



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Letícia Copatti Dogenski

**A influência de artefatos brancos de imagens de tomografia computadorizada
de feixe cônico na avaliação da qualidade da obturação de dentes tratados
endodonticamente**

Florianópolis

2022

Letícia Copatti Dogenski

A influência de artefatos brancos de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico na avaliação da qualidade da obturação de dentes tratados endodonticamente

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Diagnóstico Bucal.

Orientador: Prof. Márcio Corrêa, Dr.

Coorientadora: Prof.^a Thais Mageste Duque, Dr.^a

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Dogenski, Leticia Copatti

A influência de artefatos brancos de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico na avaliação da qualidade da obturação de dentes tratados endodonticamente / Leticia Copatti Dogenski ; orientador, Márcio Corrêa, coorientador, Thais Mageste Duque, 2022.

61 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Radiologia odontológica. 4. Tomografia computadorizada de feixe cônico. I. Corrêa, Márcio. II. Mageste Duque, Thais. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Odontologia. IV. Título.

Letícia Copatti Dogenski

A influência de artefatos brancos de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico na avaliação da qualidade da obturação de dentes tratados endodonticamente

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 26 de setembro de 2022, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Márcio Corrêa, Dr.

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Patrícia Maria Poli Kopper Móra, Dr.^a

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Lucas da Fonseca Roberti Garcia, Dr.

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Diagnóstico Bucal.

Insira neste espaço a
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a
assinatura digital

Prof. Márcio Corrêa, Dr.

Orientador

Florianópolis, 2002.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, **Nelci Fátima Copatti**, por sempre me dar oportunidades e subsídios para facilitar minha caminhada, sem nunca medir esforços.

À minha irmã, **Larissa Copatti Dogenski**, por ser base e torcida, mesmo de longe.

Ao meu pai, **Iracilde Luís Dogenski**. Mesmo já tendo partido, ele ainda me inspira com sua força para seguir em frente.

Ao meu namorado, **Martim Caetano Gugel dos Santos**, que me apoia e divide comigo os momentos mais apreensivos, e também é companheiro dos mais alegres.

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Márcio Corrêa**, que colaborou ativamente nesta pesquisa e sempre me incentivou a buscar as melhores formas de conduzi-la.

À minha coorientadora, Prof.^a Dr.^a **Thais Mageste Duque**, pelos ensinamentos e pelo auxílio durante todo o período do mestrado.

Ao Prof. Dr. **João Paulo De Carli** pela amizade, colaboração e auxílio que vêm desde a graduação.

Ao Prof. Dr. **Matheus Souza**, pelo seu auxílio, e à **Universidade de Passo Fundo (UPF)**, minha primeira casa na Odontologia, que sempre manteve suas portas abertas para mim caso quisesse retornar.

À Prof.^a Dr. **Patrícia Poli Kopper Móra** e a mestranda **Luana Roletto**, que muito contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa, e à **Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)**, que disponibilizou o equipamento de Micro-CT.

Aos meus colegas da pós-graduação em Diagnóstico Bucal: **André Poletto**, **Fabiane Smiderle**, **Juliana Almeida** e **Morgana Abramchuk**, pelo carinho, amizade e apoio recebidos.

Aos meus amigos que torceram por mim nesse período de mestrado, e foram compreensivos todas as vezes que precisei estar ausente ou distante.

Ao estatístico **Sérgio Ignácio**, por desvendar tão didaticamente e me auxiliar em uma das partes mais desafiadoras da pesquisa.

Aos **Biobancos de Dentes das Faculdades de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (UPF)** e da **Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC)**, por cederem as amostras utilizadas nesta pesquisa.

À **Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)**, que abriu suas portas para que eu pudesse realizar este sonho. Sou grata aos professores, funcionários e colegas com quem tive o prazer de conviver nesse período que frequentei a UFSC como aluna de mestrado. Todos contribuíram muito para a minha formação, tanto no âmbito profissional quanto no pessoal.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pelo apoio financeiro durante o período do mestrado.

A todos os, aqui anônimos, que contribuíram para realização deste trabalho.

Muito obrigada!

“Se muito vale o já feito, mais vale o que será,
E o que foi feito é preciso conhecer para melhor prosseguir.

Falo assim, sem tristeza, falo por acreditar
Que é cobrando o que fomos que nós iremos crescer.”

(Fernando Brant, Márcio Borges e Milton Nascimento em O Que Foi Feito Devera)

RESUMO

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é uma modalidade de exame de imagem que, na odontologia, permite uma análise tridimensional (3D) de estruturas ósseas e dentárias, podendo gerar uma interpretação mais precisa das condições bucais em várias situações clínicas. A Endodontia é uma das especialidades que utiliza as vantagens da TCFC na clínica, principalmente em situações complexas nas quais as radiografias periapicais (PAs) ou panorâmicas falham em revelar detalhes importantes para o planejamento do tratamento endodôntico. Entretanto, as imagens de TCFC de dentes tratados endodonticamente são afetadas por artefatos brancos, que são distorções de volume dos materiais obturadores. A conseqüente diminuição na qualidade da imagem limita sua interpretação, podendo mascarar falhas no preenchimento do canal radicular. O objetivo deste estudo é avaliar se os artefatos brancos presentes em imagens de TCFC afetam a qualidade da imagem da obturação radicular de dentes tratados endodonticamente. Vinte pré-molares uniradiculares extraídos de humanos tiveram seus canais radiculares preparados com o auxílio de instrumentos mecanizados. As amostras foram aleatoriamente distribuídas em dois grupos (*before single cone* ou *BSC* e *before lateral condensation* ou *BLC*), e cada uma delas foi submetida à primeira obtenção de imagens de TCFC e microtomografia (Micro-CT). Depois deste processo, os dentes foram preenchidos de acordo com o grupo ao qual foram distribuídos, sendo: SC - cone único sem cimento endodôntico; e LC - condensação lateral sem cimento endodôntico. Após o preenchimento, novas imagens de TCFC e Micro-CT foram obtidas de cada amostra. Na seqüência, o preenchimento radicular foi removido das amostras, que receberam novos preenchimentos compatíveis ao grupo ao qual pertenciam, agora com a utilização de cimento endodôntico, sendo: SCS - cone único com cimento endodôntico; e LCS - condensação lateral com cimento endodôntico. Após este processo, novas imagens de TCFC e Micro-CT foram obtidas de cada amostra. Foram feitas comparações visuais e medições quantitativas dos modelos 3D reconstruídos a partir das imagens de TCFC e Micro-CT, e a quantidade de material obturador foi calculada como uma porcentagem do volume total do preenchimento radicular de cada amostra. A análise estatística foi realizada através de teste ANOVA a dois fatores, seguido do Teste de Tukey para comparações múltiplas, com nível de significância de 0,05. Verificou-se uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os valores médios de volume considerando-se o tipo de exame para os grupos BSC, SC, SCS e LCS, com menores valores de volume para o exame de Micro-CT. Em TCFC, o volume reconstruído de SCS foi estatisticamente diferente ($p < 0,05$) do volume de BSC e SC, que foram semelhantes entre si. A alta radiopacidade dos materiais obturadores presentes no canal radicular das amostras provocou um aumento no volume do preenchimento reconstruído a partir das imagens de TCFC quando comparado ao padrão de referência. As diferentes técnicas de obturação utilizadas no estudo não tiveram influência na quantidade de artefatos brancos nas imagens de TCFC, estes estando mais relacionados à presença de cimento endodôntico no preenchimento radicular.

