,49	1,79	0,88	Espessura VL do Canal na ½ da distância da JCE ao Ápice	5,63	1,73	5,72	1,39	1,50	0,26
Espessura MD do Canal 2mm antes do ápice	0,66	0,11	0,61	0,16	0,86	0,17	Espessura MD do Canal 2mm antes do ápice	0,62	0,21	0,5	0,08	0,49	0,19
Espessura VL do Canal 2mm antes do ápice	2,96	0,99	1,12	0,01	1,23	0,18	Espessura VL do Canal 2mm antes do ápice	2,05	1,26	6	2,06	0,79	0,01
Menor espessura de dentina em MD na ½ da distância da JCE ao Ápice	0,92	0,37	0,88	0,01	1,23	0,14	Menor espessura de dentina em MD na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,05	0,20	1,32	0,28	0,91	0,16
Menor espessura de dentina em VL na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,28	0,08	1,25	0,39	1,66	0,23	Menor espessura de dentina em VL na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,48	0,37	1,53	0,20	1,37	0,12
Menor espessura de dentina em MD 2mm antes do ápice	0,83	0,15	0,82	0,04	1,02	0,13	Menor espessura de dentina em MD 2mm antes do ápice	0,82	0,17	0,85	0,02	0,97	0,21
Menor espessura de dentina em VL 2mm antes do ápice	1,14	0,14	1,24	0,18	1,04	0,17	Menor espessura de dentina em VL 2mm antes do ápice	1,02	0,40	1,01	0,36	1,05	0,42



**Tabela 2: Medidas lineares, em milímetros, dos canais DV e ML de primeiros molares permanentes superiores e inferiores.**

Canal DV - Maxila	Coloração Amarelo-acastanhado		Coloração Branco-creme		Dentes Hígidos		Canal ML - Mandíbula	Coloração Amarelo-acastanhado		Coloração Branco-creme		Dentes Hígidos	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Distância da Cúspide ao Corno Pulpar	6,14	0,37	5,00	0,53	5,52	0,92	Distância da Cúspide ao Corno Pulpar	4,73	-	-	-	-	-
Distância da Cúspide ao Ápice	17,17	2,54	16,80	1,08	20,47	1,14	Distância da Cúspide ao Ápice	17,92	-	-	-	-	-
Distância da JCE ao Ápice	10,74	1,92	10,69	0,53	13,75	0,08	Distância da JCE ao Ápice	12,83	-	-	-	-	-
Espessura MD do Canal na ½ da distância da JCE ao Ápice	0,84	1,91	1,02	0,24	0,92	0,32	Espessura MD do Canal na ½ da distância da JCE ao Ápice	0,51	-	-	-	0,76	0,19
Espessura VL do Canal na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,67	0,50	1,33	0,16	2,18	0,65	Espessura VL do Canal na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,86	-	-	-	1,18	0,22
Espessura MD do Canal 2mm antes do ápice	0,49	0,20	0,64	0,28	0,71	0,25	Espessura MD do Canal 2mm antes do ápice	0,54	0,02	-	-	0,45	0,07
Espessura VL do Canal 2mm antes do ápice	1,53	0,25	1,42	0,17	0,86	0,35	Espessura VL do Canal 2mm antes do ápice	1,1	0,14	-	-	0,99	0,06
Menor espessura de dentina em MD na ½ da distância da JCE ao Ápice	0,99	0,11	0,96	0,03	1,21	0,29	Menor espessura de dentina em MD na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,04	-	-	-	1,29	0,46
Menor espessura de dentina em VL na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,09	0,26	1,38	0,61	1,66	0,20	Menor espessura de dentina em VL na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,36	-	-	-	1,54	0,62
Menor espessura de dentina em MD 2mm antes do ápice	0,65	0,02	0,73	0,007	0,84	0,32	Menor espessura de dentina em MD 2mm antes do ápice	0,9	0,32	-	-	0,82	0,27
Menor espessura de dentina em VL 2mm antes do ápice	0,81	0,05	0,81	0,27	1,21	0,16	Menor espessura de dentina em VL 2mm antes do ápice	1,01	0,28	-	-	1,06	0,41

\* As medidas não realizadas devido à ausência ou falta de quantidade amostral do canal radicular estão indicadas pelo símbolo "-".

