

FELIPE POTGORNIK FERREIRA

**Classificação e profundidade de istmos em primeiros molares inferiores:
estudo retrospectivo em TCFC**

São Paulo

2021

FELIPE POTGORNIK FERREIRA

**Classificação e profundidade de istmos em primeiros molares inferiores:
estudo retrospectivo em TCFC**

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia para obter o título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Celso Luiz Caldeira

São Paulo

2021

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Ferreira, Felipe Potgornik.

Classificação e profundidade de istmos em primeiros molares inferiores: estudo retrospectivo em TCFC / Felipe Potgornik Ferreira; orientador Celso Luiz Caldeira. -- São Paulo, 2021.
87 p. : fig., tab. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de concentração: Endodontia. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
Versão corrigida.

1. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. 2. Molar. 3. Anatomia. I. Caldeira, Celso Luiz.
II. Título.

Fábio Jastwebski – bibliotecário - CRB8/5280

Ferreira FP. Classificação e profundidade de istmos em primeiros molares inferiores: estudo retrospectivo em TCFC. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: 23/08/2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Giulio Gavini

Instituição: FOUSP

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Israel Chilvarquer

Instituição: FOUSP

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Érico de Mello Lemos

Instituição: USF

Julgamento: Aprovado

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

Dedico este trabalho aos meus pais,
Edna Potgornik Ferreira e
Antonio Carlos Ferreira

Aos meus avós,
Olga Diniz Potgornik,
Jayme Potgornik (*in memorian*),
Therezinha de Jesus Ferreira e
Waldemar Ferreira (*in memorian*)

Minha irmã,
Ana Luiza Potgornik Ferreira

Minha esposa,
Fernanda Valente Ferreira

E minhas filhas,
Júlia Valente Ferreira e
Ana Clara Valente Ferreira

Vocês são meus maiores exemplos, e
motivação para ir em frente...

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. **Celso Luiz Caldeira**, que desde o mestrado, sempre esteve disposto a ajudar e orientar. Exemplo profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. **Érico de Mello Lemos**, por todas as oportunidades e incentivos, minha admiração por sua competência. Sem sua valiosa ajuda, nada disso seria possível.

Ao Prof. Dr. **Giulio Gavini**, exemplo profissional, agradeço pela oportunidade de conviver e aprender durante estes anos.

Ao Prof. Dr. **Israel Chilvarquer** e a **Indor – Imaginologia Odontológica**, que permitiram o acesso ao banco de dados de imagens tomográficas, viabilizando o presente trabalho. Meus sinceros agradecimentos pela parceria.

Ao amigo **Fabio Maiello**, que ajudou na calibração e estudo piloto, por sempre estar disposto a ajudar e solucionar as dúvidas em relação a tomografia e e-Vol.

À todos os colegas de pós-graduação, em especial à **Gustavo Rubino, Breno Nappi, Juliana Couto, Caroline Santos, Stephanie Zamalloa, André Craveiro** e **Hermano Paiva**, pela parceria e projetos realizados.

Aos professores da disciplina de endodontia da FOUSP, **João Humberto Antoniazzi** (*in memoriam*), **Antonio Carlos Bombana** (*in memoriam*), **Abílio Albuquerque Maranhão de Moura** (*in memoriam*), **Manoel Eduardo de Lima Machado, Igor Prokopowitsch, José Luiz Lage-Marques, Marcelo dos Santos, Carla Sipert, Maine Skelton Macedo** e **Ericka Tavares Pinheiro**, pelo acolhimento nesta universidade e convívio durante os anos de mestrado e doutorado. Grandes exemplos profissionais que muito me inspiram.

Aos professores de endodontia **Miguel Haddad, Danilo Shimabuko, Carmo Aun, Jacob Huli, Dirce Kawakami, Eduardo Akisue, Maurílio Malavasi e Rafael Paiva**, pela oportunidade de conviver com vocês e aprender todos os dias.

À todos os funcionários e colaboradores do departamento de dentística da FOUSP, em especial aos secretários **David e Selma**, pelo suporte e atenção.

*“Eu não estou interessado em nenhuma teoria
Em nenhuma fantasia, nem no algo mais
Longe o profeta do terror que a laranja mecânica anuncia
Amar e mudar as coisas me interessa mais”*

Belchior

RESUMO

Ferreira FP. Classificação e profundidade de istmos em molares inferiores: estudo retrospectivo em TCFC [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2021. Versão Corrigida.

O conhecimento da anatomia dental é de extrema importância para o clínico na busca do sucesso endodôntico. Complexidades anatômicas, como os istmos, podem causar dificuldades durante o tratamento, comprometendo a limpeza, antissepsia e posterior obturação. O primeiro molar inferior é o elemento que apresenta maior incidência de istmos em suas raízes e a TCFC é uma poderosa ferramenta para estudo e diagnóstico destas variações anatômicas. O objetivo deste estudo foi avaliar a incidência, classificação e profundidade do istmo na raiz mesial de primeiros molares inferiores, por meio de um banco de dados de tomografias, utilizando o *software* visualizador e-Vol DX. Foram analisadas 2000 imagens tomográficas obtidas por meio de um tomógrafo Prexion 3D e selecionados 174 primeiros molares inferiores de pacientes com média de idade de 39,5 anos, sendo 86 do sexo masculino e 88 do sexo feminino; as imagens foram analisadas mm a mm, com auxílio dos recursos 3D do *software*. Os resultados mostraram que 100% dos dentes apresentaram istmos na região cervical em sua raiz mesial, a profundidade mínima encontrada foi de 0,3 mm; em 6,89% das amostras foram observados istmos em todos os cortes ao longo da raiz; a média de profundidade cervical foi de 2,04 mm, não havendo diferenças nos grupos de idade e sexo ($p > 0,05$). O canal mesio-medial foi encontrado em 5,17% das amostras. Seguindo a classificação de Hsu e Kim (1997), ao longo da raiz a maior incidência foi o tipo I (46,90%), seguida do tipo V (25,98%), tipo II (18,22%), tipo IV (7,18%) e tipo III (1,42%). Mais de 83% das amostras apresentaram 3 ou mais tipos de istmo ao longo da raiz; assim, este estudo propôs uma nova classificação baseada na quantidade de variações, sendo que 27,01% foram classificadas como anatomias complexas (4 ou mais tipos na mesma raiz), 56,90% moderadas (3 tipos) e apenas 16,09% simples (até 2 tipos). A TCFC de alta resolução obtida por meio do Prexion 3D, aliada aos recursos do *software* visualizador e-Vol DX, proporcionaram uma visualização dos istmos com maior clareza.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Dente Molar.
Anatomia.

ABSTRACT

Ferreira FP. Classification and depth of isthmus in mandibular first molars: retrospective CBCT study [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2021. Versão Corrigida.

Knowledge of dental anatomy is extremely important for the clinician in the pursuit of endodontic success. Anatomical complexities, such as isthmuses, can cause difficulties during treatment, compromising cleaning, antisepsis and subsequent filling. The mandibular first molar is the element with the highest incidence of isthmus in its roots and CBCT is a powerful tool for the study and diagnosis of these anatomical variations. The aim of this study was to evaluate the incidence, classification and depth of the isthmus in the mesial root of mandibular first molars, using a tomography database, using the e-Vol DX viewer software. 2000 tomographic images obtained by a Prexion 3D tomograph were analyzed and 174 mandibular first molars were selected from patients with a mean age of 39.5 years, 86 males and 88 females; the images were analyzed mm by mm, with the aid of the software's 3D resources. The results showed that 100% of the teeth had isthmus in the cervical region at its mesial root, the minimum depth found was 0.3 mm; in 6.89% of the samples, isthmuses were observed in all sections along the root; the mean cervical depth was 2.04 mm, with no differences between age and sex groups ($p > 0.05$). The mesiomedial canal was found in 5.17% of the samples. Following the classification of Hsu and Kim (1997), along the root the highest incidence was type I (46.90%), followed by type V (25.98%), type II (18.22%), type IV (7.18%) and type III (1.42%). More than 83% of the samples had 3 or more types of isthmus along the root; thus, this study proposed a new classification based on the number of variations, with 27.01% being classified as complex anatomies (4 or more types on the same root), 56.90% moderate (3 types) and only 16.09% simple (up to 2 types). The high-resolution CBCT obtained through Prexion 3D, combined with the resources of the e-Vol DX viewer software, provided a clearer visualization of the isthmus.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography. Molar. Anatomy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Tela inicial do <i>software</i> e-Vol DX versão 5.0.1.39	48
Figura 4.2 - Aplicação do filtro Multi CDT.....	49
Figura 4.3 - Seleção do corte oblíquo para mandíbula	49
Figura 4.4 - Ajuste da paralaxe do volume para a raiz mesial	50
Figura 4.5 - Desenho do arco na raiz mesial para o corte oblíquo	50
Figura 4.6 - Seleção de visualização dos cortes axiais.....	51
Figura 4.7 - Escolha da proporção de visualização 30x30.....	51
Figura 4.8 - Seleção da dimensão do corte em 3x5.....	52
Figura 4.9 - Escolha do passo de corte para 1 em 1 mm	52
Figura 4.10 - Cortes axiais de 1 em 1 mm para análise e classificação	53
Figura 4.11 - Classificação de istmo segundo Hsu e Kim (1997)	54
Figura 4.12 - Selecionando voltar para a vista MPR.....	55
Figura 4.13 - Visualizar fatia axial no 3D.....	55
Figura 4.14 - Escolha do filtro "Canal Corte1.f3d".....	56
Figura 4.15 - Selecionada espessura de corte 3D de 0,2.....	56
Figura 4.16 - Ajuste das propriedades do filtro	57
Figura 4.17 - Correndo corte axial com auxílio da vista 3D	58
Figura 4.18 - Localizando área onde o istmo não é mais visualizado.....	58
Figura 4.19 - Marcação do ponto MPR onde o istmo não era mais visualizado	59
Figura 4.20 - Profundidade do istmo a partir da entrada do canal.....	59

Figura 5.1 - Ocorrência de istmo por toda raiz mesial	61
Figura 5.2 - Incidência de istmos a partir da entrada do canal	65
Figura 5.3 - Canal mésio-medial.....	66
Figura 6.1 - Quatro ou mais tipos de istmo ao longo da raiz	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Profundidade de istmo em relação à idade.....	62
Tabela 5.2 - Profundidade de istmo em relação ao sexo.....	62
Tabela 5.3 - Classificações ao longo da raiz.....	63
Tabela 5.4 - Classificação predominante nas amostras	63
Tabela 5.5 - Classificação com base na variação após análise mm a mm.....	64
Tabela 5.6 - Incidência de istmo a partir da entrada do canal	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
CEP	Comitê de ética em pesquisa
DICOM	Comunicação de imagens digitais em medicina
FOV	Campo de visão
ICC	Coefficiente de correlação intraclasse
micro-CT	Micro-tomografia computadorizada
MPR	Reconstrução multiplanar
PUI	Irrigação ultrassônica passiva
TAC	Tomografia computadorizada médica
TCFC	Tomografia computadorizada de feixe-cônico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	REVISÃO DA LITERATURA	27
2.1	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE-CÔNICO (TCFC).....	27
2.2	SOFTWARE E-VOL DX NA ANÁLISE DE IMAGENS.....	32
2.3	PRESENÇA E CLASSIFICAÇÃO DE ISTMOS.....	34
2.4	IMPLICAÇÕES CLÍNICAS	40
3	PROPOSIÇÃO	45
4	MATERIAL E MÉTODOS	47
5	RESULTADOS	61
6	DISCUSSÃO	67
7	CONCLUSÕES	75
	REFERÊNCIAS	77
	ANEXOS	85

1 INTRODUÇÃO

O objetivo do tratamento endodôntico é tratar ou prevenir a periodontite apical e, para atingirmos tal objetivo, devemos promover a modelagem, limpeza e antissepsia dos canais; entretanto, a complexidade anatômica do sistema de canais radiculares é um dos maiores obstáculos para o clínico na busca deste objetivo.

Por se tratar de um dos primeiros dentes permanentes a erupcionar, o primeiro molar inferior é um dos dentes com maior ocorrência da necessidade de tratamento endodôntico. Este apresenta, comumente, duas raízes, sendo uma mesial e outra distal. Em sua raiz mesial ocorre um forte achatamento proximal, onde encontramos na maioria dos casos a ocorrência de dois canais, sendo que é comum a incidência de comunicações entre estes como intercondutos, canais reticulares e istmos, ou até mesmo a presença de um canal mésio-medial.

O istmo é uma pequena comunicação entre duas estruturas maiores, onde na raiz mesial dos molares inferiores pode-se dizer que se trata de uma comunicação lateral entre os canais mésio-vestibular e mésio-lingual. A presença de istmos pode implicar em áreas onde não ocorra uma adequada ação da terapia endodôntica, comprometendo o sucesso.

Quando o istmo está localizado em terço médio ou apical da raiz, dificilmente se conseguirá acessá-lo com instrumentos endodônticos, sendo necessário o emprego de técnicas de irrigação para que haja ação das substâncias químicas nesta região; entretanto, quando está localizado na região cervical, o clínico pode acessá-lo com instrumentos específicos, como pontas para ultrassom. Assim, faz-se necessário, não só o conhecimento da incidência do istmo ao longo do canal, como também sua incidência e profundidade na região cervical.

A tomografia computadorizada de feixe-cônico (TCFC) é uma ferramenta amplamente utilizada na endodontia para observar estruturas anatômicas devido à sua precisão volumétrica, gerando imagens em proporção 1:1; além de proporcionar observações em três dimensões (3D), não havendo sobreposições de estruturas. Em pesquisa, a TCFC apresenta diversas vantagens em relação a outros métodos de estudo, sendo uma metodologia não invasiva, não causando a destruição dos espécimes, além de poder ser aplicada em estudos *in vivo*, podendo associar os achados de imagem com informações do paciente, como idade e sexo.

São diversos os fatores que podem influenciar na qualidade de um exame de TCFC, como o protocolo de aquisição, tamanho e posição do FOV, quantidade de imagens base, resolução espacial e de contraste do aparelho; além de um *software* visualizador que proporcione a otimização destas. Neste estudo foram selecionadas imagens em alta resolução obtidas pelo Prexion 3D (PreXion Inc., Yoshida Dental, Japão), e visualizadas por meio do e-Vol DX (CDT Software, São José dos Campos – SP, Brasil), que, por meio de filtros específicos, possibilita a reconstrução 3D, além da redução de ruído e artefatos na imagem, proporcionando assim uma análise e visualização mais confiável das estruturas estudadas.

Contudo, considerando a complexidade do sistema de canais radiculares, e sua implicação clínica, é de suma importância o conhecimento anatômico, visto que, conhecendo a profundidade e incidência de istmos, far-se-á devida desinfecção dos mesmos durante o tratamento endodôntico, aumentando o potencial de sucesso da terapia quando for empregada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para atingir os objetivos do tratamento endodôntico, principalmente quanto à limpeza e antissepsia tridimensional da cavidade pulpar, o conhecimento da anatomia é passo fundamental, sendo a região de istmos uma área crítica que, quando não acessada e limpa/descontaminada adequadamente, pode levar ao insucesso.

Sendo assim, é de suma importância conhecer a prevalência e a anatomia dos istmos, particularmente nos primeiros molares inferiores, que, segundo Estrela et al. (2015b), são os dentes que apresentam maior incidência de presença.

A literatura apresenta diversos estudos buscando desenvolver o conhecimento sobre a região de istmos, e a tomografia computadorizada de feixe-cônico (TCFC) tem se mostrado uma ferramenta poderosa na detecção destes, além de ser uma metodologia aplicável *in vivo*. Dentre os aparelhos de tomografia utilizados, destaca-se o Prexion 3D, que possibilita imagens com uma alta qualidade e resolução, apresentando imagens com um volume de *voxel* com cerca de 0,1mm.

Além do aparelho utilizado, o *software* visualizador também pode trabalhar na otimização destas imagens, dentre eles, pode-se destacar o *software* e-Vol DX, que apresenta diversos recursos para melhora da imagem através da aplicação de filtros, que buscam otimizar a mesma; imagens DICOM visualizadas por meio deste *software* tendem apresentar melhor qualidade gráfica, abrindo novas possibilidades e recursos de visualização (Bueno et al., 2018).

2.1 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE-CÔNICO (TCFC)

Os primeiros a sugerir a aplicação da TC (tomografia computadorizada) em endodontia foram Tachibana e Matsumoto (1990). Mozzo et al. (1998) apresentaram a tomografia com o feixe cônico, em um aparelho dedicado à análise dento-maxilo-facial e, já à época, destacaram as vantagens em relação à sua precisão volumétrica, demonstrando que a TCFC era muito promissora no estudo e diagnóstico em odontologia. Arai et al. (1999) descreveram um aparelho de tomografia de feixe-cônico

apresentando as características dos aparelhos atuais, sendo mais compactos, e gerando 512 imagens base, sendo o volume reconstruído no computador.

Danforth et al. (2003) relataram o crescente uso do exame de TCFC para diagnóstico em odontologia, demonstrando o interesse dos profissionais na busca por imagens em 3D. Com isso, os autores descreveram os principais aparelhos desenvolvidos com a tecnologia de feixe cônico e destacaram suas principais características.

Kobayashi et al. (2004) estudaram a precisão da TCFC na aferição de medidas ósseas lineares. Foram escaneadas cinco mandíbulas, tanto por TCFC quanto por tomografia espiral. As medidas de referência foram realizadas com um paquímetro e os resultados obtidos com as TCs comparados com estes, sendo os desvios demonstrados em porcentagem. O erro nas mensurações nas imagens de TCFC variou de 0,01 a 0,65mm (0,1% a 5,2%); assim, os autores puderam concluir que a tomografia de feixe cônico é precisa em medidas lineares.