Palavras-chave: Artefato branco. Materiais obturadores. Tomografia computadorizada de feixe cônico.

ABSTRACT

Cone-beam computed tomography (CBCT) is an imaging modality that, in dentistry, allows a three-dimensional (3D) analysis of bone and dental structures, which can generate a more accurate interpretation of oral conditions in various clinical situations. Endodontics is one of the specialties that uses the advantages of CBCT in the clinic, especially in complex situations in which periapical or panoramic radiographs fail to reveal important details for planning endodontic treatment. However, CBCT images of endodontically treated teeth are affected by white artifacts, which are volume distortions of filling materials. The consequent decrease in image quality limits its interpretation, and may mask failures in filling of the root canal. The aim of this study is to evaluate whether white artifacts present in CBCT images can affect the image quality of root filling of endodontically treated teeth. Twenty single-rooted premolars extracted from humans had their root canals prepared with mechanized instruments. The samples were randomly distributed into two groups (before single cone or BSC and before lateral condensation or BLC), and each of them underwent the first CBCT and microtomography (Micro-CT) images. After this process, the teeth were filled according to the group to which they were distributed, as follows: SC - single cone without endodontic sealer; and LC - lateral condensation without endodontic sealer. New CBCT and Micro-CT images were obtained from each sample and, subsequently, the root filling was removed from the samples, which received new fillings compatible with the group to which they belonged, now using endodontic sealer, as follows: SCS - single cone with endodontic sealer; and LCS - lateral condensation with endodontic sealer. After this process, new CBCT and Micro-CT images were obtained from each sample. Visual comparisons and quantitative measurements of the reconstructed 3D models from the CBCT and Micro-CT images were made, and the amount of filling material was calculated as a percentage of the total root filling volume of each sample. Statistical analysis was performed using the two-way ANOVA test, followed by the Tukey test for multiple comparisons, with a significance level of 0.05. There was a statistically significant difference ($p < 0.05$) between the mean volume values considering the exam for the BSC, SC, SCS and LCS groups, with lower volume values for the Micro-CT exam. In CBCT, the reconstructed volume of SCS was statistically different ($p < 0.05$) from the volume of BSC and SC, which were similar to each other. The high radiopacity of the filling materials present in the root canal of the samples caused an increase in the volume of the filling reconstructed from the CBCT images when compared to the reference standard. The different filling techniques used in the study had no influence on the amount of white artifacts on the CBCT images, these being more related to the presence of endodontic sealer in the root filling.

Keywords: White artifact. Filling materials. Cone-beam computed tomography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Amostras seccionadas	18
Figura 2 – Recobrimento externo da amostra com silicona de condensação pesada	19
Figura 3a – Lima reciprocante do sistema WaveOne® Gold (Imagem ilustrativa retirada de https://dentsplysirona.com) utilizada para a instrumentação das amostras	20
Figura 3b – Motor elétrico X-Smart Plus	20
Figura 4a – Preenchimento com cone único sem cimento endodôntico (grupo SC)	21
Figura 4b – Preenchimento por condensação lateral sem cimento endodôntico (grupo LC)	21
Figura 5a – Obturação com cone único e cimento endodôntico (grupo SCS)	22
Figura 5b – Obturação por condensação lateral e cimento endodôntico (grupo LCS)	22
Figura 6a – Equipamento Prexion utilizado para obtenção das imagens de TCFC das amostras (Imagem ilustrativa retirada de https://www.idocradiologia.com.br/)	23
Figura 6b – Equipamento InspeXio utilizado para obtenção das imagens de Micro-CT das amostras	23
Figura 7 – Detalhe da reconstrução da imagem de Micro-CT da amostra nº4 do grupo SCS no <i>software</i> ITK-SNAP®	24
Figura 8 – Obtenção da medida de volume de material obturador reconstruído no <i>software</i> ITK-SNAP® a partir da imagem de TCFC da amostra nº6 do grupo SC	24
Figura 9 – Modelos 3D do material obturador das amostras de SC e SCS reconstruídas no <i>software</i> ITK-SNAP®. Cada linha corresponde a um tipo de exame (TCFC e Micro-CT) e cada coluna corresponde à numeração das amostras dentro do grupo (de 1 a 10)	28
Figura 10 – Modelos 3D do material obturador das amostras de LC e LCS reconstruídas no <i>software</i> ITK-SNAP®. Cada linha corresponde a um tipo de exame (TCFC e Micro-CT) e cada coluna corresponde à numeração das amostras dentro do grupo (de 1 a 10)	29
Figura 11 – Detalhe da amostra nº6 do grupo LCS, apresentando pouca diferença de volume de material obturador entre as imagens de TCFC (6.73mm ³) e Micro-CT (6.30mm ³) reconstruídas no <i>software</i> ITK-SNAP®	30
Figura 12 – Detalhe da amostra nº4 do grupo SCS, apresentando grande diferença de volume de material obturador entre as imagens de TCFC (10.05mm ³) e Micro-CT (5.22mm ³) reconstruídas no <i>software</i> ITK-SNAP®	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de volume de material obturador reconstruído em 3D a partir das imagens de TCFC e Micro-CT	25
Tabela 2 – Testes de normalidade da variável volume segundo grupo e exame	26
Tabela 3 – Média e desvio padrão (\pm) do volume do espaço preparado (BSC e BLC) e do material obturador (SC, SCS, LC e LCS) nos grupos experimentais avaliados através de TCFC e Micro-CT	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TCFC	Tomografia computadorizada de feixe cônico
PA	Periapicais
2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
TC	Tomografia computadorizada
ROI	Região de interesse
MICRO-CT	Microtomografia
FOV	Campo de visão
UPF	Universidade de Passo Fundo
UNOESC	Universidade do oeste de Santa Catarina
CEPSH	Comitê de ética em pesquisa com seres humanos
UFSC	Universidade federal de Santa Catarina
mm	Milímetros
CD	Comprimento do dente
CT	Comprimento de trabalho
ML	Mililitros
NaOCl	Hipoclorito de sódio
cc	Centímetros cúbicos
EDTA	Etilenodiamino tetra-acético
cm	Centímetros
kVp	Quilovoltagem de pico
mA	Miliampère
kV	Quilovolt
mm ³	Milímetros cúbicos
ISO	International Organization for Standardization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO	13
1.2	ARTEFATOS BRANCOS	15
1.3	MICROTOMOGRAFIA (MICRO-CT)	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	DESENVOLVIMENTO	17
3.1	AMOSTRA	17
3.2	TRATAMENTO ENDODÔNTICO OBTURADOR	18
3.3	EQUIPAMENTOS DE IMAGEM DE TCFC E MICRO-CT	23
3.4	RECONSTRUÇÃO 3D	23
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	25
4	RESULTADOS	26
5	DISCUSSÃO	31
6	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS	36
	APÊNDICE A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos	42