Tabela 3: Medidas lineares, em milímetros, dos canais P e D de primeiros molares permanentes superiores e inferiores.

Canal P - Maxila	Coloração Amarelo-acastanhado		Coloração Branco-creme		Dentes Hígidos		Canal D - Mandíbula	Coloração Amarelo-acastanhado		Coloração Branco-creme		Dentes Hígidos	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Distância da Cúspide ao Corno Pulpar	5,47	0,48	5,2	0,97	5,98	0,45	Distância da Cúspide ao Corno Pulpar	5,6	0,60	4,96	0,96	6,37	0,14
Distância da Cúspide ao Ápice	18,15	2,37	17,51	1,58	22,52	1,74	Distância da Cúspide ao Ápice	16,4	1,10	17,14	0,12	18,86	0,16
Distância da JCE ao Ápice	12	1,19	11,18	1,23	14,95	0,87	Distância da JCE ao Ápice	10,11	1,05	11,06	0,32	12,90	0,30
Espessura MD do Canal Radicular na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,23	0,40	1,74	0,27	1,58	0,18	Espessura MD do Canal Radicular na ½ da distância da JCE ao Ápice	0,68	0,14	0,83	0,29	0,56	0,15
Espessura VL do Canal Radicular na ½ da distância da JCE ao Ápice	2,57	0,44	1,17	0,04	1,23	0,21	Espessura VL do Canal Radicular na ½ da distância da JCE ao Ápice	4,67	0,86	4,28	1,40	5,45	0,24
Espessura MD do Canal Radicular 2mm antes do ápice	0,90	0,23	1,02	0,04	1,01	0,22	Espessura MD do Canal Radicular 2mm antes do ápice	0,74	0,30	0,69	0,34	0,52	0,11
Espessura VL do Canal Radicular 2mm antes do ápice	1,43	0,14	1,50	0,28	0,95	0,19	Espessura VL do Canal Radicular 2mm antes do ápice	4,48	0,49	4,96	2,41	4,63	0,48
Menor espessura de dentina em MD na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,08	0,36	1,27	0,36	1,57	0,10	Menor espessura de dentina em MD na ½ da distância da JCE ao Ápice	0,96	0,14	1,12	0,11	1,11	0,01
Menor espessura de dentina em VL na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,19	0,32	1,42	0,51	1,88	0,15	Menor espessura de dentina em VL na ½ da distância da JCE ao Ápice	1,31	0,14	1,61	0,49	1,31	0,41
Menor espessura de dentina em MD 2mm antes do ápice	1,25	0,28	0,91	0,02	1,30	0,20	Menor espessura de dentina em MD 2mm antes do ápice	0,9	0,27	1	0,14	0,77	0,10
Menor espessura de dentina em VL 2mm antes do ápice	0,81	0,13	1,33	0,26	1,33	0,26	Menor espessura de dentina em VL 2mm antes do ápice	1,01	0,15	1,17	0,41	1,47	0,44

## DISCUSSÃO

A hipomineralização molar-incisivo tem sua origem em defeitos no esmalte dentário (Weerheijm; Jälevik; Alaluusua, 2001). No entanto, sua influência não se limita unicamente às anormalidades deste tecido (Özükoç, 2021). A HMI também se associa a alterações imuno-histoquímicas na inervação e vascularização pulpar (Rodd, 2007). Dessa forma, o impacto da HMI é evidenciado além da estrutura do esmalte, abrangendo alterações imunológicas e microestruturais, evidenciado também pelas alterações morfológicas encontradas nas análises realizadas neste estudo. Logo, a hipótese nula dessa pesquisa de que não há diferença entre os parâmetros morfológicos internos de canais radiculares de dentes com hipomineralização, independente de sua coloração clínica, quando comparado a dentes hígidos, foi rejeitada em partes conforme dados estatísticos descritivos e inferenciais obtidos neste estudo.