Ludlow et al. (2007) concluíram que a TCFC é precisa na medição óssea linear, e que a posição no crânio no momento do exame não interfere significativamente nas medições. Foram escaneados 28 crânios em três posições diferentes, em um tomógrafo NewTom 9000 (NIM S.r.l., Verona, Italy). As medidas ósseas reais foram realizadas com um paquímetro e as medidas por meio da TCFC realizadas nas vistas panorâmica e axial por meio do *software* do tomógrafo.

Patel et al. (2007) apresentaram as vantagens e aplicações da tomografia computadorizada de feixe-cônico em endodontia. A TCFC apresenta imagens de melhor qualidade com uma menor exposição à radiação, quando comparada a tomografia computadorizada médica (TAC). Quando comparada às radiografias convencionais, apresenta imagens tridimensionais sem a sobreposição de estruturas, mostrando a morfologia interna dental, a real dimensão de lesões periapicais e proximidade com estruturas anatômicas como o seio maxilar.

Cotton et al. (2007) realizaram uma revisão da literatura e relato de casos a fim de demonstrar as vantagens da tomografia computadorizada de feixe-cônico (TCFC) sobre a tomografia médica (TAC) e suas indicações na endodontia. Dentre as vantagens da TCFC destacam-se a maior resolução de contraste e reprodução de detalhes com uma menor exposição à radiação. Em seu primeiro caso relatado, os autores destacam a indicação da TCFC no diagnóstico e estudo da morfologia dental interna. O relato mostra um molar inferior com tratamento endodôntico, onde não foi

encontrado clinicamente o canal disto-lingual, sendo localizado durante uma tomografia computadorizada de feixe-cônico de diagnóstico em uma área vizinha para realização de um implante na região.

Nair e Nair (2007) concluíram que as tomografias computadorizadas apresentam uma alta resolução de contraste, entretanto, com uma resolução espacial inferior à uma radiografia periapical. A resolução de contraste é a capacidade de diferenciar na imagem estruturas com densidades diferentes, a maioria dos procedimentos de diagnóstico exigem uma alta resolução de contraste; já a resolução espacial é a capacidade de exibir objetos discretos que estão há uma pequena distância entre si como objetos distintos, tanto a resolução de contraste quanto espacial estão relacionadas à dose de radiação absorvida pelo sensor.

Tyndall e Rathore (2008) examinaram as principais aplicações da TCFC em odontologia, com foco em suas indicações para clínica geral, periodontia e endodontia, destacando a grande vantagem da visualização das imagens em 3D. Concluem assim, que a TCFC apresenta diversas vantagens em relação aos outros métodos de diagnóstico em endodontia, tendo destaque para sua aplicação na visualização da anatomia.

Patel (2009) realizou uma revisão da literatura a fim de discutir as vantagens e aplicações da TCFC na clínica endodôntica. Dentre as vantagens destaca-se a visualização tridimensional das estruturas, gerando uma imagem livre de sobreposições quando comparado com métodos radiográficos. Dentre as limitações da TCFC os autores relatam a menor resolução (pares de linhas por mm⁻¹) quando comparado à radiografia periapical. Quanto à localização e estudo da anatomia interna, os autores discutem sua precisão na localização de canais e seu valor inestimável em casos com anatomia complexa, tornando o tratamento endodôntico mais previsível. Os autores concluem ainda que a TCFC supera a maioria das limitações encontradas nas radiografias intraorais.

Michetti et al. (2010) estudaram o potencial da TCFC Kodak 9000 3D (Kodak Carestream Health, Trophy, França) na determinação da anatomia interna dental quando comparada à reconstrução após imagens obtidas a partir de cortes histológicos. As imagens obtidas foram comparadas por meio de um *software* de aferição de área. Os resultados mostraram que a TCFC Kodak 9000 3D se mostrou uma ferramenta promissora na determinação da anatomia dental por tratar-se de uma

ferramenta gráfica de alto desempenho mostrando a complexidade dos canais radiculares em 3 dimensões.

Kim et al. (2010) estudaram a eficácia da TCFC (i-CAT, Imaging Sciences International, Hatfield, PA) na determinação da distância entre o ápice radicular e o canal mandibular. Após as aquisições tomográficas com os parâmetros ajustados para 0,20mm de *voxel*, os espécimes foram dissecados e medidas reais foram tomadas. Os resultados mostraram que a tomografia computadorizada de feixe-cônico se mostrou eficaz na aferição da distância entre o ápice e o canal mandibular, sendo precisa em medidas lineares.

Kamburoglu e Kursun (2010) concluíram que a TCFC apresenta melhores resultados ao trabalhar com um menor tamanho de *voxel*. Em seu estudo compararam a eficiência dos tomógrafos Iluma Ultra Cone-beam CT Scanner (3M Imtec, Ardmore, OK, USA) e 3D Accuitomo 170 (3D Accuitomo; J Morita Mfg.Corp., Kyoto, Japan) com diferentes tamanhos de *voxel* na detecção de reabsorções externas simuladas. Foram utilizados 60 incisivos inferiores e as reabsorções foram feitas com uma broca esférica de 0,5mm, os dentes foram implantados em um crânio seco e as imagens tomográficas foram obtidas nos diferentes tomógrafos em diferentes tamanhos de *voxel*.

Bauman et al. (2011) estudaram a capacidade de detecção do canal méso-palatino na raiz méso-vestibular em molares superiores utilizando diferentes parâmetros de aquisição de imagem na tomografia computadorizada de feixe-cônico. O efeito da experiência clínica na detecção do canal méso-palatino também foi estudado variando o grupo de examinadores. Foram utilizados 12 modelos com 2 molares em cada e 4 imagens tomográficas foram obtidas em 4 diferentes tamanhos de *voxel*. Foram realizados vídeos da sequência de cortes axiais e mostrados aos grupos de avaliadores para detecção do número de canais. Cortes transversais na raiz dos dentes foram realizados a fim de observar o real número de canais. No geral, 92% dos molares apresentaram 2 canais na raiz méso-vestibular nos cortes transversais. Estes canais foram detectados em 93,3% dos casos quando utilizado 0,125mm de tamanho de *voxel*, contra cerca de 60% quando o *voxel* é de 0,40mm. O estudo não mostrou diferença na experiência clínica quanto a localização do canal méso-palatino quando trabalhado com alta resolução (*voxel* entre 0,125 e 0,2 mm). A tomografia computadorizada de feixe cônico mostrou-se eficiente na localização e detecção de canais.

de Toubes et al. (2012) analisaram in vitro quatro métodos para a localização do canal méso-medial em primeiros molares inferiores, foram comparadas a TCFC, a radiografia periapical digital, a inspeção clínica e a inspeção clínica com auxílio de microscópio operatório. Foram utilizados 44 primeiros molares inferiores. As imagens radiográficas e tomográficas foram realizadas para o estudo, e, a seguir, foram realizados o acesso e as inspeções clínicas. Os autores puderam concluir que a microscopia operatória obteve resultados próximos a TCFC, e ambas foram superiores a inspeção clínica e radiografia digital.

Estrela et al. (2015a) estudaram a anatomia dental da população brasileira, analisando 1400 dentes selecionados a partir de um banco de dados de tomografias (TCFC) de um centro radiológico. As imagens tomográficas foram obtidas por meio de um tomógrafo Prexion 3D e visualizadas no *software* Prexion Viewer; após navegar as imagens nos três planos e alinhar a paralaxe com o dente analisado, o plano axial foi percorrido milímetro a milímetro e a frequência de raízes e canais anotados para cada dente. Os autores puderam observar que esta estratégia de análise proporcionou uma adequada visualização da anatomia dental interna.

Kiarudi et al. (2015) realizaram uma revisão da literatura observando as vantagens e aplicações da TCFC em endodontia. Os autores relatam as vantagens da tomografia em relação às radiografias, produzindo uma adequada imagem 3D produzidas com um pequeno campo de visão e baixa dose de radiação. Dentre as vantagens observadas neste estudo, destaca-se a observação de anatomia dental em três dimensões e a baixa distorção geométrica.

Patel et al. (2015) estudaram por meio de uma revisão de literatura as aplicações e limitações da TCFC em endodontia. Ao abordar suas aplicações em relação à anatomia dental, os autores observam suas vantagens quanto à radiografia; sendo que com a TCFC é possível observar adequadamente a quantidade de canais e quantidade de raízes, melhorando assim a qualidade dos tratamentos endodônticos; entretanto, os autores destacam que em tomografias com baixa resolução, pode não ser possível observar pequenos detalhes de anatomia como canais acessórios.

Beach (2016) relatou diversos casos em que a tomografia de feixe-cônico foi de grande importância para o tratamento endodôntico. O autor observa que a TCFC deve ser utilizada em complemento a radiografia periapical e não em substituição a ela.

Parker et al. (2017) estudaram a influência da experiência do profissional na detecção de lesões periapicais em imagens de TCFC. A tomografia, hoje em dia, é considerada padrão ouro na detecção da periodontite apical; entretanto, a experiência do profissional pode influenciar neste diagnóstico. Neste estudo, nem mesmo os professores de endodontia obtiveram uma concordância considerada excelente ao analisar os volumes tomográficos e diagnosticar a periodontite apical, quando comparados a radiologistas experientes, mostrando que a experiência do profissional que analisará o volume é fundamental para um adequado diagnóstico.

Koc et al. (2018) estudaram a acurácia da TCFC na detecção de complicações endodônticas quando comparados à radiografia periapical digital. As complicações endodônticas foram simuladas em dentes extraídos e os dentes escaneados por meio de um tomógrafo ProMax 3D Max CBCT (Planmeca, Helsinki, Finland) em diferentes tamanhos de *voxel*; os autores puderam concluir que a TCFC foi mais eficiente na detecção de complicações endodônticas, principalmente quando utilizado volumes de *voxel* menores, sendo a TCFC útil na detecção das complicações.

Sonmez et al. (2018) compararam a precisão da TCFC na mensuração volumétrica e linear de cavidades simulando reabsorções em dentes extraídos. As imagens foram obtidas em quatro tamanhos de *voxel* diferentes e analisadas em quatro *softwares* visualizadores. Os autores puderam concluir que não houve diferença na detecção e mensuração das reabsorções externas simuladas nos diferentes tamanhos de *voxel* e diferentes *softwares* visualizadores, sendo possível realizar as mensurações em todas as situações estudadas.

Os estudos demonstram as aplicações da tomografia em endodontia, sendo que dentre suas vantagens, destaca-se sua precisão para análises anatômicas e sua baixa distorção de imagem, proporcionando assim medidas precisas.

2.2 SOFTWARE E-VOL DX NA ANÁLISE DE IMAGENS

Softwares de análise de imagens tomográficas tem como característica, além de apenas visualizar a imagem, apresentar recursos como filtros, que possibilitam uma otimização destas, melhorando, muitas vezes, a qualidade e resolução.

Bueno et al. (2018) apresentaram o *software* e-Vol DX, um aplicativo para visualização de arquivos DICOM, apresentando diversas vantagens quando comparados a outros *softwares* visualizadores do mercado. Dentre suas aplicações, destaca-se a possibilidade de utilizar filtros pré-programados que possibilitam uma visualização das imagens tomográficas com uma melhor resolução, além de um algoritmo para redução de ruído, sendo possível navegar no volume em cortes multiplanares além de reconstrução 3D; realizando assim o diagnóstico e mensurações com uma maior confiança.

Estrela et al. (2018) estudaram a posição do forame em dentes permanentes por meio da TCFC analisando as imagens utilizando o *software* e-Vol DX, foram analisados 1400 dentes, de um total de 422 pacientes. As imagens tomográficas foram obtidas por meio do Prexion 3D, em sua maior resolução; o *software* e-Vol possibilitou uma melhor análise das imagens por apresentar recursos em que se melhora brilho, contraste e nitidez além de ferramentas de filtros onde se obtém a redução de ruídos e artefatos. A reconstrução 3D promovida pelo *software* pode facilitar a visualização da correta posição do forame.

Bueno et al. (2019) demonstraram a utilização do *software* e-Vol DX na realização de medidas anatômicas no canal radicular em imagens de tomografia. Este estudo lança mão de filtros deste *software* com a finalidade de estabelecer o correto ponto onde as medidas serão realizadas na imagem 2D, por meio de guias de posicionamento estabelecidas através da reconstrução 3D. Após aplicação deste filtro e da metodologia demonstrada no estudo, é possível determinar corretamente a borda correspondente a parede do canal, tornando-a mais nítida e realizando medidas precisas com até três casas decimais.

Soares et al. (2020) publicaram um relato de caso sobre uma luxação lateral, onde o diagnóstico e controle clínico de quatro anos pôde ser observado por meio da TCFC, visualizada com o *software* e-Vol DX. Os autores concluíram que o exame de TCFC, principalmente associado ao *software* visualizador, foi fundamental para o correto plano de tratamento; nas imagens visualizadas por meio do e-Vol DX, foi possível observar o correto posicionamento do dente no alvéolo e a não existência de áreas de reabsorção.

Bueno et al. (2020) estudaram a forma de secção dos canais radiculares. Foram analisadas 422 tomografias, totalizando 1400 dentes. As imagens tomográficas foram obtidas por meio de um tomógrafo Prexion 3D e analisadas por meio do

software e-Vol DX. Através de cortes axiais e aplicações de filtros existentes no programa, a secção transversal e o formato do canal puderam ser observadas nos diferentes terços.

Atualmente, o e-Vol DX tem demonstrado ser uma importante ferramenta na visualização de arquivos de tomografia, possibilitando a aplicação de filtros que melhoram a resolução das imagens, e também uma análise dos exames de TCFC com maior qualidade.

2.3 PRESENÇA E CLASSIFICAÇÃO DE ISTMOS

Dentre as variações anatômicas existentes, destaca-se a presença de istmos, que muitas vezes pode estar relacionado ao insucesso endodôntico, por se tratar de uma área de difícil antissepsia, limpeza e obturação. Sendo assim, a literatura apresenta diversos estudos que buscam classificar e demonstrar sua incidência.

Hsu e Kim (1997) realizaram uma revisão da anatomia da região de istmos, estabelecendo uma classificação. Tipo I – presença de dois canais (ou três) independentes, sem comunicação aparente; Tipo II – presença de uma pequena comunicação, não bem definida, entre os canais; Tipo III – semelhante ao tipo II, mas com um terceiro canal entre os canais principais; Tipo IV – extensão dos canais principais em direção à região de istmo; Tipo V – presença de uma completa comunicação entre os canais. Os autores alertam que a presença de istmos é uma das principais causas do insucesso endodôntico.

Teixeira et al. (2003) estudaram a incidência e posição do istmo na raiz méso-vestibular de molares superiores e mesial de primeiros molares inferiores. Cinquenta molares superiores e cinquenta inferiores foram selecionados para o estudo. Os espécimes foram imersos em resina transparente e cortes realizados de 1 em 1 mm nos seis milímetros apicais, a porção apical do corte foi corada e as secções analisadas por microscópio óptico. Neste estudo, observando apenas os 6 mm apicais, os cortes encontraram 2 canais em cerca de 60% dos casos na raiz mesial do primeiro molar inferior; o istmo teve maior incidência entre 3-5mm do ápice, sendo parcial em 37% e completo em 22% dos casos.

Mannocci et al. (2005) investigaram a prevalência do istmo nos 5 mm apicais na raiz mesial de molares inferiores por meio da micro-CT. Foram selecionados para o estudo 20 primeiros molares inferiores e a raiz mesial foi seccionada para realizar a micro-CT da mesma. Nos 5 mm apicais foram realizados 40 cortes, totalizando 800 imagens analisadas. Os resultados mostraram que das 20 raízes analisadas, 17 possuíam istmos em pelo menos um dos cortes. Os autores puderam concluir que a grande maioria possuía istmos nos 5 mm apicais, sendo que a maior incidência foi a cerca de 3 mm do ápice.

Gu et al. (2009) estudaram as características anatômicas do istmo na raiz mesial dos primeiros molares inferiores na população chinesa, usando a micro-CT. 36 dentes foram escaneados sendo dividido em 3 grupos de idade, com 12 dentes cada um (20-39 anos, 40-59 anos e mais de 60 anos). Dos 36 dentes analisados, 32 apresentavam istmos em algum ponto dos 6 mm apicais, sendo a maior prevalência entre os 4-6 mm apicais, sendo estes classificados como completos ou parciais. Os autores puderam concluir que a incidência de istmos foi maior no grupo de idade 20-39 anos, chegando a mais de 81% nos 6 mm apicais.

Wang et al. (2010) estudaram a morfologia das raízes e dos canais de primeiros molares inferiores na população chinesa ocidental por meio da TCFC. 558 tomografias, que foram realizadas por meio de um 3D Accuitomo (J. Morita, Kyoto, Japan), foram analisadas e a configuração do canal radicular categorizada segundo Vertucci (1984). Os resultados mostraram que 51,4% dos casos apresentaram 4 canais e 25,8% apresentavam uma raiz disto-lingual separada. O canal méso-medial foi encontrado em 2,7% dos casos.

de Pablo et al. (2010) realizaram uma revisão sistemática da literatura a fim de investigar a anatomia dos primeiros molares inferiores permanentes, foram selecionados 41 estudos entre os anos de 1966-2010, totalizando um total de 18.781 dentes avaliados. A análise revelou que 94,4% apresentavam 2 canais na raiz mesial, e a incidência do canal méso-medial foi de 2,3%; a presença de istmos nesta raiz foi detectada em uma média de 54,8%.

No mesmo ano, Fan et al. (2010) estudaram a anatomia dos istmos realizando uma observação e classificação 3D por meio da micro-CT. Foram analisados 126 molares inferiores extraídos (70 primeiros molares e 56 segundos molares). A reconstrução 3D e uma análise dos 5 mm apicais foram realizadas, para estabelecer uma classificação e mensurar a profundidade deste istmo. A classificação sugerida

para canais com istmos foi: Tipo I – pequena comunicação; Tipo II – canais separados (canais principais com extensão para a região de istmo); Tipo III – misto entre os tipos I e II; Tipo IV – comunicação cânular (interconduto). Os autores puderam concluir que cerca de 85% dos molares inferiores apresentavam istmos na região apical.

