

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULO HENRIQUE CHAGAS

AVALIAÇÃO MICROTOMOGRÁFICA DE CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DA REGIÃO
APICAL DE INCISIVOS INFERIORES

CURITIBA

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULO HENRIQUE CHAGAS

AVALIAÇÃO MICROTOMOGRÁFICA DE CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DA REGIÃO
APICAL DE INCISIVOS INFERIORES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Cavalini Cavenago

CURITIBA

2022

Chagas, Paulo Henrique

Avaliação microtomográfica de características anatômicas da região apical de incisivos inferiores [recurso eletrônico] / Paulo Henrique Chagas – Curitiba, 2022.

1 recurso online: PDF.

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Cavalini Cavenago

1. Anatomia regional. 2. Incisivo. 3. Microtomografia|por raio-X. 4. Cavidade pulpar. 5. Ápice dentário. I. Cavenago, Bruno Cavalini. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD 611.314

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ODONTOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de PAULO HENRIQUE CHAGAS intitulada: Avaliação microtomográfica de características anatômicas da região apical de incisivos inferiores, sob orientação do Prof. Dr. BRUNO CAVALINI CAVENAGO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 25 de Abril de 2022.

Assinatura Eletrônica

27/04/2022 17:02:20.0

BRUNO CAVALINI CAVENAGO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

26/04/2022 13:24:03.0

ANTONIO BATISTA

Avaliador Externo (DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA)

Assinatura Eletrônica

26/04/2022 10:43:48.0

PRISCILA BRENNER HILGENBERG SYDNEY

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, providência e força.

À minha família agradeço pelo apoio, confiança e incentivo.

Minha esposa recebe meus agradecimentos pelo companheirismo, incentivo nos momentos de desânimo, cuidado para comigo e por todo o amor doado.

Ao meu orientador e principalmente professor vai o meu agradecimento. Pela confiança, paciência, dedicação e por ter tido tanto cuidado e parceria.

À Universidade Federal do Paraná e todo o corpo docente pelas grandes oportunidades experimentadas desde a graduação.

Pela disponibilidade e certo de todo o conhecimento disposto, agradeço aos professores componentes da banca avaliadora.

RESUMO

A terapia endodôntica tem por objetivos proporcionar o reparo ou manter a sanidade dos tecidos peripicais, por meio da desinfecção, limpeza, selamento dos canais radiculares. Ter sucesso nesse tratamento depende da vitalidade pulpar, presença de patologias periapicais e correto preparo químico-mecânico, especialmente relacionado com o manejo da região apical. Com a diminuta literatura focada na morfologia da região apical de incisivos inferiores esta pesquisa objetivou explorar anatomia do segmento referente aos 3 mm apicais deste grupo de dentes, buscando evidenciar particularidades do sistema de canais radiculares e tecido dentinário. Utilizando a microtomografia computadorizada foram avaliados 104 incisivos centrais e laterais inferiores portadores de um único canal radicular, para mensuração do maior e menor diâmetro do canal e espessura de dentina no forame e a 0,5 mm, 1 mm, 2 mm e 3mm da saída foraminal. Obteve-se a circularidade do canal em cada segmento além da quantidade e posição dos forames. Realizou-se análise estatística com testes de normalidade (D'Agostino & Pearson) e testes de Kruskal-Wallis e Dunn ($P < 0.05$). Observou-se os menores diâmetros no segmento 0,5 mm, sendo que os maiores diâmetros foram até 76% maiores no forame quando comparados com este segmento. Destaca-se a alta prevalência de canais ovais e maiores discrepâncias entre menor e maior diâmetro nas seções 2 e 3 mm. A circularidade mostrou média de 2,21 no segmento 3 mm, sendo assim considerado pouco ovalado. Espessura de dentina apresentou-se semelhante entre as faces mesial e distal e as menores medidas dessa característica estavam na porção foraminal. Os dentes apresentaram apenas um forame em 89,4% da amostra, sendo com 2 (8,6%) ou 3 forames (2%) no restante da amostra. Nos incisivos com apenas um forame, este estava posicionado centralizado no vértice apical (57%) ou posicionado para vestibular (20,4%). Conclui-se que em geral esse grupo dentário apresenta apenas um forame, posicionado centralizado no vértice apical ou desviado para vestibular. A dentina é fina na região foraminal variando entre 0,5 a 0,8 mm. Pode-se considerar 0,5 mm do forame como medida de referência para o comprimento de trabalho. Apesar de serem dentes pequenos, instrumentos com calibre menor que 50 não devem promover boa limpeza e modelagem desses dentes.

Palavras-chave: anatomia regional; incisivo; microtomografia por raio-X; cavidade pulpar; ápice dentário.

ABSTRACT

Endodontic therapy aims to provide repair or maintain health of peripical tissues, by disinfecting, cleaning, and sealing root canals. Success in this treatment depends on pulp vitality, presence of periapical pathologies, and correct chemical-mechanical preparation, especially related to management of apical region. With the small literature focused on the morphology of the apical region of mandibular incisors, this research aimed to explore the anatomy of the segment referring to the apical 3 mm of this group of teeth, seeking to evidence particularities of the root canal system and dentin tissue. Using computerized microtomography, 104 mandibular central and lateral incisors with a single root canal were evaluated to measure the largest and smallest canal diameter and dentin thickness at the foramen and at 0.5 mm, 1 mm, 2 mm and 3 mm from the foraminal exit. The circularity of the canal in each segment was obtained, as well as the quantity and position of foramen. Statistical analysis was performed with normality tests (D'Agostino & Pearson) and Kruskal-Wallis and Dunn tests ($P < 0.05$). The smallest diameters were observed in the 0.5 mm segment, and the largest diameters were up to 76% larger in the foramen when compared to this segment. The high prevalence of oval canals and greater discrepancies between smallest and largest diameters in the 2 and 3 mm sections are noteworthy. The circularity showed a mean of 2.21 in the 3 mm segment, thus being considered little oval. Dentin thickness was similar between mesial and distal surfaces and the smallest measurements of this characteristic were in the foraminal portion. The teeth presented only one foramen in 89.4% of the sample, with 2 (8.6%) or 3 foramen (2%) in the remaining sample. In the incisors with only one foramen, this was positioned centrally in the apical apex (57%) or positioned buccally (20.4%). It can be concluded that in general this dental group presents only one foramen, centrally positioned in the apical apex or deviated to the buccal aspect. The dentin is thin in the foraminal region ranging from 0.5 to 0.8 mm. One can consider 0.5 mm from the foramen as a reference measurement for the working length. Although they are small teeth, instruments with caliber smaller than 50 should not promote good cleaning and modeling of these teeth.

Keywords: anatomy, regional; incisor; X-ray microtomography; dental pulp cavity; tooth apex.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Janela software NRecon.....	pág. 31
Figura 2 – Exemplo de arquivos exportados pelo software NRcon.....	pág. 31
Figura 3 – Janela software DataViewer.....	pág.32
Figura 4 – Janela software CTAn.....	pág. 32
Figura 4 – Janela software CTVol.....	pág. 33
Figura 6 – Exemplos na amostra.....	pág. 33
Figura 7 – Reconstrução tridimensional de uma amostra representativa nas vistas méso-distal (A) e vestibulo-lingual (B). Detalhe da região apical de um incisivo inferior com canal achatado e duas saídas foraminais (C).....	pág. 34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Mediana (25% e 75%) do maior e menor diâmetro em mm nos níveis de forame, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm e 3.0 mm. Diferentes letras minúsculas indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$) entre as colunas pág. 34

Tabela 2 – Porcentagem (n) de canais e sua classificação de circularidade em cada seção..... pág. 35

Tabela 3 – Mediana (25% e 75%) da espessura dentinária em mm. Diferentes letras minúsculas indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$) entre as faces radiculares e maiúsculas entre os segmentos..... pág. 35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Classificação da circularidade dos canais em cada segmento..... pág. 36

Gráfico 2 – Posição do forame, quando único, em porcentagem..... pág. 37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo geral.....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3. ARTIGO (JOURNAL OF ENDODONTICS)	16
4. CONCLUSÃO	29
5. REFERÊNCIAS.....	29
6. APÊNDICE	32