Ficou evidenciado a existência de uma maior quantidade de forames principais nos dentes inferiores com hipomineralização de coloração amarelo-acastanhado, corroborando com os achados de Neboda et al. (2019). No entanto, por meio da análise da quantidade de canais principais e acessórios, forames acessórios, espessuras no sentido MD e VL das câmaras pulpares na altura da JCE, notou-se que não há diferença entre dentes com hipomineralização de diferentes colorações ou dentes hígidos.

Neboda et al. (2019), não encontraram diferenças significativas nas medidas lineares dos elementos avaliados em suas análises. Em oposição a esses achados, no presente estudo foi observado possível subdesenvolvimento dos grupos de dentes hipomineralizados quando comparados ao grupo de dentes hígidos, evidenciado pelas menores médias nas distâncias entre JCE e o ápice radicular nas raízes disto-vestibulares, palatinas e distais, assim como uma menor espessura na dentina das raízes palatinas.

Foi constatado por meio de observações que dentes hipomineralizados com destruição pós-eruptiva apresentam um volume pulpar reduzido em comparação com dentes hipomineralizados sem destruição pós-eruptiva e dentes hígidos, podendo ser atribuída a estímulos nocivos à polpa, possivelmente promovendo a formação de dentina reacional/terciária (Neboda et al., 2019). Com base nesses achados, este estudo mediu a largura da câmara pulpar e menor espessura de dentina nos sentidos: méso-distal e vestibulo-lingual, em todos os grupos. Foi apurado que não há diferença estatisticamente significativa para essas variáveis. Sendo assim, não foi evidenciado um aumento significativo na espessura da dentina em dentes hipomineralizados de coloração amarelo-acastanhado e branco-creme quando comparados com dentes considerados hígidos, podendo isto ser atribuído à idade das crianças da amostra (8-10 anos) e a não sobreposição de lesões cariosas ou quebras sobre os dentes hipomineralizados.

Özükoç (2021) encontrou maior prevalência de canais acessórios em dentes hipomineralizados, associando tal fato à falha na obliteração dos canais, mais comuns em dentes jovens, mas que são obliterados por dentina ao longo da vida. Segundo Rodd et al (2017) essa falha na obliteração pode ser explicada pelo aumento na atividade vascular mediante processo inflamatório crônico encontrado em dentes hipomineralizados. Mediante as análises das CBCT realizadas neste estudo, não foi possível encontrar alterações significativas na quantidade desses canais, divergindo dos achados de Özükoç (2021). Essa divergência pode estar relacionada ao uso da micro-CT em sua pesquisa, um exame mais

preciso do que a CBCT, capaz de registrar com maior riqueza de detalhes as estruturas dentárias, mas que só pode ser executado em dentes ex vivo (Zhang et al., 2016). Com relação aos canais principais, não foi possível observar alterações em suas quantidades, assim como nos estudos realizados por Özükoç (2021) e Neboda et al. (2019).

Briseño-Marroquín et al. (2015) realizaram um estudo onde foram considerados como forames principais aqueles com diâmetro igual ou superior a 0,25 mm. No contexto do presente estudo, observou-se uma maior prevalência de forames principais nos dentes hipomineralizados com coloração amarelo-acastanhado, especificamente na arcada inferior. Entre os dentes hígidos inferiores, identificamos mais de 1 forame principal em 2 raízes, representando uma frequência de 11,76%. Em contraste, nenhuma raiz dos dentes hipomineralizados inferiores com coloração branco-creme apresentaram mais de 1 forame principal. Entretanto, foi observado um total de 8 raízes apresentando mais de 1 forame principal nos dentes hipomineralizados inferiores com coloração amarelo-acastanhado, com uma taxa de ocorrência de 42,10%. Essa variação representa grande importância clínica, dificultando a precisão e eficácia da instrumentação, desinfecção e obturação adequada do sistema de canais radiculares, levando à falhas no tratamento endodôntico (Ahmad & Alenezi, 2016; Huang; Fu; Hou, 2019). Diante disso, o clínico deve considerar cuidadosamente as variações anatômicas dos dentes com tal coloração devido ao HMI.

