ANA LUIZA ESTEVES CARNEIRO

**Avaliação das distorções volumétricas da câmara pulpar utilizando
diferentes protocolos e equipamentos de TCFC**

São Paulo
2020

ANA LUIZA ESTEVES CARNEIRO

**Avaliação das distorções volumétricas da câmara pulpar utilizando
diferentes protocolos e equipamentos de TCFC**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Diagnóstico Bucal, Radiologia Odontológica e Imaginologia) para obter o título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Costa

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

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

Carneiro, Ana Luiza Esteves.

Avaliação das distorções volumétricas da câmara pulpar utilizando diferentes protocolos e equipamentos de TCFC / Ana Luiza Esteves Carneiro; orientador Claudio Costa. -- São Paulo, 2020.

71 p. : fig., tab., graf. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Diagnóstico Bucal, Radiologia Odontológica e Imaginologia). -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Canal radicular. 2. Radiologia. 3. Tomografia computadorizada de Feixe Cônico. 4. Microtomografia por raio-X. I. Costa, Claudio. II. Título.

Carneiro ALE. Avaliação das distorções volumétricas da câmara pulpar utilizando diferentes protocolos e equipamentos de TCFC. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: 29 / 05 / 2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. Bruno Vieira Caputo

Instituição: Universidade Paulista

Julgamento: Aprovada

Prof. Dr. Rubens Spin-Neto

Instituição: Universidade de Aarhus

Julgamento: Aprovada

Profa. Dra. Maria Gabriela Haye Biazevic

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovada

Dedico este trabalho à minha mãe Mirtes Carneiro, a meu pai Augusto Carneiro, a meu irmão Pedro Augusto Carneiro e a meu namorado André Berard, pela compreensão, companheirismo, amor e respeito ao meu lado profissional. Vocês são a razão de tudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que é a base de tudo, e está sempre presente em minha vida.

Agradeço aos Professores de Radiologia da Universidade de São Paulo, por todo o conhecimento e experiência compartilhados.

Em especial agradeço ao Prof. Dr. Claudio Costa, por toda orientação, confiança, companheirismo, dedicação e amizade. Agradeço não só por ter me ajudado em todos os aspectos desta jornada, mas por ter me presenteado com uma equipe incrível, uma família.

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Rubens Spin-Neto pela colaboração neste projeto, por todo auxílio, empenho e paciência durante todo o processo. Sou muito grata por nossa parceria e amizade.

Agradeço a todos os meus colegas do programa de Pós-Graduação em Diagnóstico Bucal pelo apoio e companheirismo, fazendo com todo o processo fosse mais leve e divertido.

Gostaria de agradecer em especial minhas queridas amigas Daniela Richarte, Jéssica Zambrana e Nataly Zambrana. Sem vocês nada seria tão especial, obrigada por tudo!

Agradeço a todos os funcionários da Universidade de São Paulo, pelo empenho e dedicação durante esses anos de vivência.

Agradeço em especial a Sra. Maria Aparecida Pinto (Cidinha), secretária da Disciplina de Radiologia, pela sua incomparável atenção, empenho e carinho. Agradeço por ter me acompanhado durante toda a jornada deste mestrado, e por ter feito com que cada etapa fosse concluída com sucesso, graças a sua dedicação e amizade, muito obrigada!

Agradeço a bibliotecária Sra. Glauci Fidélis pela revisão da formatação da tese.

Agradeço a Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo pela estrutura e apoio durante a minha formação, promovendo tanto meu crescimento profissional quanto pessoal, e se tornando minha casa.

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

*“Deus criou pra cada um seu próprio dom
E junto com cada talento uma missão
Pra uns a força, a astúcia, a fama e o poder
Pra outros deu a inquietude do saber”*

Criação Divina - Compositor: Cesar Lemos

RESUMO

Carneiro ALE. Avaliação das distorções volumétricas da câmara pulpar utilizando diferentes protocolos e equipamentos de TCFC [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2020. Versão Corrigida.

A avaliação tridimensional da estrutura interna do dente tem grande importância para a endodontia, uma vez que disponibiliza detalhes das características e peculiaridades da câmara pulpar e sistema de canais radiculares. Tal avaliação tridimensional também está sendo muito utilizada na Odontologia Forense, tendo relevância para a estimativa de idade. O objetivo neste trabalho foi avaliar as alterações volumétricas da cavidade pulpar de 15 dentes pré molares inferiores, quando escaneados em seis tomógrafos Computadorizados de Feixe Cônico diferentes e comparados com a Micro-CT (padrão-ouro). A volumetria das cavidades pulpares foi calculada por meio da segmentação semiautomática realizada no software ITK-snap, e o resultado volumétrico obtido de cada tomógrafo computadorizado de feixe cônico foi comparado à volumetria obtida por meio do padrão-ouro. Os resultados mostraram que todos os tomógrafos analisados foram estatisticamente diferentes da Micro-CT, sendo que os tomógrafos *iCat Next Generation*, *Prexion 3D Elite* e *3Shape X1* apresentaram as volumetrias que mais se aproximaram do padrão-ouro. Concluímos que, de acordo com a segmentação semiautomática, nenhum tomógrafo computadorizado de feixe cônico se aproximou estatisticamente da Micro-CT.

Palavras-chave: Cavidade pulpar. Radiologia. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Microtomografia por Raio-X.

ABSTRACT

Carneiro ALE. Evaluation of volumetric distortions of the pulp chamber using different protocols and CBCT scanners [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2020. Versão Corrigida

The three-dimensional assessment of the tooth's internal structure is of great importance for Endodontics, since it can provide great detail on the internal features and peculiarities of the pulp chamber and root canals system. This three-dimensional assessment has also been widely used on Forensic Dentistry, being relevant for age estimation. The objective of this study was to evaluate the volumetric changes of the pulp cavity of 15 lower premolar teeth, when scanned in six different Cone Beam Computed Tomography (CBCT) scanners and compared to a Micro-CT scanner (gold standard). The pulp chamber volumetry was obtained using semiautomatic segmentation by ITK-snap software, and the volumetry obtained from each CBCT scanner was compared to the volumetry obtained from the gold standard. The results show that all CBCT scanners analyzed were statistically different from the Micro-CT, being that the iCat Next Generation, Prexion 3D Elite and 3Shape X1 CBCT scanners presented the closest results to the gold standard. In conclusion, when using semiautomatic segmentation, none of the studied CBCT scanners stood out and significantly approached the gold standard.

Keywords: Dental Pulp Cavity. Radiology. Cone-Beam Computed Tomography. X-Ray Microtomography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Radiografias periapicais do elemento dental 13, mostrando a aquisição de medidas da área da câmara pulpar (linha azul) e do dente (linha vermelha).	29
Figura 2.2 - Reconstrução tridimensional da cavidade pulpar e elemento dental 11	30
Figura 2.3 - Reconstrução tridimensional da câmara pulpar e coroa do elemento dental 11	30
Figura 2.4 - Esquema do processamento de imagem da Micro-CT, com aquisição por meio das projeções em feixe cônico, reconstrução e visualização dos dados tomográficos	31
Figura 4.1 - Base de acrílico contendo a amostra	37
Figura 4.2- Interface do software ITK Snap	39
Figura 4.3 - Seleção do Upper e Lower thresholds	40
Figura 4.4 - Interface do software ITK-SNAP ao final da segmentação	41
Figura 5.1 - Reconstruções tridimensionais resultantes da segmentação da cavidade pulpar do dente 1 nos diferentes tomógrafos estudados.....	46
Figura 5.2 - Reconstruções tridimensionais resultantes da segmentação da cavidade pulpar do dente 6 nos diferentes tomógrafos estudados.....	46
Figura 5.3 - Reconstruções tridimensionais resultantes da segmentação da cavidade pulpar do dente 14 nos diferentes tomógrafos estudados.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Protocolos de aquisição dos tomógrafos computadorizados de feixe cônico e Micro-CT	38
Tabela 5.1 - Teste de correlação intraclasse avaliando a concordância entre examinadores.....	43
Tabela 5.2 - Teste de correlação intraclasse avaliando a concordância entre cada examinador, em dois tempos diferentes.....	43
Tabela 5.3 - Comparação dos seis tomógrafos computadorizados de feixe cônico com o padrão-ouro (Micro-CT).....	44
Tabela 5.4 - Estatística descritiva.....	44
Tabela 5.5 - Média e Desvio Padrão da contagem de voxels	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
Cm	Centímetros
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
FOV	Field of View
Kvp	Quilovoltagem - pico
mA	Miliamperagem
Seg	Segundos
Min	Minutos
Micro-CT	Micron-scale computed tomography
Mm ³	Milímetro Cúbico
µm ³	Micrômetro Cúbico
IC	Intervalo de Confiança
SD	Standard Deviation
STL	Standard Tessellation Language
TC	Tomografia Computadorizada
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1	RADIOLOGIA NA ENDODONTIA	25
2.2	VOLUMETRIA DA CAVIDADE PULPAR.....	27
2.3	MICRO-TOMOGRAFIA	31
2.4	SEGMENTAÇÃO	32
3	PROPOSIÇÃO	35
4	MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1	COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	37
4.2	SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	37
4.3	AQUISIÇÃO DAS IMAGENS.....	38
4.4	ANÁLISE DAS IMAGENS	38
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	41
5	RESULTADOS.....	43
6	DISCUSSÃO	49
7	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

A avaliação tridimensional do dente como um todo e o conhecimento da anatomia de seus canais radiculares é de grande importância na endodontia. Para o correto diagnóstico e intervenções nos elementos dentais é necessário o uso de exames complementares radiográficos (1).