Pecora et al. (2013) estudaram a presença de istmos em molares superiores e inferiores por meio da TCFC obtidas a partir do tomógrafo Prexion 3D; foram realizadas análises tanto *ex vivo* como *in vivo* e a presença de istmo foi analisada por meio de uma varredura das raízes desde a entrada do canal até a região do forame apical. A classificação de istmo proposta foi: Tipo I – o istmo inicia e termina no terço cervical, Tipo II – começa no cervical e termina no terço médio, Tipo III – começa no cervical e termina no apical, Tipo IV – início e término no terço médio, Tipo V – início no terço médio e término no apical, Tipo VI – início e término no terço apical e Tipo VII – ausência de istmo. Os autores observaram a presença de cerca de 72% de istmos em molares inferiores e puderam concluir que a varredura da raiz foi considerada precisa na detecção de istmos.

Mehrvarzfar et al. (2014) estudaram a classificação e a prevalência de istmos em molares inferiores extraídos em uma população iraniana. As raízes mesiais de 60 molares inferiores foram seccionadas a 2, 4 e 6 mm do ápice e foram coradas com nanquim para observar a anatomia e classificar segundo Hsu e Kim (1997), os autores puderam concluir que cerca de 83% dos molares inferiores tinham istmos na raiz mesial, sendo que este número era maior quando mais distante da região apical (92% à 6 mm do ápice). À 2 e 4 mm do ápice, a classificação predominante foi do tipo 5 (51,7% e 46,8%), já à 6 mm foi do tipo 2 (40%).

Lima et al. (2014) analisaram o tipo, posição e incidência do istmo em molares permanentes; 30 primeiros molares inferiores que foram recentemente extraídos foram utilizados neste estudo. Os espécimes foram imersos em resina transparente e seccionados a 1, 2,5, 4, 5,5, e 7 mm para serem analisados com microscópio ótico e classificados segundo Hsu e Kim (1997), os resultados mostraram que a incidência de istmos foi de 91,1% para a raiz mesial, sendo que a maior incidência ocorreu nos corte realizados a 7 mm do ápice. A classificação mais encontrada foi a do tipo 4 em 43,1% dos cortes.

Estrela et al. (2015b) avaliaram a presença de istmos em dentes permanentes por meio da análise de um banco de dados de TCFC de uma clínica radiológica obtidas por meio de um tomógrafo Prexion 3D. Foram selecionadas 618 tomografias,

totalizando 1400 dentes. A presença e classificação de istmos foi observada seguindo a classificação proposta por Pecora et al. (2013) onde foi realizada uma análise 3D da raiz realizando cortes milímetro a milímetro a partir da entrada do canal até a região apical. Os resultados mostraram que o dente que apresentava a maior incidência de istmos foi o primeiro molar inferior, com cerca de 87,9%.

Lyra et al. (2015) estudaram a anatomia e classificação anatômica da raiz méso-vestibular de molares superiores, comparando os métodos de secção e escaneamento com TCFC. Foram selecionados 100 primeiros molares superiores que foram escaneados por meio de um tomógrafo i-Cat (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) com parâmetros FOV=6.0 cm e *voxel* 0.2 mm; após a TCFC foram realizadas secções transversais a 3 e 6 mm do ápice. A presença de istmos foi analisada por meio das duas metodologias e os autores concluíram que a secção transversal foi mais precisa na detecção dos istmos.

Versiani et al. (2016) estudaram, por meio da micro-CT, a incidência e anatomia do canal méso-medial na população turca e brasileira. Foram escaneados 258 primeiros molares inferiores, sendo 136 da população brasileira e 122 da população turca. Os resultados mostraram que o canal méso-medial foi encontrado em 48 amostras, representando uma incidência de 18,6%, sendo que esta foi maior na população brasileira, com 22,1% e 14,8% na população turca. Nos 48 casos em que o canal estava presente, suas características anatômicas foram observadas, podendo demonstrar a presença de istmos, quando da presença deste canal, foi de 56,6% na população brasileira.

Keles e Keskin (2017) estudaram a anatomia apical da raiz mesial de molares inferiores que possuíam a classificação do tipo II de Vertucci (1984) (dois canais que se unem, terminando em um único forame). Foram analisados, por meio da micro-CT, os 3 mm apicais de 83 raízes mesiais de primeiros molares inferiores que foram divididos em 2 grupos (grupo 1 os canais de uniam entre os milímetros 0-3 e grupo 2 entre 3-9). Os resultados mostraram que em todas as amostras, o formato de canal oval longo foi de 50,9% em 1 mm para 80,5% em 3 mm a partir do ápice, sendo que no grupo 1 este formato possuía um maior diâmetro. Os autores concluíram que uma secção transversal oval longa do canal apical é mais comum em raízes onde os canais se fundem dentro de 3 mm apicais.

Tahmasbi et al. (2017) pesquisaram a presença do istmo e canal méso-medial em um estudo retrospectivo em TCFC. Foram analisadas imagens provenientes de

90 pacientes, obtidas por meio do tomógrafo CS 9000 3D (Carestream Health, Inc, Rochester, NY) realizadas com um tamanho de FOV pequeno. 122 primeiros e segundos molares inferiores foram analisados e os resultados mostraram que a prevalência do canal méso-medial foi de 26% nos primeiros molares e 8% nos segundos, não havendo diferença nesta incidência quanto ao sexo, mas significativamente maior no grupo de idade 41-60 anos. A frequência de istmos na raiz mesial foi de 69,6%, sendo que 30,3% presentes no terço cervical, 14,8% no terço médio e 44,3% no terço apical. A presença de istmos por toda a extensão da raiz foi verificada em 15,5% dos casos.

Srivastava et al. (2018) estudaram a prevalência de istmos e do canal méso-medial em primeiros molares inferiores. Foram selecionados 143 dentes para este estudo, de pacientes que se submeteram a uma TCFC de diagnóstico. As imagens tomográficas foram obtidas por meio de um tomógrafo GALILEOS (Dentsply-Sirona, Bensheim, Germany). O canal méso-medial foi encontrado em 18,2% dos casos e a presença de istmos em 78,4%, sendo que o terço apical foi a região de maior prevalência.

Tolentino et al. (2018) analisaram a precisão da TCFC de pequeno volume na identificação e mensuração do istmo na região apical de molares inferiores, comparando com a micro-CT como padrão de referência. 40 primeiros molares inferiores foram selecionados com base no exame de micro-CT, onde apresentavam istmos nos 3 mm apicais. Para a realização do exame de TCFC, os espécimes foram introduzidos em uma mandíbula seca para simular as condições clínicas, e escaneados por meio de um tomógrafo 3D Accuitomo (J. Morita Mfg Corp, Kyoto, Japan) com alta resolução (FOV e *voxel* pequenos). Os autores puderam concluir que a sensibilidade da TCFC na detecção de istmos na região apical foi de 65%, sendo que a precisão nas medidas foi de 74,7%. Sendo assim, a TCFC não foi confiável na detecção da anatomia apical real.

Karunakaran et al. (2019) estudaram a classificação e prevalência de istmos em primeiros molares inferiores em uma população do sul da Índia. Trezentos dentes extraídos foram selecionados para este estudo e realizada uma TCFC para análise da anatomia e classificação segundo Hsu e Kim (1997), os autores puderam concluir que 97,2% das raízes mesiais apresentavam istmos, sendo a classificação do tipo II a que apresentou maior incidência com mais de 50%. A profundidade cervical do istmo também foi verificada, sendo que em média possuía 1,69 mm.

Com objetivo de estudar a anatomia do molar inferior, Chuppani Dastgerdi et al. (2020) analisaram 312 primeiros molares inferiores provenientes de exames de TCFC de 156 pacientes, obtidas com um aparelho NewTom (GiANO, Verona, Italy). Com relação à presença e incidência de istmos, os autores observaram que esta ocorre com maior frequência nos grupos de idade entre 20-40 anos quando comparados ao grupo 40-60. Na raiz mesial, no segmento 0-2 mm a partir do ápice, indivíduos do sexo masculino apresentaram 36,4% de istmos, já femininos 24,1%, sendo este segmento o único a apresentar diferença quando ao sexo. Os autores também observaram que a incidência de istmos foi maior em segmentos mais distantes do ápice (4-6mm).

Kuzekanani et al. (2020) realizaram um estudo retrospectivo em TCFC com o objetivo de avaliar a incidência do canal méso-medial na raiz mesial de primeiros molares inferiores na população de Kerman. Foram analisados 100 dentes provenientes de 62 pacientes que se submeteram ao exame de TCFC em um equipamento ProMax 3D (Planmeca, Helsinki, Finland). Os autores observaram que a incidência do canal méso-medial foi de 8,1%.

Kang et al. (2020) estudaram a incidência e classificação do istmo na raiz méso-vestibular de molares superiores e mesial de molares inferiores. 28 primeiros molares superiores e 31 inferiores, que foram extraídos por motivo periodontal foram selecionados para o estudo. Nos molares inferiores, a raiz mesial foi separada e seccionada milímetro a milímetro, nos 5 mm apicais; coradas e analisadas com microscópio ótico e classificadas segundo Hsu e Kim (1997). Os resultados mostraram que no corte a 3 mm do ápice, a incidência foi de 100% de istmos na raiz mesial, sendo a classificação do tipo 5 a mais prevalente nos 5 mm apicais.

Tolentino et al. (2021) estudaram a capacidade da TCFC de pequeno volume na detecção de istmos apicais de dois diferentes aparelhos de tomografia, 3D Accuitomo 170 (J. Morita Corp., Kyoto, Japan) e New Generation i-Cat (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA). As imagens do Accuitomo foram obtidas com tamanho de FOV 4x4 cm e *voxel* de 0,08 mm, já as imagens do i-Cat com FOV de 8x8 cm e *voxel* de 0,125 mm. 40 primeiros molares inferiores foram selecionados com base no exame de micro-CT, onde apresentavam istmos nos 3 mm apicais, os espécimes foram introduzidos em uma mandíbula seca para simular as condições clínicas, e escaneados nos dois tomógrafos para comparar os resultados. O istmo na região apical pode ser detectado em 77,5% dos casos com o Accuitomo e 75% com

o i-Cat, não apresentando diferença estatística. Assim, os autores concluem que ambos os sistemas tiveram desempenhos semelhantes, e que a TCFC ainda não apresenta o mesmo desempenho que a micro-CT, mas é uma importante ferramenta clínica.

2.4 IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

Muitos são os estudos que destacam a importância clínica do istmo, demonstrando e comparando técnicas para promover uma adequada antissepsia e limpeza do mesmo, para uma posterior adequada obturação.

Barbizam et al. (2002) avaliaram a capacidade de limpeza em canais achatados da técnica de instrumentação manual e automatizada. Foram analisados 20 incisivos inferiores com um único canal achatado (10 em cada grupo) que foram preparados com a técnica manual e automatizada, valendo-se do sistema ProFile. O terço apical de cada raiz foi seccionada para processamento histológico e os cortes avaliados em microscópio com aumento de 40x. Os resultados mostraram que a técnica manual foi mais efetiva na limpeza das áreas achatadas, entretanto nenhuma das técnicas foi efetiva em limpar completamente um canal achatado.

Karapinar-Kazandag et al. (2010) estudaram a detecção e negociação do canal méso-medial em molares inferiores com a utilização de lupas e microscópio clínico, com auxílio de pontas de ultrassom. 96 primeiros e segundos molares inferiores foram montados em manequim, o acesso e tentativa de localização foi realizado primeiramente com lupas, onde nos primeiros molares, este canal foi encontrado em 16% dos casos, e foi negociado em 12%. Quando não foi possível esta localização com lupas, os mesmos dentes foram analisados com microscópio, onde este número saltou para 18% de incidência, com 14% negociados. A média de profundidade de dentina que foi removida da região cervical para que se localizasse o canal méso-medial foi de 1,1 mm.

Ricucci e Siqueira (2010) pesquisaram a prevalência de biofilme em canais tratados e não tratados de dentes portadores de periodontite apical. Foram realizados cortes histológicos nas raízes de 106 dentes (42 tratados e 64 não tratados) que foram submetidos à apicectomia ou exodontia. Os autores puderam relacionar a presença

de biofilme com a periodontite apical. Em uma raiz mesial de um molar inferior, os autores mostram uma ampla área de istmo preenchida por um denso biofilme.

Dietrich et al. (2012) estudaram a eficácia do sistema Self-Adjusting File (SAF), WaveOne e K3 na limpeza do canal radicular e formação de *debris* na região de istmos; o sistema SAF também foi testado como coadjuvante auxiliando a irrigação final. Foram montados em resina 30 raízes mesiais de molares inferiores que foram seccionados à 2 e 4 mm do comprimento de trabalho e divididos nos 3 grupos quanto ao sistema. Imagens das secções foram realizadas antes e depois dos protocolos de preparo e irrigação. Não houve diferença na limpeza do canal entre os grupos, entretanto, o sistema WaveOne obteve os piores resultados na região de istmos.

Yoo et al. (2013) estudaram a eficácia da limpeza de diferentes regimes de irrigação na região do canal e istmos. A raiz mesial de 60 molares inferiores foram separadas, imersas em um bloco de parafina e seccionadas a 1, 3 e 5 mm do ápice, preparadas e divididas em quatro grupos experimentais de acordo com a técnica de irrigação final (irrigação convencional; ativação ultrassônica, VPro Stream e EndoVac). Como conclusão, observaram que ambos os sistemas VPro Stream e EndoVac mostraram resultados favoráveis com regimes de irrigação final para a limpeza de detritos em canais curvos e com istmos.

Barreto et al. (2016) estudaram a eficácia da ativação ultrassônica com hipoclorito de sódio e óleo de casca de laranja na remoção de material obturador em raízes mesiais de molares inferiores com ou sem istmos. Uma micro-CT inicial foi realizada e foram selecionadas para o estudo 30 raízes, sendo 15 com istmos e 15 sem. Os canais foram preparados com sistema Protaper F1 e obturados com cone de guta-percha e cimento AH-Plus. A desobturação foi realizada com o sistema Protaper Retratamento até uma D3, reparados com Protaper Next e os espécimes divididos para os grupos de irrigação (convencional, PUI com hipoclorito e PUI com óleo de casca de laranja). Antes dos regimes de irrigação serem empregados, foi realizado uma micro-CT onde foi observado que nos casos em que haviam istmos, o remanescente de guta-percha foi elevado após somente a desobturação. Após os regimes de irrigação, foi realizada uma nova micro-CT, onde pôde-se observar que mesmo com a PUI, regiões de istmo continuavam preenchidas com material obturador.

No mesmo ano, Kim et al. (2016) analisaram a influência do istmo na taxa de sucesso em molares tratados cirurgicamente. O estudo incluiu 106 molares superiores

ou inferiores que foram submetidos à microcirurgia apical, sendo realizado retro-preparo e retro-obturação. Os resultados mostraram que dos 106 dentes, 72 apresentavam istmos. Após acompanhar os casos por 4 anos, pôde-se observar que a taxa de sobrevivência nos casos com istmo foi de 61,5%, já nos casos sem istmo foi de 87,4%. Os autores puderam concluir que a presença do istmo interferiu drasticamente na taxa de sucesso.

Estudando uma nova técnica de irriga o para remo o de *debris* na região de istmos, Neelakantan et al. (2016) avaliaram 68 molares inferiores por meio da TCFC, onde em 40 foi detectada a presença de istmos. Estes 40 dentes foram preparados com o sistema Protaper F2 e divididos em 4 grupos quanto   irriga o final; irriga o convencional, pressão negativa e irriga o quente contínua ativada (CWAIS), agita o dinâmica manual (MDA) e irriga o ultrassônica passiva (PUI). Cortes histológicos foram realizados a 1, 3 e 5 mm do ápice e observados em microscópio. Os resultados mostraram que o CWAIS mostrou significativamente menos *debris* que os outros grupos em todos os 3 níveis de raiz. Entretanto nenhuma das técnicas foi capaz de limpar completamente o istmo.

Oh et al. (2016) estudaram três técnicas de obtura o em canais mesiais de molares inferiores, observando a qualidade do preenchimento na região do istmo. Foram selecionadas 60 raízes com 2 canais e istmos conectando estes. Os canais foram preparados até um instrumento 40/.04 e obturados com as técnicas da condens o lateral a frio, ondas contínuas de condens o e preenchimento com um cimento biocer mico. A análise por meio da micro-CT foi realizada nos 5 mm apicais; os autores concluíram que as ondas contínuas de condens o e o preenchimento com biocer mico foram mais eficiente no preenchimento de istmos que a técnica de condens o lateral.

Duque et al. (2017) pesquisaram a eficácia do sistema Easy Clean (Easy Dental Equipment, Belo Horizonte, MG, Brasil) em movimento contínuo e recíprocante, irriga o ultrassônica passiva (PUI), sistemas endoativador (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Su a) e irriga o convencional para remo o de *debris* de canais radiculares e istmo. 50 raízes mesiais de molares inferiores foram selecionadas, imersas em resina, preparadas e seccionadas a 2, 4 e 6 mm do ápice. Fotomicrografias foram realizadas nos terços após o preparo, após a primeira, segunda e terceira aplica o do protocolo de irriga o. Todos os métodos de ativa o proporcionaram melhor limpeza do canal e do istmo, principalmente o Easy Clean

utilizado em rotação contínua. O protocolo de 3 ativações da solução irrigadora por 20 segundos favoreceu uma melhor limpeza.

