

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

PATRÍCIA SANCHES KERGES BUENO

**Acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico e o impacto no tratamento endodôntico em dentes pré-molares inferiores**

BAURU  
2023

PATRÍCIA SANCHES KERGES BUENO

**Acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico e o impacto no tratamento endodôntico em dentes pré-molares inferiores**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências no Programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Estomatologia  
Orientadora: Profa. Dra Izabel Regina Fischer Rubira-Bullen  
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Silva

BAURU  
2023

Bueno, Patrícia

Acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico e o impacto no tratamento endodôntico em dentes pré-molares inferiores/ Patrícia Sanches Kerges Bueno. -- Bauru, 2023.

44 p. : il. ; 31 cm.

Tese (doutorado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, 2024

Orientadora: Profa. Dra. Izabel Regina Fischer Rubira-Bullen

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Comitê de Ética da FOB-USP  
Protocolo nº: 46894721.0.0000.5417  
Data: 21/07/2021



Universidade de São Paulo  
Faculdade de Odontologia de Bauru  
Assistência Técnica Acadêmica  
Serviço de Pós-Graduação

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Tese apresentada e defendida por  
**PATRICIA SANCHES KERGES BUENO**  
e aprovada pela Comissão Julgadora  
em 30 de janeiro de 2024.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **ROBERTA HEIFFIG HANDEM ABUJAMRA**

Prof. Dr. **GUILHERME FERREIRA DA SILVA**  
UNISAGRADO

Prof. Dr. **MARCO ANTONIO HUNGARO DUARTE**  
FOB-USP

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **IZABEL REGINA FISCHER RUBIRA DE BULLEN**  
Presidente da Banca  
FOB - USP

  
**Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação  
FOB-USP



USP  
FACULDADE  
DE  
ODONTOLOGIA  
DE  
BAURU



Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 | Bauru-SP | CEP 17012-901



[www.posgraduacao.fob.usp.br](http://www.posgraduacao.fob.usp.br)



[posgraduacaofobusp](https://www.facebook.com/posgraduacaofobusp)



[fobuspoficial](https://www.youtube.com/fobuspoficial)



14 3235-8223



[posgrad@fob.usp.br](mailto:posgrad@fob.usp.br)



[@posgradfobusp](https://www.instagram.com/posgradfobusp)



[@FobPos](https://twitter.com/FobPos)

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Cidinha e José Luiz, esse degrau alcançado é fruto de um projeto de vida que se iniciou há muito tempo, foram eles que me proporcionaram todas as condições para que eu chegasse onde estou agora, portanto a eles dedico com muito amor e agradeço todo o apoio.*

*Ao meu noivo, Renan, que assim como eu está nessa empreitada acadêmica, ele foi meu alicerce, meu porto e meu amigo por todo esse caminho até aqui, que assim permaneçamos.*

*Aos meus amigos que sempre me apoiaram e que sei que independente da distância se fazem sempre presentes de alguma forma, Tur, Aninha, Marina e Ana Luísa, que vocês continuem por muitos anos ainda participando de cada passo, assim como eu me orgulho de poder estar presente em cada conquista de vocês.*

*A família Furlan, minha segunda família, a qual hoje tenho muito amor e carinho e sei o quanto me querem bem e se preocupam, o meu muito obrigada ao Sr Toninho, Valéria, Juninho, Helo, Alexandre e Xandinho.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Faculdade de Odontologia de Bauru**, bem como aos funcionários, diretores e professores. Todo o trajeto aqui vivido com qualidade de estrutura e aprendizado, que permaneça sendo essa referência que nos faz ter orgulho de ter pertencido a este lugar.

Agradeço em especial o **Departamento de Estomatologia e Radiologia**, que me encantou desde o primeiro ano de graduação e me despertou para o universo acadêmico, a sensação de acertar um diagnóstico, propor um tratamento eficaz e se alcançar a cura é algo indescritível, me tornar a profissional que é capaz de tal feito, me torna extremamente realizada e sinto muita gratidão por cada professor desse departamento: **Prof Damante, Profa Ana Capelozza, Prof Paulo e Profa Cássia** o meu muito obrigada, por me tornar um ser humano mais humano capaz de enxergar um outro ser humano por inteiro e não apenas “boca” .

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

O meu agradecimento mais que especial a **Profa Izabel R. F. Rubira - Bullen**, minha orientadora, nossa chamada “mãe científica”. Obrigada pela doçura, carinho e cuidado no tratar, no falar, por mostrar que o meio acadêmico pode ser eficiente e produtivo mantendo o respeito e o cuidado, foi um privilégio ser sua orientada tanto no mestrado quanto no doutorado, tem minha eterna admiração, carinho e respeito.

## **AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS**

À **Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo**, na pessoa da diretora Profa. Dra. Marília Afonso Rabelo Buzalaf.

À **Comissão de Pós-Graduação** da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo, na pessoa do Presidente Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte.

Ao **Prof. Dr. Leonardo Rigoldi Bonjardim**, coordenador da Área de Concentração em Biologia Oral, Estomatologia, Radiologia e Imaginologia do Programa de Pós-Graduação em Ciência Odontológicas Aplicadas, da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)** - Código de Financiamento 001, portanto o meu agradecimento ao suporte financeiro, sob forma de bolsa de doutorado.

*“Ler fornece ao espírito materiais para o conhecimento, mas só o  
pensar faz nosso o que lemos”*

**John Locke**

## RESUMO

O conhecimento da anatomia interna e externa dos dentes é de fundamental importância para a prática clínica endodôntica. Dentes como os pré molares inferiores (PMI) que apresentam variações em sua anatomia necessitam de exames de imagem de qualidade para que suas estruturas e possíveis variações sejam observadas, prévias ao tratamento. Portanto o objetivo desse trabalho foi comparar a acurácia das imagens de pré molares inferiores na identificação de foraminas acessórias, realizadas por Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), bem como o uso de um software para redução de artefato, com as imagens geradas pela Microtomografia Computadorizada (micro-CT), considerada padrão ouro. Foram selecionados 50 dentes PMI, estes foram submetidos a dois equipamentos de tomografia, microtomografia (micro-CT) e tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Em cada equipamento foram adquiridas uma imagem de cada dente, e essas imagens compõem o n dessa pesquisa, portanto o n=100 imagens. Através do teste de Bland-Altman obteve-se o resultado da média da diferença (viés), entre os métodos avaliados com o padrão ouro, sendo o viés da TCFC Sirona = 1,24 e do filtro e-Vol DX = 1,48, sendo significativamente diferentes de zero, isso demonstra que nenhum método obteve concordância com o padrão ouro. A acurácia da TCFC foi de 36,5% e do e-Vol DX 30,4%, demonstrando que o uso do filtro nesse caso não apresentou melhora. Por fim, através do teste de Friedman, foi possível avaliar qualitativamente os métodos entre si, não havendo diferença significativa entre eles. Concluindo assim, que nenhum método utilizado apresentou resultados semelhantes de acurácia com o micro-CT.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico; Microtomografia Computadorizada; Pré Molar Inferior.

## **ABSTRACT**

### **Accuracy of cone beam computed tomography and the impact on endodontic treatment in mandibular premolar teeth**

Knowledge of the internal and external anatomy of teeth is of fundamental importance for endodontic clinical practice. Teeth such as mandibular premolars that present variations in their anatomy require quality imaging exams so that their structures and possible variations can be observed, prior to treatment. Therefore, the objective of this work was to compare the accuracy of images of mandibular premolars in identifying accessory foramina, performed by Cone Beam Computed Tomography (CBCT), as well as the use of software to reduce artifact, with the images generated by Microtomography Computerized (micro-CT), considered the gold standard. Fifty mandibular premolars teeth were selected and subjected to two tomography equipment, microtomography (micro-CT) and cone beam computed tomography (CBCT). In each piece of equipment, an image of each tooth was acquired, and these images make up the n of this research, therefore the n=100 images. Using the Bland-Altman test, the result of the mean difference (bias) was obtained between the methods evaluated with the gold standard, with the bias of the CBCT Sirona = 1.24 and the e-Vol DX filter = 1.48, being significantly different from zero, this demonstrates that no method achieved agreement with the gold standard. The accuracy of CBCT was 36.5% and of e-Vol DX 30.4%, demonstrating that the use of the filter in this case did not improve. Finally, using the Friedman test, it was possible to qualitatively evaluate the methods among themselves, with no significant difference between them. In conclusion, no method used presented similar accuracy results with micro-CT.