O exame radiográfico Periapical é essencial no diagnóstico e planejamento do tratamento dos canais radiculares, uma vez que fornece informações essenciais sobre anatomia da câmara pulpar, número provável de condutos radiculares, anatomia radicular, periapical e de estruturas adjacentes. Porém, por se tratar de um exame bidimensional, muitas vezes não é capaz de fornecer todas as informações necessárias para que o clínico consiga entender a completa morfologia e peculiaridades da câmara pulpar e condutos radiculares (2).

Atualmente, com o avanço da era digital na Odontologia, um método que vem sendo utilizado para avaliação das dimensões e estruturas das cavidades pulpares é a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), que permite a produção de imagens em três dimensões, possibilitando um exame mais preciso da cavidade pulpar. Além do uso para análise e estudo da anatomia de canais radiculares, este exame também pode ser utilizado para determinar o volume total da cavidade pulpar, que continuamente sofre alterações durante a vida do indivíduo. Essa aquisição volumétrica já está sendo utilizada na odontologia forense para realização de estimativa de idade (3).

Outro método de imagens que possibilita avaliações detalhadas de pequenas estruturas é a micro tomografia computadorizada (Micro-CT), que foi desenvolvida no começo de 1980 e é um método não invasivo e não destrutivo de se obter imagens bidimensionais e tridimensionais. Quando comparada a outros métodos de produção de imagem, a força da Micro-CT está em sua alta resolução, relativo baixo custo, e eficiência de escaneamento (4).

Com o exponencial aumento nos pedidos de TCFC pelos dentistas, é necessário que o radiologista responsável pela execução e avaliação do exame saiba qual protocolo deve ser utilizado em cada situação específica, assim como quais limitações e desafios cada tomógrafo apresenta. A correta determinação de fatores

como *field of view* (FOV), tamanho do voxel, e tempo de exposição é essencial para o sucesso do exame tomográfico (5).

Diante de uma variedade de equipamentos e diferentes protocolos, que podem causar alterações nas medidas das estruturas que desejamos avaliar, nossa proposta é encontrar uma correlação entre a volumetria da câmara pulpar real (obtida através do escaneamento pela Micro-CT), e a volumetria obtida por meio das imagens de TCFC, com o intuito de estabelecer o melhor protocolo para avaliação da volumetria da câmara pulpar.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 RADIOLOGIA NA ENDODONTIA

O sucesso do tratamento endodôntico depende de adequadas sanificação, modelação e obturação do sistema de canais radiculares. Um amplo conhecimento da morfologia desses canais é essencial para alcançar esse objetivo. A impossibilidade de se detectar, preparar e obturar todos os canais existentes é a principal causa da falha endodôntica (2, 6).

O conhecimento prévio das variações anatômicas do sistema de canais radiculares é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico (7). A classificação original de Vertucci (8) e sua modificação realizada por Ng et al. (9) se baseiam no número de canais presentes em cada raiz e na sua configuração, sendo muito utilizadas em estudos a respeito da morfologia de canais radiculares (1).

Imagens radiográficas apresentam um papel essencial em todas as fases do tratamento endodôntico: diagnóstico, tratamento, e avaliação pós operatória / controle. As radiografias periapicais (convencionais ou digitais) são as principais radiografias intraorais utilizadas em endodontia (10, 11).

Nas radiografias convencionais, os filmes radiográficos devem ser expostos a uma fonte de radiação, e então serem processados quimicamente a fim de produzir as imagens. Entretanto, com a evolução da odontologia clínica, as radiografias digitais têm sido introduzidas para superar algumas inconveniências inerentes aos sistemas convencionais (10).

As radiografias digitais têm algumas vantagens sobre os métodos convencionais, entre elas, aquisição mais rápida de imagens, exposição do paciente a uma menor dose de radiação, e a possibilidade de se alterar o brilho e contraste da imagem radiográfica para melhor visualização de detalhes (12).

Entretanto, tanto as radiografias periapicais convencionais quanto as digitais têm habilidade diagnóstica limitada, uma vez que resultam em imagens bidimensionais de estruturas tridimensionais. Sendo assim, as radiografias periapicais podem não fornecer ao clínico todas as informações necessárias para que ele entenda a completa anatomia da cavidade pulpar (2).

A Tomografia Computadorizada (TC) permitiu que essas limitações pudessem ser superadas, uma vez que este exame possibilita a avaliação tridimensional das estruturas escaneadas. Entretanto, a TC não foi desenvolvida originalmente para aplicação em diagnóstico dentário, e o seu uso na odontologia é incomum, uma vez que ela traz dificuldades como: necessidade de um grande espaço para realização do exame, longo tempo de escaneamento, e exposição do paciente a alta dose de radiação (13).

Diferentemente da TC, a TCFC é um método relativamente novo de diagnóstico por imagem, e tem sido amplamente utilizada na Odontologia. Essa modalidade utiliza um feixe cônico ao invés de um feixe helicoidal, como na TC, adquirindo imagens do volume como um todo. A TCFC oferece imagens isotrópicas e com relativa alta resolução, permitindo uma efetiva avaliação da morfologia de canais radiculares (5).

O uso de imagens obtidas de TCFC tem aumentado em muitas aplicações clínicas, tais como: a identificação e localização de lesões patológicas, planejamento de implantes dentários, produção de imagens da articulação temporomandibular, análises ortodônticas, análises do espaço aéreo, e o desenvolvimento de guias cirúrgicos. Tais aplicações clínicas demandam que o tomógrafo tenha suficiente precisão geométrica para atingir resultados satisfatórios (14).

Os vários sistemas de TCFC disponíveis no mercado se diferem em várias características técnicas, principalmente em sua resolução espacial, que é definida pelo tamanho do voxel de aquisição. As aplicações clínicas se diferem de acordo com o tamanho do FOV. Quanto menor o FOV, melhor a resolução espacial e menor o tamanho do voxel (15).

Como FOV maiores resultam em uma dose mais alta de radiação, como via de regra, FOV pequenos são recomendados para aquisição de imagens de apenas um dente, enquanto que os FOV maiores são escolhidos para avaliação pré cirúrgica de grandes regiões (16, 17). Os exames de TCFC de alta resolução fornecem voxels pequenos, de até 0,08mm, e estão sendo utilizados para visualização de pequenos detalhes anatômicos e patologias das regiões maxilo-faciais (18).

A TCFC fornece ao clínico a habilidade de se observar uma área em três planos diferentes (sagital, coronal e axial), e a sua combinação elimina a sobreposição de estruturas anatômicas. A morfologia radicular pode ser observada nos três planos, possibilitando a identificação do número de canais radiculares e a sua convergência ou divergência entre si. Por conta disso, a TCFC pode ser uma ferramenta para

análise do sistema radicular (19), e tem sido aplicada em endodontia com diferentes objetivos, incluindo o estudo da morfologia interna e externa do dente por meio de sua reconstrução tridimensional, avaliação do preparo dos canais radiculares, obturação, retratamento, infiltração coronária, detecção de lesões ósseas, e na endodontia experimental (20).

Além do uso para análise e estudo da anatomia de canais radiculares a TCFC, por meio de software específicos, pode ser utilizada para determinar o volume total da cavidade pulpar, que sofre alterações ao longo da vida do indivíduo, por conta da deposição de tecido mineralizado na cavidade pulpar (3).

Essa deposição de tecido mineralizado pode ser causada por fatores fisiológicos (como a deposição de dentina secundária) ou patológicos. Entre as formas mais comuns de deposição patológica de tecido mineralizado na cavidade pulpar podemos citar a deposição localizada de dentina reacional, calcificações pulpares nodulares ou difusas, e a obliteração pós-traumática do canal radicular (21, 22).

A deposição de tecido mineralizado, por si só, não resulta em alterações pulpares, independentemente de sua origem, porém tem como principal consequência a deformação da anatomia interna do câmara pulpar e condutos radiculares, representando um grande desafio para a realização de tratamentos endodônticos, principalmente pelas dificuldades geradas na localização e exploração do sistema de canais radiculares (23). Assim sendo, a avaliação da volumetria pulpar tem grande importância endodôntica, e traz informações que auxiliam o cirurgião dentista na busca do sucesso no tratamento.

2.2 VOLUMETRIA DA CAVIDADE PULPAR

A estimativa da idade cronológica de indivíduos vivos ou cadáveres é de grande importância para a ciência forense. Muitos métodos de estimativa de idade baseados em dentes já foram estabelecidos, uma vez que os dentes são altamente resistentes a impactos mecânicos, químicos, físicos, e ao tempo. Além disso, mudanças que ocorrem nos dentes relacionadas ao avanço da idade são minimamente influenciadas por nutrição, ambiente e pelas condições em que o indivíduo vivia (24, 25).

Os parâmetros dentais relacionados ao envelhecimento são subdivididos conforme as mudanças causadas nos dentes. Estes parâmetros podem ser: de desenvolvimento, morfológicos ou bioquímicos. A deposição de dentina secundária é um importante parâmetro morfológico de previsão da idade. Ela pode ser causada por atrição, abrasão, erosão, cáries, mudanças na pressão osmótica da câmara pulpar, ou envelhecimento, e acaba por diminuir a área da cavidade pulpar (26).