1 INTRODUÇÃO

1.1 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO (TCFC)

As técnicas imaginológicas são uma ferramenta inestimável no diagnóstico oral e maxilofacial e no planejamento dos casos clínicos da maioria dos pacientes em odontologia (MCCAUL; MCHUGH; SAUNDERS, 2001; LURIE, 2019). As PAs, por exemplo, desempenham um papel predominante na prática clínica (KOBAYASHI-VELASCO et al., 2017) ao fornecer imagens nítidas com alta resolução espacial que revelam uma ampla variedade de patologias e auxiliam nas estratégias de tratamentos (LURIE, 2019). Porém, embora sejam adequadas a várias situações, as PAs apresentam uma imagem bidimensional (2D) de estruturas tridimensionais (3D), o que resulta na sobreposição de estruturas anatômicas. Assim, o diagnóstico de condições complexas e a tomada de decisões que afetam as estruturas dos tecidos dentário e periodontal através de imagens 2D pode ser prejudicada por uma perda de informações vestibulolinguais nessas imagens (COTTON et al., 2007; COSTA et al., 2012; KOBAYASHI-VELASCO et al., 2017; RODRÍGUEZ et al., 2017; SONG et al., 2017; HAYASHI et al., 2018; ALMOHAREB; BARAKAT; MEHANNY, 2022).

Alguns casos clínicos podem ter sua avaliação facilitada pelo uso de imagens multiplanares, como a tomografia computadorizada (TC) (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006; COSTA et al., 2012; KOBAYASHI-VELASCO et al., 2017), desenvolvida por Hounsfield em 1972. A partir dela, Mozzo et al. (1998) projetaram um sistema de TCFC específico para uso na área maxilofacial e, em seguida, Arai et al. (1999) desenvolveram um sistema de TCFC odontológico no qual a área a ser tomografada foi reduzida, assim como a dose de radiação em comparação à TC convencional (MOZZO et al., 1998; ARAI et al., 1999; ROSEN et al., 2015; HAYASHI et al., 2018). A TCFC possibilitou a visualização da dentição, do esqueleto maxilofacial e de estruturas anatômicas finas em alta resolução (QUEIROZ et al., 2017; NASSEH; AL-RAWI, 2018), superando alguns dos inconvenientes das PAs, como a distorção geométrica (MOTA DE ALMEIDA; KNUTSSON; FLYGARE, 2014), além de oferecer vantagens como um tempo de varredura curto e menores custos para o paciente em relação à TC convencional (COTTON et al., 2007).

A obtenção de imagens de TCFC ocorre através da produção de um feixe de raios-X divergente na forma de um cone (SETZER et al., 2017). Através de uma fonte

de raios-X e um detector de área recíproca que se movem em sincronia ao redor da cabeça do paciente, a TCFC adquire informações, como forma e densidade, de vários ângulos diferentes em uma única rotação, ao redor de uma determinada região de interesse (ROI). Em certos intervalos de graus, imagens de projeção única, conhecidas como imagens básicas, são adquiridas cada uma ligeiramente deslocada das outras, num total que pode variar de 100 a 600 imagens básicas por digitalização (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006; ABRAMOVITCH; RICE, 2014). Esses dados de imagem coletados são processados por um *software* especializado, que constrói imagens tomográficas do ROI em vários planos anatômicos (coronal, axial e sagital padrão e seus derivados paraplanares) (ABRAMOVITCH; RICE, 2014; PATEL et al., 2019).

Assim, acredita-se que a TCFC gere um conjunto de dados volumétricos precisos, e suas imagens reformatadas multiplanares são consideradas adequadas para medições lineares (SCARFE; FARMAN, 2008; KOSALAGOOD et al., 2014). Criando imagens 3D do ROI, a TCFC permite a visualização de um dente individual ou da dentição em relação aos tecidos esqueléticos circundantes, favorecendo as avaliações e gerando uma terapia mais ativa em várias especialidades da odontologia (COTTON et al., 2007; QUEIROZ et al., 2017; RODRÍGUEZ et al., 2017), como a cirurgia, implantodontia, ortodontia, endodontia e periodontia (DECURCIO et al., 2012). Na endodontia, o exame radiográfico é necessário desde o diagnóstico até a determinação do resultado do tratamento (ALMOHAREB; BARAKAT; MEHANNY, 2022), e por mais que as PAs ainda desempenhem um papel predominante na prática endodôntica diária, fornecendo imagens com boa relação custo-benefício e alta resolução, a TCFC é referida como um meio mais sensível para detectar alterações (COTTON et al., 2007; LOFTHAG-HANSEN et al., 2007; LIANG et al., 2011; CHEUNG; WEI; MCGRATH, 2013).

Na endodontia, a TCFC tem sido sugerida no diagnóstico de situações complexas onde as técnicas 2D falham em revelar informações suficientes (D'ADDAZIO et al., 2011; SHEMESH et al., 2011; ESKANDARLOO et al., 2012; KOÇ et al., 2018), como na identificação da anatomia radicular, de reabsorções internas, externas, cervicais e apicais, localização de canais perdidos, instrumentos quebrados e outros corpos estranhos, identificação e extensão da periodontite apical, acompanhamento de tratamentos endodônticos com sinais ou sintomas clínicos pouco claros e detecção de fraturas radiculares e alveolares (LIANG et al., 2011; SETZER et al., 2017). A TCFC também pode servir como um complemento na aquisição de

informações para o diagnóstico de casos onde sinais clínicos ou lesões estão aparentemente relacionadas a dentes tratados de maneira satisfatória (COTTON et al., 2007; SCARFE et al., 2009; SETZER et al., 2017; NASSEH; AL-RAWI, 2018; KRUG et al., 2019). As chances de imagens de TCFC localizarem uma lesão são duas vezes maiores do que as chances de radiografias tradicionais localizarem a mesma lesão (AMINOSHARIAE; KULILD; SYED, 2018), uma vez que a TCFC fornece uma maior quantidade de informações necessárias para se estabelecer um diagnóstico.