1. INTRODUÇÃO

A terapia endodôntica tem como objetivos debelar o processo infeccioso no sistema de canais radiculares com polpas não vitais e, quando estendido, à região periapical, além de manter a sanidade em casos de polpas vitais, por meio da limpeza, modelagem e selamento dos canais, com finalidade de promover a manutenção do dente. Para tanto, o tratamento é realizado através da combinação da limpeza mecânica proporcionada pela instrumentação com a descontaminação química das substâncias irrigadoras e medicação no sistema de canais radiculares, associando a uma obturação dos mesmos com um material inerte de forma a manter ou restabelecer a saúde dos tecidos perirradiculares.¹

O sucesso desse tratamento é estabelecido quando da ausência de sintomas (dor espontânea ou à palpação ou mastigação, e/ou sensibilidade ao frio ou calor) e sinais (edema, mobilidade ou fístula), e resolução de problemas periapicais constatados radiograficamente (espessamento do ligamento periodontal ou periodontites apicais).^{2,3,4}

Estudos anteriores mostraram que o índice de sucesso dos tratamentos endodônticos está em torno de 89,4% .^{3, 4,5} Fatores como polpa vital, extensão correta do preparo, lesão periapical menor que 5 mm, uso de isolamento absoluto e boa restauração coronária pós terapia endodôntica resultaram em maiores taxas de êxito.^{3,4,5,6} Alguns autores compararam diferentes condições durante esse tipo de procedimento como sessão única ou dupla e polpa vital ou não vital e não encontraram diferenças significantes.^{3,7} Polpa não vital, grandes lesões periapicais e ser um retratamento influenciaram negativamente o resultado da terapia e causaram mais dor pós-operatória.^{3,6,7}

O conhecimento profundo sobre a configuração anatômica do sistema de canais radiculares é de suma importância para o diagnóstico e execução da terapia endodôntica. Tão importante quanto conhecer os tipos anatômicos mais prevalentes, é identificar suas possíveis variações. Dentre as distintas etapas tratamento endodôntico, a modelagem, limpeza e descontaminação do sistema de canais radiculares, podem ser

limitadas em função da anatomia, que pode revelar-se bastante complexa, sendo mais desafiadora ao clínico do que a radiografia periapical sugere.

Com achatamento configurado por dimensões reduzidas no sentido méso-distal em relação ao sentido vestibulo-lingual, os incisivos inferiores são os menores dentes de um indivíduo adulto, portanto sua estreita coroa na face lingual oferece uma área limitada para o acesso aos canais radiculares. Este grupo dentário frequentemente apresenta uma única raiz, com um único canal.^{8,9}

Comumente a morfologia é simétrica entre incisivos mandibulares esquerdos e direitos.^{10,11,12} Esse grupo dentário em geral é monorradicado, pode apresentar dois canais em 20,4 a 36,62% dos casos, com canais laterais geralmente nos terços médio ou apical (12 a 85%).^{13,14,15} O tipo I da classificação de Vertucci aparece em cerca de 70% dos incisivos inferiores, seguido pelo tipo III (21,8%); a presença de 3 canais tem prevalência de 2%.¹⁶ Sua coroa é de tamanho reduzido e trabalhos anteriores mostraram que a distância entre a face lingual, mais comumente utilizada para acesso endodôntico, e o centro da câmara pulpar é de 4,6 mm em média.^{17,18}

Em inspeção visual e em microscópio óptico utilizados para estudar morfologia de incisivos inferiores foi constatado que estes dentes apresentavam em média 13,5 mm de comprimento de raiz, diâmetro radicular entre 5,9 mm na região cervical e 1,7 mm na região apical, forames circulares (58%) ou levemente ovais (35%), com saída centralizada apicalmente (32,9%) ou vestibularizada (32,6%).^{19,20}

O canal ovalado, ovalado longo e em formato de fita são muito comuns, sendo considerado o padrão para este grupo dentário, desta forma requer uma atenção especial durante o preparo químico-mecânico. Insucessos do tratamento endodôntico nos incisivos inferiores, muitas vezes são decorrentes de canais ou segmentos dos mesmos, que não são limpos adequadamente, principalmente os espaços localizados na direção lingual da cavidade pulpar.²¹

Mais recentemente autores vêm desvendando aspectos mais específicos desse grupo dentário. Diferenciando, por exemplo, diâmetros entre dentes tipo I e tipo III, que representam cerca de 90% dos incisivos inferiores, que apresentaram em média 0,36 mm e 0,41 mm na região apical, respectivamente. Com ferramentas mais acuradas, como a microtomografia computadorizada esses autores encontraram de 1 a 3 saídas foraminais distintas, ou dental apical.^{8,9}

Ensaios precedentes exploraram a presença de canais ovais ou achatados nesse conjunto de dentes, o qual apresentou 25% de prevalência de canais com diferença maior que 2 vezes entre o maior e menor diâmetro na região apical, enquanto que os outros 75% apresentaram formas quase circulares ou levemente ovaladas.²¹

Algumas pesquisas prévias mostraram que as especificidades morfológicas dos incisivos inferiores oferecem dificuldades à terapia endodôntica como áreas não tocadas pelos instrumentos (23,21 a 30,1%) e acúmulo de debris no interior do canal (3,49%). Indicando, quando possível, uso de ativação do irrigante com ultrassom, determinação do comprimento de trabalho por meio de localizador foraminal eletrônico e preparo com instrumentos de níquel-titânio com maior calibre.^{22,23,24,25,26}

A bibliografia anterior mostra uso de técnicas como visualização a olho nu, uso de microscópio óptico, descalcificação, exame histopatológico, escaneamento por Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico e, mais recentemente, Microtomografia Computadorizada para estudo da anatomia e morfologia de dentes. Atualmente, diversos estudos recomendam o emprego da microtomografia computadorizada, pois é uma técnica não destrutiva que oferece alta resolução para elaboração de imagens tridimensionais para o estudo detalhado das estruturas anatômicas da cavidade pulpar.^{8,9}

Entretanto, ainda faltam informações detalhadas destes aspectos relacionadas aos canais e estrutura radicular no segmento a 0,5 mm do forameapical, segmento de interesse na determinação do limite apical do preparo, desempenhando papel de batente para obturação além de limitar a extensão da ampliação por instrumentação mecânica.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo explorar morfologia e anatomia dos 3 mm apicais de incisivos inferiores humanos, buscando destacar particularidades do sistema de canais radiculares e tecido dentinário.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o maior e menor diâmetros na saída foraminal, 0.5mm, 1.0mm, 2.0mm e 3.0mm.
- Determinar a circularidade nas diferentes secções da região apical avaliadas.
- Avaliar a espessura da dentina radicular nas faces vestibular, lingual, mesial e distal nas referidas secções.
- Avaliar a quantidade e posição espacial no vértice radicular dos forames.

3. ARTIGO

(Versão em Português da formatação para revista *Journal of Endodontics*)

AVALIAÇÃO MICROTOMOGRÁFICA DE CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DA REGIÃO APICAL DE INCISIVOS INFERIORES

Paulo Henrique Chagas¹, Bruno Cavalini Cavenago²

¹ **Autor Correspondente.** Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil, Av. Lothário Meissner, nº 632. Mestrando em Odontologia. E-mail: chagasufpr@gmail.com;

² Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil, Av. Lothário Meissner, nº 632. Professor titular em Endodontia. E-mail: brunocavenago@ufpr.br;

Declaração de interesses: nenhuma.

Declaração de créditos aos autores

Paulo Henrique Chagas: Conceitualização; Metodologia; Escrita – revisão e edição; Levantamento de dados; Investigação.

Bruno Cavalini Cavenago: Administração do projeto; Supervisão; Validação; Análise formal; Visualização;

RESUMO

Introdução: Há escassa literatura sobre morfologia da região apical a 0,5 mm do forame dos incisivos inferiores, esta pesquisa teve como objetivo explorar tal área deste grupo de dentes, buscando destacar particularidades do sistema de canais radiculares e do tecido dentinário.