A deposição de dentina secundária é um processo relacionado à idade que se inicia após o completo desenvolvimento radicular, e continua por toda a vida do indivíduo. Com o aumento da idade, a dentina secundária se deposita nas paredes da cavidade pulpar, diminuindo o seu tamanho. Sendo assim, as mudanças de volume da cavidade pulpar que ocorrem em dentes hígidos são consideradas preditoras da idade dental (26).

Por conta disso, muitos estudos utilizaram radiografias para correlacionar o tamanho da cavidade pulpar e a idade cronológica, como Drusini et al. (27), que aplicaram o Índice Dente/Coroa em radiografias Panorâmicas, concluindo que essa é uma técnica viável para estimativa da idade em adultos (27).

Na ciência forense, o tamanho e área de um dente e de sua cavidade pulpar podem ser mensurados por meio de secções dos mesmos ou por meio de radiografias. Posteriormente às mensurações, é realizada uma análise de regressão para determinar a correlação entre as proporções desses valores com a idade. Entretanto, esses métodos realizam mensurações em apenas uma ou duas dimensões, e não investigam de forma abrangente a diminuição tridimensional da câmara pulpar causada pela deposição de dentina secundária relacionada à idade (28, 29).

Azevedo et al. (30) realizaram um estudo para analisar a acurácia do método de estimativa de idade por meio de radiografias, proposto por Cameriere et al. (31), utilizando a relação da área polpa/dente (Figura 2.1). O método consiste na obtenção da área da câmara pulpar e do dente, observadas em radiografias Periapicais, por meio do software ADOBE® Photoshop (CS4, San Jose-CA, USA), e posterior aplicação dessas medidas na fórmula proposta por Cameriere et al. (2007). Concluíram que essa é uma técnica útil para a estimativa de idade e apresenta alta acurácia e confiabilidade (30, 31).

Figura 2.1 - Radiografias periapicais do elemento dental 13, mostrando a aquisição de medidas da área da câmara pulpar (linha azul) e do dente (linha vermelha)

Fonte: Azevedo et al. (30)

Atualmente, com o aumento do uso de imagens tridimensionais na odontologia, bases de dados contendo imagens de TC, TCFC e Micro-CT têm sido utilizadas para investigar a potencial correlação entre idade e a relação volume polpa/dente, e estudos concluíram que a relação entre esses volumes é um útil indicador da idade cronológica (24, 26, 29).

Asif et al. (3) compararam dois métodos digitais para análise da relação volume polpa/dente. No primeiro método, eles consideraram o volume total da cavidade pulpar/volume total do dente (Figura 2.2), já no segundo método, utilizaram apenas o volume da câmara pulpar/volume da coroa do dente (Figura 2.3). Realizaram o teste de Correlação de Pearson para verificar se havia correlação entre a idade cronológica e a relação volume polpa/dente obtida. Concluíram que foi observada forte correlação entre a relação volume polpa/dente e idade cronológica nos dois métodos, porém essa correlação foi mais forte no segundo método (relação volume câmara pulpar/coroa) (3).

Figura 2.2 - Reconstrução tridimensional da cavidade pulpar e elemento dental 11.

Fonte: Asif et al. (3)

Figura 2.3 - Reconstrução tridimensional da câmara pulpar e coroa do elemento dental 11

Fonte: Asif et al. (3)

Ge et al. (24) realizaram um estudo que investigou a relação entre idade e o volume da câmara pulpar de primeiros molares multirradiculados, e concluíram que a determinação do volume da câmara pulpar desses dentes é um índice útil para a estimativa de idade humana, apresentando razoável precisão e acurácia. Já Gulsahi et al. (32) avaliaram a aplicabilidade de imagens de TCFC na determinação da relação

volume polpa/dente para determinação da idade, concluindo que as imagens de TCFC foram de alta capacidade diagnóstica, e que a maior correlação foi observada nos incisivos centrais maxilares (24, 32).

2.3 MICRO-TOMOGRAFIA

A disponibilidade da *Micron-scale computed tomography* (Micro-CT) tem aumentado na última década, e ela tem mostrado sua utilidade em várias aplicações pré-clínicas. Em teoria, um scanner Micro-CT é baseado nos mesmos princípios físicos que um tomógrafo computadorizado de uso clínico, mas é projetado para produção de imagens em maior resolução (4).

A Micro-CT produz dados tomográficos tridimensionais em uma resolução microscópica (tamanho do voxel $\leq 100 \mu\text{m}^3$) por meio de centenas de projeções de feixe cônico (cone-beam) que atingem o animal (ou amostra) de vários ângulos (Figura 2.4) . Os dados obtidos são armazenados em um computador, onde eles são pré processados para permitir a reconstrução das imagens (4).

Figura 2.4 - Esquema do processamento de imagem da Micro-CT, com aquisição por meio das projeções em feixe cônico, reconstrução e visualização dos dados tomográficos

A sua maior utilização é em pesquisas, podendo ser tanto *in vivo* (em pequenos animais) e *in vitro* (para amostras de animais, biópsias de osso humano e espécimes de dentes). Isso ocorre devido ao pequeno tamanho de seu *gantry* (abertura onde é posicionada a amostra) e ao seu grande tempo de escaneamento, que pode ser de até 6 horas (33-36).

Atualmente, a Micro-CT é amplamente utilizada em diversos campos acadêmicos, uma vez que o processo de produção de imagens é não destrutivo. Ela permite que as características internas da mesma amostra possam ser examinadas várias vezes, sendo que as amostras se mantêm disponíveis após o escaneamento para realização de outros testes biológicos e mecânicos (33).

Uma grande variedade de amostras pode ser avaliada diretamente com o uso da Micro-CT, incluindo tecidos mineralizados como dentes e ossos, assim como materiais cerâmicos, polímeros, arcabouços de biomateriais, entre outros (33). A Micro-CT tem ganhado grande significância no estudo de tecidos duros na endodontia, uma vez que oferece uma técnica reproduzível que pode ser aplicada tanto quantitativamente quanto qualitativamente na avaliação tridimensional do sistema de canais radiculares (34).

A Micro-CT é frequentemente considerada a técnica padrão-ouro nas pesquisas em endodontia, uma vez que permite uma avaliação tridimensional acurada da morfologia dos canais radiculares e estruturas endodônticas, por conta de sua alta resolução espacial, ainda apresentando a vantagem de não destruir as amostras utilizadas (37, 38).

2.4 SEGMENTAÇÃO

A segmentação é o método utilizado para dividir as imagens em partes homogêneas (como por exemplo separar o sistema endodôntico do tecido circundante, a dentina), sendo constantemente utilizada para localizar e analisar certos objetos e seus limites dentro de uma imagem (39).

A análise volumétrica de um objeto por meio da segmentação manual de seus contornos é um processo que demanda tempo, e pode ser superado com a ajuda dos métodos computadorizados de segmentação (40). A escolha da técnica de

segmentação apropriada é muito importante, uma vez que influencia nos parâmetros morfométricos finais (41).

Podemos definir três técnicas principais de segmentação: a segmentação manual, a segmentação semiautomática, e a segmentação automática. A primeira se trata da maneira padrão de se segmentar os dentes, e consiste na marcação manual de cada estrutura anatômica, sendo uma tarefa demorada que necessita de um operador experiente. Já a segmentação semiautomática consegue estender a seleção dos voxels da região de interesse para várias fatias subsequentes, ainda necessitando de manipulações adicionais para corrigir a sub ou sobre a segmentação. Esse método tem a vantagem de consumir menos tempo na segmentação, porém requer que o operador possua conhecimento anatômico (42).

Por fim, temos a segmentação automática, que é capaz de realizar a segmentação desejada sem intervenção manual, após a delimitação da região de interesse. Algoritmos para a realização de segmentações automáticas estão sendo desenvolvidos e aprimorados, sendo atualmente considerados uma tecnologia promissora (43).

Na segmentação automática, os pixels de uma determinada região são considerados similares de acordo com uma característica ou propriedade específica considerada pelo computador. Regiões adjacentes são significativamente diferentes, de acordo com as mesmas características. Quando aplicado a uma série de imagens, o que é muito utilizado na radiologia médica, os contornos resultantes da segmentação de cada imagem podem ser utilizados para criar reconstruções tridimensionais (44).

Para a aplicação na endodontia, devido à baixa resolução que a imagem de um único dente apresenta, é necessário um pouco de trabalho para segmentar a região da cavidade pulpar, que apresenta uma proporção ainda menor que a do dente, com uma anatomia interna delgada e estreita. Devido à diferença significativa nos níveis de cinza entre a cavidade pulpar e os tecidos dentinários na imagem, os métodos de segmentação baseados em limiares (thresholds) parecem ser mais eficientes (43, 45).

Marroquin Penaloza et al. (46) estudaram a variabilidade na obtenção do volume da cavidade pulpar utilizando dois métodos de segmentação diferentes, sendo um a segmentação manual, realizada por um avaliador no *software* Osirix®, e o outro a segmentação semiautomática, realizada pelo mesmo avaliador no *software* ITK-SNAP, por meio do método *seed region growing* aplicado na seção *edge attraction*.

Os autores concluíram que os volumes obtidos por meio de qualquer método de segmentação devem ser considerados como uma aproximação da estrutura real, e não como o volume real. Ainda assim, afirmaram que a segmentação manual tende a resultar em volumes mais imprecisos, e deve ser evitada em futuros estudos (46).