Keywords: Cone Beam Computed Tomography; Micro Computed Tomography; Mandibular Premolar

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Classificação de Vertucci .....	16
Figura 2 -	Aparelho micro-CT .....	20
Figura 3 -	Mandíbula macerada com pré molar inserido no alvéolo com cera utilidade.....	24
Figura 4 -	Reformatações 3D realizadas pelo micro-CT .....	27

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Concordância entre examinadores no Tomógrafo Sirona.....	26
Tabela 2 -	Concordância entre examinadores no software e-Vol DX.....	26
Tabela 3 -	Concordância entre micro-CT e Sirona através do Teste de Bland - Altman .....	28
Tabela 4 -	Concordância entre micro-CT e e-Vol DX através do Teste de Bland - Altman .....	29
Tabela 5 -	Resultado do Teste de Friedman com Qui-quadrado = 3,303 (p=0,192).....	31

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

PMI	Pré molar inferior
PPMI	Primeiro pré molar inferior
TCFC	Tomografia computadorizada de feixe cônico
micro-CT	Micro tomografia computadorizada
MEV	Microscópio eletrônico de varredura

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1	ANATOMIA DOS PRÉ MOLARES INFERIORES .....	16
2.1.1	PRIMEIRO PRÉ MOLAR INFERIOR	16
2.1.2	SEGUNDO PRÉ MOLAR INFERIOR	17
2.1.3	ANATOMIA DOS PRÉ MOLARES INFERIORES X FALHAS NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO	18
2.2	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO...	18
2.3	MICRO TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA	19
2.4	SOFTWARE e-Vol DX	20
3	<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	22
4	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
4.1	OBTENÇÃO E SELEÇÃO DAS AMOSTRAS.....	23
4.2	METODOLOGIA.....	23
4.2.1	Micro Tomografia Computadorizada (micro-CT)	23
4.2.2	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC)	23
4.2.3	Software e-Vol DX	24
4.3	ESTATÍSTICA .....	25
5	<b>RESULTADOS</b> .....	26
6	<b>DISCUSSÃO</b> .....	32
7	<b>CONCLUSÕES</b> .....	35
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36
	<b>ANEXOS</b> .....	42

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico depende de diversos fatores, dentre os principais fatores está o conhecimento da anatomia interna e externa dos dentes pelo cirurgião dentista.

O erro de diagnóstico, a não visualização exata, por meio de exames de imagem adequados de todas as estruturas do dente a ser tratado, podem levar ao fracasso do tratamento endodôntico. (Vertucci, 1984; Pecora *et al* 1991; Briseño-Marroquín *et al*, 2015).

A complexidade e variedade da anatomia do canal radicular dos pré-molares inferiores (PMI) é frequentemente negligenciada pelos endodontistas e foi relatado que o tratamento do primeiro pré-molar inferior tem a maior taxa de falha resultante da incapacidade de reconhecer e tratar todos os canais adequadamente (Ingle; Taintor, 1985).

Uma revisão de literatura realizada em 2007 a respeito da morfologia das raízes e canais dos primeiros pré molares inferiores (PPMI), destacou algumas características como por exemplo, a maioria apresenta apenas uma raiz, porém há PPMI com duas, três e até quatro raízes que agrupados correspondem a 2,1% dos casos levantados nessa revisão. Quanto aos canais, são mais comuns os PPMI com apenas um canal, porém 24,2% dos casos possuem dois ou mais canais. Outra característica morfológica apurada foram os forames, que podem aparecer dois ou mais forames em 20% dos casos. (Cleghorn; Christie; Dong, 2007).

A etnia é um fator citado em alguns trabalhos como determinante para variações morfológicas nos PPMI. (Caputo *et al.*, 2014; Moreno *et al.*, 2021). O canal em forma de C foi observado em 1,8% da amostra de 50 dentes PPMI avaliados da população colombiana (Moreno *et al.*, 2021), enquanto um trabalho brasileiro em uma amostra de 123 de dentes PPMI foi observado uma prevalência de pouco mais de 67% de canais em forma de C, o que colabora para evidenciar o impacto do fator etnia nessa variação morfológica. (Ordinola-Zapata *et al.*, 2014).

A classificação de Vertucci é amplamente utilizada pois nela contém as diversas morfologias de canais encontradas. (Vertucci, 1984).

Shinde *et al* em 2016, menciona a importância da radiografia na identificação de variações anatômicas nos PMI, ressaltando também a tomografia

computadorizada de feixe cônico (TCFC) como uma importante ferramenta para essa finalidade. (Villas-Bôas *et al.*, 2011; Tolentino *et al.*, 2018).

As radiografias periapicais ainda apresentam a maior prevalência de uso quando se trata de diagnóstico e tratamento endodôntico, devido ao seu baixo custo, facilidade de interpretação da imagem e por submeter o paciente a doses mais baixas de radiação, porém com desvantagens como sobreposição de estruturas e gerar apenas imagens bidimensionais. (Walton *et al.*, 2008; Patel *et al.*, 2009; Tewary; Luzzo; Hartwell, 2011; Patel *et al.*, 2019)

A análise de raízes e canais pela TCFC tornou-se um recurso superior aos utilizados antigamente, além de possibilitar estudos morfológicos mais completos devido a sua reformatação 3D. (Algarni *et al.*, 2019). A tomografia facilita a investigação detalhada da anatomia externa e interna do dente, que pode ser observada simultaneamente ou separadamente de diferentes ângulos, reconstruindo as imagens tridimensionalmente. Além disso, as características dos dentes podem ser avaliadas qualitativa e quantitativamente (Bjorndal *et al.*, 1999; Dowker *et al.*, 1997).

Dentre tantas vantagens da TCFC, existem, porém, algumas desvantagens como por exemplo: os artefatos formados em imagens devido a presença de metais, sejam eles oriundos de restaurações, pinos intrarradiculares ou até mesmo implantes dentários. E em comparação aos demais exames de imagem, na TCFC o paciente é exposto a doses mais altas de radiação. (Patel *et al.*, 2015; Weissman *et al.*, 2015; Doyle *et al.*, 2018; Beacham *et al.*, 2018).

Atualmente existe um software (e-Vol DX, CDT) que foi desenvolvido para reduzir ruídos e artefatos na aquisição de imagens geradas pelos aparelhos de TCFC. Nele os arquivos DICOM são submetidos a filtros, com o intuito de melhorar a visualização de estruturas anatômicas e patologias nesses exames, de tal forma que seja possível reduzir as falhas do tratamento endodôntico (Estrela *et al.*, 2018).

O principal objetivo do tratamento endodôntico é a descontaminação de canais através de uma intervenção mecânico química dos mesmos. (Siqueira *et al.*, 2018).

Tendo em vista as variações anatômicas como canais e foraminas acessórias, que podem ocorrer nos pré-molares inferiores podendo impactar no sucesso do tratamento endodôntico, o objetivo desse estudo foi identificar a acurácia dos protocolos das imagens de TCFC na identificação de foraminas acessórias em pré molares inferiores, comparando a acuidade da TCFC e o uso do Software e-Vol

DX com as imagens geradas pelo padrão ouro (micro-CT), visto que não há nenhum trabalho até o momento na literatura que os compare dessa maneira.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

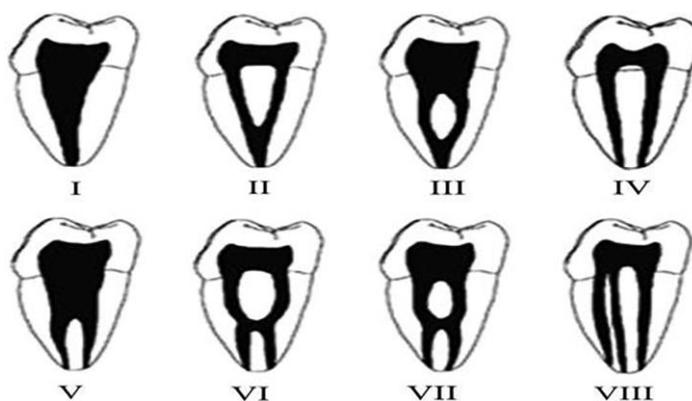
### 2.1 ANATOMIA DOS PRÉ MOLARES INFERIORES

#### 2.1.1 PRIMEIRO PRÉ MOLAR INFERIOR

O primeiro pré-molar inferior em sua maioria apresenta apenas um canal, porém ele pode apresentar até dois, três, quatro ou até cinco canais. (Macri; Zmener, 2000; Lombart; Michonneau, 2005; Ordinola-Zapata *et al.*, 2014). Em relação a suas raízes, eles são mais comumente encontrados com uma raiz, porém há relatos de PPMI com até quatro raízes. (Cleghorn; Christie; Dong, 2007). A raiz em forma de “C” nos PPMI pode trazer alterações morfológicas dos canais nesses dentes em que estão presentes. (Fan *et al.*, 2008)

Vertucci (1984), ao avaliar dois mil e quatrocentos dentes, os agrupou de acordo com algumas características morfológicas internas como por exemplo: a presença de ramificações do canal principal, a frequência da presença de deltas apicais e também a localização dos forames apicais, sendo assim denominado por Classificação de Vertucci (Vertucci, 1984). Os primeiros pré molares inferiores foram classificados em oito tipos, os quais estão representados abaixo, segundo Vertucci:

Figura 1 - Classificação de Vertucci



Fonte: ALGARNI *et al.*, 2019

Na população brasileira os tipos I e V são as mais prevalentes, bem como os canais com configuração em forma de “C” (Ordinala-Zapata *et al.*, 2014).

Em relação ao forame apical dos PPMI, as variações podem ocorrer na forma de assimetrias dos mesmos, devido a fatores fisiológicos e patológicos.

Deposição de cimento e remodelação apical em consequência de reabsorções radiculares externas estão entre as causas que levam ao desvio do forame apical.