Metodologia: Escaneou-se 104 dentes usando Micro-CT, diâmetro do canal e espessura da dentina foram medidos no forame e 0,5, 1, 2 e 3 mm da saída do forame. Obteve-se circularidade do canal e o número e posição do forame. Realizou-se testes de normalidade (D'Agostino & Pearson), além dos testes de Kruskal-Wallis e Dunn. **Resultados:** Aferiu-se os menores diâmetros na secção 0,5 mm, houve diferença de até 76% entre os maiores diâmetros comparando este segmento e a saída foraminal. Foi notável a alta prevalência de canais ovais e as maiores discrepâncias entre os menores e maiores diâmetros a 23 mm. A média de circularidade foi de 2,21 a 3 mm. A espessura da dentina era semelhante entre as superfícies mesiais e distais e as menores medidas dessa característica estavam no forame. Os dentes tinham apenas um forame na maioria deles (89,4%), e 2 (8,6%) ou 3 (2%) no restante. Nos incisivos com apenas um forame, ele foi posicionado centralizado no ápice (57%) ou desviado para vestibular (20,4%). A dentina é fina no forame, variando de 0,5 a 0,8 mm. **Conclusão:** Pode-se considerar 0,5 mm do forame como referência para o comprimento de trabalho. Embora sejam dentes pequenos, instrumentos com calibre inferior a 50 não devem promover uma boa limpeza e modelagem desses dentes.

Palavras-chave: Anatomia Regional; Incisivo; Microtomografia por Raio-X; Cavidade Pulpar; Ápice Dentário.

INTRODUÇÃO

A terapia endodôntica tem como objetivos debelar o processo infeccioso no sistema de canais radiculares com polpas não vitais e, quando estendido, à região periapical, além de manter a sanidade em casos de polpas vitais, por meio da limpeza, modelagem e selamento dos canais, com finalidade de promover a manutenção do dente. Para tanto, o tratamento é realizado através da combinação da limpeza mecânica proporcionada pela instrumentação com a descontaminação química das substâncias irrigadoras e medicação no sistema de canais radiculares, associando a uma obturação dos mesmos com um material inerte de forma a manter ou restabelecer a saúde dos tecidos perirradiculares.¹

O sucesso desse tratamento é estabelecido quando da ausência de sintomas (dor espontânea ou à palpação ou mastigação, e/ou sensibilidade ao frio ou calor) e sinais (edema, mobilidade ou fístula), e resolução de problemas periapicais constatados radiograficamente (espessamento do ligamento periodontal ou periodontites apicais).^{2,3,4}

Estudos anteriores mostraram que o índice de sucesso dos tratamentos endodônticos está em torno de 89,4% .^{3,4,5} Fatores como polpa vital, extensão correta do preparo, lesão periapical menor que 5 mm, uso de isolamento absoluto e boa restauração coronária pós terapia endodôntica resultaram em maiores taxas de êxito.^{3,4,5,6} Alguns autores compararam diferentes condições durante esse tipo de procedimento como sessão única ou dupla e polpa vital ou não vital e não encontraram diferenças significantes.^{3,7} Polpa não vital, grandes lesões periapicais e ser um retratamento influenciaram negativamente o resultado da terapia e causaram mais dor pós-operatória.^{3,6,7}

O conhecimento profundo sobre a configuração anatômica do sistema de canais radiculares é de suma importância para o diagnóstico e execução da terapia endodôntica. Tão importante quanto conhecer os tipos anatômicos mais prevalentes, é identificar suas possíveis variações. Dentre as distintas etapas tratamento endodôntico, a modelagem, limpeza e descontaminação do sistema de canais radiculares, podem ser limitadas em função da anatomia, que pode revelar-se bastante complexa, sendo mais desafiadora ao clínico do que a radiografia periapical sugere.

Com achatamento configurado por dimensões reduzidas no sentido méso-distal em relação ao sentido vestibulo-lingual, os incisivos inferiores são os menores dentes de um indivíduo adulto, portanto sua estreita coroa na face lingual oferece uma área limitada para o acesso aos canais radiculares. Este grupo dentário frequentemente apresenta uma única raiz, com um único canal.^{8,9}

Comumente a morfologia é simétrica entre incisivos mandibulares esquerdos e direitos.^{10,11,12} Esse grupo dentário em geral é monorradicado, pode apresentar dois canais em 20,4 a 36,62% dos casos, com canais laterais geralmente nos terços médio ou apical (12 a 85%).^{13,14,15} O tipo I da classificação de Vertucci aparece em cerca de 70% dos incisivos inferiores, seguido pelo tipo III (21,8%); a presença de 3 canais tem prevalência de 2%.¹⁶ Sua coroa é de tamanho reduzido e trabalhos anteriores mostraram que a distância entre a face lingual, mais comumente utilizada para acesso endodôntico, e o centro da câmara pulpar é de 4,6 mm em média.^{17,18}

Em inspeção visual e em microscópio óptico utilizados para estudar morfologia de incisivos inferiores foi constatado que estes dentes apresentavam em média 13,5 mm de comprimento de raiz, diâmetro radicular entre 5,9 mm na região cervical e 1,7 mm na região apical, forames circulares (58%) ou levemente ovais (35%), com saída centralizada apicalmente (32,9%) ou vestibularizada (32,6%).^{19,20}

O canal ovalado, ovalado longo e em formato de fita são muito comuns, sendo considerado o padrão para este grupo dentário, desta forma requer uma atenção especial durante o preparo químico-mecânico. Insucessos do tratamento endodôntico nos incisivos inferiores, muitas vezes são decorrentes de canais ou segmentos dos mesmos, que não são limpos adequadamente, principalmente os espaços localizados na direção lingual da cavidade pulpar.²¹

Mais recentemente autores vêm desvendando aspectos mais específicos desse grupo dentário. Diferenciando, por exemplo, diâmetros entre dentes tipo I e tipo III, que representam cerca de 90% dos incisivos inferiores, que apresentaram em média 0,36 mm e 0,41 mm na região apical, respectivamente. Com ferramentas mais acuradas, como a microtomografia computadorizada esses autores encontraram de 1 a 3 saídas foraminais distintas, ou dental apical.^{8,9}

Ensaio precedente exploraram a presença de canais ovais ou achatados nesse conjunto de dentes, o qual apresentou 25% de prevalência de canais com diferença maior que 2 vezes entre o maior e menor diâmetro na região apical, enquanto que os outros 75% apresentaram formas quase circulares ou levemente ovaladas.²¹

Algumas pesquisas prévias mostraram que as especificidades morfológicas dos incisivos inferiores oferecem dificuldades à terapia endodôntica como áreas não tocadas pelos instrumentos (23,21 a 30,1%) e acúmulo de debris no interior do canal (3,49%). Indicando, quando possível, uso de ativação do irrigante com ultrassom, determinação do comprimento de

trabalho por meio de localizador foraminal eletrônico e preparo com instrumentos de níquel-titânio com maior calibre.^{22,23,24,25,26}

A bibliografia anterior mostra uso de técnicas como visualização a olho nu, uso de microscópio óptico, descalcificação, exame histopatológico, escaneamento por Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico e, mais recentemente, Microtomografia Computadorizada para estudo da anatomia e morfologia de dentes. Atualmente, diversos estudos recomendam o emprego da microtomografia computadorizada, pois é uma técnica não destrutiva que oferece alta resolução para elaboração de imagens tridimensionais para o estudo detalhado das estruturas anatômicas da cavidade pulpar.^{8,9}

Entretanto, ainda faltam informações detalhadas destes aspectos relacionadas aos canais e estrutura radicular no segmento a 0,5 mm do forame apical dos incisivos inferiores. Por isso o objetivo deste estudo foi explorar morfologia e anatomia desta região nesse grupo de dentes, buscando destacar particularidades do sistema de canais radiculares e tecido dentinário.

MÉTODOS

Incisivos inferiores humanos, sem tratamento endodôntico prévio e rizogênese completa, foram coletados do Banco de Dentes Humanos da Universidade Federal do Paraná após a aprovação do protocolo pelo comitê de ética FOB/USP (1.051.377). Para este trabalho foram escaneados 143 dentes usando tomografia microcomputada (Skyscan 1174 - Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) no Laboratório de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. Os parâmetros de escaneamento foram 50kV, 800uA, filtro de alumínio 0,5mm, tamanho 16um voxel, ângulo de 0,5° para um total de 180° de rotação.

Os dados digitais foram elaborados pelo software de reconstrução NRecon v1.6.4.8 (Bruker). Após análise das imagens usando o software DataViewer (V1.5.1.2, Bruker microCT), 39 amostras foram excluídas porque tinham tecido dentinário de raiz danificado, não eram do tipo I da Vertucci, ou eram repetitivas, resultando em uma amostra final de 104 dentes. As imagens foram visualizadas em dois softwares (CTAn e DataViewer - Bruker microCT) para realizar as medições em cinco segmentos: forame apical, a 0,5 mm, 1 mm, 2 mm e 3 mm do forame. O maior e menor diâmetro do canal e a espessura da dentina foram medidos nas paredes bucal, lingual, mesial e distal da raiz. A circularidade dos canais em cada segmento foi obtida de acordo com a classificação de Wu. Além disso, dados como o número e as posições dos forames foram capturados.