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar as variações volumétricas da câmara pulpar em função do uso de diferentes protocolos de aquisição em diferentes tomógrafos computadorizados de feixe cônico, e determinar em relação ao padrão-ouro (Micro-CT) quais os tomógrafos mais acurados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Esse trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP), sob o Parecer nº 2.801.625 (Anexo A).

4.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Para a realização desse estudo foram utilizados dentes obtidos do Biobanco da FOUSP– Divisão de Dentes Humanos (Anexo B).

A amostra é constituída de 15 dentes pré-molares inferiores hígidos. Como critérios de exclusão, não foram selecionados:

- Dentes com lesões de cárie;
- Dentes com restaurações;
- Dentes com tratamento endodôntico realizado;
- Dentes com rizogênese incompleta.

Os dentes da amostra foram posicionados em uma base de acrílico contendo diferentes nichos e fixados com Cera Utilidade. (Figura 4.1)

Figura 4.1 - Base de acrílico contendo a amostra

Fonte: A autora

4.3 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS

Os dentes foram escaneados em seis tomógrafos computadorizados de feixe cônico diferentes, utilizando-se o menor FOV em cada tomógrafo (protocolo endodôntico), sendo por fim escaneados no micro tomógrafo para obtenção do padrão – ouro (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Protocolos de aquisição dos tomógrafos computadorizados de feixe cônico e Micro-CT

Tomógrafos	FOV (cm x cm)	Voxel (mm ³)	Tempo Aquisição	mA	Kvp
<i>Prexion 3D Elite (Prexion Corporation, Tokyo, Japan)</i>	5,6 x 5,6	0,1	31,5 seg	4	90
<i>iCat Next Generation (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA)</i>	8 x 8	0,125	26,9 seg	5	120
<i>NewTom 5G (Newtom, Verona, Italy)</i>	6 x 6	0,075	18 seg	0,58	110
<i>Cranex 3D (Soredex, Tuusula, Finland)</i>	5 x 5	0,125	23 seg	5	90
<i>3Shape X1 (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark)</i>	5 x 4	0,1	25 seg	12	90
<i>Ortophos (Sirona Dental Systems GmbH, Germany)</i>	5 x 5	0,3	18 seg	5	85
<i>μCT 40 (Scanco Medical, Brüttisellen, Swiss)</i>	2 x 3	0,03	75 min	0,057	70

4.4 ANÁLISE DAS IMAGENS

Os dados obtidos das aquisições tomográficas foram salvos, exportados na extensão DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) e analisados por meio do *software* ITK Snap (University of Pennsylvania - *open source*), que possibilita a reconstrução das imagens em três planos (axial, coronal e sagital) (Figura 4.2).

Figura 4.2 - Interface do software *ITK Snap*

Fonte: A autora

Após a abertura do arquivo DICOM, a região de interesse a ser segmentada deve ser delimitada, para então se iniciar o processo de segmentação.

O modo de segmentação semiautomática utilizado foi o *Active Contour Segmentation Mode*, na opção *thresholding*, onde o observador escolhe visualmente o intervalo que abrange toda a cavidade pulpar do dente em questão. Para isso, ele seleciona um valor limite inferior e um valor limite superior (*upper and lower thresholds*), e todos os voxels que apresentam um valor de cinza que se encaixa no intervalo escolhido são incluídos no volume segmentado (Figura 4.3).

Figura 4.3 - Seleção do Upper e Lower thresholds

Fonte: A autora

Em seguida, bolhas eram adicionadas no interior da cavidade pulpar selecionada, que ao crescerem se uniam até englobar todos os voxels na região de interesse. Após esse passo a segmentação estava finalizada, e o software disponibilizava sua visualização tridimensional acompanhada de três dados quantitativos: (Figura 4.4)

- Voxel Count (Contagem de Voxels);
- Volume (mm³);
- Intensity Mean $\pm$ SD (média e desvio padrão da intensidade de pixel).

Figura 4.4 - Interface do software ITK-SNAP ao final da segmentação

Fonte: A autora

Uma vez realizada a segmentação, o arquivo era exportado em STL (*Standard Tessellation Language*) e os dados quantitativos eram tabulados em planilhas do software Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corp., EUA).

As avaliações foram realizadas por dois observadores treinados, em dois tempos diferentes.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada no software GraphPad Prism 8.01. Para a realização das comparações foi utilizado o teste ANOVA para medidas repetidas seguido pelo teste de Dunnet, focando na Micro-CT como o grupo referência.

As concordâncias intra-examinador e inter-examinador foram avaliadas por meio do Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI).

Essa análise estatística foi realizada com nível de significância de 95%.

5 RESULTADOS

A tabela 5.1 evidencia uma boa concordância entre os dois examinadores.

Tabela 5.1 - Teste de correlação intraclass avaliando a concordância entre examinadores

Tomógrafos	CCI	Reprodutibilidade
Prexion	0.879	Boa
iCat NG	0.828	Boa
Newtom	0.891	Boa
Cranex	0.789	Boa
X1	0.804	Boa
Orthophos	0.825	Boa
Micro-CT	0.835	Boa

Na tabela 5.2 observamos que a concordância intra-examinador foi classificada entre boa e excelente, para ambos examinadores, quando avaliados em dois tempos diferentes.

Tabela 5.2 - Teste de correlação intraclass avaliando a concordância de cada examinador entre si, em dois tempos diferentes

Tomógrafos	CCI		Reprodutibilidade
	Observador 1	Observador 2	
Prexion	0.919	0.918	Excelente
iCat NG	0.852	0.990	Boa e Excelente
Newtom	0.975	0.921	Excelente
Cranex	0.982	0.804	Excelente e Boa
X1	0.977	0.981	Excelente
Orthophos	0.970	0.903	Excelente
Micro-CT	0.999	0.997	Excelente

A comparação de cada tomógrafo computadorizado de feixe cônico em relação ao grupo referência (Micro-CT) foi realizada por meio do teste ANOVA para medidas repetidas, acompanhado do teste de Dunnet para múltiplas comparações, ilustrado na tabela 5.3. Podemos observar que todos os tomógrafos apresentaram diferença estatisticamente relevante quando comparados à Micro-CT.

Tabela 5.3 - Comparação dos seis tomógrafos computadorizados de feixe cônico com o padrão-ouro (Micro-CT)

	Diferença de Médias	Intervalo de Confiança da diferença (95%)	Significante?	P valor Ajustado
Micro-CT x Prexion	-5,687	-8,299 a -3,075	Sim	0,0001
Micro-CT x iCat NG	-5,006	-8,634 a -1,378	Sim	0,0061
Micro-CT x Newtom	-7,032	-10,65 a -3,409	Sim	0,0003
Micro-CT x Cranex	-22,84	-33,61 a -12,08	Sim	0,0001
Micro-CT x X1	-6,033	-8,529 a -3,536	Sim	<0,0001
Micro-CT x Ortophos	-8,769	-12,23 a -5,311	Sim	<0,0001

A tabela 5.4 mostra em detalhes a estatística descritiva dos dados analisados, calculada por meio da comparação dos volumes obtidos de cada tomógrafo, em mm³.

Tabela 5.4 - Estatística descritiva

	Prexion	iCat NG	Newtom	Cranex	X1	Ortophos	Micro-CT
Número de Valores	15	15	15	15	15	15	15
Mínimo	7,560	7,880	6,820	16,62	5,970	7,660	4,510
Máximo	35,83	33,86	39,62	74,11	36,06	38,28	24,36
Amplitude	28,27	25,98	32,80	57,49	30,09	30,62	19,85
Média	21,22	20,53	22,56	38,37	21,56	24,30	15,53
Desvio Padrão	6,911	7,118	7,730	16,28	7,362	8,174	5,497
Erro Padrão da média	1,784	1,838	1,996	4,203	1,901	2,111	1,419
IC de 95% (limite superior)	17,39	16,59	18,28	29,36	17,48	19,77	12,48
IC de 95% (limite inferior)	25,04	2448	26,84	47,39	25,64	28,82	18,57

O gráfico 5.1 ilustra a média e o desvio padrão dos volumes obtidos de cada tomógrafo computadorizado de feixe cônico e da Micro-CT.

Gráfico 5.1 - Média e desvio padrão dos volumes obtidos de cada tomógrafo analisado

Em suma, apesar do gráfico mostrar as médias bem próximas entre si, quando analisado por um teste de medidas repetidas e considerando todas as unidades ao mesmo tempo (ANOVA), todos os tomógrafos computadorizados de feixe cônico foram estatisticamente diferentes da Micro-CT, considerada o método referência.

A tabela 5.5 mostra a média e desvio padrão da contagem de voxel de cada tomógrafo e da Micro-CT, considerando os 15 dentes estudados.

Tabela 5.5 - Média e Desvio Padrão da contagem de voxels

	Média	Desvio Padrão
Prexion	18459.66667	6142.495778
iCat NG	12380.4	5069.330511
Newtom	24547.93333	21559.8397
Cranex	19646.26667	8335.811508
X1	21611.13333	7247.646769
Orthophos	47515.06667	15847.64401
Micro-CT	576176.8	202346.7187

As figuras 5.1 a 5.3 mostram as reconstruções tridimensionais resultantes da segmentação do mesmo dente nos seis tomógrafos computadorizados de feixe cônico e na Micro-CT.