A presença de foraminas acessórias em PPMI é relatada na literatura e trabalhos como os de Sant'Anna-Júnior *et al.*, (2010) e Awawdeh, Fadaleh e Al-Qudah (2018) observaram e quantificaram as foraminas por meio do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e Esteriomicroscópio, respectivamente. Nesse estudo de 2018, uma amostra de 101 PPMI foram observadas a prevalência de 34% para presença de uma foramina acessória, 25% para presença de duas foraminas acessórias e 17% para presença de três foraminas acessórias, o que as torna mais comuns do que sua ausência, que ocorreu em 5% da amostra. (Awawdeh; Fadaleh; Al-Qudah, 2018)

### 2.1.2 SEGUNDO PRÉ MOLAR INFERIOR

O segundo pré molar inferior é relatado em livros como um dente com uma única raiz e um único canal. (Ingle; Bakland, 2002)

A anatomia externa da raiz, normalmente apresenta um formato oval e comumente nas faces mesiais e distais apresentam depressões oriundas do seu processo de desenvolvimento, sendo a depressão distal normalmente mais pronunciada. (Woelfel; Scheid, 2002; Ash; Nelson, 2003)

Na literatura a morfologia do canal e da raiz dos segundos pré molares apresentam alta variedade, muitos estudos atribuem as diferentes etnias, genética e até ao gênero como fatores que justificam essa variedade. (Zillich; Dowson, 1973; Taylor, 1978; Walton; Torabinejad, 1996; Brown; Herbranson, 2005; Bulut *et al.*, 2015; Pedemonte *et al.*, 2018).

Uma revisão de literatura realizada em 2007, chegou à conclusão de que a incidência de segundos PMI com duas ou mais raízes é em torno de 0,4%, que 9,0% apresentam dois ou mais canais, dois ou mais forames ocorrem em torno de 8,2% das vezes, havendo em poucos estudos a correlação de etnias e gêneros com a incidência de um único canal versus dois ou mais. (Cleghorn; Christie; Dong, 2007).

Os forames dos segundos pré molares inferiores podem ser divididos como cêntricos e excêntricos, sendo a incidência dos forames laterais (excêntricos) mais comuns do que os cêntricos em 78,11% e 21,89%, respectivamente. (De Deus, 1975; Rahimi *et al.*, 2009)

Em relação a Classificação de Vertucci, os tipos I, II e IV são os mais prevalentes na população saudita, assim como um estudo da população brasileira

também evidenciou a maior incidência da configuração tipo I, semelhante ao que foi observado em demais populações como américas, iranianas, chinesas, egípcias, entre outras. (Alghamdi; Khalil, 2021; Lemos *et al.*, 2022).

### 2.1.3 ANATOMIA DOS PRÉ MOLARES INFERIORES X FALHAS NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO

O tratamento endodôntico exige conhecimento das características morfológicas dos canais radiculares, para que a descontaminação, instrumentação e obturação do canal sejam efetivas, na prática clínica. Portanto quantidade de raízes e canais, bem como comprimento e o seu formato, são características anatômicas que precisam ser conhecidas pelo cirurgião dentista.

Na literatura tem-se como fatores mais prevalentes na falha do tratamento endodôntico a instrumentação incompleta seguida da obturação incorreta do canal radicular. (Ingle; Bakland; Baumgartner, 2008; Alfawaz *et al.*, 2019)

Os PMI são dentes que apresentam elevadas incidências de alterações morfológicas na anatomia do canal, são descritos na literatura como o grupo de dentes mais difíceis de tratar endodonticamente, o que justifica a alta frequências de insucessos e falhas no seu tratamento. (Slowey, 1979; England; Hartwell; Lance, 1991; Ingle; Bakland, 2005)

É importante salientar que deve haver uma análise criteriosa ao atender cada paciente quanto a características anatômicas, genéticas e étnicas. (Estrela *et al.*, 2015)

## 2.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO (TCFC)

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) surgiu a partir dos princípios da tomografia computadorizada médica, para melhorar aspectos limitantes das radiografias convencionais. Ela compreende uma modalidade de exame tridimensional utilizado especificamente para avaliação do complexo dentário/esquelético maxilo facial (Arai *et al.*, 1999; Durack; Patel, 2012; Bueno; Estrela, 2018).

A imagem é formada devido a emissão de um feixe cônico de raio-x por uma fonte de raio-x, sendo direcionada até a área de interesse, tanto a fonte que emite o feixe quanto o receptor desses raios x rotacionam ao redor do indivíduo sincronizados, fazendo uma única varredura. Formam-se assim centenas de bases

imagens que depois passam por uma reconstrução no software, gerando reconstruções volumétricas. (Patel, 2009).

A TCFC é um exame superior aos demais por permitir essa análise de estruturas a nível 3D e também por reduzir a sobreposição de estruturas anatômicas na área de escolha. (Lofthag *et al.*, 2007)

O campo de visão na TCFC é denominado por FOV e corresponde com a delimitação da área a ser examinada, áreas maiores como maxila e mandíbula vão exigir FOV maiores, enquanto para avaliar dentes e canais, exigem FOV menores. Essa possibilidade de regular o FOV para cada ocasião permite com que doses de radiação sejam também ajustadas de acordo com a necessidade. (Lofthag *et al.*, 2007; Beacham *et al.*, 2018).

Assim como em imagens bidimensionais que tem no pixel sua menor unidade, na TCFC que se trata de imagens tridimensionais, existe o voxel, que é sua menor unidade de espessura da imagem, considerado um pixel 3D, ele pode variar em 0,5 a 2mm, um voxel menor traz maiores detalhes e imagens de melhor qualidade, porém é necessária uma radiação maior. (Frederiksen, 1994).

As desvantagens da TCFC estão na formação de ruídos e artefatos na imagem quando há presença de metal na região em que houve a incidência dos feixes de raio-x, o que pode prejudicar a interpretação da imagem, influenciando negativamente no diagnóstico ou visualização de estruturas anatômicas. (Patel *et al.*, 2015; Weissman *et al.*, 2015; Doyle *et al.*, 2018; Beacham *et al.*, 2018).

A TCFC requer treinamento, por se tratar de uma modalidade de exame relativamente nova dentro da odontologia, o profissional ao solicitar esse exame deve estar ciente dos benefícios e riscos, como por exemplo o aumento da exposição à radiação pela qual o paciente é submetido.

A endodontia é uma área que utiliza imagens com detalhes, para melhor visualização de raiz, canais e periodonto, porém essa maior qualidade acaba tendo como consequência uma maior radiação. (Patel *et al.*, 2019).

### 2.3 MICRO TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA (micro – CT)

A micro-CT é um método que se utiliza de feixes cônicos de raios-x para obtenção de imagens 3D verdadeiras, porém de espécimes de pequenos volumes. Essa fonte de raios-x com tensão ajustável, permite o uso para espécimes de

diferentes densidades. Sua técnica não invasiva e não destrutiva permite uma avaliação qualitativa e quantitativa. (Rhodes *et al.*, 1999).

**Figura 2 - Aparelho de micro - CT SKYSCAN 1174 Bruker**



Ela é considerada um exame de extrema qualidade para estruturas de pequeno volume, utilizada como padrão ouro em diversos trabalhos. (Ritman, 2011)

Além da extrema qualidade, é um exame não destrutivo, *ex vivo*, não invasivo, reproduzível e com o auxílio de um software faz reconstruções 3D de alta resolução, sendo considerado o padrão ouro no estudo da morfologia interna e externa de dentes. Essa alta performance auxilia a compreender até mesmo o desenvolvimento de processos infecciosos nos dentes e até algumas intercorrências do dia a dia clínico do cirurgião dentista. (Çalışkan *et al.*, 1995; PLOTINO *et al.*, 2006; Celikten *et al.*, 2016; Bürklein; Heck; Schäfer, 2017; Arikan, 2020)

#### 2.4 SOFTWARE E – VOL DX

O e-Vol DX é um software com diversos recursos cujo o objetivo é reduzir artefatos e ruídos das imagens geradas pelos tomógrafos de feixe cônico. Casos de falta de nitidez, imagem desfocada e presença de artefatos estão entre as indicações de uso do e-Vol DX, pois ele apresenta recursos como ajuste de brilho e contraste,

possibilidade de alterar formato, filtros de redução de ruídos, dentre outros que possibilitam deixar a imagem em alta qualidade de resolução.

A alta resolução de imagens fornecidas por ele, deve-se a voxels submilimétricos, com capacidade de manipulação de volume e intervalos de corte.

O fator que difere o e-Vol DX dos demais softwares é sua compatibilidade, através dele é possível importar arquivos DICOM de qualquer fonte.

Apesar da TCFC ser um exame de qualidade, existem alguns fatores que podem limitar sua alta performance, como por exemplo os softwares de visualização da sua imagem dos tomógrafos, a ausência de ferramentas que possibilitem melhorar a qualidade da imagem, bem como a redução de artefatos, faz com que o e-Vol DX ganhe destaque como potencial em superar essas adversidades, melhorando o diagnóstico e planejamento de tratamento endodônticos. (Bueno *et al.*, 2018)

Por se tratar de um software novo, ainda são poucos os relatos do seu uso na literatura, porém há casos de uso para identificar canais radiculares acessórios, apesar dos mesmos normalmente apresentar uma espessura suficiente para sua identificação na TCFC, eles podem não ser visualizados na TCFC, seja por falta de treinamento ou ser confundidos com outras estruturas, o uso do e-Vol DX através de uma metodologia simples que pode ser aplicada com filtro específico e possibilitando a melhor visualização do canal acessório. (Bueno *et al.*, 2021). Foi relatado também o uso para redução de artefatos, atenuando sua interferência na interpretação da imagem. (Gregoris Rabelo *et al.*, 2021)

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo principal desse trabalho foi identificar a acurácia dos protocolos das imagens de TCFC comparando-as as do micro-CT (padrão ouro).