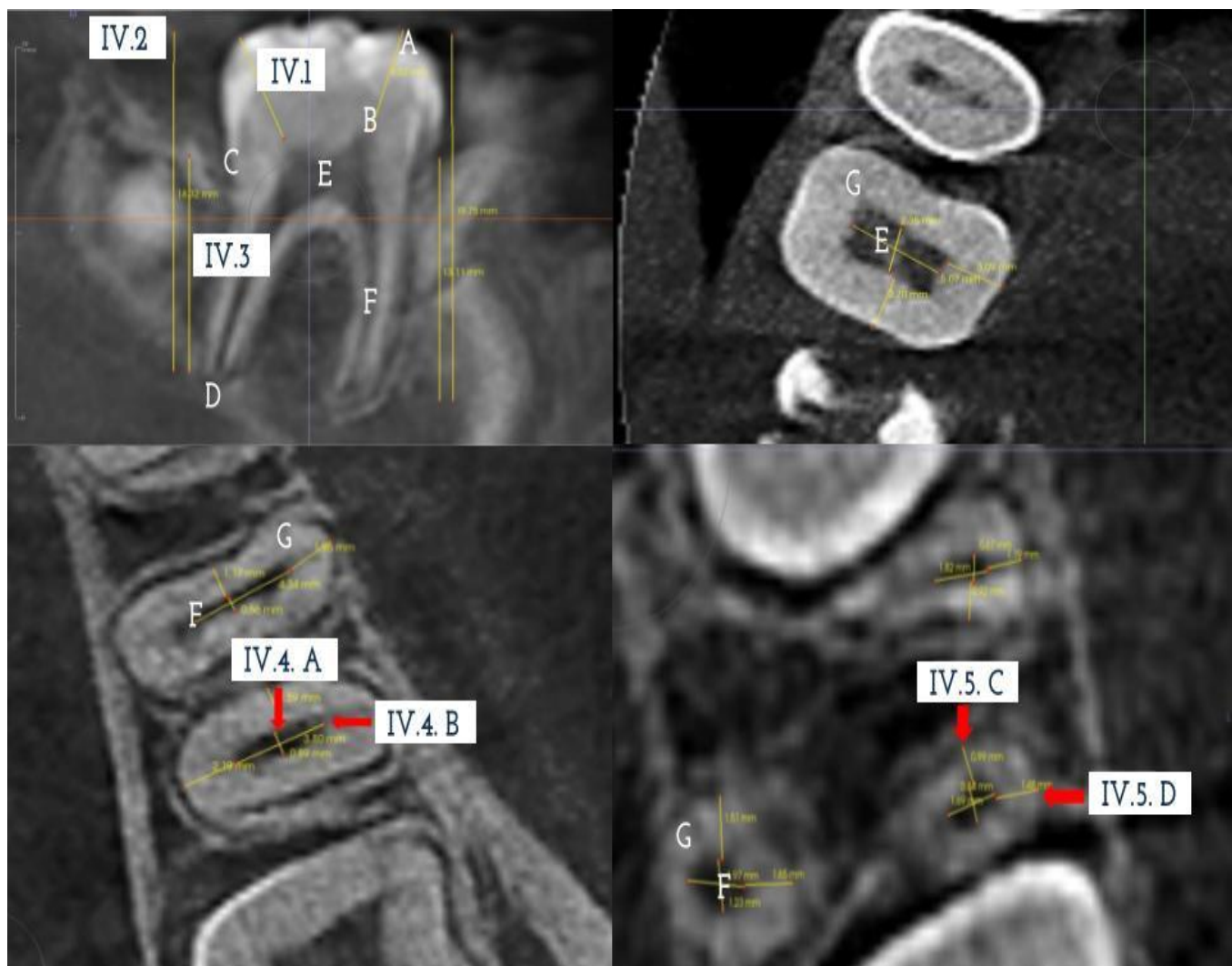
São muitas as técnicas que possibilitam a análise da morfologia interna de canais radiculares, como seccionamento, radiografias periapicais, micro-CT e as tomografias computadorizadas de feixe cônico (CBCT). Dentre essas técnicas, algumas apresentam limitadas aplicações e têm seu uso restrito a dentes extraídos. As radiografias periapicais e tomografias computadorizadas de feixe cônico são os exames de escolha para avaliação clínica, no entanto, as radiografias geram imagens bidimensionais de estruturas tridimensionais, e portanto, são menos precisas que a CBCT (Zhang et al., 2016). Dessa forma, embora a CBCT não seja capaz de detectar todos os parâmetros morfológicos de modo detalhado, Borges et al. (2020) e Zhang et al. (2016), concluíram que a precisão da CBCT é semelhante à da micro-CT, sendo considerado o melhor exame capaz de auxiliar o endodontista no entendimento do sistema de canais radiculares antes do tratamento. Ainda que tenham sido encontradas diferenças significativas entre os grupos analisados através da CBCT, confirmando a hipótese de maior variação na complexidade morfológica do sistema de canais radiculares de dentes hipomineralizados de diferentes colorações, assim como em relação a dentes hígidos, o tamanho amostral limitado sugere a necessidade de mais estudos para assegurar os achados do presente estudo.