Kim et al. (2018) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar as diferentes configurações do canal em “c” em cirurgias de reimplante intencional e relacionar com as causas do insucesso endodôntico. Antes do procedimento cirúrgico, imagens de TCFC foram obtidas para classificar as anatomias. Após a cirurgia, a porção apical seccionada foi enviada para análise com microscopia ótica e de varredura. Os autores concluíram que uma das principais causas de insucesso do tratamento endodôntico em dentes com esta anatomia era a presença de istmos.

Rodig et al. (2019) utilizaram a micro-CT para estudar a eficácia dos protocolos de irrigação sônica e ultrassônica sobre a região de istmos na raiz mesial de molares inferiores. 40 raízes mesiais com 2 canais e portadores de istmos foram selecionadas para este estudo; os canais foram preparados e uma micro-CT inicial realizada; em seguida, os espécimes foram divididos conforme os grupos de irrigação. Os autores não encontraram diferenças entre os protocolos, e nenhum deles foi capaz de remover totalmente os *debris* na região de istmo.

Conhecendo a relevância clínica do istmo e as possibilidades clínicas existentes para sua adequada antissepsia, limpeza e posterior obturação. Cabe conhecer sua incidência e anatomia ao longo da raiz, para que a terapia endodôntica, quando empregada, tenha uma maior previsibilidade.

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo teve por objetivo analisar a incidência, profundidade e classificação do istmo ao longo da raiz mesial de primeiros molares inferiores, valendo-se de um banco de dados de TCFC obtidas em alta resolução por meio de um tomógrafo Prexion 3D e utilizando o *software* visualizador de arquivos DICOM e-Vol DX (versão 5.0.1.39).

HIPÓTESE EXPERIMENTAL

Ao selecionar para o estudo tomografias realizadas em alta resolução e analisa-las utilizando os recursos de otimização de imagem e filtros 3D do *software* e-Vol DX, será possível observar a presença do istmo com maior clareza, sendo possível identificar sua incidência e profundidade com maior precisão nos exames de TCFC.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado após parecer consubstanciado de aprovação do CEP da Universidade de São Paulo, sob o CAAE 37001920.8.0000.0075 (ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP).

O cálculo amostral foi realizado por meio do intervalo de confiança de uma população com base no estudo realizado por Estrela et al. (2015b) onde 87,9% dos primeiros molares inferiores apresentavam istmos; valendo-se da ferramenta online “Cálculo Amostral” (estatistica.bauru.usp.br), com um nível de confiança de 95% e erro de 5%, o “n” sugerido para observar a incidência de istmos na população foi de 164. Já em relação à profundidade do istmo, valendo-se da mesma ferramenta de cálculo amostral, agora para o teste t de amostras independentes (2 grupos), com um nível de confiança de 95% e erro de 5%, com estimativa de desvio padrão de 1,09419 (valor obtido por meio de estudo piloto) e valor mínimo de diferença a ser detectada de 0,3, o “n” sugerido foi de 79 (para cada grupo).

Foram analisadas 2000 imagens tomográficas de pacientes que se submeteram ao procedimento diagnóstico, por motivos diversos, em uma clínica radiológica particular localizada na cidade de São Paulo – Brasil. Foram selecionadas para o estudo 174 tomografias de primeiros molares inferiores que se enquadravam entre os critérios de inclusão/exclusão. Os pacientes possuíam idade entre 18-80 anos, com média de 39,5 anos, sendo 86 do sexo masculino e 88 do sexo feminino.

Foram excluídos do estudo dentes com rizogênese incompleta, dentes com grandes calcificações pulpares, tratamento endodôntico prévio, presença de pinos ou coroas metálicas, má formações ou patologias, presença de artefatos que impossibilitem a visualização, trincas/fraturas e exames com baixa resolução.

As imagens do banco de dados foram obtidas por meio de um tomógrafo PreXion 3D (PreXion Inc., Yoshida Dental, Japão), sendo realizadas com o seguinte protocolo de aquisição: tamanho de voxel 0,14mm; 90kVp; 4mA e 36s de tempo de exposição, sendo salvos e exportados no formato DICOM (Digital Imaging Communications in Medicine).

Os arquivos DICOM, selecionados para o estudo, foram analisados por um especialista em endodontia com mais de 10 anos de experiência em imagens de TCFC, treinado na utilização do *software* e-Vol DX e calibrado com 10% das amostras

com um especialista em imagiologia, também com mais de 10 anos de experiência em laudos tomográficos. As imagens foram avaliadas em uma sala escura, em um notebook Intel® Core™ i7-10750H Comet Lake, 12MB Cache - 10ª Geração (2.6 GHz até 5.0 GHz com Intel® Turbo Max) com memória RAM de 32GB DDR4 (2666 MHz), placa de vídeo NVIDIA® GeForce® RTX 2060 GPU (6GB GDDR6) e tela 17.3" FullHD LED-Backlit (1920x1080p) 16:9 / 144Hz / Matte / sRGB: 100% / Contraste: 1200:1 / Brilho 300 cd/m² rodando o sistema operacional Windows 10, utilizando o visualizador DICOM e-Vol DX (CDT Software, São José dos Campos – SP, Brasil) (Figura 4.1).

Figura 4.1 - Tela inicial do software e-Vol DX versão 5.0.1.39



Fonte: O autor

Logo após a abertura do arquivo no *software*, a primeira ferramenta utilizada foi o filtro “Multi CDT”, que possibilita a redução de ruído na imagem sem a necessidade de aumentar a espessura de corte (Figura 4.2).

Para a primeira análise de classificação, foram realizados os cortes axiais milímetro a milímetro a partir da entrada do canal, seguindo a proposta de *Map-Reading*, sugerida por Pecora et al. (2013). Para obtenção dos cortes foi selecionado o corte oblíquo para mandíbula (Figura 4.3) e ajustado a paralaxe do volume para visualização da raiz mesial (Figura 4.4). O desenho do arco foi realizado apenas nesta raiz, delimitando assim a área de interesse (Figura 4.5); logo em seguida foi selecionada a visualização dos cortes axiais (Figura 4.6).

Figura 4.2 - Aplicação do filtro Multi CDT



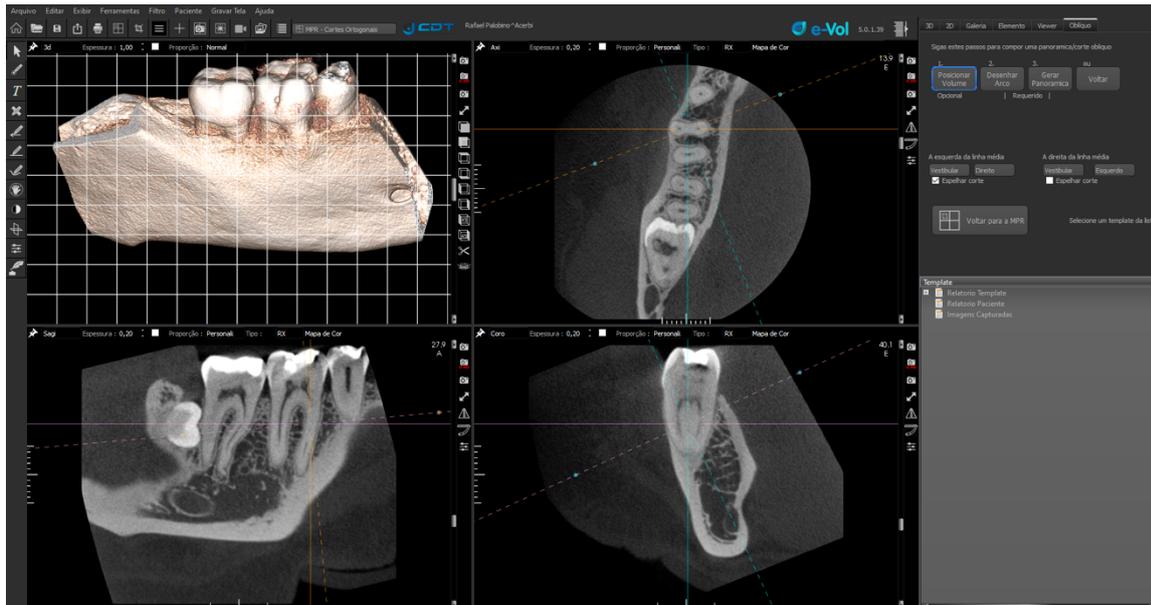
Fonte: O autor

Figura 4.3 - Seleção do corte oblíquo para mandíbula



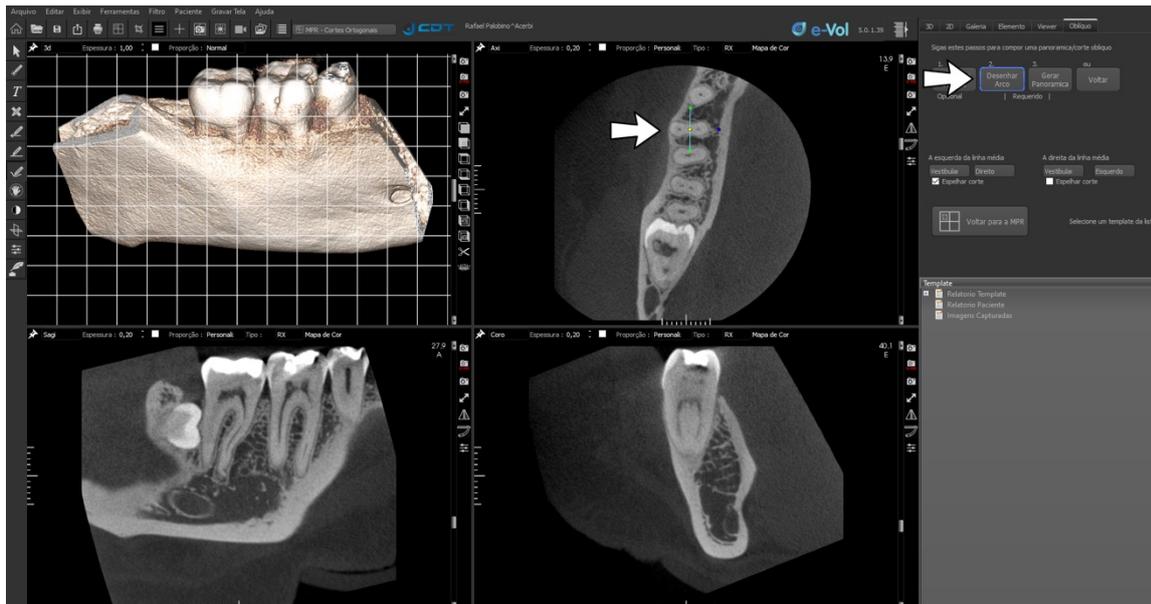
Fonte: O autor

Figura 4.4 - Ajuste da paralaxe do volume para a raiz mesial



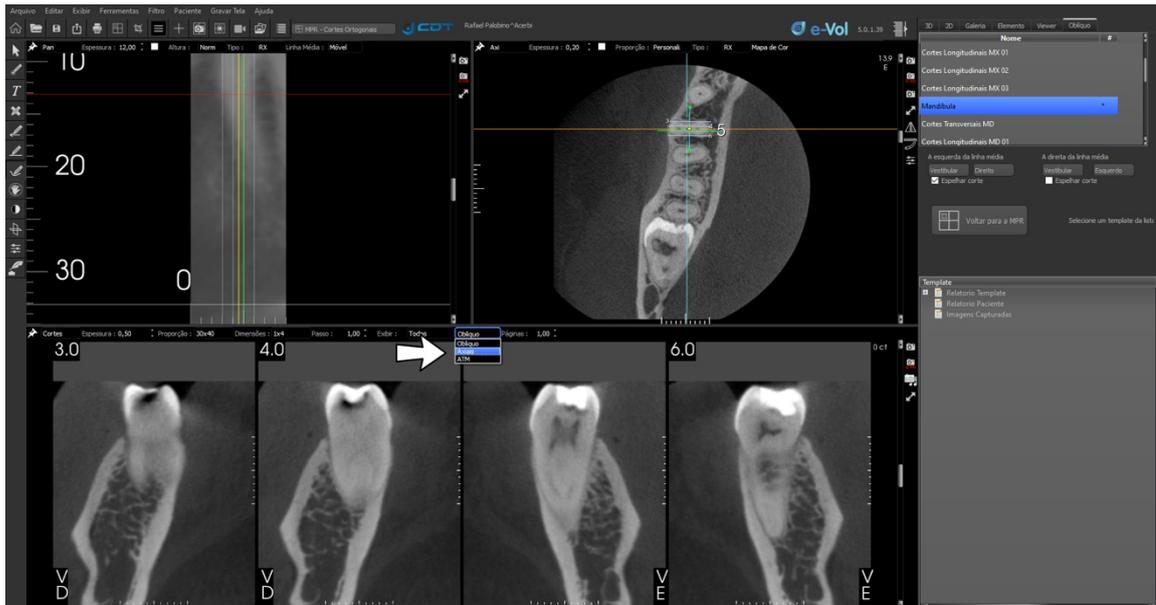
Fonte: O autor

Figura 4.5 - Desenho do arco na raiz mesial para o corte oblíquo



Fonte: O autor

Figura 4.6 - Seleção de visualização dos cortes axiais



Fonte: O autor

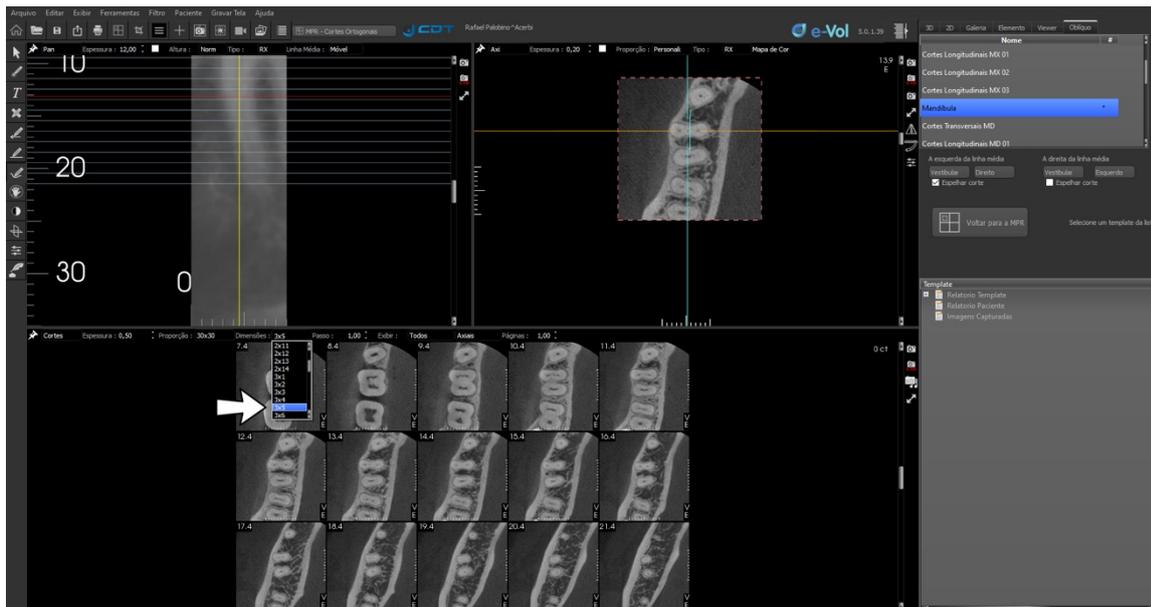
Com a finalidade de padronizar e facilitar a análise, foi escolhida a proporção de visualização 30x30 (Figura 4.7) definindo assim a dimensão das imagens nos cortes axiais; em seguida foi selecionada a dimensão de 3x5 (Figura 4.8), totalizando assim 15 cortes para cada raiz. Em seguida foi ajustado o passo para que os cortes fossem realizados milímetro a milímetro (Figura 4.9).