Os dados do diâmetro e da dentina foram analisados estatisticamente com os testes D'Agostino e Pearson para verificação da normalidade. A comparação entre os segmentos foi realizada com os testes Kruskal-Wallis e Dunn para comparações múltiplas ($P < 0,05$) e o teste Mann-Whitney para diâmetros maior e menor. A análise estatística foi realizada com o GraphPad Prism 5 (La Jolla, CA, E.U.A.).

RESULTADOS

A mediana do diâmetro vestibulo-lingual do canal para todas as seções avaliadas era superior ao diâmetro mesio-distal ($P < 0,05$). Nenhuma diferença estática foi encontrada para os diâmetros maior e menor quando se comparou forame, 0,5mm e 1,0mm. A seção de 3,0mm mostrou diâmetros maiores ($P < 0,05$). O maior diâmetro do canal mostrou-se como sendo até 76% maior na porção do forame em comparação com a seção de 0,5 mm.

As proporções entre maior e menor diâmetro mostraram uma seção axial circular na maior parte da amostra, porém foram encontradas formas ovais para todas as seções (25 - 47%). A porcentagem e o número de canais ovais em diferentes níveis de canal radicular são mostrados na tabela 2. Na seção 3 mm, a média de circularidade do canal foi de 2,21, mostrando que os maiores diâmetros são >2x mais extensos do que os menores diâmetros nesta região (Tabela 1).

À exceção do segmento forame, a espessura da dentina foi semelhante entre as faces vestibular e lingual e entre as faces mesial e distal com um aumento na direção ápico-cervical. O segmento de forame mostrou a menor espessura de dentina ($P < 0,05$) para todas as medidas (V, L, M e D) em comparação com outros níveis (Tabela 2).

Com relação ao número de forames, 89,4% dos espécimes ($n = 93$) apresentaram apenas um forame apical. Entretanto, em 8,6% das amostras ($n = 9$) foram encontrados 2 e 2% ($n = 2$) apresentaram 3 forames. Considerando um único forame, o forame foi observado centralmente no ápice em 57% ($n=53$) dos espécimes, vestibular em 20,4% ($n=19$), mesial em 9,7% ($n=9$), lingual em 8,6% ($n=8$) e distal em 4,3% ($n=4$) dos dentes (Gráfico 1).

DISCUSSÃO

De acordo com a literatura, a configuração anatômica de canal radicular mais frequente em incisivos inferiores é a classificada como tipo I de Vertucci, com apenas um canal em toda extensão.¹¹ Hoje, existe uma vasta literatura sobre a morfologia dos incisivos mandibulares humanos, utilizando diversas técnicas. No entanto, há uma falta de metodologias para examinar o terço apical destes dentes com detalhes segmento de 0,5 mm, e este foi o objetivo deste

estudo. Foram empregadas técnicas que permitiram a conservação das amostras, com alta precisão e reprodutibilidade, utilizando a Microtomografia Computadorizada. Os resultados permitiram a inspeção tanto quantitativa quanto qualitativa das características examinadas. Técnicas destrutivas para a amostra (descalcificação, corte transversal), com baixa capacidade de visualização (visão a olho nu ou por microscópio ótico) ou baixa resolução (Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico) foram utilizadas em ensaios anteriores,^{10,11,12,13,14,16,17,18,19,20,21,23,24,25} ao contrário do método aplicado no presente estudo, em concordância com estudos mais recentes.^{8,9,22}

Estudos anteriores utilizando diferentes métodos observaram que a configuração do canal radicular interno dos incisivos centrais e laterais da mandíbula era semelhante,^{10,11,12} além de que sujeitos com canais radiculares complexos em incisivos centrais permanentes da mandíbula apresentavam essa condição bilateralmente.²¹ Portanto, neste estudo, não houve distinção entre eles e a seleção da amostra.

Como visto em outros estudos, a amostra expôs uma raiz, 1, 2 ou 3 forames circulares em 78% das vezes e posicionados centralmente no ápice em sua maior parte, com desvio mais frequente para a face distal.^{9,10,11,12,13,16,17,19,21} O tipo I de Vertucci foi previamente declarado como sendo o mais frequente e, portanto, escolhido para compor a amostra deste trabalho (Figura 1).^{8,9,10,11,12,13,16}

Corroborando com outros autores, foi identificado maior achatamento dos canais perto do terceiro milímetro em comparação com a região a 1 ou 0,5 mm do forame.^{8,9,21}

Apesar de uma variedade de literatura examinando a anatomia e morfologia deste grupo dentário macroscopicamente ou focalizando a raiz como um todo,^{8,9,10,11,12,13,14,15,16,19,20,21} aqui, o terço apical foi investigado com atenção e mais especificamente incluindo o segmento 0,5 mm do forame apical, procurando apresentar detalhes importantes desta região, tais como circularidade e espessura da dentina ao redor do canal.

Espera-se que o aperfeiçoamento dos processos aqui adotados, como uso de uma amostra maior e representativa, possa melhorar e tornar os resultados obtidos ainda mais úteis.

Considerando a constrição presente a 0,5 mm do forame, esta medida pode ser usada como referência para determinar o comprimento de trabalho nestes dentes. Apesar de serem dentes pequenos e delgados quando comparados a outros grupos, os diâmetros maiores dos canais radiculares observados neste estudo sugerem instrumentação com um calibre final próximo a 0,5 mm (referindo-se a um instrumento 50) para garantir uma boa limpeza desta área.

CONCLUSÃO

Os incisivos mandibulares em geral apresentam um forame radicular com uma saída no vértice apical ou desviado para a face vestibular, cerca de $\frac{1}{4}$ de seus canais são ovais no segmento entre 2 mm e o forame. A dentina radicular é mais fina nas superfícies mesial e distal, na região apical deste grupo dentário.

AGRADECIMENTOS

Os autores negam quaisquer conflitos de interesse relacionados a este estudo.

REFERÊNCIAS

1. Hargreaves KM, Cohen SC. Caminhos da Polpa. 10th ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011, pag 271;
2. Chugal N, Mallya SM, Kahler B, et al. Endodontic Treatment Outcomes. Dent Clin N Am. 2017; 61:59-80.
3. Kojima K, Inamoto K, Nagamatsu K, et al. Success rate of endodonti treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2004; 97:95-99.
4. Moazami F, Sahebi S, Sobhnamayan F, et al. Success Rate of Nonsurgical Endodontic Treatment of Nonvital Teeth with Variable Periradicular Lesions. Iran Endod J. 2011; 6(3):119-124.
5. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, et al. Factors Affecting the Long-term Results of Endodontic Treatment. J Endod. 1990; 16(10):498-504.
6. Chandra A. Discuss the factors that affect the outcome of endodontic treatment. Aust Endod J. 2009; 35:98-107.
7. Dennis D. Similar Success rates were achieved in single- and mutiple-visit endodontic treatment. J Evid Based Dent Pract. 2018; 18(4):343-345.
8. Almeida MM, Bernardineli N, Ordinola-Zapata R, et al. Micro-Computed Tomography Analysis of the Root Canal Anatomy and Prevalence of Oval Canals in Mandibular Incisors. J Endod. 2013; 38(12):1529-1533.
9. Leoni GB, Versiani MA, Pécora JD, et al. Micro-Computed Tomography Analysis of the Root Canal Morphology of Mandibular Incisors. J Endod. 2014; 40(5):710-716.