Os objetivos secundários foram: avaliar a variação morfológica dos PMI de forma quantitativa, em relação a presença das foraminas acessórias nessa amostra selecionada e avaliar se o uso de um software com filtros para melhorar a resolução da imagem promove uma melhor visualização de estruturas anatômicas como as foraminas acessórias.

## 4 MÉTODOS

### OBTENÇÃO E SELEÇÃO DAS AMOSTRAS

Após a aprovação pelo Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Bauru, CAAE 46894721.0.0000.5417 (ANEXO A), foram selecionados 50 pré-molares inferiores, estes foram extraídos por outras finalidades (doença periodontal, cárie ou fratura coronal) de uma população brasileira, esses dentes foram cedidos pelo Departamento de Anatomia da Faculdade de Odontologia de Bauru.

Dentes com canais radiculares calcificados, rizogênese incompleta, fraturas radiculares, reabsorção externa ou interna foram excluídos. O sexo e a idade dos pacientes não foram do conhecimento dos avaliadores. Os dentes foram armazenados em formol neutro tamponado a 10%.

### METODOLOGIA

#### **Micro-tomografia computadorizada**

As amostras foram submetidas ao exame de tomografia pelo aparelho SkyScan 1174v Bruker, micro-CT. Os parâmetros de micro-tomografia computadorizada utilizados foram 50 kV, 800 mA, 360 µg de rotação e um voxel isotrópico de 19,6 µm.

As imagens foram reconstruídas com software dedicado (NRecon v.1.6.3; Bruker-microCT) que forneceu reformatações transversais e axiais das estruturas internas das raízes no formato bitmap (BMP). Os modelos tridimensionais foram reconstruídos utilizando segmentação automática e o software CTAn v.1.12 (Bruker-microCT). O software de visualização de dados CTVol v.2.2.1 (Bruker-microCT) foi utilizado para avaliação quantitativa dos espécimes. Dessa forma as foraminas foram quantificadas e analisadas.

#### **Tomografia computadorizada de feixe cônico**

A mesma amostra de 50 dentes foi posicionada em um dispositivo (uma mandíbula humana macerada com recobrimento por cera utilidade), para simular condições semelhantes com in-vivo, como pode ser observado na Imagem 1.

**Figura 3 - Mandíbula macerada com pré molar inserido no alvéolo com cera utilidade**



Foi realizada a aquisição de imagens dessas amostras pelo aparelho Orthophos SL Unit (Dentsply-Sirona, Bensheim, Germany) na resolução mais alta deste aparelho (5 a 5,5cm de FOV, 80mm voxel size; 90Kv, 16mA).

As imagens geradas pelo tomógrafo Orthophos SL foram examinadas pelo software SIDEXIS 4 (Dentsply-Sirona), em uma estação de trabalho com os computadores PC Intel Core 2 Duo 1,86 Ghz-6300 (Intel Corporation, Santa Clara, CA) com um turbo cache NVIDIA GeForce 6200 placa de vídeo (NVIDIA Corporation, Santa Clara, CA) executando o Windows XP Professional SP-2 (Microsoft Corporation, Redmond, WA) e com um monitor EIZO-FlexScan S2000 em uma resolução de 1600 a 1200pixels (EIZO NANA O Corporation, Hakusan, Japão).

### **Software e-Vol DX**

Os arquivos DICOM gerados foram submetidos ao software e-Vol DX (CDT Software, Bauru, SP, Brasil) e foram analisados no computador PC Intel Core 2 Duo 1,86 Ghz-6300 (Intel Corporation, Santa Clara, CA) com um turbo cache NVIDIA GeForce 6200 placa de vídeo (NVIDIA Corporation, Santa Clara, CA) executando o Windows XP Professional SP-2 (Microsoft Corporation, Redmond, WA) e com um monitor EIZO-FlexScan S2000 em uma resolução de 1600 a 1200pixels (EIZO

NANAO Corporation, Hakusan, Japão). Através desse software foi ajustado configurações de brilho e contraste e utilizados filtros específicos para alcançar uma melhor resolução de imagem.

### **Estatística**

Dois examinadores, ambos com experiência, foram calibrados através de um teste de concordância: o teste de Coeficiente de Correlação Intraclass, que avaliou a concordância dos examinadores em todos os métodos utilizados. Houve um consenso entre ambos quanto a quantificação das foraminas acessórias encontradas e quando houve alguma divergência, um terceiro examinador com experiência foi solicitado.

Após os testes de concordância os resultados foram tabulados e a estatística foi realizada através dos testes de Bland-Altman (para obter a concordância entre métodos e o padrão ouro), Friedman (para definir o melhor método) e a acurácia de cada método avaliado (proporção de acertos da TCFC e e-Vol DX).

## 5 RESULTADOS

A concordância entre os examinadores foi verificada em cada método, através do teste de Coeficiente de Correlação Intraclases, em inglês Intraclass Correlation Coefficient (ICC) e os resultados estão descritos nas tabelas a seguir:

Tabela 1 - Concordância entre examinadores no Tomógrafo Sirona

<b>Coeficiente de Correlação Intraclases - SIRONA</b>							
	Correlação Interclasses	Intervalo de Confiança de 95%		Teste F com valor verdadeiro 0			
		Limite Inferior	Limite Superior	Valor	df1	df2	Sig
<b>Individual</b>	0,635 <sup>a</sup>	0,436	0,775	4,667	49	49	0,000
<b>Média</b>	0,777 <sup>c</sup>	0,607	0,873	4,667	49	49	0,000

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- Type A intraclass correlation coefficients using an absolute agreement definition.
- This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

Tabela 2 Concordância entre examinadores no software e-Vol DX

<b>Coeficiente de Correlação Intraclases – e-Vol - DX</b>							
	Correlação Interclasses	Intervalo de Confiança de 95%		Teste F com valor verdadeiro 0			
		Limite Inferior	Limite Superior	Valor	df1	df2	Sig
<b>Individual</b>	0,975 <sup>a</sup>	0,956	0,986	78,388	49	49	0,000
<b>Média</b>	0,987 <sup>c</sup>	0,978	0,993	78,388	49	49	0,000

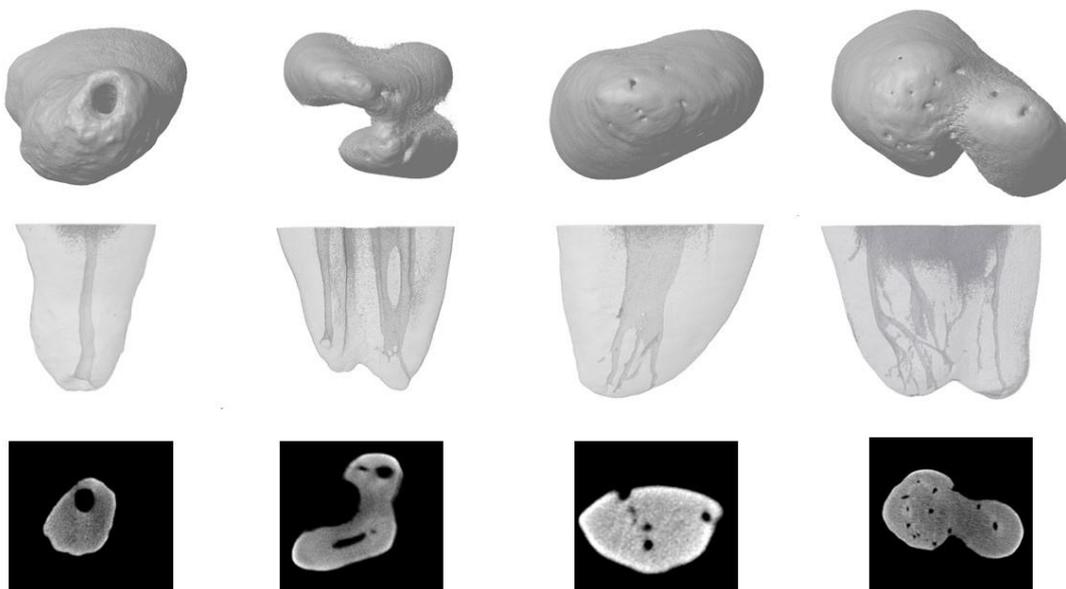
Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

- The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- Type A intraclass correlation coefficients using an absolute agreement definition.
- This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

Em relação ao Sirona tem-se uma concordância de  $p=0,77$ , fato que corrobora para estabelecer uma boa concordância, dando confiabilidade aos dados coletados pelo examinador 1. Já o e-Vol DX, apresentou a maior concordância entre os examinadores com  $p=0,98$ .