1.2 ARTEFATOS BRANCOS

O objetivo final de uma obturação radicular é preencher todo o canal preparado e limpo a fim de prevenir patologias pós-tratamento, erradicando o maior número possível de microrganismos e eliminando os espaços onde as bactérias poderiam popularizar e proliferar (COLLINS et al., 2006; HUYBRECHTS et al., 2009; MOTAMEDI et al., 2021). O sucesso a longo prazo do tratamento endodôntico pode ser alcançado com materiais de preenchimento, como guta-percha e cimento endodôntico, que forneçam um alto nível de adaptabilidade interfacial e baixa toxicidade, além de uma restauração coronal que evite a infiltração bacteriana (MARCIANO et al., 2011). Como a guta-percha não se adere às paredes dentinárias, um preenchimento satisfatório não pode ser obtido sem o uso de um cimento, que deve fluir ao longo de toda a superfície da parede do canal, preencher todos os vazios e discrepâncias entre a guta-percha e o canal radicular, e aderir firmemente à dentina e à guta-percha (GAMBARINI et al., 2006).

Uma aparência radiográfica homogênea do preenchimento do canal radicular, portanto, define a qualidade do tratamento (BEYER-OLSEN; ORSTAVIK, 1981; CELIKTEN et al., 2019). Porém, em varreduras de TCFC de canais obturados, a imagem resultante do canal radicular parece ter um volume aumentado em comparação com o volume original (CELIKTEN et al., 2017). Este efeito de distorção de volume, denominado “artefato branco”, é de particular importância, pois a diferença no volume preenchido da raiz pode levar a erros na avaliação da qualidade da obturação e do tamanho real do canal (DECURCIO et al., 2012; MIYASHITA et al., 2021), podendo mascarar falhas no preenchimento radicular.

O artefato é um fenômeno indesejável definido como qualquer recurso na imagem radiográfica que não é representativo do objeto avaliado (SCHULZE et al.,

2011; PARSA et al., 2014; QUEIROZ et al., 2017; KOCASARAC et al., 2019). Objetos de alta densidade, por exemplo, causam artefatos ao atuarem no campo de visão (field of view ou FOV) como um filtro, alterando drasticamente o espectro do feixe de raios-X (SCHULZE; BERNDT; D'HOEDT, 2010; KOCASARAC et al., 2019), afetando o contraste entre áreas vizinhas nas imagens reconstruídas e resultando em imagens pouco claras das estruturas anatômicas (SCHULZE et al., 2011; PARSA et al., 2014; SANCHO-PUCHADES; HAMMERLE; BENIC, 2015; KOCASARAC et al., 2019).

Materiais obturadores, como a guta-percha e cimentos obturadores, possuem substâncias radiopacificantes que permitem uma melhor visualização e diferenciação radiográfica entre eles e as estruturas anatômicas circundantes (GORDUYSUS; AVCU, 2009). Porém, uma vez que as imagens de TCFC são afetadas por materiais com alto número atômico (DECURCIO et al., 2012; QUEIROZ et al., 2017; LIMA et al., 2018; KOCASARAC et al., 2019; COELHO-SILVA et al., 2021), uma maior densidade destes materiais no caminho do feixe de raios-X pode limitar a interpretação dos volumes 3D (SCHULZE et al., 2011; DECURCIO et al., 2012; CELIKTEN et al., 2019).

1.3 MICROTOMOGRAFIA (MICRO-CT)

Também a imagem de Micro-CT abriu novas possibilidades para a pesquisa endodôntica, permitindo avaliações quantitativas e qualitativas volumétricas não destrutivas da anatomia do canal radicular (MANGIONE et al., 2013). A imagem de Micro-CT é baseada na interpretação de padrões de absorção de raios-X que penetram em um objeto de diferentes ângulos, criando imagens submilimétricas de alta resolução de uma amostra, que pode ser digitalmente reconstruída em 3D.

Por ser um processo não destrutivo que oferece informações de alta qualidade sobre mudanças estruturais longitudinais em ossos e dentes (ANDERSON et al., 2014), a imagem de Micro-CT é atualmente reconhecida como o padrão ouro na pesquisa endodôntica para o estudo da anatomia e mudanças na morfologia do canal radicular (STAUBER; MÜLLER, 2008; ZHANG et al., 2013; CELIKTEN et al., 2017; COX, 2020). No entanto, devido à alta radiação utilizada e ao tamanho dos aparelhos de Micro-CT, ela é incompatível com o organismo humano, sendo este método restrito a estudos *in vitro* (VILLA-MACHADO et al., 2020).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se os artefatos brancos presentes em imagens de TCFC podem afetar a imagem tomográfica da obturação radicular de dentes tratados endodonticamente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar as técnicas TCFC e Micro-CT quanto a interferência de artefatos brancos em imagens de de canais obturados;

Comparar as técnicas de cone único e condensação lateral quanto à presença de artefatos brancos;

Avaliar se o cimento obturador tem influência no aumento de volume de material obturador provocado pelo artefato branco.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 AMOSTRA

Vinte pré-molares uniradiculares de humanos, cedidos pelo Biobanco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (UPF) e pelo Biobanco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), foram utilizado no desenvolvimento deste estudo. O número de amostras foi escolhido tomando como base o estudo conduzido por Celikten et al. (2017), que utilizaram 40 dentes. No caso do presente estudo, os 20 dentes selecionados passaram por duas modalidades de preenchimento, em dois momentos diferentes, totalizando 40 amostras.

Para serem considerados favoráveis a esta pesquisa, os dentes não podiam apresentar reabsorções radiculares externas ou internas, fissuras, trincas, curvatura acima de 20°, ápice imaturo, mais de um canal radicular, diferenciações anatômicas, ou terem sido submetidos a tratamento endodôntico prévio. A transferência temporária das amostras e de informações associadas ao pesquisador foi feita após a aprovação

do protocolo de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC, parecer nº 4.730.645).