10. Sroczyk-Jaszczynska M, Kofecki J, Lipski M, et al. A study of the simmetry of roots and root canal morphology in mandibular anterior teeth using cone-beam computed tomographic imaging in a Polish population. *Folia Morphol.* 2020; 79(4):835-844.
11. Candeiro GTM, Teixeira IMMD, Barbosa DAO, et al. Vertucci's Root Canal Configuration of 14,413 Mandibular Anterior Teeth in a Brazilian Population: A Prevalence Study Using Cone-Beam Computed Tomography. *J Endod.* 2021; 47(3):404-408.
12. Talabani RM. Assessment of root canal morphology of mandibular permanente anterior teeth in a Iraqi subpopulation by cone-beam computed tomography. *J Dent Sci.* 2021; 16(4):1182-1190.
13. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the mandibular anterior teeth. *J Am Dent Assoc.* 1974; 89:369-371
14. Rahimi S, Milani AS, Shahi S, et al. Prevalence of two canals in human mandibular anterior teeth in na Iranian population. *Indian J Dent Res.* 2013; 24(2):234-236.
15. Martins JNR, Marques D, Silva EJNL, et al. Influence of Demographic Factors on the Prevalence of a Second Root Canal in Mandibular Amterior Teeth – A Systematic Review and Meta-analysis of Cross-Sectional Studies Usin Cone Beam Computed Tomography. *Arch Oral Biol.* 2020; 116:104749.
16. Aung NM. Root Canal Anatomy of Myanmar Permanent Mandibular Incisors in Mandalay Region. *Int J Dent.* 2020; 8842636.
17. Jia L, Huang M, Gao X, et al. Radiographic anatomy of pulp chamber of Chinese permanente anterior teeth. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2006; 24(3):250-253.
18. Lee MM, Rasimick BJ, Turner AM, et al. Morphological Measurements of Anatomical Landmarks in Pulp Chambers of Human Anterior Teeth. *J Endod.* 2007; 33(2):129-131.
19. Manva MZ, Sheereen S, Hans MK, et al. Morphometric analysis of the apical foramina in extracted human teeth. *Folia Morphol.* 2022; 81:212-219.
20. Fontozzi G, Leuter C, Bernardi S, et al. Analysis of ther root morphology of European anterior teeth. *Itan J Anat Embriol.* 2013; 118:78-91.
21. Wu M, R'oris A, Barkis D, et al. Prevalence and extend of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 89(6):739-743.
22. Xavier SR, Lima CO, Marceliano-Alves MFV, et al. Shaping ability of two root canal instrumentation system in oval-shaped canals: A microcomputed tomography study. *Aust Endod J.* 2020; 47(2):252-259.
23. Lee OYS, Khan K, Li KY, et al. Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridment: a histological analysis of round and oval root canals. *Int Endod J.* 2019; 59:1366-1376.

24. Nathani T, Nathani AI, Pawar AM, et al. Canal Transporation and Centering Ability in Long Oval Canals: A Multidimensional Analysis. *J Endod.* 2019; 45(10):1242-1247.
25. Stringheta CP, Pelegrine RA, Montalli VAM, et al. Influence o apical preparation size and final irrigation protocol on the debridment of oval root canals. *Braz Dent J.* 2021; 32(6):16-27.
26. Darcey J. Modern Endodontic Principles Part 3: Preparation. *Dental Update.* 2015; 42(9):810-822.

Figura 1 - Reconstrução tridimensional de uma amostra representativa nas vistas méso-distal (A), vestibulo-lingual (B). Detalhe da região apical de um incisivo inferior com canal achatado e duas saídas foraminais (C).

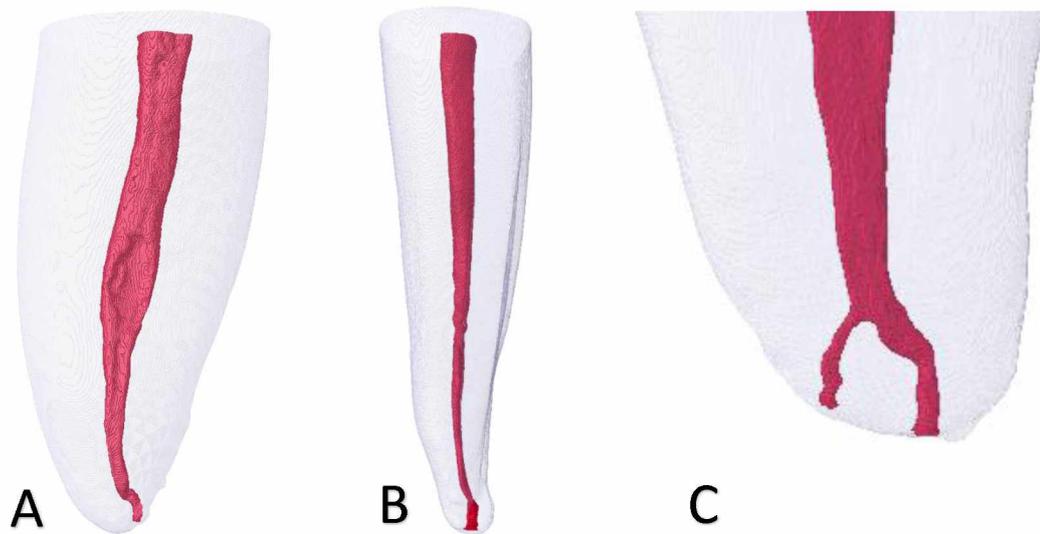


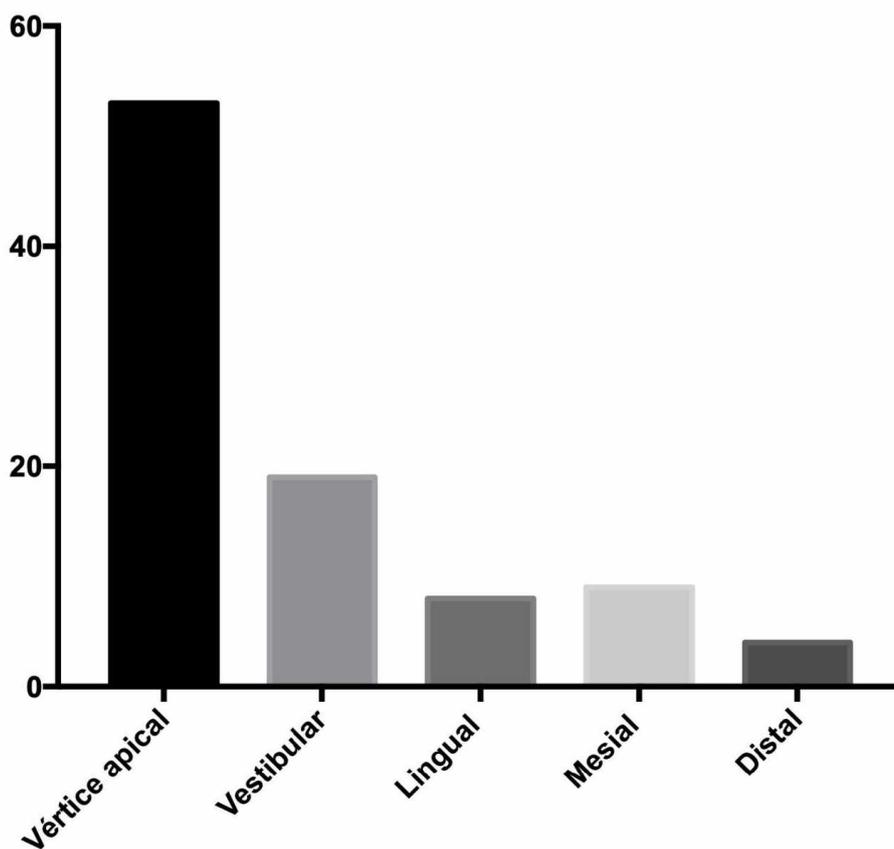
Tabela 1 – Porcentagem (n) de canais e sua classificação de circularidade em cada seção.

Circularidade	> 1 – 2	> 2 – 4	> 4 – 6	> 6	Total canais ovais
Forame	75 (78)	23 (24)	2 (2)	0 (0)	25 (26)
0.5 mm	73 (76)	25 (26)	2 (2)	0 (0)	27 (28)
1.0 mm	72 (75)	27 (28)	1 (1)	0 (0)	28 (29)
2.0 mm	68 (71)	29 (30)	2 (2)	1 (1)	32 (33)
3.0 mm	53 (55)	40 (42)	6 (6)	1 (1)	47 (49)

Tabela 2 - Mediana (25% e 75%) da espessura dentinária em mm. Diferentes letras minúsculas indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0.05$) entre as faces radiculares e maiúsculas entre os segmentos.