As figuras a seguir demonstram alguns exemplos de configurações de ápices dos PMI e a presença das foraminas acessórias encontradas em nossa amostra:

Figura 3 Reformatações 3D realizadas pelo micro-CT



A figura representa um exemplo das amostras avaliadas, bem como a variedade morfológica presente. Na primeira linha tem as reconstruções volumétricas 3D dos ápices dos pré molares inferiores, na segunda linha sua reconstrução em alta resolução, evidenciando os canais que originam as foraminas acessórias quando presentes, e na última linha a reformatação axial do ápice dos pré molares inferiores, onde se evidencia a presença das foraminas acessórias.

Após a análise de concordância entre examinadores e a tabulação dos resultados, os dados obtidos pelo examinador 1 foram submetidos aos testes estatísticos de Bland – Altman a fim de avaliar cada método em relação ao padrão ouro (micro-CT), na identificação das foraminas acessórias dos pré molares inferiores.

Na primeira análise tem-se a comparação entre os resultados obtidos pelo micro-CT e as imagens de TCFC do tomógrafo Sirona, e ela é apresentada na seguinte tabela:

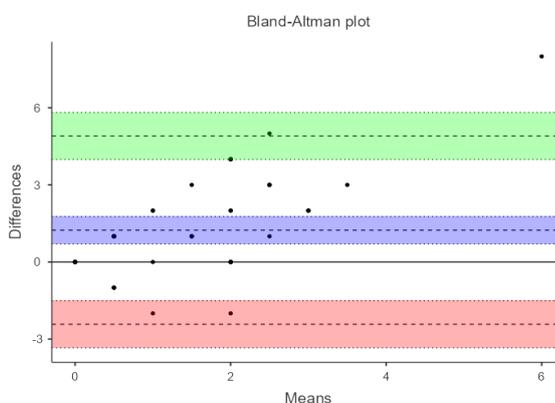
Tabela 3 Concordância entre micro-CT e Sirona através do Teste de Bland-Altman

	Diferença média	Intervalo de Confiança de 95%	
		Mínimo	Máximo
<b>Viés ( n = 50 )</b>	1.24	0.709	1.77
<b>Limite inferior de concordância</b>	-2.42	-3.336	-1.51
<b>Limite superior de concordância</b>	4.90	3.989	5.82

$t = 4.7$ ,  $df = 49$ ,  $p\text{-value} = 2,05$  alternative hypothesis: true bias is not equal to 0

O limite inferior, superior, valores máximo, mínimo e a diferença média são visualizados nas tabelas e nos gráficos. Na Tabela 4, é possível observar que a média da diferença (viés) entre o Sirona e o micro-CT foi de 1,24 e  $p = 2,05$ , portanto significativamente diferentes de zero, considerando um intervalo de confiança de 95%. O que caracteriza a não concordância entre os métodos.

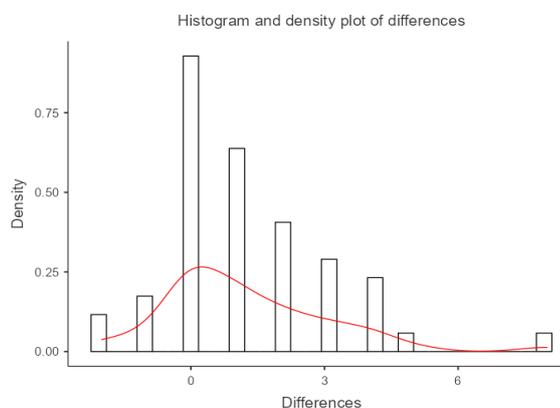
Gráfico 1 - Diferenças entre Micro-CT X Sirona



No Gráfico 1, observa-se que o eixo x corresponde à média entre os métodos, ou seja, a quantidade média de foraminas acessórias avaliadas em cada dente, entre os métodos avaliados (TCFC e micro-CT), já o eixo y, corresponde à diferença entre os métodos, ou seja a contagem de foraminas visualizadas nas imagens geradas no micro-CT menos a quantidade visualizada nas imagens da TCFC e a linha preta contínua corresponde ao zero. Os pontos visualizados são as diferenças de concordância entre TCFC e micro-CT, mesmo havendo a presença de alguns pontos localizados na linha do zero, a maioria está acima da mesma,

evidenciando que as médias se mostram bem distantes da linha do zero, isso elucida que, a diferença real não é igual a zero.

Histograma 1 - Diferenças de densidade entre Micro-CT e Sirona



Já o histograma de frequência mensura a densidade dessas diferenças de zero, e observa-se no Histograma 1, que em alguns momentos obtivemos concordância, pois há densidade no zero, em torno de 0,25, porém na maioria das vezes as diferenças foram para valores acima e abaixo de zero, havendo uma assimetria grande nesse histograma.

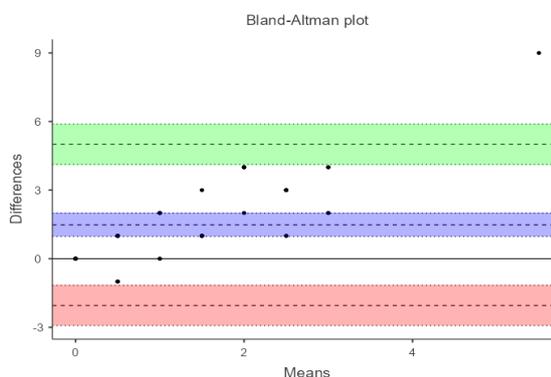
Nos resultados do e-Vol DX observa-se pela Tabela 5 que a diferença média (viés) com o padrão ouro foi de 1,48 e  $p=4,07$  com padrões de gráfico e histograma bem parecidos repetindo uma densidade maior em valores acima de zero, observado através do Gráfico 2 e Histograma 2.

Tabela 3 Concordância entre Micro-CT e E-Vol através do Teste de Bland-Altman

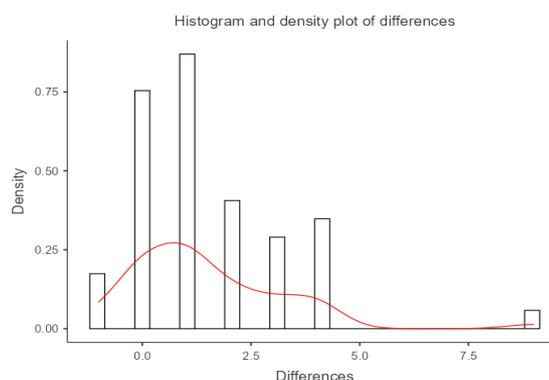
	Diferença média	Intervalo de Confiança de 95%	
		Inferior	Superior
Viés ( n = 50 )	1.48	0.969	1.99
Limite inferior de concordância	-2.04	-2.924	-1.17
Limite superior de concordância	5.00	4.126	5.88

$t = 5.8$ ,  $df = 49$ ,  $p\text{-value} = 4,07$  alternative hypothesis: true bias is not equal to 0

Gráfico 2 -Diferenças entre Micro-CT X e-Vol DX



Histograma 2 - Diferenças de densidade entre Micro-CT e e-Vol DX



Nota-se no gráfico 2 o predomínio de pontos acima do eixo do zero e as densidades estão concentradas em diferenças acima de zero, como pode ser observado no histograma 2.

Com isso os resultados apresentam um padrão, toda vez que se comparou o micro-CT com os outros métodos, foi observado que nenhum obteve acuidade semelhante ou igual.

Posterior ao Bland-Altman foi realizada uma análise de variância de medidas repetidas através do teste Friedman, para comparação qualitativamente entre os métodos, esse teste define qual método apresenta melhor resultado na identificação das foraminas acessórias.

Tabela 4 - Resultado do Teste de Friedman com Qui-quadrado = 3,303 (P=0,192)

Grupo	N	Ausente	Median	25%	75%
SIRONA	50	0	0,5	0	2.000
E-VOL	50	0	0	0	1.000

Essa análise é feita com base na mediana entre eles, como é possível observar na Tabela 6, os resultados foram  $p= 0,5$  para o Sirona e  $p= 0$  para o e-Vol DX, portanto não há diferença estatisticamente significativa entre os métodos, demonstrando que não há um método melhor na identificação das foraminas acessórias.

Por fim, foi determinada a acurácia de cada método, essa etapa foi possível após definir a quantidade de resultados verdadeiro positivo (VP) – ocasião em que foi observada a mesma quantidade de foraminas acessórias no método avaliado que o padrão ouro; verdadeiro negativo (VN) – quando o valor de foraminas acessórias ausentes foi igual entre o padrão ouro e o método avaliado; falso positivo (FP) - quando no método avaliado foi visualizado foraminas que não existiam no padrão ouro e falso negativo (FN) – quando a foramina acessória foi identificada no padrão ouro porém não foi no método avaliado.

Na TCFC obteve-se FN = 70; VP = 32; FP = 07 e VN = 10, esses resultados determinaram uma acurácia de 36,5% em relação ao padrão ouro. Já nos resultados do software e-Vol DX obteve-se FN = 77; VP = 24; FP = 03 e VN = 11, determinando assim uma acurácia inferior ao obtido sem o seu uso, de 30,4% em relação ao padrão ouro.