Figura 5.1 - Reconstruções tridimensionais resultantes da segmentação da cavidade pulpar do dente 1 nos diferentes tomógrafos estudados

Figura 5.2 - Reconstruções tridimensionais resultantes da segmentação da cavidade pulpar do dente 6 nos diferentes tomógrafos estudados

Figura 5.3 - Reconstruções tridimensionais resultantes da segmentação da cavidade pulpar do dente 14 nos diferentes tomógrafos estudados

6 DISCUSSÃO

A estimativa de idade é um importante aspecto da ciência forense, sendo necessária para diferentes situações como identificação de corpos em grandes desastres, refugiados que não possuem documentos comprobatórios e pessoas cuja idade é questionada devido a situações legais. Uma vez que os dentes são órgãos muito resistentes a estímulos externos e não são influenciados por nutrição, ambiente e condições de vida, muitos métodos de estimativa de idade baseados em dentes foram estabelecidos (25).

Cameriere (31) apresentou um método de estimativa de idade considerando a deposição de dentina secundária nas paredes da cavidade pulpar, utilizando radiografias periapicais (31). Com o avanço da tecnologia, novos estudos começaram a analisar a efetividade da TCFC na realização desta estimativa de idade, utilizando agora medidas tridimensionais, e não bidimensionais como previamente proposto por Cameriere.

A TCFC foi introduzida como uma solução para as limitações apresentadas pelas radiografias convencionais, como erros de posicionamento, distorções e ampliações. Além de superar as referidas limitações, a TCFC apresenta grandes vantagens como visualização do dente sem sobreposições, distorções ou ampliações, possuindo voxels isotrópicos e apresentando a possibilidade de se reconstruir as imagens em qualquer plano, com alta acurácia e reprodutibilidade (32, 47).

Apesar de todas as vantagens que a TCFC apresenta sobre os métodos convencionais, conforme novas tecnologias são utilizadas, novas limitações e dificuldades vão sendo observadas. Atualmente, a segmentação de estruturas em imagens tomográficas é um assunto muito discutido e que tem grande importância para o mundo da pesquisa odontológica.

O objetivo neste estudo foi analisar a variação dos volumes de câmara pulpar obtidos em diferentes aparelhos de TCFC, buscando quantificar essa diferença, ao comparar cada aparelho com o padrão-ouro. Para isso realizamos a segmentação da cavidade pulpar dos 15 dentes estudados nos 7 diferentes tomógrafos. O método de segmentação utilizado neste estudo foi o Thresholding, um método de segmentação semiautomática em que o avaliador determina os valores limites superior e inferior, de forma a selecionar os voxels que irão ser incluídos no volume de interesse.

Os resultados deste estudo mostraram que todos os aparelhos de TCFC foram significativamente diferentes da Micro-CT, considerando o volume obtido de cada um deles. Isso mostra que independente dos parâmetros e protocolos utilizados nos aparelhos de TCFC, nenhum deles conseguiu se aproximar significativamente do volume real, obtido por meio da Micro-CT. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de tanto o método de segmentação quanto os aparelhos de TCFC utilizados apresentarem suas limitações.

A literatura mostra que pequenas variações nos parâmetros do aparelho de TCFC podem produzir alterações significativas, mesmo que as imagens sejam obtidas no mesmo dente, assim como alterações no tempo de exposição podem afetar diretamente o brilho e contraste das imagens. De acordo com esses fatores, a segmentação realizada com base na seleção dos limites (thresholds) parece ser a mais plausível ao lidar com essas peculiaridades da TCFC (45, 46), sendo por isso a segmentação utilizada neste trabalho.

Ao realizar a segmentação para análise de estruturas endodônticas, as dificuldades aumentam. Michetti et al. (39) afirmam que a principal dificuldade na segmentação endodôntica está relacionada ao efeito volume parcial. Na parte apical da raiz, o canal aparece como uma estrutura muito pequena. A dimensão mais estreita do canal apical, ou menor diâmetro, mede em média entre 0,210 a 0,244 mm, e devido à menor resolução da TCFC, ocorrem dificuldades ao tentar identificar claramente as bordas do canal radicular (39). Justamente aí está o principal problema inerente ao processo de segmentação: a precisão da segmentação depende do valor de cinza e dos valores de limites inseridos pelo operador (48).

A segmentação automática é aparentemente a melhor solução para esse problema, porém Hassan et al. (49) afirmam que este é um processo complicado, uma vez que a imagem da TCFC sofre com a falta de homogeneidade do feixe, o que resulta em variação da qualidade e precisão da imagem entre diferentes fabricantes e parâmetros de reconstrução. Isso significa que os níveis de cinza dos voxels do mesmo objeto, quando adquirido por diferentes tomógrafos, provavelmente vão diferir entre si, resultando em diferença no processo de segmentação (49).

Mesmo considerando que nenhum tomógrafo computadorizado de feixe cônico conseguiu ser estatisticamente semelhante ao padrão-ouro, com base nos dados descritivos podemos observar que o *iCat Next Generation (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA)*, o *Prexion 3D Elite (Prexion Corporation, Tokyo,*

Japan) e o 3Shape X1 (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) apresentaram respectivamente as médias de volume 20,53 mm³, 21,22 mm³ e 21,56 mm³, sendo as três que mais se aproximaram da média de volume obtida pela Micro-CT: 15,53 mm³.

Ao analisarmos as reconstruções tridimensionais resultantes das segmentações realizadas em cada tomógrafo estudado, podemos observar que, visualmente, o *iCat Next Generation* não conseguiu se assemelhar relevantemente à Micro-CT, mesmo apresentando a média de volume que mais se aproximou ao padrão-ouro. Podemos observar que os tomógrafos *Prexion 3D Elite* e *3Shape X1* apresentaram os STL que mais conseguiram se assemelhar ao padrão-ouro, representando de forma mais nítida a anatomia das cavidades pulpares estudadas.

O *iCat Next Generation* foi o tomógrafo utilizado que apresentou o maior FOV: 8 x 8 cm. O fato dele ter apresentado a média que mais se aproximou à média obtida pela Micro-CT está, em partes, em desacordo com a literatura, que afirma que quanto menor o FOV, e consequentemente menor o voxel, melhor será a resolução espacial das imagens (15). Entretanto, hoje se sabe que o tamanho do voxel pode influenciar as características da imagem final em vários modos, como no ruído: quanto menor o voxel, maior o ruído da imagem.

Além disso, dependendo do tamanho do voxel, estruturas radiopacas podem se tornar invisíveis, o que pode ser causado pelo efeito de média do volume parcial (*partial volume averaging effect*), que é um artefato comum da TCFC e ocorre quando um voxel se encontra na borda de dois objetos com densidades diferentes, e passa a refletir a densidade média dos dois objetos, ao invés densidade real de cada um deles. Esse efeito de “invisibilidade” de algumas estruturas também pode ser causado pelas limitações de contraste oferecidas pelo tomógrafo, que determina a habilidade de diferenciar dois objetos de densidades semelhantes que estejam em grande proximidade (50-52).

Neste estudo, para realizar a segmentação das imagens era necessário que os valores de *threshold* fossem ajustados de forma a fechar o forame apical de cada dente. Durante a análise de imagens do tomógrafo *iCat Next Generation*, os observadores perceberam que era necessário diminuindo muito o *upper threshold* para conseguir fechar o forame apical, fazendo com que o volume da cavidade pulpar ficasse cada vez menor. Isso acabou por diminuir a média de volume obtida pelo tomógrafo *iCat Next Generation*, porém não significa que este tomógrafo se aproximou do padrão-ouro por conta de sua resolução espacial ou fidelidade, como pode ser

observado nas reconstruções tridimensionais. Esse resultado pode ser justificado pela presença do *partial volume averaging effect* ou mesmo pelas limitações inerentes ao tomógrafo referido, que acabaram dificultando a delimitação da cavidade pulpar e afetando o volume final obtido.

O software ITK-Snap fornece três dados quantitativos ao final da segmentação: contagem de voxels, volume e intensidade de pixel. Para a realização da estatística deste estudo foram utilizados apenas os volumes obtidos de cada segmentação. A contagem de voxels informa o número de voxels presentes no interior da região segmentada, refletindo o tamanho do voxel de cada tomógrafo e sendo diretamente proporcional ao resultado encontrado em mm³, já informado pelo volume. Sendo assim, nos resultados apresentamos a média e desvio padrão da contagem de voxels, porém esses dados não entraram na análise estatística.

Os valores de intensidade de pixel obtidos após a segmentação não foram utilizados na análise estatística por não apresentarem informações relevantes, uma vez que a intensidade de pixel era tecnicamente selecionada pelo observador no momento em que determinava os limites (thresholds) da região de interesse.

Apesar da técnica de segmentação utilizada nesse estudo (segmentação semiautomática) ter apresentado de boa a ótima concordância inter-examinador e intra-examinador, e consequentemente apresentar alta reprodutibilidade, a literatura ainda afirma que nenhuma técnica de segmentação pode ser considerada ideal, e qualquer volume obtido deve ser considerado uma aproximação do volume real.

Considerando que este estudo lidou com as limitações inerentes aos tomógrafos computadorizados de feixe cônico e com as limitações inerentes ao processo de segmentação semiautomática, os resultados mostram que todos os tomógrafos analisados ainda não foram capazes de entregar o volume real da cavidade pulpar, independente do protocolo utilizado.

Quando a literatura definir um método padrão-ouro de segmentação para a cavidade pulpar, novos estudos poderão ser realizados com o objetivo de buscar qual tomógrafo mais se assemelha ao volume real, uma vez que não precisarão lidar com as limitações e variações inerentes à segmentação semiautomática.