Cálculos e restos de tecido mole foram removidos das superfícies radiculares externas usando curetas periodontais. Para padronização das amostras, as coroas de todos os dentes foram seccionadas na junção cimento-esmalte com brocas diamantadas em alta velocidade sob refrigeração com água, de forma a se obter um comprimento radicular final de 11mm (Figura 1).

Figura 1 – Amostras seccionadas.



3.2 TRATAMENTO ENDODÔNTICO OBTURADOR

Os 20 dentes foram submetidos a tratamento endodôntico com o auxílio de instrumentos mecanizados, de acordo com o seguinte protocolo:

O comprimento do dente (CD) foi obtido pela introdução de uma lima K #10 de 21mm (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça) no canal até a visualização de sua ponta no forame apical. O comprimento de trabalho (CT) foi determinado pela subtração de 1mm do CD.

O ápice de cada dente foi recoberto externamente com silicona de condensação pesada (Xantopren VL Plus, Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha), a fim de evitar o extravasamento das soluções irrigadoras empregadas (Figura 2).

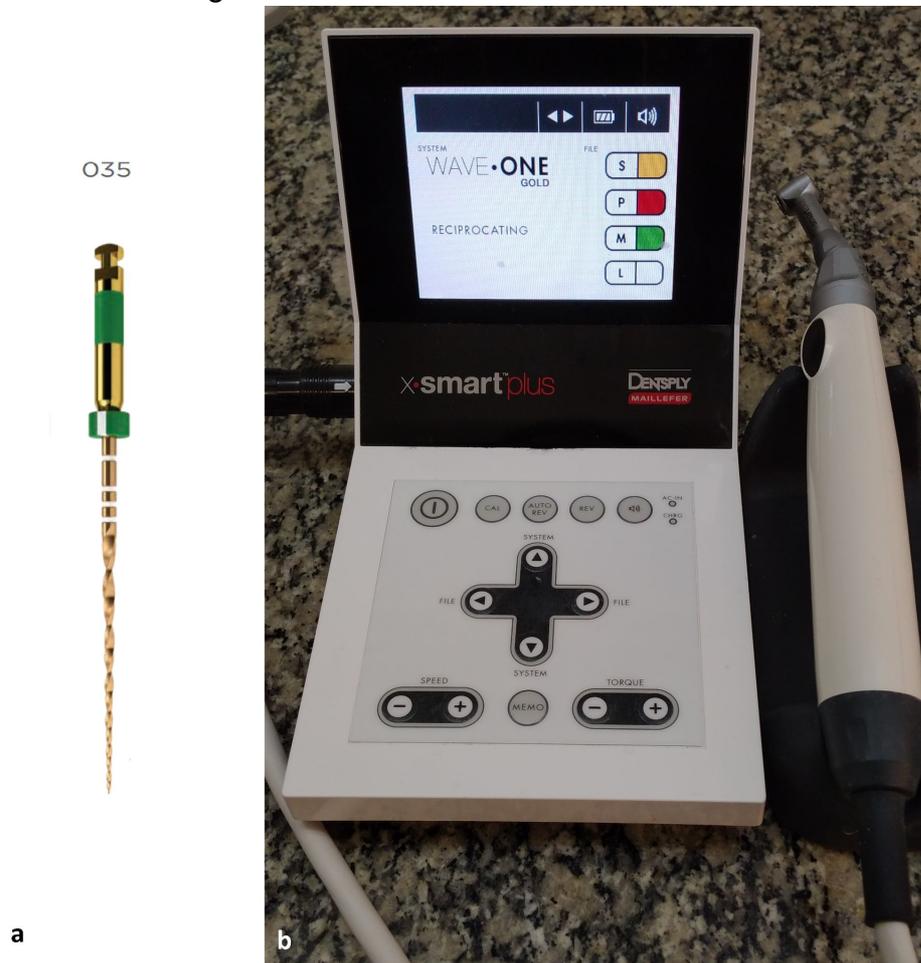
Figura 2 – Recobrimento externo da amostra com silicona de condensação pesada.



O preparo do canal radicular foi feito pela técnica coroa-ápice com uma lima reciprocante de níquel-titânio WaveOne® Gold Medium #35 de 21mm (WaveOne® Gold, Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça) (Figura 3a), acoplada a um contra-ângulo alimentado por um motor elétrico VDW.Silver® (VDW GmbH, Munique, Alemanha) (Figura 3b). A lima foi introduzida no canal 3 vezes, avançando entre 3 a 4mm por inserção. A cada avanço e retirada do instrumento, a irrigação era realizada com 2mL de solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1% (Rioquímica, São José do Rio Preto, Brasil) com seringa de 5cc (Ultradent Products Inc., South Jordan, EUA) e ponta NaviTip® (Ultradent Products Inc., South Jordan, EUA) previamente calibrada a 2mm do CT com cursores. Ao final do preparo, os canais foram irrigados com 3mL de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) durante 3 minutos, lavados com 5mL de soro fisiológico e secos com pontas de papel absorvente (Tanariman Industrial LTDA, Manacapuru, Brasil).

Figura 3a – Lima recíprocante do sistema WaveOne® Gold (Imagem ilustrativa retirada de <https://www.dentsplysirona.com>) utilizada para a instrumentação das amostras.

Figura 3b – Motor elétrico X-Smart Plus.