Visto posto, dentes hipomineralizados apresentaram tendência a uma maior complexidade em seus sistemas de canais radiculares quando comparados aos dentes hígidos. No entanto, pesquisas futuras devem ser conduzidas de modo a priorizar a avaliação desses parâmetros em amostras mais amplas.

**Conclusão**

- Maior número de forames principais foi associado à dentes hipomineralizados com coloração amarelo-acastanhado.
- Nas raízes MV, DV, P e D foram encontradas medidas lineares maiores, da JCE até o ápice, nos dentes hígidos do que nos dentes hipomineralizados de ambas colorações.
- As medidas lineares indicam um melhor desenvolvimento das estruturas dentárias em dentes hígidos quando comparados a dentes hipomineralizados.

## SEÇÃO DE IMAGENS



**Imagem 1.** A- Ponta de cúspide, B- Corno pulpar, C- Junção Cimento- Esmalte (JCE), D- Ápice radicular, E- Câmara pulpar, F- Canal radicular, G- Espessura de dentina.

Medidas lineares dos molares incluindo comprimentos: Cúspide ao corno pulpar (IV.1), Cúspide ao ápice (IV.2), JCE ao ápice (IV.3). Espessura dos canais radiculares nos sentidos: Mesiodistal (IV.4.A) e Vestibulolingual (IV.4.B) na metade da distância entre a JCE e o ápice. Menor espessura de dentina nos sentidos: Mesiodistal (IV.5.C) e Vestibulolingual (IV.5.D) em 2 mm antes do ápice.