7 CONCLUSÃO

O método de segmentação semiautomática utilizado neste estudo mostrou que todos os tomógrafos computadorizados de feixe cônico avaliados foram estatisticamente diferentes da Micro-CT (padrão-ouro), mesmo utilizando protocolos de aquisição distintos.

Novos estudos analisando os diferentes protocolos utilizados em tomógrafos computadorizados de feixe cônico são necessários para que se possa determinar o padrão-ouro de segmentação e de obtenção da volumetria da cavidade pulpar.

REFERÊNCIAS¹

1. Caputo BV, Noro Filho GA, de Andrade Salgado DM, Moura-Netto C, Giovani EM, Costa C. Evaluation of the Root Canal Morphology of Molars by Using Cone-beam Computed Tomography in a Brazilian Population: Part I. *J Endod*. 2016;42(11):1604-7.
2. Zheng QH, Wang Y, Zhou XD, Wang Q, Zheng GN, Huang DM. A cone-beam computed tomography study of maxillary first permanent molar root and canal morphology in a Chinese population. *J Endod*. 2010;36(9):1480-4.
3. Asif MK, Nambiar P, Mani SA, Ibrahim NB, Khan IM, Sukumaran P. Dental age estimation employing CBCT scans enhanced with Mimics software: Comparison of two different approaches using pulp/tooth volumetric analysis. *J Forensic Leg Med*. 2018;54:53-61.
4. Clark DP, Badea CT. Micro-CT of rodents: state-of-the-art and future perspectives. *Phys Med*. 2014;30(6):619-34.
5. Nair MK, Nair UP. Digital and Advanced Imaging in Endodontics: A Review. *Journal of Endodontics*. 2007;33(1):1-6.
6. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures - Vertucci - 2005 - Endodontic Topics - Wiley Online Library. 2005.
7. Kim SY, Kim BS, Woo J, Kim Y. Morphology of mandibular first molars analyzed by cone-beam computed tomography in a Korean population: variations in the number of roots and canals. *J Endod*. 2013;39(12):1516-21.
8. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1984;58(5):589-99.
9. Ng YL, Aung TH, Alavi A, Gulabivala K. Root and canal morphology of Burmese maxillary molars. *Int Endod J*. 2001;34(8):620-30.
10. Almanei K, Alsulaimani R, Alfadda S, Albabtain S. Digitally Scanned Radiographs versus Conventional Films for Determining Clarity of Periapical Lesions and Quality of Root Canal Treatment. *ScientificWorldJournal*. 2017.
11. Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J*. 2009;42(6):447-62.
12. Orosco FA, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante CM, Duarte MA, Moraes IG. In vivo accuracy of conventional and digital radiographic methods in confirming root canal working length determination by Root ZX. *J Appl Oral Sci*. 2012;20(5):522-5.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

13. Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty H, Sr. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthod.* 2005;75(6):895-903.
14. Park CW, Kim JH, Seo YK, Lee SR, Kang JH, Oh SH, et al. Volumetric accuracy of cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent.* 2017;47(3):165-74.
15. Maret D, Telmon N, Peters OA, Lepage B, Treil J, Inglese JM, et al. Effect of voxel size on the accuracy of 3D reconstructions with cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012;41(8):649-55.
16. Yilmaz F, Kamburoglu K, Senel B. Endodontic Working Length Measurement Using Cone-beam Computed Tomographic Images Obtained at Different Voxel Sizes and Field of Views, Periapical Radiography, and Apex Locator: A Comparative Ex Vivo Study. *J Endod.* 2017;43(1):152-6.
17. Scarfe WC, Li Z, Aboelmaaty W, Scott SA, Farman AG. Maxillofacial cone beam computed tomography: essence, elements and steps to interpretation. *Aust Dent J.* 2012;57 Suppl 1:46-60.
18. Panmekiate S, Ngonphloy N, Charoenkarn T, Faruangsang T, Pauwels R. Comparison of mandibular bone microarchitecture between micro-CT and CBCT images. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(5):20140322.
19. Ozcan G, Sekerci AE, Cantekin K, Aydinbelge M, Dogan S. Evaluation of root canal morphology of human primary molars by using CBCT and comprehensive review of the literature. *Acta Odontol Scand.* 2016;74(4):250-8.
20. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of Cone Beam Computed Tomography and Panoramic and Periapical Radiography for Detection of Apical Periodontitis. *Journal of Endodontics.* 2008;34(3):273-9.
21. Piattelli A. Symmetrical pulp obliteration in mandibular first molars. *J Endod.* 1992;18(10):515-6.
22. Andreasen FM, Zhijie Y, Thomsen BL, Andersen PK. Occurrence of pulp canal obliteration after luxation injuries in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol.* 1987;3(3):103-15.
23. McCabe PS, Dummer PM. Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. *Int Endod J.* 2012;45(2):177-97.
24. Ge ZP, Ma RH, Li G, Zhang JZ, Ma XC. Age estimation based on pulp chamber volume of first molars from cone-beam computed tomography images. *Forensic Sci Int.* 2015;253:133.e1-7.
25. Ge ZP, Yang P, Li G, Zhang JZ, Ma XC. Age estimation based on pulp cavity/chamber volume of 13 types of tooth from cone beam computed tomography images. *Int J Legal Med.* 2016;130(4):1159-67.

26. Star H, Thevissen P, Jacobs R, Fieuws S, Solheim T, Willems G. Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth. *J Forensic Sci.* 2011;56 Suppl 1:S77-82.
27. Drusini AG, Toso O, Ranzato C. The coronal pulp cavity index: a biomarker for age determination in human adults. *Am J Phys Anthropol.* 1997;103(3):353-63.
28. Agematsu H, Someda H, Hashimoto M, Matsunaga S, Abe S, Kim HJ, et al. Three-dimensional observation of decrease in pulp cavity volume using micro-CT: age-related change. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2010;51(1):1-6.
29. Someda H, Saka H, Matsunaga S, Ide Y, Nakahara K, Hirata S, et al. Age estimation based on three-dimensional measurement of mandibular central incisors in Japanese. *Forensic Science International.* 2009;185(1):110-4.
30. Azevedo AC, Michel-Crosato E, Biazevic MG, Galic I, Merelli V, De Luca S, et al. Accuracy and reliability of pulp/tooth area ratio in upper canines by peri-apical X-rays. *Leg Med (Tokyo).* 2014;16(6):337-43.
31. Cameriere R, Ferrante L, Belcastro MG, Bonfiglioli B, Rastelli E, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in canines by mesial and vestibular peri-apical X-rays. *J Forensic Sci.* 2007;52(5):1151-5.
32. Gulsahi A, Kulah CK, Bakirarar B, Gulen O, Kamburoglu K. Age estimation based on pulp/tooth volume ratio measured on cone-beam CT images. *Dentomaxillofac Radiol.* 2018;47(1):20170239.
33. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci.* 2009;1(4):177-88.
34. Versiani MA, Pecora JD, Sousa-Neto MD. The anatomy of two-rooted mandibular canines determined using micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2011;44(7):682-7.
35. Schwass DR, Swain MV, Purton DG, Leichter JW. A system of calibrating microtomography for use in caries research. *Caries Res.* 2009;43(4):314-21.
36. Hannig C, Krieger E, Dullin C, Merten HA, Attin T, Grabbe E, et al. Volumetry of human molars with flat panel-based volume CT in vitro. *Clin Oral Investig.* 2006;10(3):253-7.
37. Grande NM, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Micro-computerized tomographic analysis of radicular and canal morphology of premolars with long oval canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(3):e70-6.

38. Sousa TO, Haiter-Neto F, Nascimento EHL, Peroni LV, Freitas DQ, Hassan B. Diagnostic Accuracy of Periapical Radiography and Cone-beam Computed Tomography in Identifying Root Canal Configuration of Human Premolars. *J Endod.* 2017;43(7):1176-9.
39. Michetti J, Georgelin-Gurgel M, Mallet JP, Diemer F, Boulanouar K. Influence of CBCT parameters on the output of an automatic edge-detection-based endodontic segmentation. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(8):20140413.
40. Esposito SA, Huybrechts B, Slagmolen P, Cotti E, Coucke W, Pauwels R, et al. A novel method to estimate the volume of bone defects using cone-beam computed tomography: an in vitro study. *J Endod.* 2013;39(9):1111-5.
41. Waarsing JH, Day JS, Weinans H. An improved segmentation method for in vivo microCT imaging. *J Bone Miner Res.* 2004;19(10):1640-50.
42. Galibourg A, Dumoncel J, Telmon N, Calvet A, Michetti J, Maret D. Assessment of automatic segmentation of teeth using a watershed-based method. *Dentomaxillofac Radiol.* 2018;47(1):20170220.
43. Wang L, Li S, Chen R, Liu SY, Chen JC. An Automatic Segmentation and Classification Framework Based on PCNN Model for Single Tooth in MicroCT Images. *PLoS One.* 2016;11(6):e0157694.
44. Kato A, Ohno N. Construction of three-dimensional tooth model by micro-computed tomography and application for data sharing. *Clin Oral Investig.* 2009;13(1):43-6.
45. Wang L, Li JP, Ge ZP, Li G. CBCT image based segmentation method for tooth pulp cavity region extraction. *Dentomaxillofac Radiol.* 2019;48(2):20180236.
46. Marroquin Penaloza TY, Karkhanis S, Kvaal SI, Vasudavan S, Castelblanco E, Kruger E, et al. Reliability and repeatability of pulp volume reconstruction through three different volume calculations. *J Forensic Odontostomatol.* 2016;2(34):35-46.
47. Maynor Carranza Samanez K. Estimación de la edad humana basada en la medición del volumen de la pulpa dental usando tomografías computarizadas Cone-Beam: Universidad Complutense de Madrid; 2019.
48. Fourie Z, Damstra J, Schepers RH, Gerrits PO, Ren Y. Segmentation process significantly influences the accuracy of 3D surface models derived from cone beam computed tomography. *Eur J Radiol.* 2012;81(4):e524-30.
49. Hassan B, Couto Souza P, Jacobs R, de Azambuja Berti S, van der Stelt P. Influence of scanning and reconstruction parameters on quality of three-dimensional surface models of the dental arches from cone beam computed tomography. *Clin Oral Investig.* 2010;14(3):303-10.