Figura 4.7 - Escolha da proporção de visualização 30x30



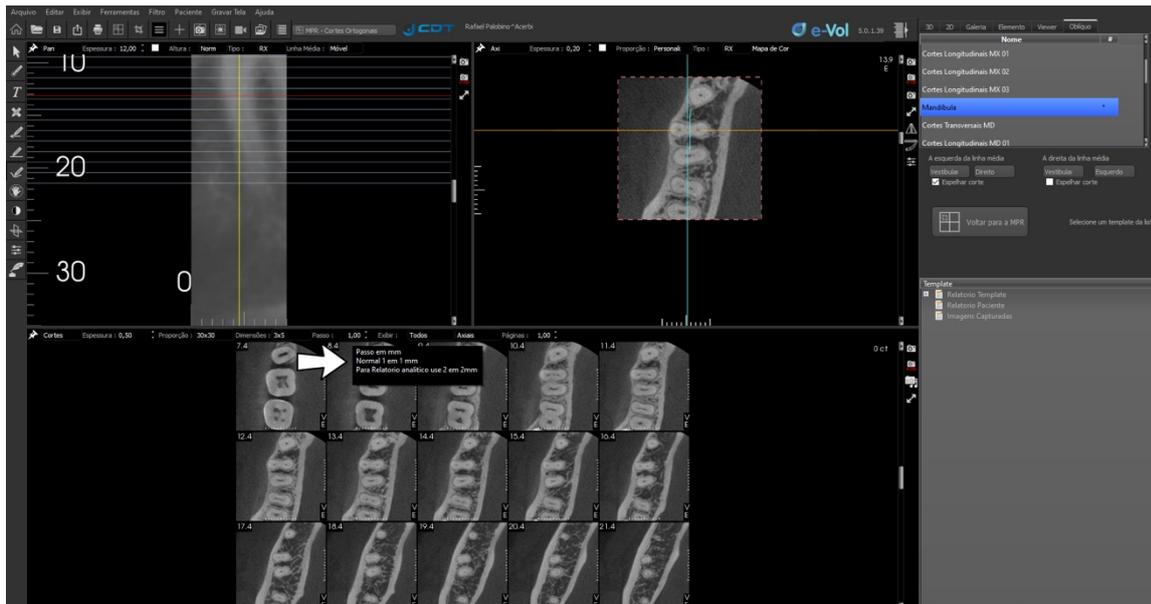
Fonte: O autor

Figura 4.8 - Seleção da dimensão do corte em 3x5



Fonte: O autor

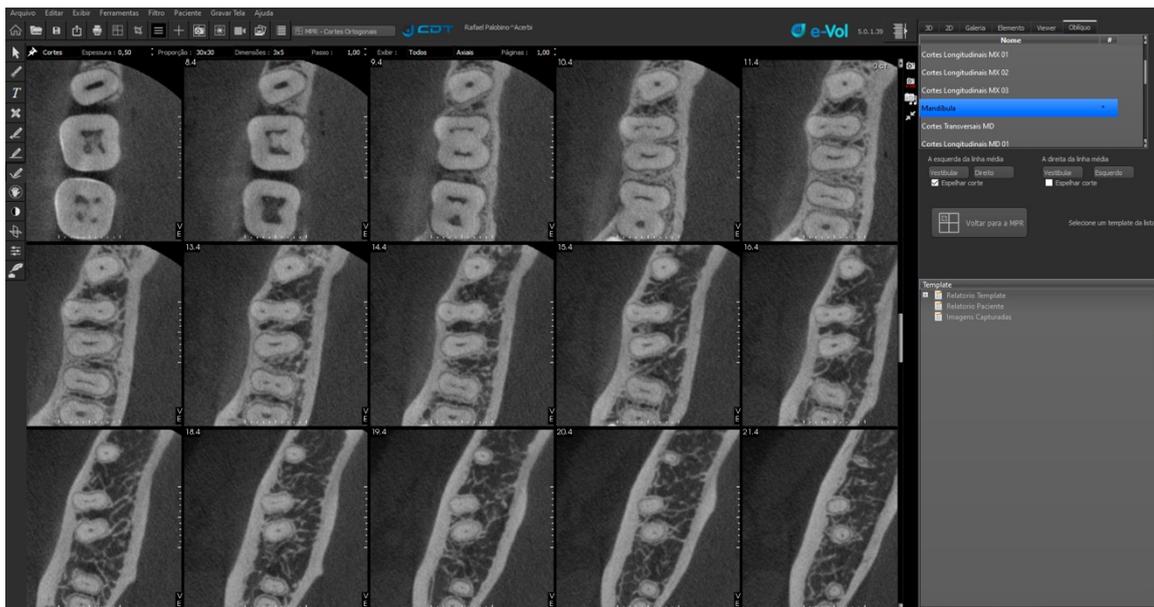
Figura 4.9 - Escolha do passo de corte para 1 em 1 mm



Fonte: O autor

Após os ajustes de parâmetro, as imagens puderam ser observadas na tela para que as análises pudessem ser feitas em todos os cortes (Figura 4.10), podendo ser observadas individualmente e utilizando os recursos de zoom/brilho/contraste do *software* sempre que necessário, para facilitar a visualização. Foi considerada a primeira imagem de análise (início da classificação) a primeira imagem onde o assoalho fosse totalmente visualizado.

Figura 4.10 - Cortes axiais de 1 em 1 mm para análise e classificação

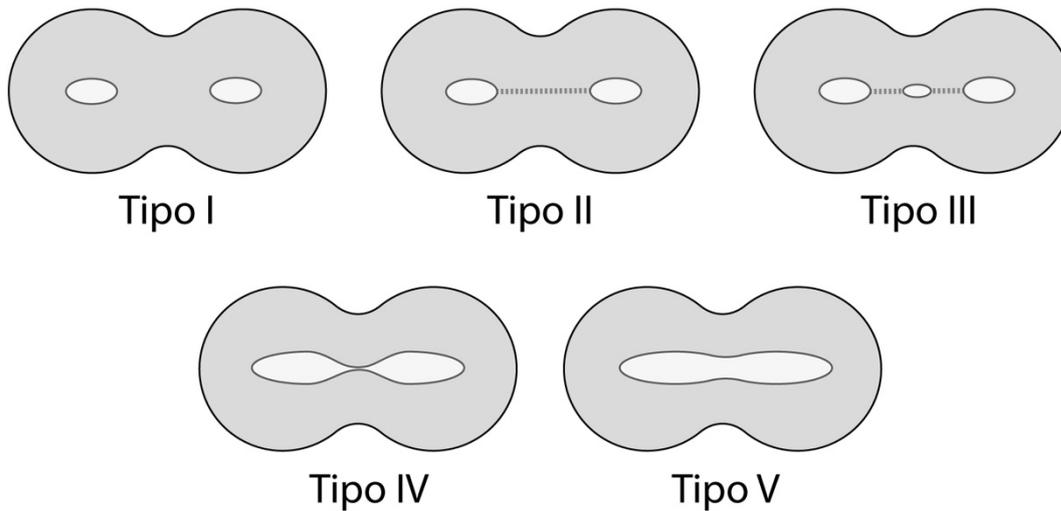


Fonte: O autor

A classificação para cada corte foi inicialmente realizada com base na de Hsu e Kim (1997) (Figura 4.11), que consiste em:

- Tipo I – presença de dois canais (ou três) independentes, sem comunicação aparente;
- Tipo II – presença de uma pequena comunicação, não bem definida, entre os canais;
- Tipo III – semelhante ao tipo II, mas com um terceiro canal entre os canais principais;
- Tipo IV – extensão dos canais principais em direção à região de istmo;
- Tipo V – presença de uma completa comunicação entre os canais.

Figura 4.11 - Classificação de istmo segundo Hsu e Kim (1997)



Fonte: O autor

Após classificar as amostras pela classificação de Hsu e Kim (1997), foi observado que um mesmo istmo poderia apresentar diferentes variações anatômicas em localizações diferentes de uma mesma raiz (p.ex.: comunicando ou não os canais principais, parcial ou completamente, ou mesmo apresentando um canal médio-medial, em apenas um ou em mais posições longitudinais da raiz).

Em vista disso, foi realizada uma classificação anatômica adicional mais ampla contemplando a identificação e soma dos tipos de istmos (Hsu; Kim, 1997) observados em toda a raiz, como segue:

- Simples – um ou dois tipos de istmos
- Moderada – três tipos de istmos
- Complexa – quatro ou cinco tipos de istmos.

Após a primeira análise, foi selecionado voltar para a vista MPR (Figura 4.12), agora para ajustar os parâmetros para observar a profundidade cervical do istmo com auxílio dos recursos e filtros 3D do e-Vol DX, segundo Bueno et al. (2019). Para determinar o término do istmo, foi selecionado visualizar a fatia axial no 3D (Figura 4.13) e escolhido o filtro “Canal Corte1.f3d” (Figura 4.14) com a espessura de corte ajustada para 0,2mm (Figura 4.15) para evitar que sobreposições interferissem na visualização.

Figura 4.12 - Selecionando voltar para a vista MPR



Fonte: O autor

Figura 4.13 - Visualizar fatia axial no 3D



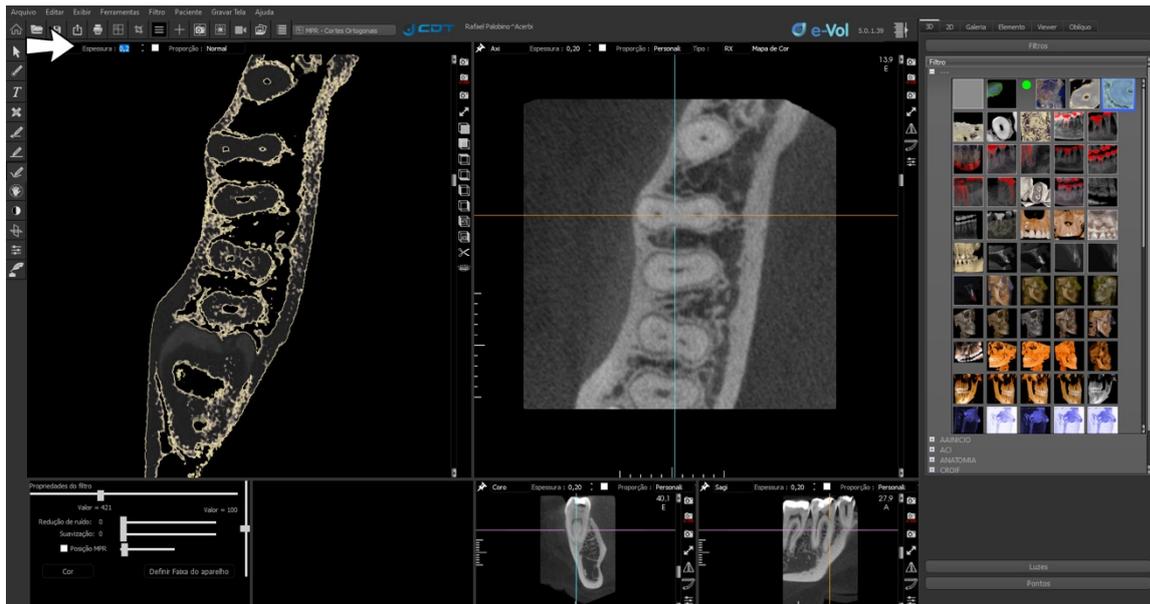
Fonte: O autor

Figura 4.14 - Escolha do filtro "Canal Corte1.f3d"



Fonte: O autor

Figura 4.15 - Selecionada espessura de corte 3D de 0,2



Fonte: O autor

Para otimizar a imagem, os ajustes de propriedade do filtro foram individualizados para cada tomografia, de forma que se obtivesse uma imagem nítida e sem perda de estruturas; o valor de redução de ruído foi ajustado para 1 e de suavização para 5 (Figura 4.16).

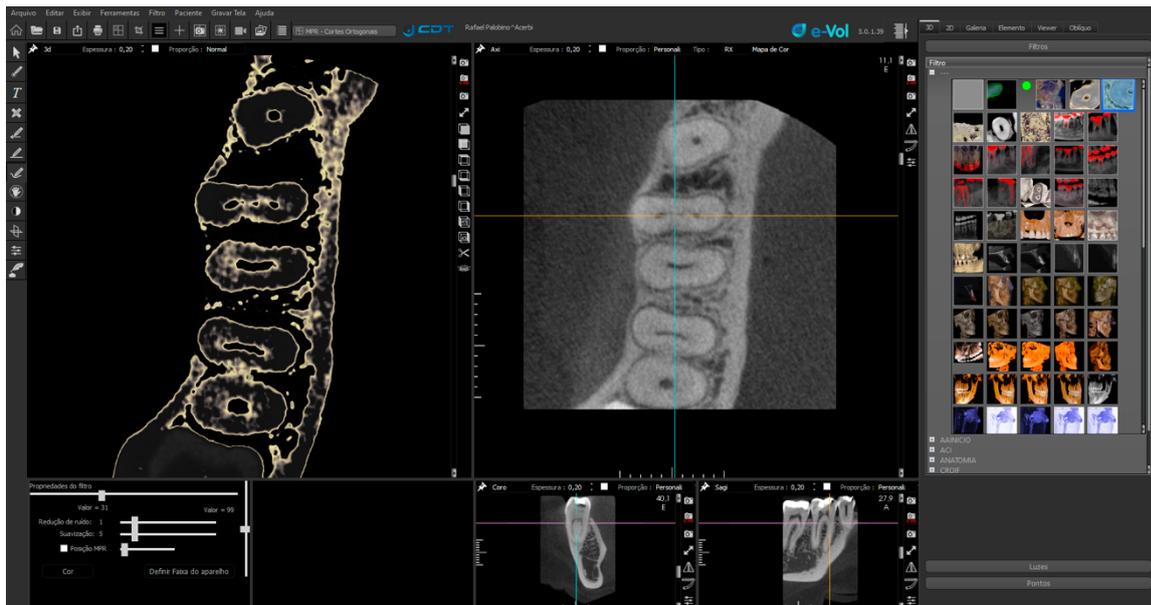
Foi percorrido o corte axial com auxílio do 3D (Figura 4.17) desde a entrada do canal até o ponto onde o istmo não fosse mais visualizado, determinando assim o primeiro ponto onde não era mais visualizado comunicação a partir da entrada do canal (Figura 4.18).

Figura 4.16 - Ajuste das propriedades do filtro



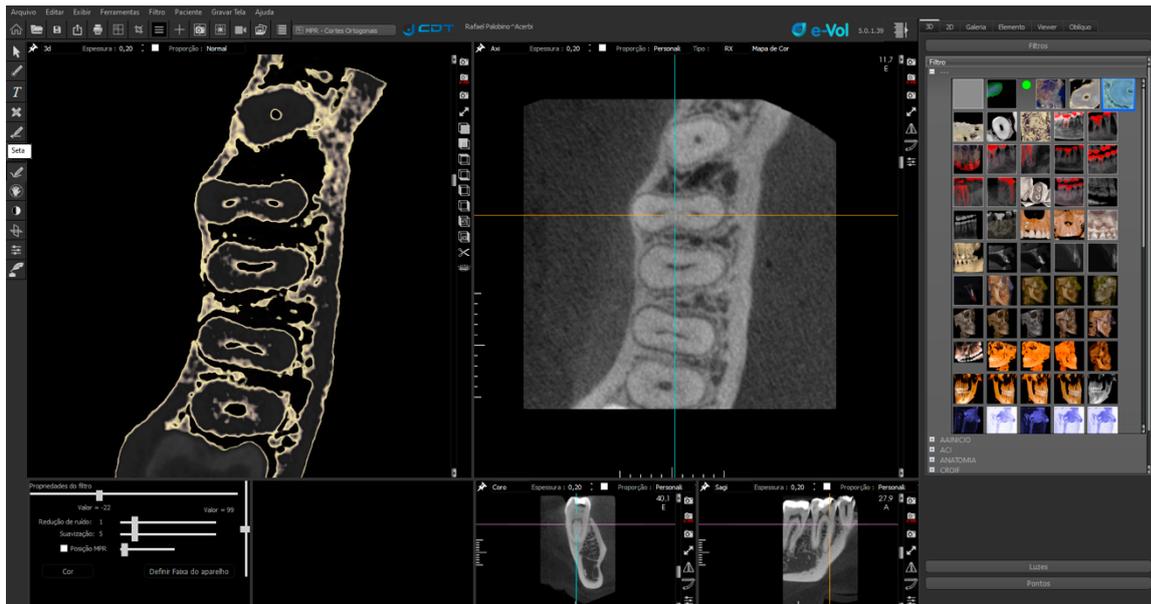
Fonte: O autor

Figura 4.17 - Correndo corte axial com auxílio da vista 3D



Fonte: O autor

Figura 4.18 - Localizando área onde o istmo não é mais visualizado



Fonte: O autor

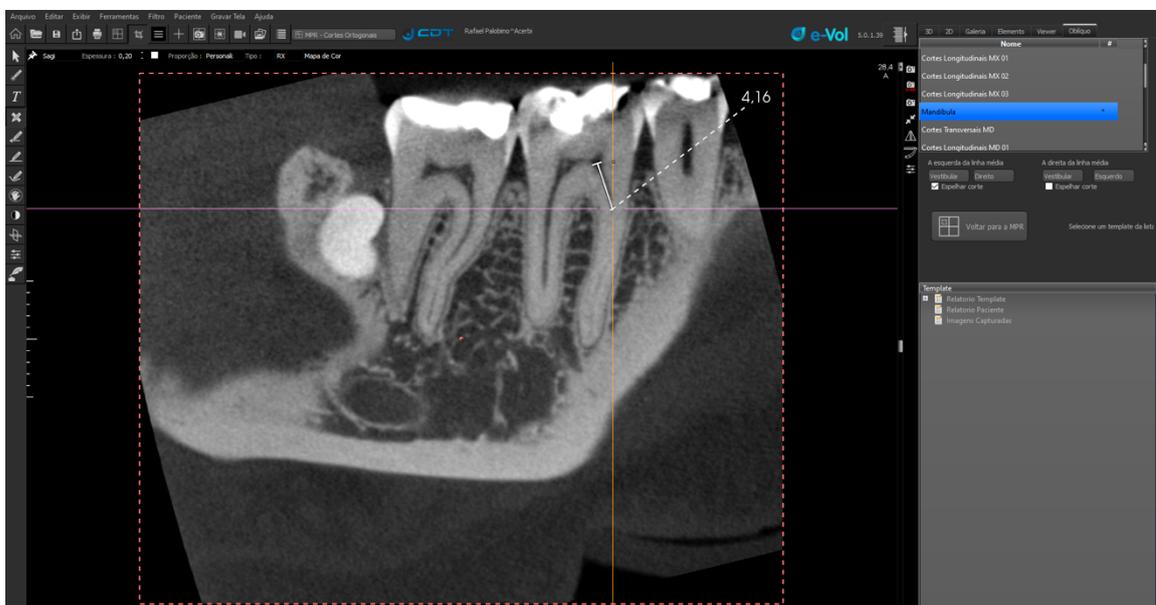
Com isso, ao voltar para vista MPR o ponto onde não é mais visualizado o istmo fica marcado nas vistas sagital e coronal (corte oblíquo) (Figura 4.19). Assim a profundidade cervical pode ser mensurada a partir da entrada do canal, considerando o ponto mais baixo do assoalho, até a região de marcação do ponto MPR obtida com auxílio do 3D (Figura 4.20).