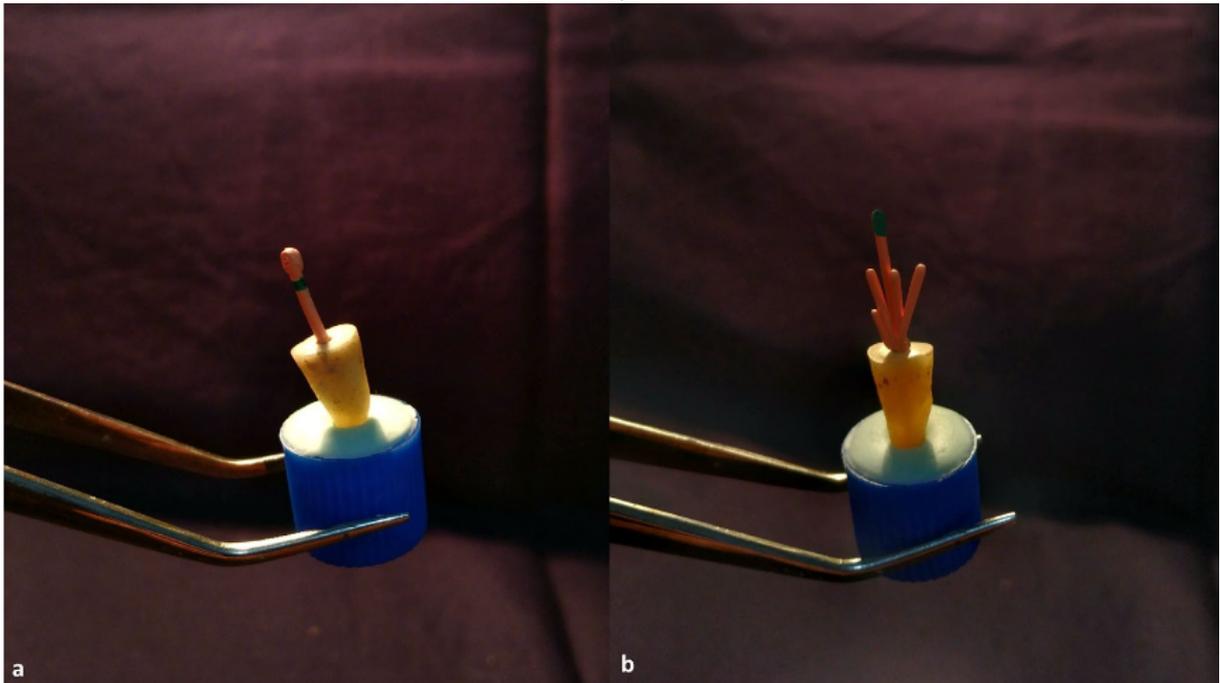


As amostras foram aleatoriamente distribuídas em 2 grupos (Before single cone ou BSC; e Before lateral condensation ou BLC), recebendo um número de 1 a 10 dentro do grupo para garantir o ordenamento do estudo. Com o espaço do canal radicular preparado e antes de receber qualquer obturação, foram obtidas imagens de TCFC e Micro-CT de cada amostra. Após esse processo, as amostras foram preenchidas de acordo com o grupo ao qual foram alocadas, deste modo:

SC (single cone, n=10): dentes preenchidos pela técnica do cone único com cones de guta-percha do modelo WaveOne® Gold #35 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça), de conicidade semelhante à da lima utilizada no preparo, e sem cimento endodôntico (Figura 4a). Os cones de guta-percha foram inseridos no CT e o excesso coronal foi cortado com um condensador de Paiva (Golgran, São Caetano do Sul, Brasil).

LC (lateral condensation, n=10): dentes preenchidos pela técnica de condensação lateral com o auxílio de espaçadores digitais nº20 (amarelo) e nº25 (vermelho) (MK Life, Porto Alegre, Brasil) e condensador de Paiva, com um cone mestre #35 e cones acessórios de guta-percha da marca Tanari® de conicidade 0.02 (Tanariman Industrial LTDA, Manacapuru, Brasil) e sem cimento endodôntico (Figura 4b). Os cones foram inseridos no CT e o excesso coronal foi cortado com um condensador de Paiva.

Figura 4a – Preenchimento com cone único sem cimento endodôntico (grupo SC).
Figura 4b – Preenchimento por condensação lateral sem cimento endodôntico (grupo LC).



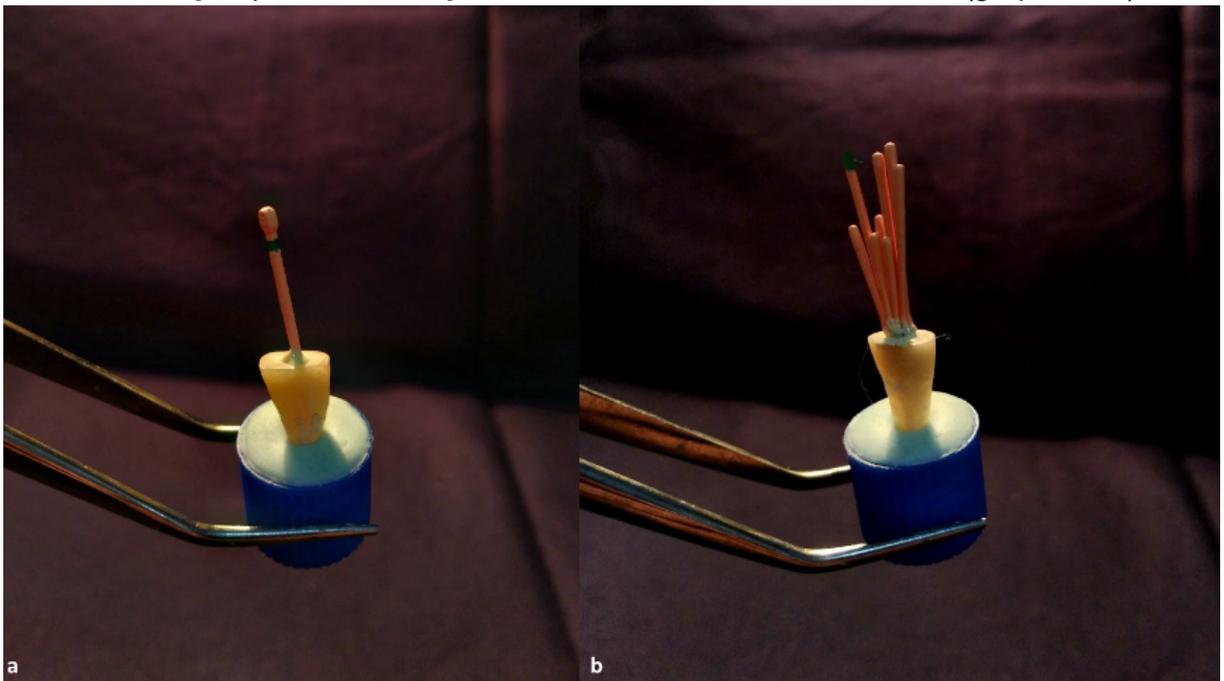
As amostras passaram por um período de descanso mínimo de 24 horas em estufa a 37°C e umidade relativa de 100% antes de serem novamente submetidas a obtenção de imagens de TCFC e Micro-CT.

Após esse processo, os cones foram retirados do canal radicular de cada uma das amostras de ambos os grupos com o auxílio de um espaçador digital levemente aquecido, introduzido e mantido por cerca de 30 segundos no canal antes de ser removido, trazendo os cones de guta-percha. As amostras tiveram seu ápice novamente recoberto externamente com silicona de condensação antes de serem obturadas com novos cones de guta-percha, de acordo com o grupo ao qual pertenciam, e cimento endodôntico, os grupos ficando deste modo:

SCS (single cone with sealer, n=10): dentes obturados pela técnica do cone único com cones de guta-percha do modelo WaveOne® Gold #35, de conicidade semelhante à da lima utilizada no preparo, e cimento endodôntico AH Plus (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça) (Figura 5a). Os cones de guta-percha foram levemente revestidos com o cimento e inseridos no CT, e o excesso coronal foi cortado com um condensador de Paiva.