## REFERÊNCIAS

1. Weerheijm KL, Jälevik B, Alaluusua S. Molar–Incisor Hypomineralisation. *Caries Research*. 2001;35(5):390–1.
2. Dulla JA, Meyer-Lueckel H. Molar-incisor hypomineralisation: narrative review on etiology, epidemiology, diagnostics and treatment decision. *Swiss Dent J*. 2021 Mar 25;131(11).
3. Mahoney EK, Rohanzadeh R, Ismail FSM, Kilpatrick NM, Swain MV. Mechanical properties and microstructure of hypomineralised enamel of permanent teeth. *Biomaterials*. 2004 Sep;25(20):5091–100.
4. Farias L, Laureano ICC, Fernandes LHF, Forte FDS, Vargas-Ferreira F, Alencar CRB de, et al. Presence of molar-incisor hypomineralization is associated with dental caries in Brazilian schoolchildren. *Brazilian Oral Research*. 2021;35.
5. Rodd HD, Graham A, Tajmehr N, Timms L, Hasmun N. Molar Incisor Hypomineralisation: Current Knowledge and Practice. *International Dental Journal*. 2021 Aug;71(4):285–91.
6. Rodd HD, Morgan CR, Day PF, Boissonade FM. Pulpal expression of TRPV1 in molar incisor hypomineralisation. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2007 Dec;8(4):184–8.
7. Fagrell TG, Lingström P, Olsson S, Steiniger F, Norén JG. Bacterial invasion of dentinal tubules beneath apparently intact but hypomineralized enamel in molar teeth with molar incisor hypomineralization. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2008 Sep;18(5):333–40.
8. Fragelli CMB, Jeremias F, Feltrin de Souza J, Paschoal MA, de Cássia Loiola Cordeiro R, Santos-Pinto L. Longitudinal Evaluation of the Structural Integrity of Teeth Affected by Molar Incisor Hypomineralisation. *Caries Research*. 2015;49(4):378–83.
9. Magloire H, Shibukawa Y, Maurin JC, Thivichon B. Topical Review. Dental Pain and Odontoblasts: Facts and Hypotheses. *Journal of Orofacial Pain*. 2010 Sep;24(4):335–49.
10. Özükoç C. Examination of root canal morphology of teeth affected by Molar Incisor Hypomineralization (MIH): Frequency of accessory canals. *International Dental Research*. 2021 Apr 30;11(1):12–5.

11. Neboda C, Anthonappa RP, Engineer D, King NM, Abbott PV. Root canal morphology of hypomineralised first permanent molars using micro-CT. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2019 Sep 9;21(2):229–40.
12. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E. *Dental Caries: The Disease and its Clinical Management*. John Wiley & Sons; 2015.
13. Silva EJNL, Nejaim Y, Silva AV, Haiter-Neto F, Cohenca N. Evaluation of Root Canal Configuration of Mandibular Molars in a Brazilian Population by Using Cone-beam Computed Tomography: An In Vivo Study. *Journal of Endodontics*. 2013 Jul;39(7):849–52.
14. Lygidakis NA, Garot E, Somani C, Taylor GD, Rouas P, Wong FSL. Best clinical practice guidance for clinicians dealing with children presenting with molar-incisor-hypomineralisation (MIH): an updated European Academy of Paediatric Dentistry policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2021 Oct 20;23(1):3–21.
15. 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. *Journal of Endodontics*. 2015 Dec;41(12):2008–13.
16. Johnsen GF, Dara S, Asjad S, Sunde PT, Haugen HJ. Anatomic Comparison of Contralateral Premolars. *Journal of Endodontics*. 2017 Jun;43(6):956–63.
17. Zhang D, Chen J, Lan G, Li M, An J, Wen X, et al. The root canal morphology in mandibular first premolars: a comparative evaluation of cone-beam computed tomography and micro-computed tomography. *Clinical Oral Investigations*. 2016 May 13;21(4):1007–12.
18. Huang, Fu, Hou. Morphological Changes of the Root Apex in Permanent Teeth with Failed Endodontic Treatment [Internet]. Quintessenz Verlags-GmbH. 2019. Available from:<https://www.quintessence-publishing.com/deu/de/article/851874/chinese-journal-of-dental-research/2019/02/morphological-changes-of-the-root-apex-in-permanent-teeth-with-failed-endodontic-treatment>
19. Ahmad IA, Alenezi MA. Root and Root Canal Morphology of Maxillary First Premolars: A Literature Review and Clinical Considerations. *Journal of Endodontics*. 2016 Jun;42(6):861–72.



20. 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. *Brazilian Oral Research*. 2020;34.