Figura 4.19 - Marcação do ponto MPR onde o istmo não era mais visualizado



Fonte: O autor

Figura 4.20 - Profundidade do istmo a partir da entrada do canal



Fonte: O autor

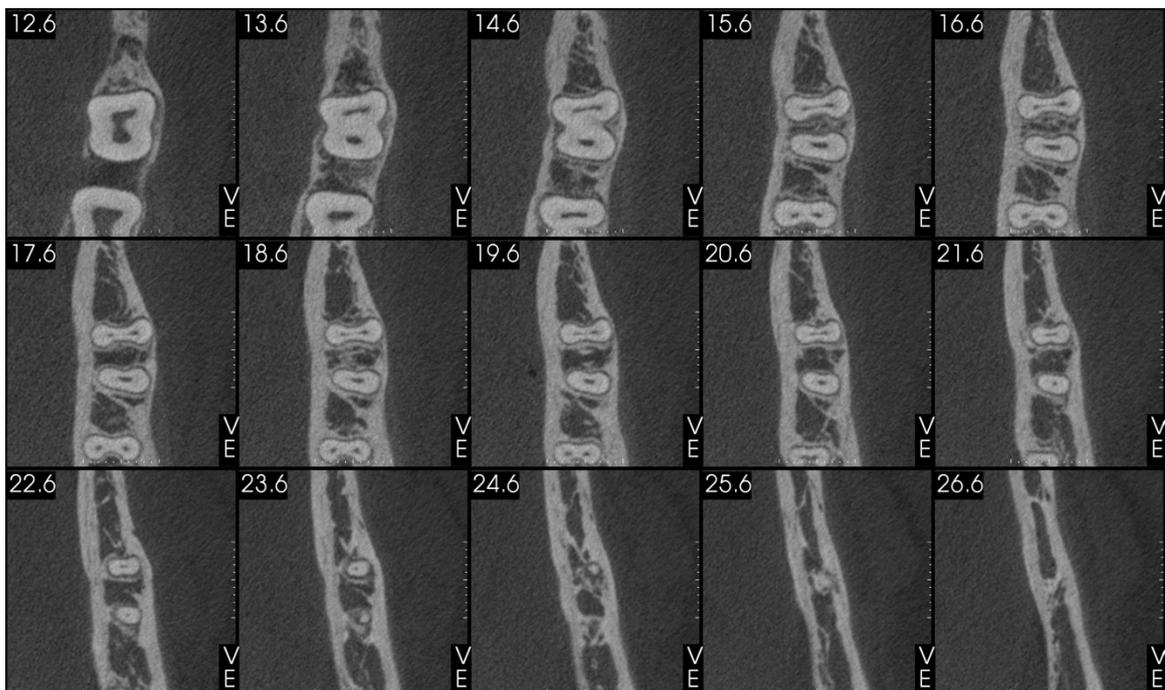
Com a finalidade de validar a metodologia utilizando o filtro 3D para auxílio nas medidas, em um segundo momento, foi realizada a medida da profundidade cervical do istmo apenas utilizando as vistas MPR (sem o auxílio do recurso 3D) para posterior análise de comparação dos resultados entre os métodos.

Todos os resultados foram tabulados em planilhas do *software* Excel (Microsoft, Redmond, WA) e analisados por meio do *software* SPSS versão 26 (SPSS Inc, Chicago, IL) conforme a estatística mais adequada, descrita nos resultados.

5 RESULTADOS

Os resultados mostraram que em 100% das tomografias observadas, os primeiros molares inferiores apresentaram istmo na região cervical em sua raiz mesial ao observar o corte correspondente a entrada do canal, sendo que a profundidade mínima encontrada foi de 0,3 mm; em 6,89% das amostras o istmo foi observado em todos os cortes ao longo da raiz (Figura 5.1). Em média, a profundidade cervical foi de 2,04 mm.

Figura 5.1 - Ocorrência de istmo por toda raiz mesial



Fonte: O autor

Com relação à profundidade cervical do istmo em função da idade (até 39 anos e mais de 40 anos), os grupos apresentaram distribuição normal; foi realizado o teste t para amostras independentes. O teste de Levene para homogeneidade das variâncias apontou valor de “p” maior que 0,05 ($p=0,069$), considerando assim variâncias homogêneas não assumidas; em relação ao teste-t para igualdade de médias, o valor de “p” foi maior que 0,05 ($p=0,341$), sendo assim, apontando não haver diferença estatística entre os grupos de idade (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 - Profundidade de istmo em relação à idade

Idade	n	Média	Desvio Padrão
Até 39 anos ^a	82	2,1285	0,98686
Mais de 40 anos ^a	80	1,9639	1,19480

^a Não houve diferença estatística ($p > 0,05$)

Fonte: O autor

Quanto à da profundidade cervical do istmo em relação ao sexo, a distribuição dos grupos foi normal, sendo assim, foi realizado o teste-t para amostras independentes. O teste de Levene para homogeneidade das variâncias apontou valor de “p” maior que 0,05 ($p = 0,623$), considerando assim variâncias homogêneas não assumidas; em relação ao teste t para igualdade de médias, o valor de “p” foi maior que 0,05 ($p = 0,109$), sendo assim, não houve diferença quando à profundidade cervical do istmo em relação ao sexo (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 - Profundidade de istmo em relação ao sexo

Sexo	n	Média	Desvio Padrão
Masculino ^a	83	2,1810	1,18524
Feminino ^a	79	1,9067	0,97745

^a Não houve diferença estatística ($p > 0,05$)

Fonte: O autor

Os resultados demonstrados foram baseados nas medidas encontradas utilizando o auxílio dos recursos 3D; para validar esta metodologia, em um segundo momento, as análises de profundidade foram feitas valendo-se apenas das vistas MPR. Ao comparar os resultados, o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) entre 3D e MPR foi 0,976, sendo classificado como excelente.

Quanto às análises milímetro a milímetro, ao considerar todos os cortes observados, a classificação que mais foi encontrada foi a do tipo I (46,90%), seguida do tipo V (25,98%), tipo II (18,22%), tipo IV (7,18%) e tipo III (1,42%) (Tabela 5.3). Já ao analisar cada dente individualmente e observar a anatomia predominante, os resultados mostraram que em 51,15% das amostras, a classificação predominante foi do tipo I (51,15%) seguida do tipo V (29,89%), tipo II (14,37%) e tipo III e IV (2,30% cada) (Tabela 5.4).

Tabela 5.3 - Classificações ao longo da raiz

Classificação	n	%
Tipo I	991	46,90%
Tipo II	385	18,22%
Tipo III	30	1,42%
Tipo IV	158	7,48%
Tipo V	549	25,98%

Fonte: O autor

Tabela 5.4 - Classificação predominante nas amostras

Classificação	n	%
Tipo I	89	51,15%
Tipo II	25	14,37%
Tipo III	4	2,30%
Tipo IV	4	2,30%
Tipo V	52	29,89%

Fonte: O autor

Em relação a quantidade de classificações encontradas em uma mesma raiz, utilizando a nova classificação proposta neste estudo, os resultados mostraram que apenas 16,09% dos casos apresentavam até duas classificações, categorizada como simples, 56,90% moderadas e 27,01% complexas (Tabela 5.5).

Tabela 5.5 - Classificação com base na variação após análise mm a mm

Quantidade	n	%	Classificação
≤ 2	28	16,09%	Simple
3	99	56,90%	Moderada
≥ 4	47	27,01%	Complexa

Fonte: O autor

Quanto a esta classificação, o teste estatístico de Mann-Whitney (U) foi utilizado para verificar a diferença entre os sexos (masculino e feminino) e os grupos de idade (até 39 anos e mais de 40 anos). Quando ao sexo, o valor de U foi 3528,5 e $p=0,387$; já para os grupos de idade o valor de U foi 3558,5 e $p=0,481$; mostrando assim não haver diferença estatística na quantidade de variações apresentadas tanto para o sexo quanto idade ($p>0,05$).

Analisando a presença do istmo a partir da entrada do canal, observando milímetro a milímetro, pôde-se notar as regiões do canal onde sua incidência ocorre com maior frequência (Tabela 5.6 e Figura 5.2); é possível observar que no primeiro corte analisado, correspondente a entrada do canal, 100% das amostras apresentavam istmos, já quando analisamos o corte seguinte, esta incidência cai para 78,16%.

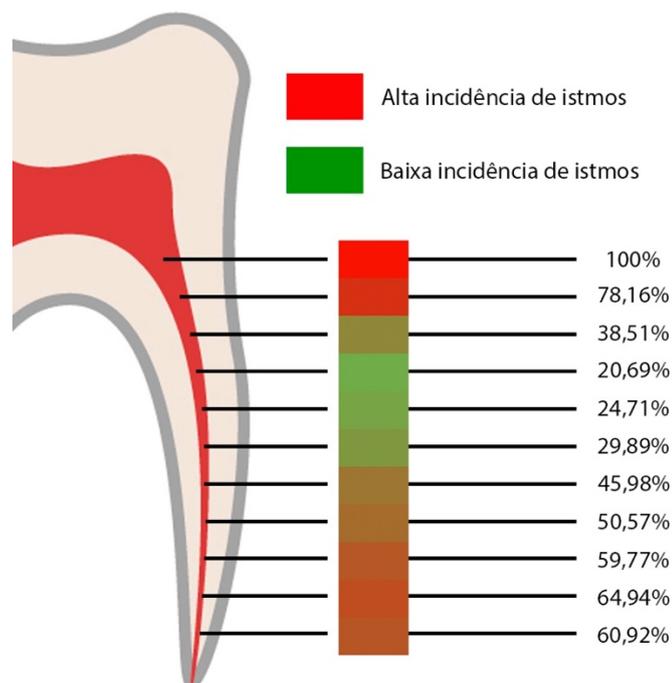
O canal méso-medial foi encontrado em 5,17% das amostras (Figura 5.3); entretanto, a classificação predominante do tipo 3 foi encontrada apenas 2,3% dos casos.

Tabela 5.6 - Incidência de istmo a partir da entrada do canal

Profundidade Cervical	n (istmo presente)	Incidência de Istmo (%)
0 mm	174	100,00 %
1 mm	136	78,16 %
2 mm	67	38,51 %
3 mm	36	20,69 %
4 mm	43	24,71 %
5 mm	52	29,89 %
6 mm	80	45,98 %
7 mm	88	50,57 %
8 mm	104	59,77 %
9 mm	113	64,94 %
10 mm	106	60,92 %

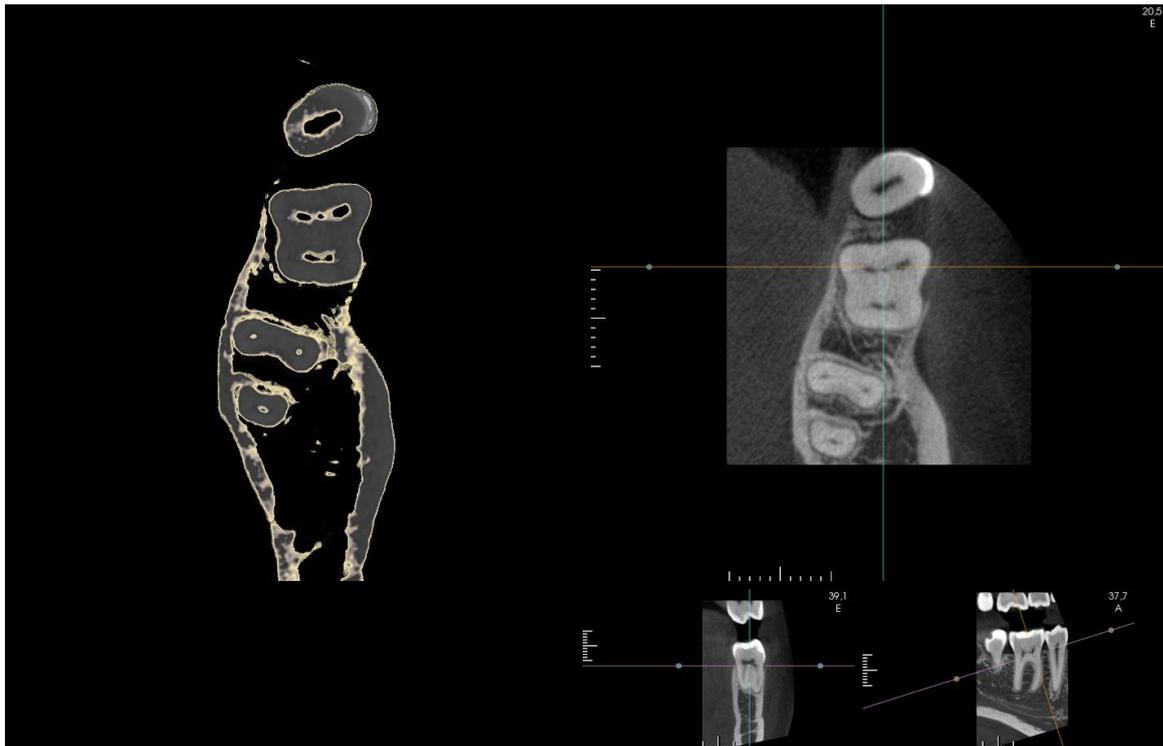
Fonte: O autor

Figura 5.2 - Incidência de istmos a partir da entrada do canal



Fonte: O autor

Figura 5.3 - Canal méso-medial



Fonte: O autor

6 DISCUSSÃO

O objetivo do tratamento endodôntico é tratar ou prevenir a periodontite apical, promovendo a antissepsia e limpeza do sistema de canais radiculares para uma posterior obturação tridimensional; entretanto, anatomias complexas, como istmos, são uma das principais variações anatômicas que podem dificultar a busca por este objetivo (Hsu; Kim, 1997; Ricucci; Siqueira, 2010; Pecora et al., 2013; Estrela et al., 2015b; Kim et al., 2016; Karunakaran et al., 2019). Com isso, estudos anatômicos que buscam identificar e descrever a incidência desta variação nas diferentes populações são de extrema relevância para o endodontista.

Segundo Estrela et al. (2015b), o dente que apresenta a maior incidência de istmos é o primeiro molar inferior; este normalmente apresenta duas raízes, sendo que na raiz mesial ocorre um forte achatamento proximal, apresentando na maioria dos casos 2 canais (de Pablo et al., 2010), com uma forte prevalência de istmos entre estes (Teixeira et al., 2003; Mannocci et al., 2005; Gu et al., 2009; de Pablo et al., 2010; Fan et al., 2010; Pecora et al., 2013; Lima et al., 2014; Mehrvarzfar et al., 2014; Estrela et al., 2015b; Tahmasbi et al., 2017; Srivastava et al., 2018; Karunakaran et al., 2019; Chuppani Dastgerdi et al., 2020); justificando assim a escolha da raiz mesial de primeiros molares inferiores como objeto deste estudo.

Buscando o diagnóstico destas variações, destaca-se a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), apresentando diversas aplicações em odontologia (Mozzo et al., 1998; Patel et al., 2007); sendo amplamente indicada para análises envolvendo anatomia dental (Cotton et al., 2007; Tyndall; Rathore, 2008; Michetti et al., 2010; de Toubes et al., 2012; Estrela et al., 2015a; Kiarudi et al., 2015; Patel et al., 2015), principalmente no que diz respeito a anatomias complexas (Patel, 2009).

Para uma adequada observação da anatomia, é fundamental que a TCFC seja obtida com alta resolução; Patel et al. (2015) destacam que em tomografias realizadas com baixa resolução, pequenos detalhes podem passar despercebidos. Dentre os fatores que interferem na qualidade da tomografia, destaca-se o tamanho do *voxel*; tomografias obtidas com um volume de *voxel* menor apresentam uma maior qualidade gráfica, facilitando assim a detecção e visualização de estruturas (Kamburoglu; Kursun, 2010; Bauman et al., 2011; Koc et al., 2018). Bauman et al. (2011) estudaram

a capacidade de detecção do canal méso-palatino pela TCFC com diferentes tamanhos de *voxel*, concluindo que esta foi mais precisa quando trabalhado com volumes entre 0,125 e 0,2 mm³. Contudo, são diversos os fatores que podem influenciar na qualidade da imagem nos exames de TCFC, como o protocolo de aquisição, quantidade de imagens base, resolução espacial e de contraste do aparelho, massa corporal, estabilização da face e oclusão e alcance dinâmico do sensor.

Danforth et al. (2003) ressaltam que a busca por imagens 3D fez crescer o interesse de profissionais de odontologia pela TCFC, fazendo com que diversos aparelhos fossem lançados no mercado. Atualmente, o PreXion 3D (PreXion Inc., Yoshida Dental, Japão) vem sendo utilizado em diversos estudos (Pecora et al., 2013; Estrela et al., 2015a; Estrela et al., 2015b; Estrela et al., 2018; Bueno et al., 2020), por proporcionar imagens com ótima qualidade gráfica, se destacando dentre os fatores que influenciam na qualidade do exame de TCFC. No banco de dados analisado neste estudo retrospectivo, os exames tomográficos foram obtidos por meio deste aparelho.

Na busca por análises de imagens de maneira confiável, vale ressaltar a importância do avaliador na interpretação dos exames. Parker et al. (2017) demonstraram que nem mesmo professores de endodontia, quando não possuíam experiência em TCFC, foram capazes de detectar periodontite apical nos exames, mostrando que a experiência do profissional que analisará o volume é fundamental para um adequado diagnóstico; entretanto, Bauman et al. (2011) demonstrou que a experiência não interferiu nas análises quando utilizadas imagens em alta resolução. No presente estudo, os volumes foram analisados por um especialista em endodontia com mais de 10 anos de experiência em imagens de TCFC, treinado na utilização do *software* visualizador e calibrado com 10% das amostras com um especialista em imaginologia, também com mais de 10 anos de experiência em laudos tomográficos.

Outro importante pilar na análise de imagens é o *software* visualizador onde estas serão observadas. Bueno et al. (2018) apresentaram o e-Vol DX (CDT Software, São José dos Campos – SP, Brasil), um novo *software* visualizador de arquivos DICOM, onde por meio de diversos filtros, as imagens podem ser observadas com menos ruído, além de proporcionar a redução de artefatos. Outra importante ferramenta, trata-se da reconstrução 3D, um recurso gráfico visual com objetivo de facilitar o diagnóstico. Recentemente, este *software* vem sendo aplicado em diversos

estudos, em função de seus recursos de otimização (Estrela et al., 2018; Bueno et al., 2019; Bueno et al., 2020; Soares et al., 2020).