## 6 DISCUSSÃO

Os pré molares inferiores, apesar de ser relatado na literatura que a maioria apresenta uma anatomia simples (uni ou birradicular), deve-se levar em conta que também são dentes que apresentam uma variedade morfológica extensa (até 8 configurações diferentes de canais), sendo um desafio para o profissional que precisa trata-lo endodonticamente. (Vertucci, 1984; Ahmad; Alenezi, 2016; Abella *et al.*, 2015)

Portanto, nos casos em que se necessita tratamento endodôntico em um pré molar inferior, uma atenção especial é necessária em relação a sua morfologia, principalmente interna, pois a não identificação de canais acessórios, faz com que os mesmos não sejam tratados, resultando em maior índice de falhas do tratamento. Esse alto índice de insucesso no tratamento do PMI tem uma relação muito forte estabelecida na literatura com a variedade dos canais radiculares desse dente. (Al-Fouzan, 2001; Cleghorn; Christie; Dong, 2007; Zillich; Dowson, 1973; Vertucci, 1978)

Poucos trabalhos na literatura analisaram apenas as foraminas acessórias em PMI, um deles usou como método para avaliar o ápice desse dente a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), em uma amostra de 50 PMI unirradiculares eles os classificaram em 3 tipos: Tipo I – PMI com apenas forame apical principal; Tipo II – PMI com forame principal e uma ou mais foraminas acessórias e Tipo III – PMI apenas com foraminas acessórias. Nessa classificação o tipo mais comum foi o I, porém chamou a atenção a alta incidência do Tipo III nos primeiros PMI. Em nosso trabalho foi observado uma alta prevalência do Tipo II, sendo muito mais comuns os PMI com foraminas acessórias do que estas ausentes (Sant'Anna-Júnior *et al.*, 2010).

A etnia não foi algo levantado em nosso trabalho, porém aparece na literatura como um fator muito determinante nas variações morfológicas dos PMI, sendo a gama de variações que encontramos em nosso trabalho, compatível com o que é relatado na literatura sobre a morfologia encontrada na população brasileira ser muito diversificada. (Pablo *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2013)

Ao se utilizar o teste estatístico Bland Altman, para se estabelecer um limite de concordância entre os métodos avaliados, a validação dessa concordância seria um resultado em que a diferença entre eles (método avaliado e micro-CT), fosse sempre zero, ou próximo a zero, dessa forma, teríamos um/os método(s), que apresentam concordância com o padrão ouro. Porém, isso não foi o observado, nos nossos resultados, mas sim, o contrário: a diferença entre os métodos esteve na

maioria das vezes distante de zero, o que demonstra a não concordância entre os métodos, (TCFC Sirona e e-Vol DX), com o padrão ouro (micro-CT), sendo, portanto, todas significativamente diferentes de zero.

O surgimento da TCFC significou uma grande evolução para avaliação e diagnóstico dentro da odontologia, comparada ao demais métodos 2D previamente utilizados, os tratamentos foram notoriamente beneficiados. Porém para um uso correto desse recurso 3D, requer treinamento e conhecimento pois a indicação deve ser específica para cada caso, pois a seleção do FOV, voxel, voltagem e amperagem incorretos podem gerar imagens ineficientes da estrutura a ser avaliada. (Rincón-Rodriges *et al.*, 2022)

Na literatura alguns autores mencionam que de fato o micro-CT é um método de excelência no estudo da morfologia externa e interna dos dentes, por se tratar de uma técnica tridimensional, com precisão, não destrutiva e com uma resolução muito superior quando se compara a TCFC, algo que também foi compatível com nossos achados. (Martins *et al.*, 2018; Karobari *et al.*, 2022)

Em âmbito clínico a TCFC é o exame mais confiável, com maior precisão na detecção de variações morfológicas, principalmente em PMI, que podem apresentar uma configuração complexa de anatomia interna, porém ela ainda produz detalhes muito inferiores do que os observados no micro-CT (Zhang *et al.*, 2017). Portanto a atenção ao avaliar esse grupo de dentes, em relação a sua anatomia, presença de canais e foraminas acessórias, bem como a configuração de suas raízes, é primordial para o sucesso no tratamento endodôntico, pois canais não visualizados e não tratados estão entre as falhas mais relatadas e comuns na literatura. (Ingle; Bakland; Baumgartner, 2008).

Em nosso estudo foi observado concordância entre os examinadores com um resultado mais elevado ( $p= 0,98$ ), nas imagens DICOM visualizadas através do software e-Vol DX, diante disso, uma hipótese que pode ser considerada é de que, o filtro do software melhorou a imagem em algum aspecto, de tal forma, que houve uma concordância quase absoluta entre os examinadores ao utiliza-la, porém o uso do filtro (e-Vol DX), em relação a concordância e a acurácia com o padrão ouro, apresentou resultados inferiores, semelhantes ao outro método avaliado, não havendo nesse caso, uma melhora, como relatado por alguns estudos na literatura. (Estrela *et al.*, 2018; Rabelo *et al.*, 2021; Bueno *et al.*, 2021)

Em nossos resultados, quando se compara os métodos entre si (Sirona e e-Vol DX), para elencar o melhor, não se observa uma diferença significativa. Essa estatística é realizada através da análise de variância de medidas repetidas, considerando que são todos métodos de imagem, no intuito de analisar o mesmo grupo de dentes, (portanto, considera-se eles as medidas repetidas), através do teste estatístico de Friedman chega-se à conclusão que não há uma distribuição normal, portanto não é possível verificar uma diferença estatística significativa entre os métodos, não havendo possibilidade de classificar um como melhor.

## 7 CONCLUSÕES

Apesar da tomografia computadorizada de feixe cônico ser o melhor exame de imagem disponível para o clínico na identificação de variações anatômicas como canais e foraminas acessórios, ela ainda é muito inferior a micro-CT, apresentando uma acurácia de 36,5% o que pode significar a não visualização de muitas estruturas em suas imagens.

O PMI apresenta uma variação morfológica muito grande e em nosso trabalho houve predomínio de dentes que apresentavam as foraminas acessórios, comparados aos que elas estavam ausentes.

O uso de um software que reduz artefatos e melhora a resolução da imagem por meio de filtros não obteve resultado significativo em nosso trabalho, tão pouco uma boa acurácia (30,4%), se mostrando desnecessário nesse caso.

**REFERÊNCIAS**

ABELLA, F. *et al.* Cone-beam Computed Tomography Analysis of the Root Canal Morphology of Maxillary First and Second Premolars in a Spanish Population. **J Endod.** v. 41, n.8, p.1241-1247, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.03.026> 2015.

AHMAD, I.; ALENEZI, M. Root and Root Canal Morphology of Maxillary First Premolars: A Literature Review and Clinical Considerations. **J Endod.** v. 42, n.6, p. 861-72, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.02.017>

AL-FOUZAN, K. The microscopic diagnosis and treatment of a mandibular second premolar with four canals. **Int Endod J**, v. 34, p. 406-410, 2001.

ALFAWAZ, H. *et al.* Evaluation of root canal morphology of mandibular premolars in a Saudi population using cone beam computed tomography: a retrospective study. **Saudi Dent J.** v. 31, p. 137-42, 2019.

ALGARNI, Y. *et al.* Morphological variations of mandibular first premolar on cone-beam computed tomography in a Saudi Arabian sub-population. **Saudi Dent J.** 2021 v.33, n.3, p. 150-155. Dec. 2021. DOI 10.1016/j.sdentj.2019.11.013. PMID: 33679108.

ALGHAMDI, F.T.; KHALIL, W.A. Root canal morphology and symmetry of mandibular second premolars using cone-beam computed tomography. **Oral Radiology.** 2021 DOI 10.1007/s11282-021-00534-6

ARAI, Y. *et al.* Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 28, n.4, p. 245-248, 1999.

ARIKAN, N.F.Ö. Areas of Use for Micro-CT in Endodontics: A review. **J. Med. Dent. Investig.**, v.1, p. 1–11, 2020.

ASH, M.; NELSON, S. **Wheeler's dental anatomy, physiology and occlusion.** 8th ed. Philadelphia: Editora Saunders, 2003.

AWAWDEH, L.; ABU FADALEH, M.; AL-QUDAH, A. Mandibular first premolar apical morphology: A stereomicroscopic study. **Aust Endod J**, v.45,n.2, p.233-240, Aug. 2019. DOI 10.1111/aej.12313. Epub 2018 Nov 6. PMID: 30402906.

BEACHAM, J. T. *et al.* Accuracy of Cone-beam Computed Tomographic Image Interpretation by Endodontists and Endodontic Residents. **J Endod**, 2018

BJØRNDAL, L. *et al.* External and internal macromorphology in 3D-reconstructed maxillary molars using computerized X-ray microtomography. **Int Endod J**, v. 32, n. 1, p. 3-9, Jan 1999, DOI 10.1046/j.1365-2591.1999.00172.x. PMID: 10356463.