50. Spin-Neto R, Gottfredsen E, Wenzel A. Impact of voxel size variation on CBCT-based diagnostic outcome in dentistry: a systematic review. *J Digit Imaging*. 2013;26(4):813-20.
51. Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;134(4):573-82.
52. Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(4 Suppl):S109-19.

ANEXO A – Comprovante de aceitação do CEP

COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA
---	---

PARECER CONSUBSTANCIADO DA CONEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**Título da Pesquisa:** Avaliações volumétricas da polpa utilizando diferentes equipamentos de TCFC**Pesquisador:** ANA LUIZA ESTEVES CARNEIRO**Área Temática:** A critério do CEP**Versão:** 3**CAAE:** 85994918.9.0000.0075**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio**DADOS DO PARECER****Número do Parecer:** 2.801.625**Apresentação do Projeto:**

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram copiadas do parecer pendente nº 2.749.773 emitido pela Conep em 02/07/2018.

INTRODUÇÃO

Em endodontia é de grande importância a avaliação tridimensional das estruturas, principalmente quando se trata do conhecimento anatômico dos canais radiculares. O correto diagnóstico e intervenções nos elementos dentais com alterações patológicas pulpare ou periapicais necessitam do auxílio de exames complementares radiográficos. (Caputo, 2014). O exame radiográfico é essencial no diagnóstico e planejamento do tratamento dos canais radiculares, uma vez que fornece informações essenciais sobre morfologia da câmara pulpar, número provável de condutos radiculares, anatomia radicular, periapical e de estruturas adjacentes. Porém por se tratar de um exame que resulta em imagens bidimensionais, muitas vezes não fornece todas as informações necessárias para que o clínico consiga entender a completa anatomia e peculiaridades da câmara pulpar e condutos radiculares (Zheng et al., 2010). A deposição de tecido mineralizado na cavidade pulpar pode ser decorrente de processos fisiológicos como a deposição de dentina secundária e a esclerose dentinária, que ocorrem de forma continuada enquanto a polpa se mantiver vital. Também pode se desenvolver de forma patológica em resposta a uma agressão ao complexo

Endereço: SRNTV 701, Via W 5 Norte - Edifício PO 700, 3º andar	
Bairro: Asa Norte	CEP: 70.719-049
UF: DF	Município: BRASILIA
Telefone: (61)3315-5877	E-mail: conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA

Continuação do Parecer: 2.801.625

dentina-polpa como por exemplo cáries, doença periodontal ou trauma (Piatelli, 1992). Embora sua ocorrência não resulte em alterações pulpares, independentemente da origem, a deposição de tecido mineralizado tem como principal consequência a deformação da anatomia interna na cavidade pulpar, representando um grande desafio para a realização dos tratamentos endodônticos radicais, principalmente pelas dificuldades que impõem durante a localização e exploração do sistema de canais radiculares (Maccabe, 2012). A diminuição do volume da cavidade pulpar por formação de dentina secundária também pode ser resultante do aumento da idade. Na ciência forense, o tamanho e área de um dente e de sua câmara pulpar são mensurados por meio de seções dos mesmos ou radiografias e então é realizada uma análise de regressão para determinar a correlação entre as proporções desses valores com a idade. Entretanto, essas seções de dentes ou radiografias, realizam mensurações em apenas uma ou duas dimensões, e não investigam de forma abrangente a diminuição tri-dimensional da câmara pulpar causada pela deposição de dentina secundária relacionada à idade (Agematsu; Someda; Hashimoto et al. 2010). Os parâmetros dentais relacionados ao envelhecimento são subdivididos conforme as mudanças causadas nos dentes. Estes parâmetros podem ser: de desenvolvimento, morfológicos ou bioquímicos. A deposição de dentina secundária é um importante parâmetro morfológico de previsão da idade. Ela pode ser causada por atrição, abrasão, erosão, cáries, mudanças na pressão osmótica da câmara pulpar, ou envelhecimento, gerando diminuição do volume da cavidade pulpar. Assim, as mudanças de volume da cavidade pulpar em dentes hígidos são consideradas preditoras da idade dental (Star et al., 2011). A aquisição do volume da polpa, portanto, é relevante não só para a determinação de idade, mas também para o estudo de alterações pulpares, e comparação entre indivíduos de diferentes idades, raças e sexos. Um método que também pode ser utilizado para avaliação das dimensões e estruturas das cavidades pulpares é a tomografia computadorizada, que permite a produção de imagens em três dimensões, possibilitando, além da aquisição volumétrica, um exame mais preciso da cavidade pulpar. A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) ou CBCT (cone beam computed tomography) pode superar as limitações da radiografia convencional como exame auxiliar para o endodontista, com uma dose razoável de radiação, além eliminar a sobreposição de estruturas adjacentes, fornecendo informações adicionais clinicamente relevantes. A TCFC in vivo é de grande utilidade na determinação da anatomia de canais radiculares (Sin-young, 2013). Os equipamentos são capazes de fornecer imagens de alta qualidade diagnóstica com resolução sub-milimétrica, com um curto período de escaneamento e dosagem de radiação menor quando comparada com as tomografias computadorizadas convencionais. O uso de imagens obtidas de TCFC tem aumentado em muitas

Endereço: SRNTV 701, Via W 5 Norte - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-049

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA

Continuação do Parecer: 2.801.625

aplicações clínicas, tais como: a identificação e localização de lesões patológicas, implantes dentários, produção de imagens da articulação têmporo-mandibular, análises ortodônticas, análises do espaço aéreo, e o desenvolvimento de guias cirúrgicos. Tais aplicações clínicas demandam que o tomógrafo tenha suficiente precisão geométrica para atingir resultados satisfatórios (Cheol-Woo et al., 2017). Com a evolução dos sistemas tomográficos, houve incremento na qualidade das imagens e, portanto, no detalhamento das estruturas anatômicas avaliadas (Caputo, 2014). Na endodontia, além do uso para análise e estudo da anatomia de canais radiculares, o exame pode ser utilizado para determinar o volume total da polpa, que vai continuamente sofrendo alterações durante a vida do indivíduo. Os vários sistemas de TCFC disponíveis no mercado, se diferem em várias características técnicas, principalmente em sua resolução espacial, que é definida pelo tamanho do voxel de aquisição. As aplicações clínicas se diferem de acordo com o tamanho do FOV (field of view). Quanto menor o FOV, melhor a resolução espacial e menor o tamanho do voxel (Maret et al., 2012). Porém, ainda há a necessidade de precisão de contraste e diretrizes baseadas em evidências para a formação de um protocolo padronizado (Shaheen et al., 2017). Outro tipo de tomografia que está sendo bastante utilizada é a microtomografia computadorizada (micro-CT), que foi desenvolvida no começo de 1980 e é um método não invasivo e não destrutivo de se obter imagens bidimensionais e tridimensionais. A sua maior utilização é em pesquisas, podendo ser tanto in vivo em pequenos animais e in vitro para amostras de animais, biópsias de osso humano e espécimes de dentes. Isso ocorre devido ao pequeno tamanho de seu gantry e ao seu grande tempo de escaneamento, que pode ser de até 8 horas (Swain et al., 2009; Versiani et al., 2011; Schwass et al., 2009; Hannig et al., 2006). Quando comparada a outros métodos de produção de imagem, a força da micro-CT está em sua alta resolução, relativo baixo custo, e eficiência de escaneamento. Em teoria, um scanner micro-CT é baseado nos mesmos princípios físicos que um tomógrafo computadorizado de uso clínico, mas é projetado para produção de imagens em maior resolução (Clark e Badea, 2014). A micro-CT tem sido utilizada para observar a estrutura do osso, mensurar a espessura do esmalte nos dentes, e para medir áreas de superfície e volumes de dentes (Grande; Plotino; Gambarini, 2012). Analisar o dente através da micro-CT permite sua visualização 3D e pode ser uma ferramenta útil para entender a morfologia de cada dente. O conhecimento de sua anatomia interna irá ajudar o dentista a realizar tratamentos mais bem sucedidos no futuro (Orhan; Orhan; Ozgul, 2015). Com o exponencial aumento nos pedidos de TCFC pelos dentistas, é necessário que o radiologista responsável pela execução do exame saiba qual protocolo deve ser usado em cada situação específica, assim como quais limitações e desafios cada tomógrafo apresenta. A correta

Endereço: SRNTV 701, Via W 5 Norte - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-049

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA

Continuação do Parecer: 2.801.625

determinação de fatores como FOV, tamanho dos voxels, e tempo de exposição é essencial para o sucesso do exame tomográfico. Diferentes espessuras de janela e configurações de nível também podem afetar o resultados das medições realizadas. Esses fatores afetam a precisão do volume medido, resultando em inconsistência e incerteza na detecção de mudanças de volume em tomografias computadorizadas em série (Cheol-Woo et al., 2017). Portanto, diferentes protocolos usados em um mesmo tomógrafo, ou o uso de diferentes tomógrafos, podem gerar resultados diferentes, quando da aquisição do volume total de um mesmo objeto. Shaheen et al. (2017) estudou a eficácia da segmentação da estrutura dentária em 3 tomógrafos cone beam diferentes, por meio da comparação de seus resultados com os resultados obtidos através de uma micro-CT (padrão ouro). Assim, conseguiu concluir que, pelo fato dos resultados terem pouquíssima diferença, as imagens de TCFC podem ser recomendadas como uma ferramenta para diagnóstico e planejamento pré terapêutico endodôntico. Diante de uma variedade de equipamentos e protocolos diferentes, que podem causar alterações de medidas das estruturas que desejamos avaliar, nossa proposta é encontrar uma correlação da volumetria da câmara pulpar real (obtida através do escaneamento pela micro-CT), com a volumetria obtida por meio das imagens tomográficas cone beam, com o intuito de estabelecer um melhor protocolo em cada equipamento para avaliação da volumetria da câmara pulpar.