LCS (lateral condensation with sealer, n=10): dentes obturados pela técnica de condensação lateral com o auxílio de espaçadores digitais nº20 (amarelo) e nº25 (vermelho) e condensador de Paiva, com um cone mestre #35 e cones acessórios de guta-percha da marca Tanari® de conicidade 0.02 e cimento endodôntico AH Plus (Figura 5b). Os cones de guta-percha foram levemente revestidos com o cimento e inseridos no CT, e o excesso coronal foi cortado com um condensador de Paiva.

Figura 5a – Obturação com cone único e cimento endodôntico (grupo SCS). Figura 5b – Obturação por condensação lateral com cimento endodôntico (grupo LCS).



Os dentes passaram por mais um período de descanso mínimo de 24 horas em estufa a 37°C e umidade relativa de 100% antes de serem novamente submetidos à obtenção de imagens de TCFC e Micro-CT.

3.3 EQUIPAMENTOS DE IMAGEM DE TCFC E MICRO-CT

As tomadas radiográficas de TCFC das raízes preparadas e endodonticamente tratadas foram obtidas com um equipamento Prexion (Prexion Corporation, Tokyo, Japão) (Figura 6a), utilizando-se o protocolo de 5cm de FOV, voxel 0,09mm, 110KVp e 6mA, em uma rotação de 360°.

As imagens de Micro-CT das raízes preparadas e endodonticamente tratadas foram adquiridas com um equipamento InspeXio SMX-90CT Plus (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão) (Figura 6b), utilizando-se o protocolo de 70kV de intensidade, voxel 0.01mm e espessura de 0.01mm, em uma rotação de 360°.

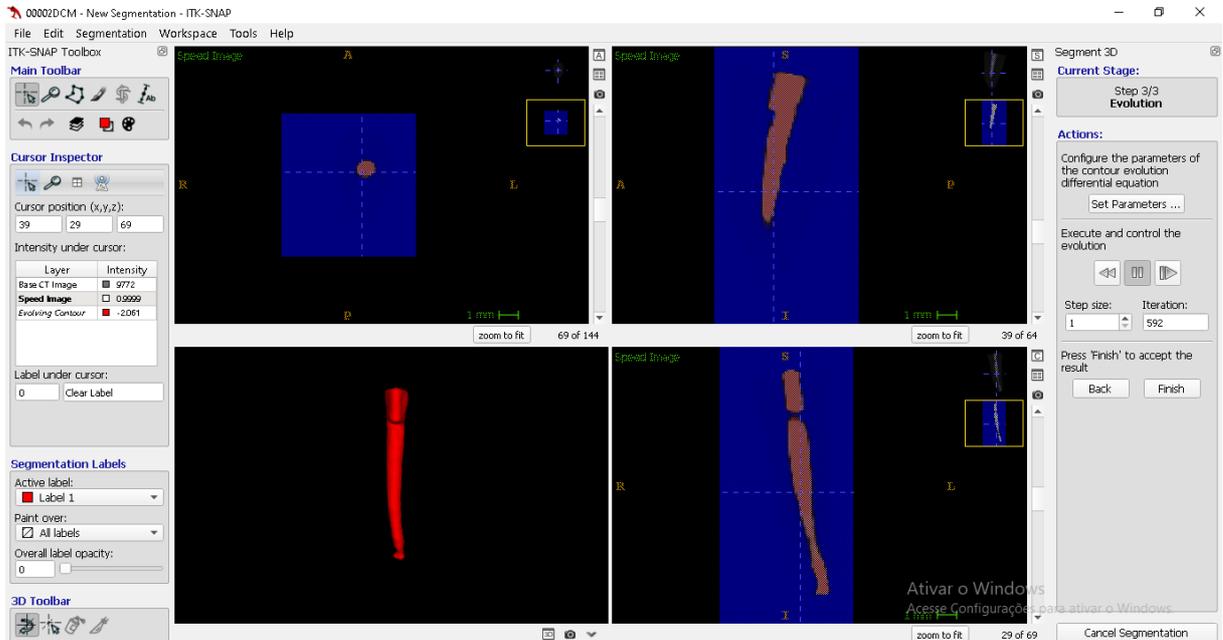
Figura 6a – Equipamento Prexion utilizado para obtenção das imagens de TCFC (Imagem ilustrativa retirada de <https://www.idocradiologia.com.br/>). Figura 6b – Equipamento InspeXio utilizado para obtenção das imagens de Micro-CT.



3.4 RECONSTRUÇÃO 3D

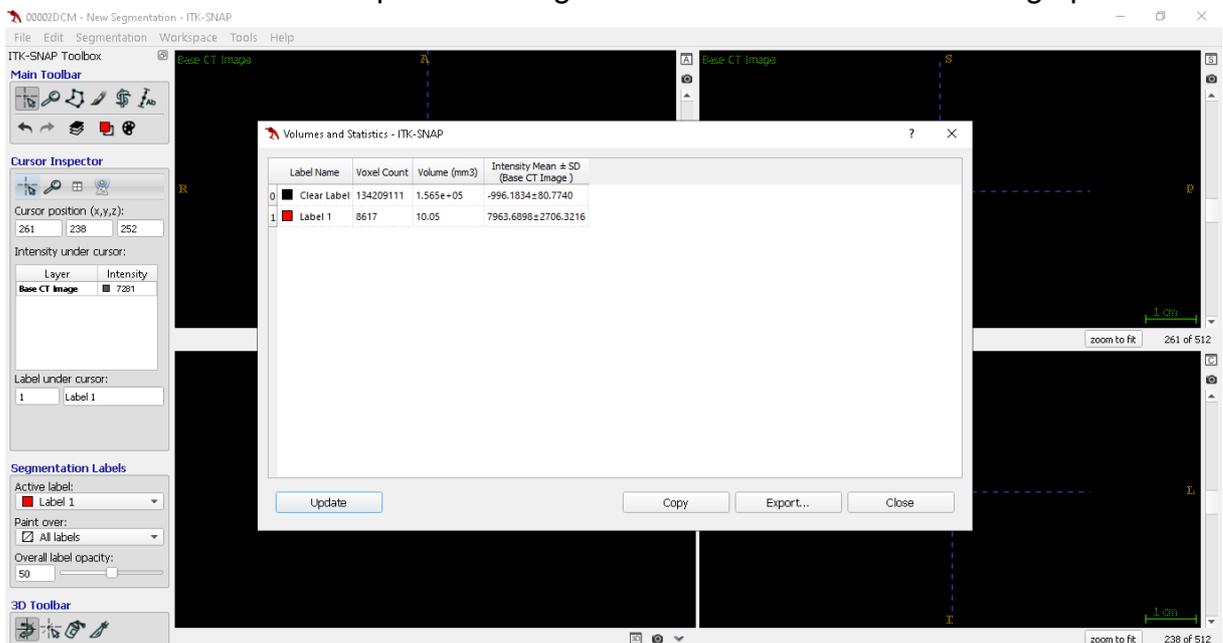
Para medições quantitativas e criação dos modelos 3D das imagens de TCFC e Micro-CT, foi utilizado o *software* ITK-SNAP® (YUSHKEVICH et al., 2006), versão 3.8.0, obtido através do endereço www.itksnap.org. (Figura 7). O tipo de reconstrução realizada foi uma segmentação automática com refinamentos manuais.