A TCFC é considerada precisa na obtenção de medidas lineares, sendo amplamente utilizada na mensuração de estrutura óssea (Kobayashi et al., 2004; Ludlow et al., 2007; Kim et al., 2010), evidenciando a distância entre estruturas anatômicas. Sonmez et al. (2018) demonstraram a precisão da TCFC na detecção e mensuração de cavidades simulando reabsorções em raízes de dentes extraídos, provando sua acurácia. Recentemente, Bueno et al. (2019) retrataram a utilização do software e-Vol DX na aferição de medidas no canal radicular, onde por meio de recursos de filtro e reconstrução 3D é possível evidenciar a borda do canal, tornando esta mais nítida, podendo realizar medidas com uma maior precisão.

No presente estudo, os arquivos DICOM foram analisados utilizando o *software* e-Vol DX, onde os recursos de filtro para redução de ruído e artefatos foram aplicados com a finalidade de otimizar as imagens. Para auxílio nas mensurações, foram utilizados os recursos de reconstrução e filtros 3D, para marcação dos pontos onde as medidas se iniciavam ou terminavam, para que estas pudessem ser realizadas na vista MPR, baseado na proposta de Bueno et al. (2019). Por se tratar de uma metodologia nova, a fim de validar a mesma, as análises foram realizadas em um segundo momento sem a utilização destes recursos, e os resultados comparados. O coeficiente de correlação intraclasse (ICC) entre 3D e apenas MPR foi 0,976, sendo classificado como excelente; sendo assim foram utilizados neste estudo apenas os dados obtidos com o auxílio do 3D. A grande vantagem da utilização destes recursos trata-se da facilidade na visualização das estruturas, onde associados à uma tomografia de alta resolução podem diminuir as possibilidades de mensurações incorretas causadas pelo operador.

Tolentino et al. (2018) e Tolentino et al. (2021) estudaram a precisão da TCFC na detecção de istmos apicais, quando comparados à micro-CT. Os autores concluíram que a TCFC não foi capaz de identificar todos os istmos, mesmo com exames em alta resolução, considerando a micro-CT como padrão ouro. Entretanto, tais estudos não utilizaram *softwares* visualizadores como o e-Vol DX, que podem influenciar na detecção destes, sendo necessários novos estudos a fim de testar esta hipótese. Contudo, clinicamente, a TCFC, independente do *software* visualizador utilizado, ainda é a ferramenta que permite obter maior número de informações quanto à anatomia dental.

Os resultados deste estudo mostraram que 100% dos primeiros molares inferiores apresentavam istmos em sua raiz mesial, principalmente ao considerar a entrada do canal; resultados diferentes do apresentado por de Pablo et al. (2010), onde em uma revisão sistemática da literatura, os artigos relatavam em média 54,8% de incidência para esta raiz. Já para Pecora et al. (2013), este foi detectado em 72% dos casos, para Estrela et al. (2015b) em 87,9%, Tahmasbi et al. (2017) em 69,6%, Srivastava et al. (2018) em 78,4% e Karunakaran et al. (2019) 97,2%. Resultados diferentes na literatura podem ser relacionados a estes estudos não terem considerado o milímetro “zero”, correspondente à entrada do canal; ao analisarmos o milímetro seguinte, vemos que esta incidência caiu para 78,16%, que seria próximo aos outros estudos. Entretanto, cabe considerar a entrada do canal devido sua relevância clínica, sendo este visível e acessível durante a terapia endodôntica.

Ainda quanto à incidência de istmos, diversos estudos avaliaram apenas os milímetros apicais, sendo que para Mannocci et al. (2005), dos 20 dentes analisados, 17 possuíam istmos nos últimos 5 mm; Gu et al. (2009) encontraram uma incidência de 81% nos 6 mm apicais, para Fan et al. (2010) esta foi de 85%, Mehrvarzfar et al. (2014) de 83% e 91,1% para Lyra et al. (2015). Já para Kang et al. (2020), mesmo ao analisar apenas os 5 mm apicais, a incidência de istmos encontrados também foi de 100%.

Além de detectada a incidência de 100% de istmos na entrada do canal, sua profundidade foi mensurada com a finalidade de guiar o clínico durante a terapia endodôntica. Os resultados mostraram que a profundidade média deste istmo cervical foi de 2,04 mm, sendo que esta variou de 0,3 mm até por toda a extensão do canal em 6,89% dos casos. Para Karunakaran et al. (2019) esta profundidade foi de 1,69 mm, resultado ligeiramente inferior ao encontrado neste estudo; já quanto a incidência de istmos por toda extensão da raiz, o estudo de Tahmasbi et al. (2017) verificou esta situação em 15,5% dos casos; resultados superiores ao encontrados neste estudo. São raros os estudos que observam a profundidade cervical do istmo, sendo estudos como este de extrema relevância, por se tratar de uma área crítica durante a terapia endodôntica que pode ser acessível clinicamente durante o tratamento.

Além de verificar a incidência do istmo e sua profundidade cervical, o presente estudo também avaliou sua classificação ao longo da raiz. Foram realizados cortes axiais milímetro a milímetro seguindo a proposta de *Map-Reading* proposta por Pecora

et al. (2013). Cada corte foi analisado e classificado segundo Hsu e Kim (1997), que consiste em:

Tipo I – presença de dois canais (ou três) independentes, sem comunicação aparente;

Tipo II – presença de uma pequena comunicação, não bem definida, entre os canais;

Tipo III – semelhante ao tipo II, mas com um terceiro canal entre os canais principais;

Tipo IV – extensão dos canais principais em direção à região de istmo;

Tipo V – presença de uma completa comunicação entre os canais.

Os resultados mostraram que a classificação de maior incidência ao longo da raiz foi a tipo I (46,90%), seguida do tipo V (25,98%), tipo II (18,22%), tipo IV (7,18%) e tipo III (1,42%). No estudo de Mehrvarzfar et al. (2014) foram verificados apenas 3 cortes, sendo que à 2 e 4 mm do ápice, a classificação predominante foi do tipo V (51,7% e 46,8%), já à 6 mm foi do tipo II (40%). Para Lima et al. (2014), as análises foram realizadas nos cortes a 1, 2,5, 4, 5,5, e 7 mm do ápice, sendo que a classificação predominante foi do tipo IV, em cerca de 43% dos cortes. Já no estudo de Karunakaran et al. (2019) a classificação mais encontrada foi do tipo II, em mais de 50% dos cortes. Os resultados diferentes da literatura podem estar relacionados, não só ao tipo de metodologia empregada, mas também com a quantidade de cortes observados. No presente estudo, onde as raízes foram analisadas e classificadas desde a entrada do canal até o ápice, foi possível observar que mais de 83% das amostras apresentavam 3 ou mais tipos de istmo (Hsu; Kim, 1997) em uma mesma raiz; sendo assim, estudos que observam cortes em um ponto específico da raiz, podem utilizar uma classificação que não é representativa para aquele caso. Com isso, com base na quantidade de tipos de classificação encontradas em uma mesma raiz, este estudo propôs uma nova classificação anatômica:

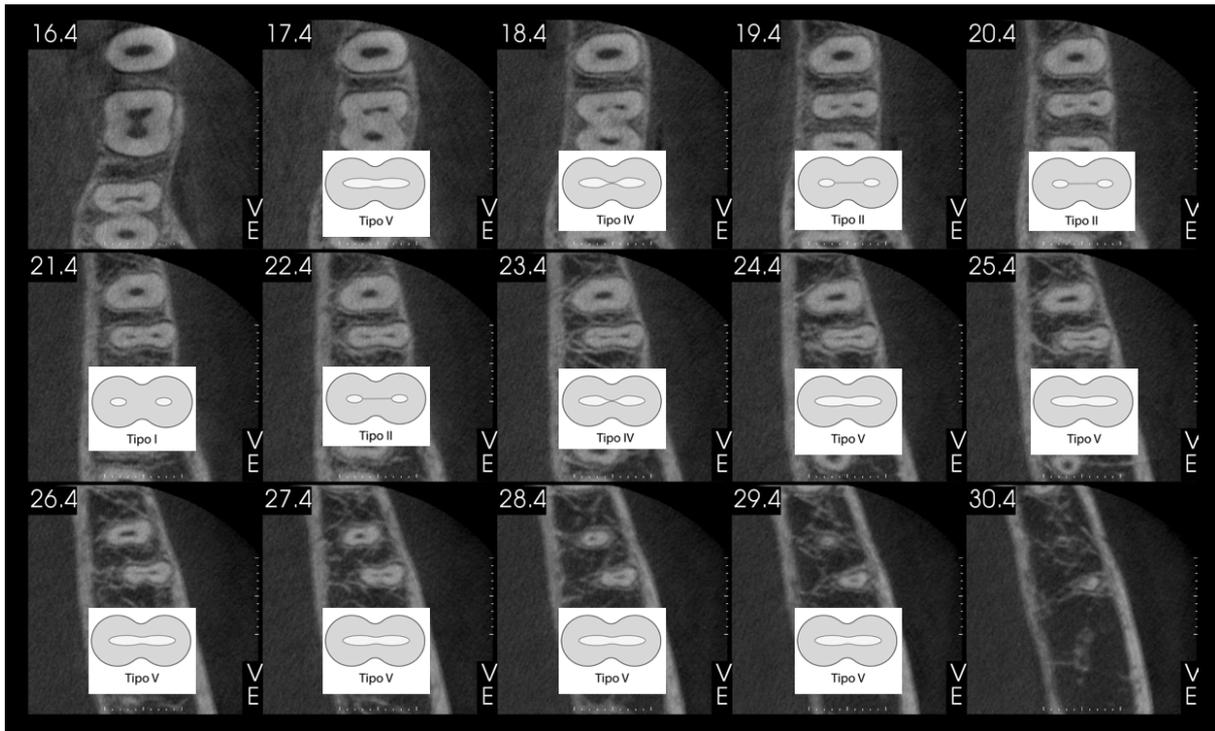
Simple – um ou dois tipos de istmos;

Moderada – três tipos de istmos;

Complexa – quatro ou cinco tipos de istmos.

Sendo que os resultados mostraram que 27,01% foram classificadas como anatomias complexas (Figura 6.1), 56,90% moderadas e apenas 16,09% simples.

Figura 6.1 - Quatro ou mais tipos de istmo ao longo da raiz



Fonte: O autor

Além da classificação e incidência observando todos os cortes, foram analisados os dentes individualmente e descrita a classificação predominante neles, sendo que em 51,15% das amostras, a classificação predominante foi do tipo I (51,15%) seguida do tipo V (29,89%), tipo II (14,37%) e tipo III e IV (2,30% cada).

Outra classificação comumente utilizada na literatura, é a proposta por Pecora et al. (2013), que consiste em:

- Tipo I – o istmo inicia e termina no terço cervical;
- Tipo II – começa no cervical e termina no terço médio;
- Tipo III – começa no cervical e termina no apical;
- Tipo IV – início e término no terço médio;
- Tipo V – início no terço médio e término no apical;
- Tipo VI – início e término no terço apical;
- Tipo VII – ausência de istmo.

Esta classificação é verificada em estudos que utilizam a proposta de *Map-Reading*, realizando as análises por toda a extensão da raiz (Pecora et al., 2013; Estrela et al., 2015b). Este estudo optou por não a utilizar, devido a incidência de 100% de istmos na entrada do canal; sendo assim, eram poucas as classificações em

que os casos iriam se enquadrar, não refletindo a realidade observada neste estudo. Assim, demos preferência à classificação de Hsu e Kim (1997) e à nova classificação apresentada.

No presente estudo, o sexo e a idade não influenciaram, nem quanto à profundidade de istmos, nem quanto à variação de classificações; resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Tahmasbi et al. (2017), onde também não ocorreram diferenças quanto à idade e sexo. Já no estudo de Chuppani Dastgerdi et al. (2020) houve uma maior incidência de istmos no grupo de idade 20-40 anos, já no segmento 0-2 mm a partir do ápice, também houve diferenças quanto ao sexo, sendo mais prevalente istmos no sexo masculino.

Além do istmo, muitos estudos buscam identificar a presença de um canal méσιο-medial na raiz mesial de molares inferiores. Wang et al. (2010) encontraram uma incidência de 2,7% deste canal, a revisão sistemática de Pablo et al. (2010) encontrou uma média de 2,3%, já o estudo de Versiani et al. (2016), encontrou uma incidência de 22,1% na população brasileira e 14,8% na população turca, no estudo de Srivastava et al. (2018) este canal foi encontrado em 18,2% dos casos, já para Kuzekanani et al. (2020) esta foi de 8,1%. Neste estudo, a incidência encontrada do canal méσιο-medial foi de 5,17%; entretanto, a classificação do tipo III, que corresponde a este canal em uma região de istmo, foi encontrada em apenas em 2,3% dos cortes analisados.

Karapinar-Kazandag et al. (2010), estudando a localização e negociação do canal méσιο-medial, observaram que com auxílio de magnificação e pontas de ultrassom, foi necessário desgastar em média 1,1 mm de dentina da entrada do canal para localização destes; levando em consideração a incidência de 100% de istmos na entrada do canal, a média de profundidade de 2,04 mm destes e o desgaste necessário para localização no canal méσιο-medial, cabe ressaltar a importância da utilização de insertos ultrassônicos associados a magnificação nesta região.

A presença do istmo está comumente relacionada ao insucesso endodôntico (Hsu; Kim, 1997; Ricucci; Siqueira, 2010). Kim et al. (2016) demonstraram a influência da presença do istmo em dentes tratados cirurgicamente, onde dentes em que este estava presente, obtiveram uma taxa de sucesso significativamente inferior. Já Kim et al. (2018) em cirurgias de reimplante intencional de molares com canal em “c”, observaram que uma das principais causas do insucesso era a presença do istmo.

Com isso, são diversos os estudos de buscam soluções para uma adequada antissepsia, limpeza e obturação destes.

Dietrich et al. (2012) observaram o acúmulo de *debris* resultantes da instrumentação que se encontravam na região de istmos; buscando uma adequada limpeza desta área, a irrigação ultrassônica passiva (PUI) é uma das técnicas propostas mais estudadas na literatura, apresentando muitas vezes resultados satisfatórios (Yoo et al., 2013; Barreto et al., 2016; Neelakantan et al., 2016; Duque et al., 2017; Rodig et al., 2019); outra possibilidade na busca por uma adequada limpeza e antissepsia desta área, são as técnicas de irrigação que utilizam pressão negativa (Yoo et al., 2013; Neelakantan et al., 2016); entretanto, nenhuma das técnicas foi capaz de limpar completamente o istmo (Neelakantan et al., 2016; Rodig et al., 2019); demonstrando que este é uma área que necessita de uma ação criteriosa do clínico durante o tratamento. Mesmo após uma limpeza adequada, a obturação desta região também é um momento crítico durante a terapia; Oh et al. (2016) concluíram que a técnica de ondas contínuas de condensação foi mais eficaz no preenchimento desta área quando comparada à condensação lateral; sendo assim, este estudo ao demonstrar a incidência do istmo milímetro a milímetro, demonstra as áreas críticas, com maior incidência destes, buscando assim orientar o clínico na escolha da técnica mais adequada para o manejo desta situação.

Futuramente, novos estudos poderão utilizar, não só tomografias de alta resolução, como também *softwares* visualizadores que possibilitam uma melhora efetiva na visualização das imagens, onde por meio de filtros e recursos 3D o diagnóstico de estruturas anatômicas, como istmos, ocorrem com maior precisão.

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que:

- Todas as amostras selecionadas apresentaram istmos, com profundidades variáveis de 0,3 mm a toda extensão do canal (média 2,04mm), sem diferença significativa entre os fatores idade e sexo.
- Em ordem de incidência, os istmos se apresentaram sem comunicar os canais (46,90%), comunicando-os completamente (25,98%), com pequena comunicação (18,22%), com os canais se projetando em direção ao istmo (7,18%) ou com comunicação e presença de canal médio-mesial (1,42%).
- Na nova classificação proposta, em ordem de incidência, a anatomia dos istmos foi classificada como moderada (56,90%), complexa (27,01%) ou simples (16,09%).
- A TCFC de alta resolução obtida por meio do Prexion 3D, aliada aos recursos do *software* visualizador e-Vol DX, proporcionaram uma visualização dos istmos com maior clareza.

REFERÊNCIAS¹

Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999;28(4):245-8. doi: 10.1038/sj/dmfr/4600448

Barbizam JV, Fariniuk LF, Marchesan MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. *J Endod.* 2002;28(5):365-6. doi: 10.1097/00004770-200205000-00004

Barreto MS, Rosa RA, Santini MF, Cavenago BC, Duarte MA, Bier CA, et al. Efficacy of ultrasonic activation of NaOCl and orange oil in removing filling material from mesial canals of mandibular molars with and without isthmus. *J Appl Oral Sci.* 2016;24(1):37-44. doi: 10.1590/1678-775720150090

Bauman R, Scarfe W, Clark S, Morelli J, Scheetz J, Farman A. Ex vivo detection of mesiobuccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions. *Int Endod J.* 2011;44(8):752-8. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01882.x

Beach DA. CBCT Use in Endodontic Diagnosis. *Dent Today.* 2016;35(2):80, 2-3.