HIPÓTESE

Diferentes protocolos em equipamentos de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico interferem no diagnóstico de alterações da volumetria das câmaras pulpares.

METODOLOGIA

Comitê de Ética em Pesquisa

A pesquisa só iniciará após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP).

Seleção da Amostra

A amostra será constituída de 30 dentes pré-molares inferiores hígidos do Banco de Dentes Humanos da FOUSP fixados em base de acrílico.

Como critérios de exclusão, não serão selecionados: dentes cariados, com restaurações, com tratamento endodôntico.

Aquisição das imagens

Os dentes serão escaneados em diferentes tomógrafos computadorizados de feixe cônico (TCFC).

Endereço: SRNTV 701, Via W 5 Norte - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-049

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA

Continuação do Parecer: 2.801.625

tempos de exposição, visando reduzir erros futuros por parte de outros pesquisadores.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS

Risco mínimo não mensurável, uma vez que serão radiografados dentes desvitalizados provenientes do Banco de Dentes da FOU SP, que serão devolvidos, sem terem sofrido intervenções, ao final do estudo.

BENEFÍCIOS

Benefício indireto e futuro a partir do estudo atual relacionado com a volumetria da câmara pulpar e possíveis repercussões para os protocolos de planejamento e tratamento endodôntico da população.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo que visa utilizar diferentes protocolos de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico para avaliação de alterações na volumetria da câmara pulpar, utilizando como padrão ouro a micro tomografia computadorizada. Para isso serão utilizados dentes hígidos que serão escaneados por seis tomógrafos diferentes, variando os protocolos de aquisição. O material biológico humano será proveniente do Biobanco da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – FOU SP, registrado na Conep sob o número B-044.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Recomendações:

1. Recomenda-se que o pesquisador responsável corrija a o número de participantes na pesquisa no campo "Países de Recrutamento", pois ainda consta que o número de participantes é "30".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Trata-se de análise de resposta ao parecer pendente nº 2.749.773 emitido pela Conep em 02/07/2018:

1. Quanto às informações da pesquisa cadastradas na Plataforma Brasil:

1.1. No item "Informe o número de indivíduos abordados pessoalmente, recrutados, ou que

Endereço: SRNTV 701, Via W 5 Norte - Edifício PO 700, 3º andar
Bairro: Asa Norte **CEP:** 70.719-049
UF: DF **Município:** BRASILIA
Telefone: (61)3315-5877 **E-mail:** conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA

Continuação do Parecer: 2.801.625

sofrerão algum tipo de intervenção neste centro de pesquisa: 30 (destaque nosso). Ressalta-se que pela proposta da pesquisa, não haverá abordagem pessoal ou recrutamento de participantes. Neste contexto, a resposta ao item deve ser "Não se aplica". Solicita-se adequação.

RESPOSTA: No item "Informe o número de indivíduos abordados pessoalmente, recrutados, ou que sofrerão algum tipo de intervenção neste centro de pesquisa" a plataforma Brasil não permite a digitação de resposta, apenas aceita caracteres numéricos, portanto coloquei nesse item a resposta 0.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

1.2. No item "Propõe dispensa do TCLE?" Aqui deve ser informado se o pesquisador propõe dispensa do TCLE, pois o termo apresentado é do biobanco da instituição que foi apresentado aos consentidores para armazenamento de materiais biológicos. Cabe ressaltar que o TCLE do biobanco não substitui o TCLE da pesquisa. Tendo em vista a possibilidade de concedentes do biobanco que desejam ser reconsentidos a cada nova pesquisa, solicita-se apresentação de modelo de TCLE para estes concedentes.

RESPOSTA: No item "Propõe dispensa do TCLE?" foi colocado na plataforma Brasil a resposta SIM, uma vez que só foram utilizados dentes do Biobanco de Dentes da FOU SP em que os doadores escolheram não ser contactados a cada nova pesquisa, uma vez que essa tenha sido aprovada pelo CEP.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

1.3. No item "Haverá retenção de amostras para armazenamento em banco?" Aqui deverá ser informado que os dentes SERÃO armazenados em biorrepositório temporário, uma vez que eles serão enviados para análise na Universidade de Aarhus na Dinamarca e depois retornarão para o biobanco da Faculdade de Odontologia da USP de São Paulo. Solicita-se adequação.

RESPOSTA: Na plataforma Brasil, sob o item "Haverá retenção de amostras para armazenamento em banco?" foi informado que os dentes serão armazenados em biorrepositório temporário, já que eles serão enviados ao exterior (Universidade de Aarhus na Dinamarca) e depois retornarão para o biobanco da Faculdade de Odontologia da USP.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

1.4. No item "Orçamento Financeiro" devem constar os valores referentes ao envio de material biológico para o exterior, bem como os gastos com o retorno do material biológico, como também

Endereço: SRNTV 701, Via W 5 Norte - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-049

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA

Continuação do Parecer: 2.801.625

os custos relativos às tomadas tomográficas. Solicita-se adequação.

RESPOSTA: No item "Orçamento Financeiro" foi colocado: (PREZADO RELATOR, FAVOR CONFERIR TABELA REFERENTE À ESTA PENDÊNCIA NO DOCUMENTO INTITULADO "cartaresposta_conep")

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

1.5. O pesquisador deve esclarecer como os materiais biológicos serão armazenados no exterior e como será o processo de envio, bem como o tempo em que eles serão analisados nas diferentes análises propostas nesta investigação. Solicita-se adequação.

RESPOSTA: No item "Outras informações, justificativas ou considerações a critério do Pesquisador": Os dentes serão enviados ao exterior por meio de uma empresa especializada em transporte internacional (FEDEX). Eles serão armazenados no próprio suporte acrílico. Os dentes passarão pelas aquisições tomográficas necessárias, e então serão enviados pela mesma empresa, de volta ao Brasil. O tempo necessário para essas aquisições será de aproximadamente 2 meses.

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

Considerações Finais a critério da CONEP:

Diante do exposto, a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - Conep, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa proposto.

Situação: Protocolo aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1085450.pdf	12/07/2018 10:18:04		Aceito
Outros	cartaresposta_conep.docx	12/07/2018 10:17:18	ANA LUIZA ESTEVES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa_mestradoana_FINAL_conep_julho.doc	12/07/2018 10:14:00	ANA LUIZA ESTEVES CARNEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Cessao_de_Dentes_biobanco.pdf	29/05/2018 10:36:43	ANA LUIZA ESTEVES CARNEIRO	Aceito

Endereço: SRNTV 701, Via W 5 Norte - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-049

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA

Continuação do Parecer: 2.801.625

Declaração de Instituição e Infraestrutura	parecer_conep_biobanco.pdf	03/05/2018 17:31:28	ANA LUIZA ESTEVEZ CARNEIRO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	justificativa_dentes.pdf	12/04/2018 17:35:51	ANA LUIZA ESTEVEZ	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	biobancodedentes.pdf	08/03/2018 20:20:12	ANA LUIZA ESTEVEZ CARNEIRO	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	08/03/2018 20:19:26	ANA LUIZA ESTEVEZ	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

BRASILIA, 06 de Agosto de 2018

Assinado por:
FRANCISCA VALDA DA SILVA
(Coordenador)

Endereço: SRNTV 701, Via W 5 Norte - Edifício PO 700, 3º andar

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.719-049

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3315-5877

E-mail: conep@saude.gov.br

ANEXO B – Carta de autorização

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA****BIOBANCO DA FOUSP****AUTORIZAÇÃO**

O **Biobanco da FOUSP** – Divisão de Dentes Humanos compromete-se a fornecer **30 amostras** do material biológico pré-molares inferiores humanos para a execução do trabalho de pesquisa intitulado: **“Avaliação das distorções volumétricas da polpa utilizando diferentes protocolos e equipamentos de TCFC”** a ser realizado pela pesquisadora Ana Luiza Esteves Carneiro, orientada pelo Prof. Dr. Claudio Costa, após a aprovação do protocolo de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

São Paulo, 01 de março de 2018.

Prof(a) Dr(a) José Carlos Pettorossi Imparato
Responsável Laboratório

Prof. Dr. Décio dos Santos Pinto Junior
Coordenador do Biobanco da FOUSP