	V	L	M	D
Forame	0.33 ^{aA} (0.14 – 0.61)	0.54 ^{bA} (0.23 – 0.81)	0.34 ^{aA} (0.18 – 0.47)	0.40 ^{aBA} (0.25 – 0.56)
0.5 mm	0.75 ^{aB} (0.62 – 0.97)	0.92 ^{bB} (0.75 – 1.11)	0.61 ^{cB} (0.49 – 0.70)	0.56 ^{cB} (0.47 – 0.69)
1.0 mm	1.06 ^{aC} (0.87 – 1.21)	1.20 ^{aC} (1.01 – 1.35)	0.70 ^{bC} (0.63 – 0.78)	0.63 ^{bB} (0.53 – 0.75)
2.0 mm	1.44 ^{aD} (1.30 – 1.65)	1.52 ^{aD} (1.38 – 1.68)	0.85 ^{bD} (0.74 – 0.96)	0.74 ^{bC} (0.67 – 0.89)
3.0 mm	1.71 ^{aE} (1.57 – 1.86)	1.72 ^{aE} (1.61 – 1.91)	0.94 ^{bD} (0.85 – 1.07)	0.86 ^{bC} (0.77 – 1.00)

Gráfico 2 - Posição do forame, quando único, em porcentagem.



4. CONCLUSÃO

Os incisivos inferiores em geral apresentam um forame radicular com saída no vértice apical ou desviado para face vestibular, cerca de $\frac{1}{4}$ destes canais são ovalados no segmento entre 2 mm e o forame. A dentina radicular se mostra mais delgada nas faces mesial e distal, na região apical desse grupo dentário, variando de 0,5 a 0,8 mm de espessura.

Considerando a aparente constrição presente a 0,5 mm do forame apical, essa medida pode ser usada como referência para determinação do comprimento de trabalho nesses dentes. Apesar de serem dentes delgados e de dimensões reduzidas, os maiores diâmetros dos canais radiculares observados neste trabalho sugerem instrumentação com calibre final próximo a 0,5 mm (referente a um instrumento 50) para garantir boa limpeza dessa área.

5. REFERÊNCIAS

1. Hargreaves KM, Cohen SC. Caminhos da Polpa. 10th ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011, pag 271;
2. Chugal N, Mallya SM, Kahler B, et al. Endodontic Treatment Outcomes. Dent Clin N Am. 2017; 61:59-80.
3. Kojima K, Inamoto K, Nagamatsu K, et al. Success rate of endodonti treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2004; 97:95-99.
4. Moazami F, Sahebi S, Sobhnamayan F, et al. Success Rate of Nonsurgical Endodontic Treatment of Nonvital Teeth with Variable Periradicular Lesions. Iran Endod J. 2011; 6(3):119-124.
5. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, et al. Factors Affecting the Long-term Results of Endodontic Treatment. J Endod. 1990; 16(10):498-504.
6. Chandra A. Discuss the factors that affect the outcome of endodontic treatment. Aust Endod J. 2009; 35:98-107.

7. Dennis D. Similar Success rates were achieved in single- and multiple-visit endodontic treatment. *J Evid Based Dent Pract.* 2018; 18(4):343-345.
8. Almeida MM, Bernardineli N, Ordinola-Zapata R, et al. Micro-Computed Tomography Analysis of the Root Canal Anatomy and Prevalence of Oval Canals in Mandibular Incisors. *J Endod.* 2013; 38(12):1529-1533.
9. Leoni GB, Versiani MA, Pécora JD, et al. Micro-Computed Tomography Analysis of the Root Canal Morphology of Mandibular Incisors. *J Endod.* 2014; 40(5):710-716.
10. Sroczyk-Jaszczynska M, Kołdecki J, Lipski M, et al. A study of the symmetry of roots and root canal morphology in mandibular anterior teeth using cone-beam computed tomographic imaging in a Polish population. *Folia Morphol.* 2020; 79(4):835-844.
11. Candeiro GTM, Teixeira IMMD, Barbosa DAO, et al. Vertucci's Root Canal Configuration of 14,413 Mandibular Anterior Teeth in a Brazilian Population: A Prevalence Study Using Cone-Beam Computed Tomography. *J Endod.* 2021; 47(3):404-408.
12. Talabani RM. Assessment of root canal morphology of mandibular permanent anterior teeth in a Iraqi subpopulation by cone-beam computed tomography. *J Dent Sci.* 2021; 16(4):1182-1190.
13. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the mandibular anterior teeth. *J Am Dent Assoc.* 1974; 89:369-371
14. Rahimi S, Milani AS, Shahi S, et al. Prevalence of two canals in human mandibular anterior teeth in an Iranian population. *Indian J Dent Res.* 2013; 24(2):234-236.
15. Martins JNR, Marques D, Silva EJNL, et al. Influence of Demographic Factors on the Prevalence of a Second Root Canal in Mandibular Anterior Teeth – A Systematic Review and Meta-analysis of Cross-Sectional Studies Using Cone Beam Computed Tomography. *Arch Oral Biol.* 2020; 116:104749.
16. Aung NM. Root Canal Anatomy of Myanmar Permanent Mandibular Incisors in Mandalay Region. *Int J Dent.* 2020; 8842636.
17. Jia L, Huang M, Gao X, et al. Radiographic anatomy of pulp chamber of Chinese permanent anterior teeth. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2006; 24(3):250-253.

18. Lee MM, Rasimick BJ, Turner AM, et al. Morphological Measurements of Anatomical Landmarks in Pulp Chambers of Human Anterior Teeth. *J Endod.* 2007; 33(2):129-131.
19. Manva MZ, Sheereen S, Hans MK, et al. Morphometric analysis of the apical foramina in extracted human teeth. *Folia Morphol.* 2022; 81:212-219.
20. Fontozzi G, Leuter C, Bernardi S, et al. Analysis of the root morphology of European anterior teeth. *Int J Anat Embryol.* 2013; 118:78-91.
21. Wu M, R'oris A, Barkis D, et al. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000; 89(6):739-743.
22. Xavier SR, Lima CO, Marceliano-Alves MFV, et al. Shaping ability of two root canal instrumentation systems in oval-shaped canals: A microcomputed tomography study. *Aust Endod J.* 2020; 47(2):252-259.
23. Lee OYS, Khan K, Li KY, et al. Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridement: a histological analysis of round and oval root canals. *Int Endod J.* 2019; 59:1366-1376.
24. Nathani T, Nathani AI, Pawar AM, et al. Canal Transportation and Centering Ability in Long Oval Canals: A Multidimensional Analysis. *J Endod.* 2019; 45(10):1242-1247.
25. Stringheta CP, Pelegrine RA, Montalli VAM, et al. Influence of apical preparation size and final irrigation protocol on the debridement of oval root canals. *Braz Dent J.* 2021; 32(6):16-27.
26. Darcey J. Modern Endodontic Principles Part 3: Preparation. *Dental Update.* 2015; 42(9):810-822.

6. APÊNDICE

Figura 1 – Janela software NRecon.

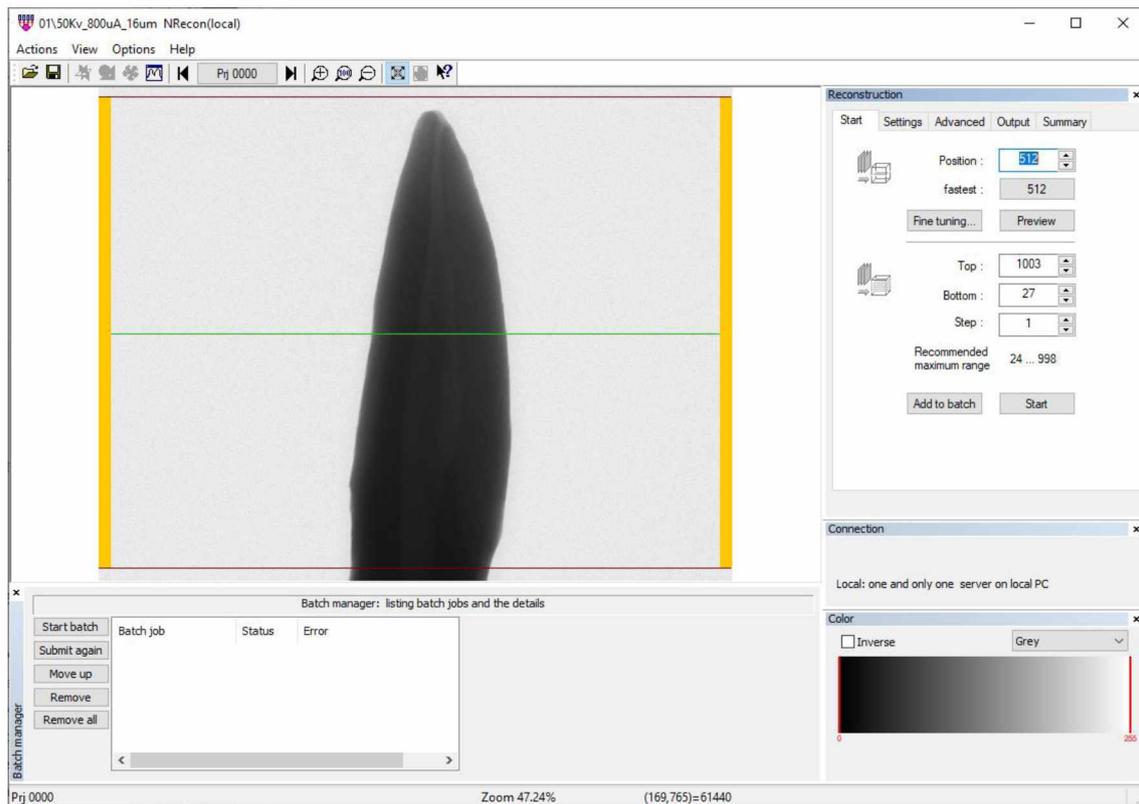
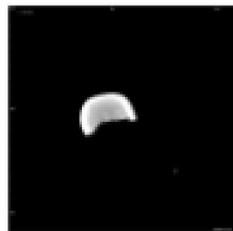