- BLASKOVIC-SUBAT, V.; MARICIC, B; SUTALO, J. Asymmetry of the root canal foramen. **Int Endod J**, v. 25, p. 158–64, 1992.
- BRISEÑO-MARROQUÍN, B. *et al.* Root canal morphology and configuration of 179 maxillary first molars by means of micro-computed tomography: an ex vivo study. **J Endod**, v.41, p. 2008-13, 2015.
- BROWN, P.; HERBRANSON, E. **Dental anatomy & 3D tooth atlas version 3.0**. 2nd ed. Chicago: Editora Quintessence, 2005.
- BUENO, M.; ESTRELA, C. **Incorporação da tomografia computadorizada de feixe cônico em pesquisas em odontologia**. In: ESTRELA, C. Metodologia Científica, 3 edição, editora Artes Medicas, p. 667-684, 2018.
- BUENO, M.R. *et al.* Development of a New ConeBeam Computed Tomography Software for Endodontic Diagnosis. **Braz Dent J**, v. 29, n.6, p.517-529, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201802455>.
- BUENO, M.R. *et al.* Method to Identify Accessory Root Canals using a New CBCT Software. **Braz Dent J**, v. 32, n. 6, p. 28-35, nov/dec. 2021. DOI: 10.1590/0103-6440202104741. PMID: 35019017.
- BULUT, D.G. *et al.* Evaluation of root morphology and root canal configuration of premolars in Turkish individuals using cone-beam computed tomography. **Eur J Dent**, v. 9, p. 551-7, 2015.
- BÜRKLEIN, S.; HECK, R.; SCHÄFER, E. Evaluation of the root canal anatomy of maxillary and mandibular premolars in a selected German population using cone-beam computed tomographic data. **J. Endod**, v. 43, p. 1448-1452, 2017.
- ÇALIŞKAN, M.K. *et al.* Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. **J. Endod.**, v. 21, p. 200-204, 1995.
- CAPUTO, B. *et al.* Estudo Da Tomografia Computadorizada De Feixe Cônico Na Avaliação Morfológica De Raízes E Canais Dos Molares E Pré Molares Da População Brasileira (Phd PhD). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014.
- CELIKTEN, B. *et al.* Cone-beam CT evaluation of root canal morphology of maxillary and mandibular premolars in a Turkish Cypriot population. **BDJ Open**, v. 2, 15006, 2016.
- CLEGHORN, B.M.; CHRISTIE, W.H; DONG, C.C. The root and root canal morphology of the human mandibular first premolar: a literature review. **J Endod**. v. 33, n. 5, p. 509-16, 2007. DOI 10.1016/j.joen.2006.12.004. Epub 2007a Feb 27. PMID: 17437863.
- CLEGHORN, B.; CHRISTIE, W.; DONG, C. The Root and Root Canal Morphology of the Human Mandibular Second Premolar: A Literature Review. **J Endod**, v. 33, n. 9, p. 1031–1037. Mar. 2007b, DOI 10.1016/j.joen.2007.03.020.

DE DEUS, Q.D. Frequency, location and direction of the lateral second and accessory canals. **J Endod** v. 1, p. 361 – 366, 1975.

DOWKER, S.E. *et al.* X-ray microtomography: 3-dimensional imaging of teeth for computer-assisted learning. **Eur J Dent Educ.**, v. 1, n. 2, p. 61-5, May. 1997. DOI 10.1111/j.1600-0579.1997.tb00013.x. PMID: 9567902.

DOYLE,. *et al.* **What is CBCT and How does it work?**. In: SCARFE, W.C., ANGELOPOULOS, C. Maxillofacial Cone Beam Computed Tomography, 1 ed., Editora Springer, 2018, 13 p.

DUMMER, P.; MCGINN, J.H.; Rees, D. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. **Int Endod J**, v. 17, p. 192-8, 1984.

ENGLAND, M.C.; HARTWELL, G.R.; LANCE, J.R. Detection and treatment of multiple canals in mandibular premolars. **J Endod**, v. 17, p. 174-178, 1991.

ESTRELA, C. *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**, v. 26, n. 5, p. 530–536, 2015. DOI 10.1590/0103-6440201302448.

ESTRELA, C. 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.**, v. 44, n. 11, p. 1741-1748, Nov. 2018. DOI 10.1016/j.joen.2018.07.028. Epub 2018 Sep 25. PMID: 30266469.

FAN, B. *et al.* Root canal systems in mandibular first premolars with C-shaped root configurations. Part I: Microcomputed tomography mapping of the radicular groove and associated root canal cross-sections. **J Endod.**, v. 34, n. 11, p. 1337-1341, Nov. 2008. DOI 10.1016/j.joen.2008.08.006. Epub 2008 Sep 12. PMID: 18928842.

FREDERIKSEN, N. L. Specialized radiographic techniques. In: GOAZ, P. W.; WHITE, S. C. **Oral radiology: principles and interpretation**. 3rd. St. Louis: Mosby, 1994. cap. 13, p. 266-290.

GREGORIS RABELO, L.E. *et al.* Blooming artifact reduction using different cone-beam computed tomography software to analyze endodontically treated teeth with intracanal posts. **Comput Biol Med**, v. 136:104679, Sep.2021. DOI 10.1016/j.combiomed.2021.104679. Epub 2021 Jul 22. PMID: 34325229.

INGLE, J.I.; BAKLAND, L. **Endodontics**. 5th ed. Hamilton: BC Decker, 2002.

INGLE, J.I.; BAKLAND, L.K. BAUMGARTNER, J.C. **Ingle's endodontics 6**. Hamilton: BC Decker Inc.; 2008

INGLE, J.I.; TAINTOR, F. **Endodontics**. Philadelphia: Lea & Febigea 1985. Cap I, p 27 - 50.

- KAROBARI, M.I. *et al.* Root and root canal configuration characterization using microcomputed tomography: A systematic review. **J. Clin. Med**, v. 11, 2287, 2022.
- LEMOS, M.C. *et al.* Root canal morphology of 1316 premolars from Brazilian individuals: an in vivo analysis using cone-beam computed tomography. **Acta Odontol Latinoam**, v. 35, n. 2, p. 105-110, Sep. 2022. DOI 10.54589/aol.35/2/105. PMID: 36260941; PMCID: PMC10283387.
- LOFTHAG-HANSEN, S. *et al.* Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** v. 103, n. 1, p. 114-9. Jan. 2007. DOI 10.1016/j.tripleo.2006.01.001. Epub 2006 Apr 24. PMID: 17178504.
- LOMBART, B.; MICHONNEAU, J.C. Classification des prémolaires en fonction de leur anatomie radiculaire et statistiques [Classification of premolars as a function of root anatomy and statistics]. **Rev Belge Med Dent**, v. 60, n. 4, p. 310-21, 2005. French. PMID: 16689045.
- MACRI, E.; ZMENER, O. Five canals in a mandibular second premolar. **J Endod**, v. 26, n. 5, p. 304-5, May, 2000. DOI 10.1097/00004770-200005000-00016. PMID: 11199743.
- MARTINS, J.N. *et al.* Differences on the root and root canal morphologies between Asian and white ethnic groups analyzed by cone-beam computed tomography. **J. Endod**, v. 44, p. 1096-1104, 2018.
- MORENO, J.O. *et al.* Micro-computed tomographic evaluation of root canal morphology in mandibular first premolars from a Colombian population. **Acta Odontol Latinoam**, v. 34, n. 1, p. 50-55, Apr. 2021. English. DOI 10.54589/aol.34/1/050. PMID: 34137778.
- ORDINOLA-ZAPATA, R. *et al.* Micro-CT evaluation of C-shaped mandibular first premolars in a Brazilian subpopulation. **Int Endod J**, v. 48, n. 8, p. 807-813, Aug. 2015. DOI 10.1111/iej.12380. Epub 2014 Oct 10. PMID: 25244658.
- PABLO, O.V. *et al.* Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. **J Endod**, v. 36, n. 12, p. 1919-31, Dec. 2010.
- PATEL, S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. **Int Endod J**, v. 42, p. 463-475, 2009.
- PATEL, S. *et al.* Cone beam computed tomography in Endodontics – a review of the literature. **Int Endod J**, v. 52, p. 1138–1152, 2019.
- PATEL, S. *et al.* Cone beam computed tomography in Endodontics - a review. **Int Endod J**, v. 48, n. 1, p. 3-15, 2015.

PÉCORA, J.D.; SAQUY, P.C.; SOUSA NETO, M.D.; WOELFEL, J.B. Root form and canal anatomy of maxillary first premolars. **Braz Dent J**, v. 2, p. 87-94, 1991.

PEDEMONTE, E. *et al.* Root and canal morphology of mandibular premolars using cone-beam computed tomography in a Chilean and Belgian subpopulation: a cross-sectional study. **Oral Radiol**, v. 34, p. 143-50, 2018.

PLOTINO, G. *et al.* Three dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. **J Am Dent Assoc**. v. 137, p. 1555-61, 2006.

RAHIMI, S. *et al.* A stereomicroscopy study of root direct of human maxillary central incisors and mandibular second premolars in na Iranian population. **J Oral Sci**, v. 51, n. 3, p. 411-415, 2009. DOI 10.2334/josnurd.51.411.

RHODES, J.S. *et al.* Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. **Int Endod J**. v. 32, n. 3, p. 165-70. May 1999. DOI 10.1046/j.1365-2591.1999.00204.x. PMID: 10530203.

RINCON RODRIGUEZ, M. L. *et al.* Reproducibilidad y validez de criterio de dos técnicas radiográficas para variaciones de premolares mandibulares comparadas con CBCT. **Rev Cuid**, Bucaramanga , v. 13, n. 1, e19, Apr. 2022 . Disponível em: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2216-09732022000100019&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-09732022000100019&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 29 Out. de 2023. Epub Aug 28, 2022. <https://doi.org/10.15649/cuidarte.2300>.