Bueno MR, Estrela C, Azevedo BC, Cintra Junqueira JL. Root Canal Shape of Human Permanent Teeth Determined by New Cone-Beam Computed Tomographic Software. *J Endod.* 2020. doi: 10.1016/j.joen.2020.05.014

Bueno MR, Estrela C, Azevedo BC, Diogenes A. Development of a New Cone-Beam Computed Tomography Software for Endodontic Diagnosis. *Braz Dent J.* 2018;29(6):517-29. doi: 10.1590/0103-6440201802455

Bueno MR, Estrela CRA, Granjeiro JM, Sousa-Neto MD, Estrela C. Method to Determine the Root Canal Anatomic Dimension by using a New Cone-Beam Computed Tomography Software. *Braz Dent J.* 2019;30(1):3-11. doi: 10.1590/0103-6440201902462

Chuppani Dastgerdi A, Navabi M, Rakhshan V. Isthmuses, accessory canals, and the direction of root curvature in permanent mandibular first molars: an in vivo computed tomography study. *Restor Dent Endod.* 2020;45(1):e7. doi: 10.5395/rde.2020.45.e7

Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007;33(9):1121-32. doi: 10.1016/j.joen.2007.06.011

Danforth RA, Dus I, Mah J. 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension. *J Calif Dent Assoc.* 2003;31(11):817-23.

de Pablo OV, Estevez R, Peix Sanchez M, Heilborn C, Cohenca N. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. *J Endod.* 2010;36(12):1919-31. doi: 10.1016/j.joen.2010.08.055

de Toubes KM, Cortes MI, Valadares MA, Fonseca LC, Nunes E, Silveira FF. Comparative analysis of accessory mesial canal identification in mandibular first molars by using four different diagnostic methods. *J Endod.* 2012;38(4):436-41. doi: 10.1016/j.joen.2011.12.035

Dietrich MA, Kirkpatrick TC, Yaccino JM. In vitro canal and isthmus debris removal of the self-adjusting file, K3, and WaveOne files in the mesial root of human mandibular molars. *J Endod.* 2012;38(8):1140-4. doi: 10.1016/j.joen.2012.05.007

Duque JA, Duarte MA, Canali LC, Zancan RF, Vivan RR, Bernardes RA, et al. Comparative Effectiveness of New Mechanical Irrigant Agitating Devices for Debris Removal from the Canal and Isthmus of Mesial Roots of Mandibular Molars. *J Endod.* 2017;43(2):326-31. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.009

Estrela C, Bueno MR, Couto GS, Rabelo LE, Alencar AH, Silva RG, et al. Study of Root Canal Anatomy in Human Permanent Teeth in A Subpopulation of Brazil's Center Region Using Cone-Beam Computed Tomography - Part 1. *Braz Dent J.* 2015a;26(5):530-6. doi: 10.1590/0103-6440201302448

Estrela C, Couto GS, Bueno MR, Bueno KG, Estrela LRA, Porto OCL, et al. Apical Foramen Position in Relation to Proximal Root Surfaces of Human Permanent Teeth Determined by Using a New Cone-beam Computed Tomographic Software. *J Endod.* 2018;44(11):1741-8. doi: 10.1016/j.joen.2018.07.028

Estrela C, Rabelo LE, de Souza JB, Alencar AH, Estrela CR, Sousa Neto MD, et al. Frequency of Root Canal Isthmi in Human Permanent Teeth Determined by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2015b;41(9):1535-9. doi: 10.1016/j.joen.2015.05.016

Fan B, Pan Y, Gao Y, Fang F, Wu Q, Gutmann JL. Three-dimensional morphologic analysis of isthmuses in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 2010;36(11):1866-9. doi: 10.1016/j.joen.2010.08.030

Gu L, Wei X, Ling J, Huang X. A microcomputed tomographic study of canal isthmuses in the mesial root of mandibular first molars in a Chinese population. *J Endod.* 2009;35(3):353-6. doi: 10.1016/j.joen.2008.11.029

Hsu YY, Kim S. The resected root surface. The issue of canal isthmuses. *Dent Clin North Am.* 1997;41(3):529-40.

Kamburoglu K, Kursun S. A comparison of the diagnostic accuracy of CBCT images of different voxel resolutions used to detect simulated small internal resorption cavities. *Int Endod J.* 2010;43(9):798-807. doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01749.x

Kang S, Yu HW, Shin Y, Karabucak B, Kim S, Kim E. Topographic Analysis of the Isthmus in Mesiobuccal and Mesial Roots of First Molars in a South Korean Population. *Sci Rep.* 2020;10(1):1247. doi: 10.1038/s41598-020-58364-1

Karapinar-Kazandag M, Basrani BR, Friedman S. The operating microscope enhances detection and negotiation of accessory mesial canals in mandibular molars. *J Endod.* 2010;36(8):1289-94. doi: 10.1016/j.joen.2010.04.005

Karunakaran JV, PremKumar MM, Aarthi G, Jayaprakash N, Kumar SS. Isthmus Incidence in Human Permanent Mandibular First Molars of a South Indian Population: A Cone-Beam Computerized Tomographic Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2019;11(Suppl 2):S468-S73. doi: 10.4103/JPBS.JPBS_80_19

Keles A, Keskin C. Apical Root Canal Morphology of Mesial Roots of Mandibular First Molar Teeth with Vertucci Type II Configuration by Means of Micro-Computed Tomography. *J Endod.* 2017;43(3):481-5. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.045

Kiarudi AH, Eghbal MJ, Safi Y, Aghdasi MM, Fazlyab M. The applications of cone-beam computed tomography in endodontics: a review of literature. *Iran Endod J.* 2015;10(1):16-25.

Kim S, Jung H, Kim S, Shin SJ, Kim E. The Influence of an Isthmus on the Outcomes of Surgically Treated Molars: A Retrospective Study. *J Endod.* 2016;42(7):1029-34. doi: 10.1016/j.joen.2016.04.013

Kim TS, Caruso JM, Christensen H, Torabinejad M. A comparison of cone-beam computed tomography and direct measurement in the examination of the mandibular canal and adjacent structures. *J Endod.* 2010;36(7):1191-4. doi: 10.1016/j.joen.2010.03.028

Kim Y, Lee D, Kim DV, Kim SY. Analysis of Cause of Endodontic Failure of C-Shaped Root Canals. *Scanning.* 2018;2018:2516832. doi: 10.1155/2018/2516832

Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(2):228-31.

Koc C, Sonmez G, Yilmaz F, Karahan S, Kamburoglu K. Comparison of the accuracy of periapical radiography with CBCT taken at 3 different voxel sizes in detecting simulated endodontic complications: an ex vivo study. *Dentomaxillofac Radiol.* 2018;47(4):20170399. doi: 10.1259/dmfr.20170399

Kuzekanani M, Walsh LJ, Amiri M. Prevalence and Distribution of the Middle Mesial Canal in Mandibular First Molar Teeth of the Kerman Population: A CBCT Study. *Int J Dent.* 2020;2020:8851984. doi: 10.1155/2020/8851984

Lima FJ, Montagner F, Jacinto RC, Ambrosano GM, Gomes BP. An in vitro assessment of type, position and incidence of isthmus in human permanent molars. *J Appl Oral Sci.* 2014;22(4):274-81. doi: 10.1590/1678-775720130585

Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(4):534-42. doi: 10.1016/j.tripleo.2006.04.008

Lyra CM, Delai D, Pereira KC, Pereira GM, Pasternak Junior B, Oliveira CA. Morphology of Mesio Buccal Root Canals of Maxillary First Molars: a comparison of CBCT scanning and Cross-sectioning. *Braz Dent J.* 2015;26(5):525-9. doi: 10.1590/0103-644020130096

Mannocci F, Peru M, Sherriff M, Cook R, Pitt Ford TR. The isthmuses of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomographic study. *Int Endod J.* 2005;38(8):558-63. doi: 10.1111/j.1365-2591.2005.00994.x

Mehrvarzfar P, Akhlagi NM, Khodaei F, Shojae G, Shirazi S. Evaluation of isthmus prevalence, location, and types in mesial roots of mandibular molars in the Iranian Population. *Dent Res J (Isfahan).* 2014;11(2):251-6. doi:

Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod.* 2010;36(7):1187-90. doi: 10.1016/j.joen.2010.03.029

Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998;8(9):1558-64.

Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. *J Endod.* 2007;33(1):1-6. doi: 10.1016/j.joen.2006.08.013

Neelakantan P, Devaraj S, Jagannathan N. Histologic Assessment of Debridement of the Root Canal Isthmus of Mandibular Molars by Irrigant Activation Techniques Ex Vivo. *J Endod.* 2016;42(8):1268-72. doi: 10.1016/j.joen.2016.05.005

Oh S, Perinpanayagam H, Kum DJW, Lim SM, Yoo YJ, Chang SW, et al. Evaluation of three obturation techniques in the apical third of mandibular first molar mesial root canals using micro-computed tomography. *J Dent Sci.* 2016;11(1):95-102. doi: 10.1016/j.jds.2015.11.002

Parker JM, Mol A, Rivera EM, Tawil PZ. Cone-beam Computed Tomography Uses in Clinical Endodontics: Observer Variability in Detecting Periapical Lesions. *J Endod.* 2017;43(2):184-7. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.007

Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J.* 2009;42(6):463-75. doi: 10.1111/j.1365-2591.2008.01531.x

Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J.* 2007;40(10):818-30. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01299.x

Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review. *Int Endod J.* 2015;48(1):3-15. doi: 10.1111/iej.12270

Pecora JD, Estrela C, Bueno MR, Porto OC, Alencar AH, Sousa-Neto MD, et al. Detection of root canal isthmuses in molars by map-reading dynamic using CBCT images. *Braz Dent J.* 2013;24(6):569-74. doi: 10.1590/0103-6440201302380

Ricucci D, Siqueira JF, Jr. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *J Endod.* 2010;36(8):1277-88. doi: 10.1016/j.joen.2010.04.007

Rodig T, Koberg C, Baxter S, Konietschke F, Wiegand A, Rizk M. Micro-CT evaluation of sonically and ultrasonically activated irrigation on the removal of hard-tissue debris from isthmus-containing mesial root canal systems of mandibular molars. *Int Endod J.* 2019;52(8):1173-81. doi: 10.1111/iej.13100

Soares PBF, Vilela ABF, Moura CCG, Estrela C, Bueno MR, Soares CJ. Lateral Luxation of Incisor - A Case Report of Using a New Cone-Beam Computed Tomography Software and Reposition Guideline. *Braz Dent J.* 2020;31(3):337-43. doi: 10.1590/0103-6440202003069

Sonmez G, Koc C, Kamburoglu K. Accuracy of linear and volumetric measurements of artificial ERR cavities by using CBCT images obtained at 4 different voxel sizes and measured by using 4 different software: an ex vivo research. *Dentomaxillofac Radiol.* 2018;20170325. doi: 10.1259/dmfr.20170325

Srivastava S, Alrogaibah NA, Aljarbou G. Cone-beam computed tomographic analysis of middle mesial canals and isthmus in mesial roots of mandibular first molars- prevalence and related factors. *J Conserv Dent.* 2018;21(5):526-30. doi: 10.4103/JCD.JCD_205_18

Tachibana H, Matsumoto K. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. *Endod Dent Traumatol.* 1990;6(1):16-20.

Tahmasbi M, Jalali P, Nair MK, Barghan S, Nair UP. Prevalence of Middle Mesial Canals and Isthmi in the Mesial Root of Mandibular Molars: An In Vivo Cone-beam Computed Tomographic Study. *J Endod.* 2017;43(7):1080-3. doi: 10.1016/j.joen.2017.02.008

Teixeira FB, Sano CL, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. A preliminary in vitro study of the incidence and position of the root canal isthmus in maxillary and mandibular first molars. *Int Endod J.* 2003;36(4):276-80.

Tolentino ES, Amoroso-Silva PA, Alcalde MP, Honorio HM, Iwaki LCV, Rubira-Bullen IRF, et al. Accuracy of High-resolution Small-volume Cone-beam Computed Tomography in Detecting Complex Anatomy of the Apical Isthmi: Ex Vivo Analysis. *J Endod.* 2018;44(12):1862-6. doi: 10.1016/j.joen.2018.08.015

Tolentino ES, Amoroso-Silva PA, Alcalde MP, Yamashita FC, Iwaki LCV, Rubira-Bullen IRF, et al. Comparison of limited- and large-volume cone-beam computed tomography using a small voxel size for detecting isthmuses in mandibular molars. *Imaging Sci Dent.* 2021;51(1):27-34. doi: 10.5624/isd.20200144

Tyndall DA, Rathore S. Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):825-41, vii. doi: 10.1016/j.cden.2008.05.002

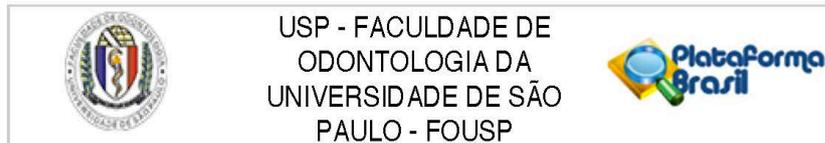
Versiani MA, Ordinola-Zapata R, Keles A, Alcin H, Bramante CM, Pecora JD, et al. Middle mesial canals in mandibular first molars: A micro-CT study in different populations. *Arch Oral Biol.* 2016;61:130-7. doi: 10.1016/j.archoralbio.2015.10.020

Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58(5):589-99.

Wang Y, Zheng QH, Zhou XD, Tang L, Wang Q, Zheng GN, et al. Evaluation of the root and canal morphology of mandibular first permanent molars in a western Chinese population by cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2010;36(11):1786-9. doi: 10.1016/j.joen.2010.08.016

Yoo YJ, Lee W, Kim HC, Shon WJ, Baek SH. Multivariate analysis of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques in the canal and isthmus of mandibular posterior teeth. *Restor Dent Endod.* 2013;38(3):154-9. doi: 10.5395/rde.2013.38.3.154

ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Classificação e profundidade de istmos em molares inferiores: estudo retrospectivo em TCFC

Pesquisador: CELSO LUIZ CALDEIRA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 37001920.8.0000.0075

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.251.084

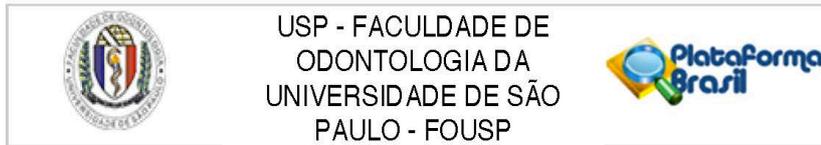
Apresentação do Projeto:

O conhecimento da anatomia dental é passo fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico. A endodontia atual busca, cada vez mais, uma adequada limpeza tridimensional da cavidade pulpar, sendo a região de istmos uma área crítica para o tratamento, sendo de suma importância o conhecimento de sua prevalência e anatomia. O presente projeto de estudo busca, por meio da análise de um banco de dados de tomografias, avaliar a classificação e a profundidade de istmos nas raízes mesiais de molares inferiores. Serão analisadas 2000 imagens tomográficas onde serão selecionados molares inferiores que se enquadrem no estudo. Os arquivos DICOM serão analisados por meio do software eVOL-DX onde a classificação do istmo será realizada milímetro a milímetro a partir da entrada do canal até o forame apical. Uma segunda análise será realizada em função da reconstrução 3D, onde a prevalência do istmo na região cervical será observada e sua profundidade mensurada.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo deste estudo será avaliar, por meio de um banco de dados de tomografias computadorizadas de feixe-cônico, a classificação e a profundidade de istmos nas raízes mesiais de molares inferiores para futuramente poder orientar o clínico para a necessidade de limpeza e desinfecção em profundidade dos istmos em molares inferiores.

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar, sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 4.251.094

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

A pesquisa terá acesso apenas ao banco de imagens tomográficas cedidas pelo Instituto de Documentação Ortodôntica e Radiogianóstico, não tendo acesso a nenhuma informação pessoal dos participantes da pesquisa, guardando assim, o sigilo e a confidencialidade dos dados, portanto não apresentando risco identificável.

Benefícios:

O benefício do estudo é secundário, visto que, conhecendo a profundidade de istmos contaminados far-se-á devida desinfecção dos mesmos durante o tratamento endodôntico, aumentando o potencial de sucesso da terapia quando for empregada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é relevante para área de conhecimento.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os documentos anexados foram: Projeto Detalhado, Informações Básicas do Projeto, Folha de Rosto, Carta de autorização para uso das imagens e anexou cronograma.

Recomendações:

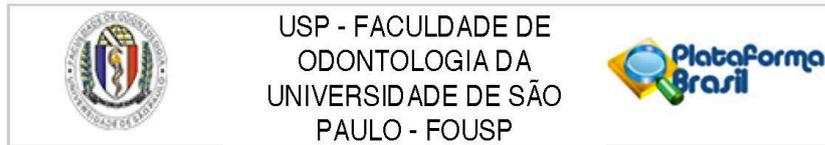
Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final, utilizando-se da opção "Enviar notificação" (descrita no Manual "Submeter Notificação", disponível na Central de Suporte-canto superior direito do site www.saude.gov.br/plataformabrasil). Qualquer alteração no projeto original deve ser apresentada "emenda" a este CEP, de forma objetiva e com justificativas para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar , sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br



Continuação do Parecer: 4.251.084

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1616123.pdf	25/08/2020 12:01:20		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_ISTMO_CEP.pdf	24/08/2020 20:21:11	FELIPE POTGORNIK FERREIRA	Aceito
Outros	Autorizacao_Indor.pdf	24/08/2020 20:12:55	FELIPE POTGORNIK	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_tfc_ago_2020.pdf	24/08/2020 20:08:55	FELIPE POTGORNIK	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Justificativaparaausencia.pdf	20/08/2020 12:43:32	CELSO LUIZ CALDEIRA	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	20/08/2020 12:29:12	CELSO LUIZ CALDEIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 01 de Setembro de 2020

Assinado por:
Alyne Simões Gonçalves
(Coordenador(a))

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227 - 1º andar, sala 02 da administração
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7960 **E-mail:** cepfo@usp.br