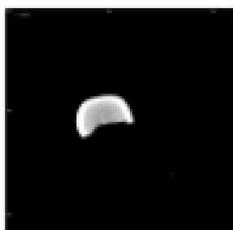
Figura 2 – Exemplo de arquivos exportados pelo software NRcon.



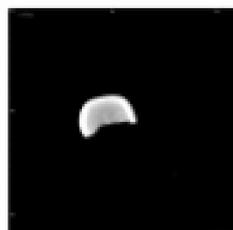
50Kv_800mA_16....



50Kv_800mA_16....



50Kv_800mA_16....



50Kv_800mA_16....

Figura 3 – Janela software DataView.

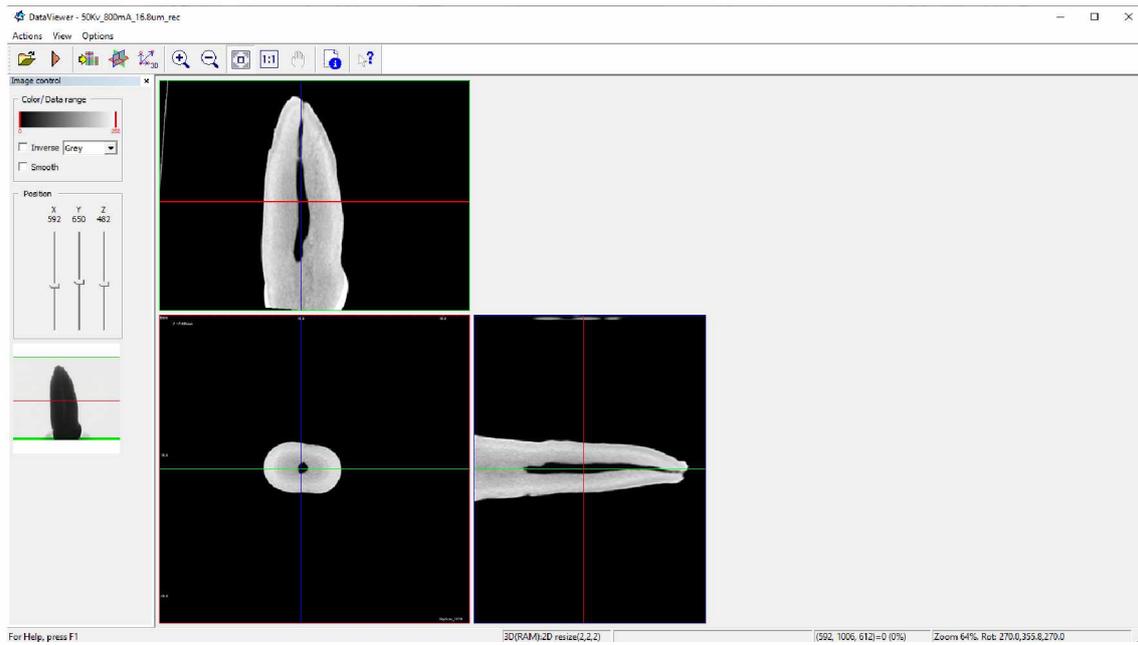


Figura 4 – Janela software CTAn.

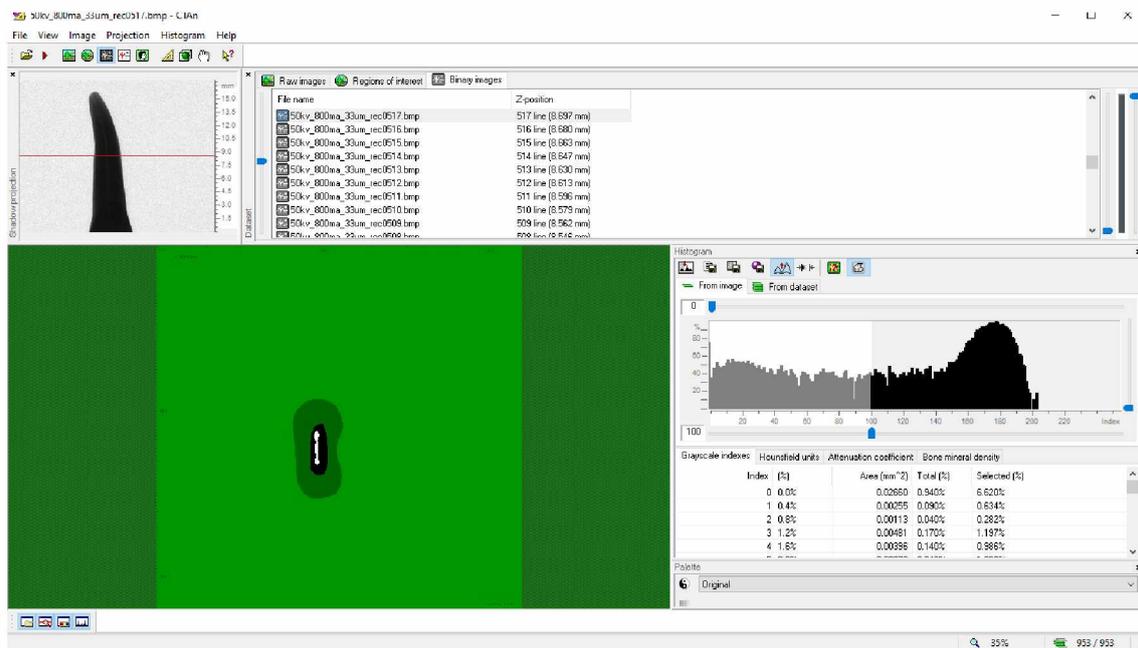


Figura 5 – Janela software CTVol.

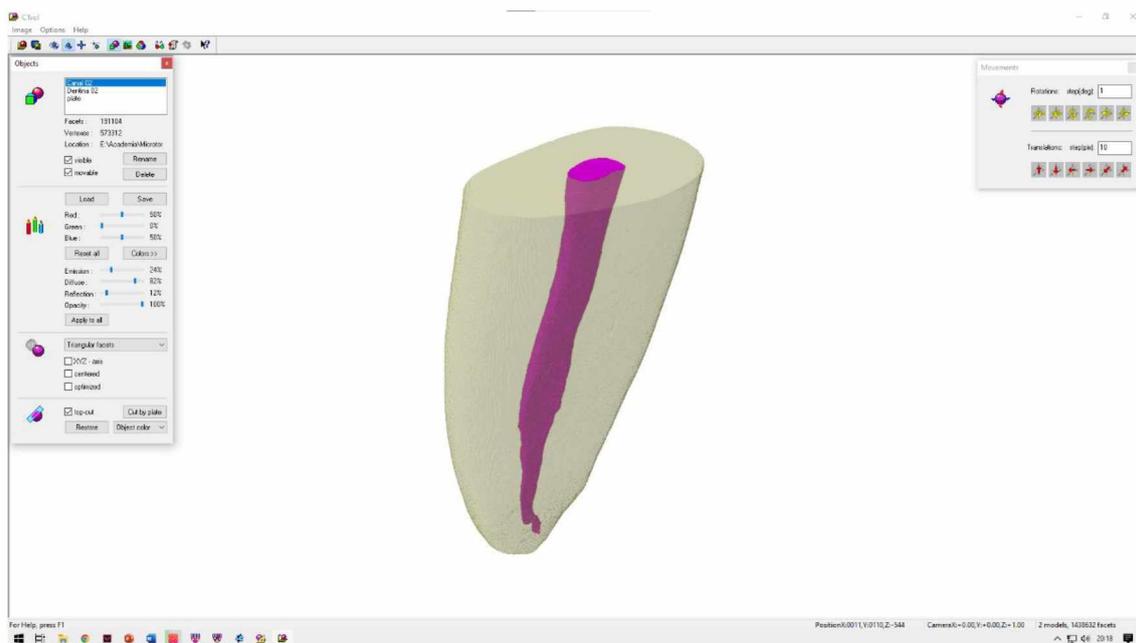


Figura 6 – Exemplos na amostra.