RITMAN, E.L. Current status of developments and applications of micro-CT. **Annu Rev Biomed Eng**, v. 13, p. 531-52, 2011. Disponível em <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071910-124717>.

SANT'ANNA-JÚNIOR, A. *et al.* Scanning electron microscopic evaluation of the root apex of mandibular premolars. **Acta Odontol Latinoam**, v. 23, n. 1, p. 38-41, 2010. PMID: 20645641.

SCARFE, W.C.; MOLTENI, R.; MOZZO, P. **Imaging process and visualization techniques**. In: Scarfe WC, Angelopoulos C, editors. Maxillofacial cone beam computed tomography. Principles, techniques and clinical applications. Editora Springer; 2018. p. 43-93.

SILVA, E.J.N.L. *et al.* Evaluation of root canal configuration of mandibular molars in a Brazilian population by using cone-beam computed tomography: an in vivo study. **J Endod**, v. 39, p. 849-52, 2013.

SIQUEIRA, J.F. *et al.* What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. **Int Endod J**, v. 51, p. 501-508, 2018.

SLOWEY, R.R. Root canal anatomy: road map to successful endodontics. **Dent Clin North Am**, v. 23, p. 555-73, 1979.

- TAYLOR, R. **Variations in morphology of teeth**. Springfield, IL: Charles C. Thomas Pub, 1978
- TEWARY, S.; LUZZO, J.; HARTWELL, G. Endodontic radiography: who is reading the digital radiograph? **J Endod**, v. 37, n. 7, p. 919-921, 2011.
- TOLENTINO, E.S. Accuracy of High-resolution Small-volume Cone-beam Computed Tomography in Detecting Complex Anatomy of the Apical Isthmi: Ex Vivo Analysis. **J Endod**. v. 44, n. 12, p. 1862-1866, Dec. 2018. DOI 10.1016/j.joen.2018.08.015. Epub 2018 Nov 1. PMID: 30390974.
- VERTUCCI, F.J. Root canal morphology of mandibular premolars. **J Am Dent Assoc.**, v. 97, n. 1, p. 47-50. Jul. 1978. DOI 10.14219/jada.archive.1978.0443. PMID: 277575.
- VERTUCCI, F.J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**. v. 58, n. 5, p. 589-99, 1984. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(84\)90085-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90085-9)
- VILLAS-BÔAS, M.H. *et al.* Micro-computed tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. **J Endod**. v. 37, n. 12, p. 1682-6 Dec. 2011. DOI 10.1016/j.joen.2011.08.001. Epub 2011 Sep 9. PMID: 22099905.
- WALTON, R.; TORABINEJAD, M. **Principles and practice of endodontics**. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Co, 1996
- WALTON, R.E.; BAKLAND, L.K.; BAUMGARTNE J.C. Diagnostic imaging. A endodontic radiography. **Endodontics**, v. 6, p 554, 2008.
- WEISSMAN, J. Association between the Presence of Apical Periodontitis and Clinical Symptoms in Endodontic Patients Using Cone-beam Computed Tomography and Periapical Radiographs. **J Endod**, v. 41, n. 11, p. 1824-9. Nov. 2015. DOI 10.1016/j.joen.2015.06.004. Epub 2015 Sep 5. PMID: 26349581.
- WOELFEL, J.B.; SCHEID, R.C. **Dental anatomy: its relevance to dentistry**. Philadelphia.: Lippincott Williams & Wilkins; 2002. 422 p.
- ZHANG, D. The root canal morphology in mandibular first premolars: a comparative evaluation of cone-beam computed tomography and micro-computed tomography. **Clin Oral Investig**. v. 21, n. 4, p. 1007-1012. May. 2017 DOI 10.1007/s00784-016-1852-x. Epub 2016 May 13. PMID: 27178313.
- ZILLICH, R.; DOWSON, J. Root canal morphology of mandibular first and second premolars. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**. v. 36, n. 5, p. 738-44. Nov. 1973. DOI 10.1016/0030-4220(73)90147-3. PMID: 4518037.

USP - FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE BAURU DA  
USP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico e o impacto no tratamento endodôntico em dentes pré-molares inferiores

**Pesquisador:** Patrícia Sanches Kerges Bueno

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 46894721.0.0000.5417

**Instituição Proponente:** Universidade de Sao Paulo

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.859.322

##### **Apresentação do Projeto:**

Trata-se de um estudo transversal, baseado na análise comparativa da acurácia de exames de tomografias computadorizadas de feixe cônico e Microtomografias Computadorizadas, na detecção de detalhes anatômicos dos canais radiculares de dentes pré-molares humanos. Os dentes a serem avaliados serão um empréstimo e fazem parte do acervo didático e serão devolvidos a disciplina de Anatomia, após o término da pesquisa.

##### **Objetivo da Pesquisa:**

Comparar as imagens adquiridas por meio da TCFC com as imagens adquiridas pela microtomografia (padrão-ouro), em relação ao número de foraminas apicais.

##### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

De acordo com as pesquisadoras, o sujeito da pesquisa são dentes (acervo da Anatomia) e a finalidade da pesquisa é obtenção das imagens desses dentes, portanto, os dentes e as imagens são anônimos, não constituindo riscos físicos ou psicológicos. Outros riscos seriam inerentes a uma pesquisa com imagens digitais, perda de arquivos, quebra de equipamentos, perda de dados das análises, assim sendo para prevenir, backups dos dados e das imagens serão feitos, dentes serão manipulados com cuidado e precaução para que não sofram nenhuma perda ao longo da pesquisa

Como benefícios, os resultados poderão ajudar o clínico a tomar a decisão de usar exames por

**Endereço:** DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9  
**Bairro:** VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA      **CEP:** 17.012-901  
**UF:** SP      **Município:** BAURU  
**Telefone:** (14)3235-8356      **Fax:** (14)3235-8356      **E-mail:** cep@fob.usp.br

USP - FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE BAURU DA  
USP



Continuação do Parecer: 4.859.322

TCFC para identificação de foraminas apicais e assim melhorar o resultado do tratamento empregado, além disso, os resultados trarão um aumento do conhecimento da anatomia dos dentes pré-molares inferiores. Os pesquisadores se comprometem com o anonimato e sigilos inerentes a pesquisa.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de versão 2 para esclarecimento de dúvidas, as quais foram todas atendidas pelas pesquisadoras.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Estão adequados. Foi inserido um Termo de Aquiescência da Disciplina de Anatomia, confirmando o empréstimo dos dentes para a realização do estudo.

**Recomendações:**

Não se aplica.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto aprovado sem pendências de ordem ética.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Esse projeto foi considerado APROVADO na reunião ordinária do CEP de 07/07/2021, via Google Meet, devido à pandemia da COVID-19 e por orientações da CONEP, com base nas normas éticas da Resolução CNS 466/12. Ao término da pesquisa o CEP-FOB/USP exige a apresentação de relatório final. Os relatórios parciais deverão estar de acordo com o cronograma e/ou parecer emitido pelo CEP. Alterações na metodologia, título, inclusão ou exclusão de autores, cronograma e quaisquer outras mudanças que sejam significativas deverão ser previamente comunicadas a este CEP sob risco de não aprovação do relatório final. Quando da apresentação deste, deverão ser incluídos todos os TCLEs e/ou termos de doação assinados e rubricados, se pertinentes.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1734890.pdf	02/07/2021 10:05:34		Aceito
Outros	cartependencias.pdf	02/07/2021 09:47:56	Izabel Regina Fischer Rubira Bullen	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projetodoutoradojunho2021.pdf	01/07/2021 21:44:36	Izabel Regina Fischer Rubira	Aceito

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9  
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA CEP: 17.012-901  
UF: SP Município: BAURU  
Telefone: (14)3235-8356 Fax: (14)3235-8356 E-mail: cep@fob.usp.br

USP - FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE BAURU DA  
USP



Continuação do Parecer: 4.859.322

Investigador	Projetodoutoradojunho2021.pdf	01/07/2021 21:44:38	Bullen	Aceito
Outros	termoemprestimo.pdf	01/07/2021 21:38:00	Izabel Regina Fischer Rubira Bullen	Aceito
Outros	Check_listoep.pdf	13/05/2021 21:32:15	Patrícia Sanches Kerges Bueno	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DeclaracaoCompromissoPesquisadorResultadosPesquisa.pdf	13/05/2021 21:26:58	Patrícia Sanches Kerges Bueno	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_doutorado.pdf	13/05/2021 21:26:24	Patrícia Sanches Kerges Bueno	Aceito
Folha de Rosto	frpatricia.pdf	07/05/2021 22:35:16	Patrícia Sanches Kerges Bueno	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo_deaquiescencia.pdf	07/05/2021 22:20:19	Patrícia Sanches Kerges Bueno	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 21 de Julho de 2021

Assinado por:  
Juliana Fraga Soares Bombonatti  
(Coordenador(a))

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9  
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA CEP: 17.012-901  
UF: SP Município: BAURU  
Telefone: (14)3235-8356 Fax: (14)3235-8356 E-mail: cep@fob.usp.br