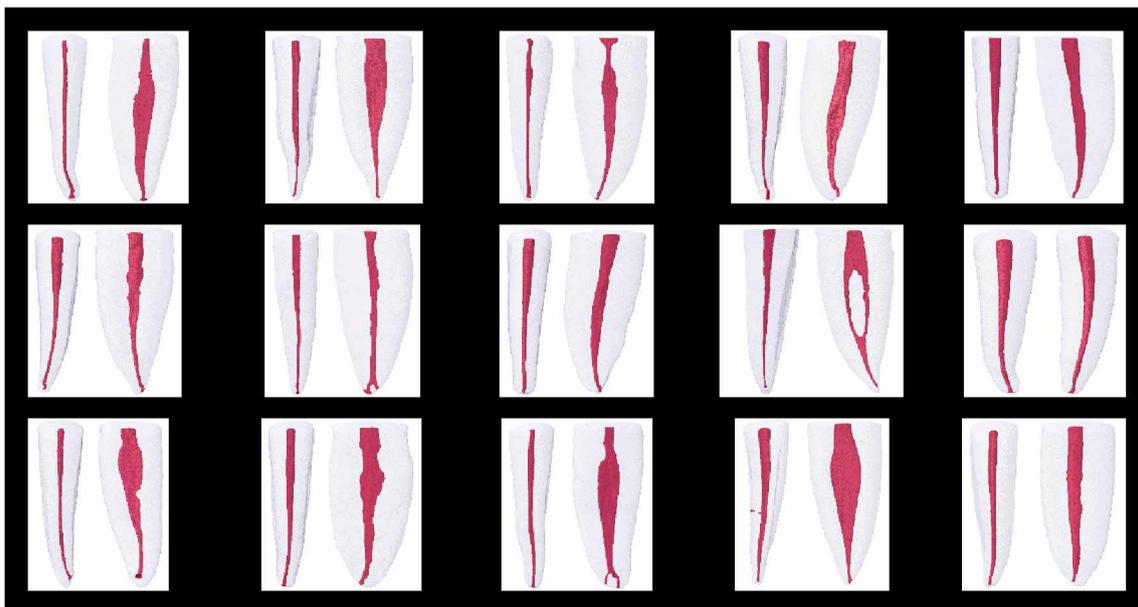


Figura 7 - Reconstrução tridimensional de uma amostra representativa nas vistas méso-distal (A), vestibulo-lingual (B). Detalhe da região apical de um incisivo inferior com canal achatado e duas saídas foraminais (C).

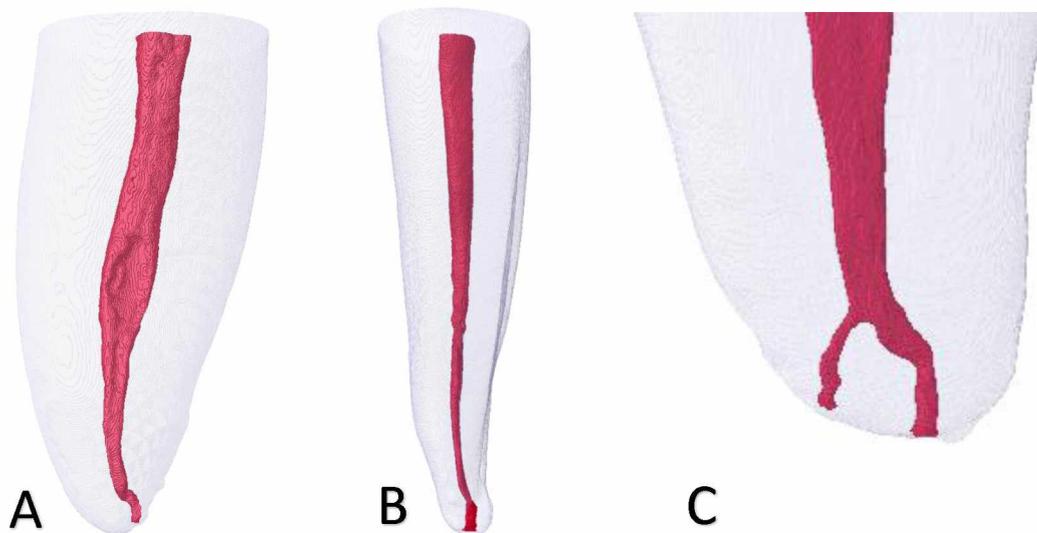


Tabela 1 - Mediana (25% e 75%) do maior e menor diâmetro em mm nos níveis de forame, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm e 3.0 mm. Diferentes letras minúsculas indicam diferença estatisticamente significante ($p < 0.05$) entre as colunas.

	Maior	Menor
Forame	0.43 ^{ab} (0.31 – 0.53)	0.25 ^{ab} (0.20 – 0.30)
0.5 mm	0.38 ^a (0.30 – 0.47)	0.23 ^a (0.20 – 0.28)
1.0 mm	0.40 ^a (0.34 – 0.47)	0.23 ^{ab} (0.21 – 0.28)
2.0 mm	0.45 ^b (0.38 – 0.55)	0.26 ^b (0.21 – 0.31)
3.0 mm	0.59 ^c (0.44 – 0.77)	0.30 ^c (0.25 – 0.33)

Tabela 2 – Porcentagem (n) de canais e sua classificação de circularidade em cada seção.

Circularidade	> 1 – 2	> 2 – 4	> 4 – 6	> 6	Total canais ovais
Forame	75 (78)	23 (24)	2 (2)	0 (0)	25 (26)
0.5 mm	73 (76)	25 (26)	2 (2)	0 (0)	27 (28)
1.0 mm	72 (75)	27 (28)	1 (1)	0 (0)	28 (29)
2.0 mm	68 (71)	29 (30)	2 (2)	1 (1)	32 (33)
3.0 mm	53 (55)	40 (42)	6 (6)	1 (1)	47 (49)

Tabela 3 - Mediana (25% e 75%) da espessura dentinária em mm. Diferentes letras minúsculas indicam diferença estatisticamente significante ($p < 0.05$) entre as faces radiculares e maiúsculas entre os segmentos.

	V	L	M	D
Forame	0.33 ^{aA} (0.14 – 0.61)	0.54 ^{bA} (0.23 – 0.81)	0.34 ^{aA} (0.18 – 0.47)	0.40 ^{abA} (0.25 – 0.56)
0.5 mm	0.75 ^{aB} (0.62 – 0.97)	0.92 ^{bB} (0.75 – 1.11)	0.61 ^{cB} (0.49 – 0.70)	0.56 ^{cB} (0.47 – 0.69)
1.0 mm	1.06 ^{aC} (0.87 – 1.21)	1.20 ^{aC} (1.01 – 1.35)	0.70 ^{bC} (0.63 – 0.78)	0.63 ^{bB} (0.53 – 0.75)
2.0 mm	1.44 ^{aD} (1.30 – 1.65)	1.52 ^{aD} (1.38 – 1.68)	0.85 ^{bD} (0.74 – 0.96)	0.74 ^{bC} (0.67 – 0.89)
3.0 mm	1.71 ^{aE} (1.57 – 1.86)	1.72 ^{aE} (1.61 – 1.91)	0.94 ^{bD} (0.85 – 1.07)	0.86 ^{bC} (0.77 – 1.00)

Gráfico 2 - Posição do forame, quando único, em porcentagem.