Figura 7 – Detalhe da reconstrução da imagem de TCFC da amostra nº4 do grupo SCS no *software* ITK-SNAP®.



Após a reconstrução 3D do material obturador presente no canal radicular, foram coletadas as medidas de volume (mm^3) do espaço preparado para as amostras em BSC e BLC, e do material obturador para as amostras em SC, SCS, LC e LCS (Figura 8), assim podendo-se comparar a reconstrução de TCFC com o padrão de referência, a reconstrução por Micro-CT, para cada dente.

Figura 8 – Obtenção da medida de volume de material obturador reconstruído no *software* ITK-SNAP® a partir da imagem de TCFC da amostra nº6 do grupo SC.



O resultado das medições de volume para cada amostra e exame estão descritas na Tabela 1. A presença de artefatos brancos nas imagens de TCFC é confirmada quando o volume de material obturador medido através das análises da reconstrução por Micro-CT é menor que o volume medido através das imagens de TCFC.

Tabela 1 – Valores de volume de material obturador reconstruído em 3D a partir das imagens de TCFC e Micro-CT.

AMOSTRA										
BSC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TCFC (mm ³)	7.51	6.47	7.99	13.39	9.92	11.15	11.38	9.16	7.32	10.87
Micro-CT (mm ³)	6.23	4.27	3.06	8.57	6.07	4.56	7.06	5.40	4.95	6.27
SC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TCFC (mm ³)	10.60	5.59	9.11	10.66	8.75	10.05	10.19	8.85	7.91	10.88
Micro-CT (mm ³)	7.04	5.47	5.13	6.69	5.81	5.22	6.69	6.91	3.27	7.39
SCS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TCFC (mm ³)	12.84	7.99	9.60	16.51	14.05	13.79	14.84	13.99	9.70	12.36
Micro-CT (mm ³)	4.55	2.85	4.34	7.91	3.31	6.10	7.914	8.54	4.84	5.29
BLC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TCFC (mm ³)	12.52	7.06	7.11	8.20	11.65	10.48	6.65	8.03	9.24	6.73
Micro-CT (mm ³)	8.86	6.01	4.80	5.73	8.75	10.08	5.78	5.73	5.46	6.06
LC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TCFC (mm ³)	14.91	11.80	11.34	8.99	9.72	9.61	8.49	9.69	9.81	7.14
Micro-CT (mm ³)	8.05	9.70	10.01	6.16	10.94	5.18	5.23	9.17	5.20	5.56
LCS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TCFC (mm ³)	15.95	14.62	13.90	11.45	10.44	6.73	10.98	11.59	9.84	9.24
Micro-CT	7.16	9.01	6.50	4.84	5.53	6.30	4.31	5.76	3.99	5.12

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi feita utilizando-se o *software* IBM SPSS® Statistics for Windows (IBM Corporate, Armonk, EUA), com nível de significância de 0,05. O teste

de normalidade de Shapiro-Wilk demonstrou uma distribuição normal de volume ($p>0,05$) para todas as modalidades de tratamentos (BSC, SC, SCS, BLC, LC, LCS) e exames (TCFC e Micro-CT), conforme mostrado na Tabela 2. Foi utilizado o teste ANOVA a dois fatores para avaliar as diferenças nos valores médios de volume entre os exames e as modalidades de tratamento em cada grupo e nas diferentes técnicas de obturação. Para verificar entre quais grupos testados existiam diferenças estatisticamente significativas, utilizou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey.

Tabela 2 – Testes de normalidade da variável volume segundo grupo e exame.

Grupo / Exame	Shapiro-Wilk		
	Estatística	G.L.	Valor p
BSC / TCFC	0,957	10	0,754
BSC / Micro-CT	0,985	10	0,985
SC / TCFC	0,872	10	0,106
SC / Micro-CT	0,900	10	0,220
SCS / TCFC	0,939	10	0,539
SCS / Micro-CT	0,926	10	0,410
BLC / TCFC	0,883	10	0,143
BLC / Micro-CT	0,851	10	0,060
LC / TCFC	0,906	10	0,256
LC / Micro-CT	0,854	10	0,064
LCS / TCFC	0,972	10	0,911
LCS Micro-CT	0,954	10	0,608

4 RESULTADOS

As diferenças dos valores médios de volume para grupo e exame originou os dados da Tabela 3. A diferença entre os valores médios de volume considerando-se o tipo de exame foi estatisticamente significativa ($p<0,05$) para os grupos *before single cone* (BSC), *single cone* (SC), *single cone with sealer* (SCS) e *lateral condensation with sealer* (LCS), com menores valores de volume para o exame de Micro-CT. Em TCFC, o volume reconstruído após obturação com cones de guta-percha e cimento

endodôntico pela técnica do cone único foi estatisticamente diferente ($p < 0,05$) do volume do espaço preparado (BSCxSCS) e do volume reconstruído após preenchimento apenas com cone de guta-percha (SCxSCS). Não houveram diferenças estatísticas ($p > 0,05$) entre as médias de volume dos grupos em Micro-CT. As reconstruções das imagens de TCFC e Micro-CT de cada amostra são mostradas nas Figuras 9 e 10. Detalhes de amostras com pouca e muita diferença nos volumes de material obturador reconstruído a partir de suas respectivas imagens de TCFC e Micro-CT são apresentados nas Figuras 11 e 12.

Tabela 3 – Média e desvio padrão (\pm) do volume do espaço preparado (BSC e BLC) e do material obturador (SC, SCS, LC e LCS) nos grupos experimentais avaliados através de TCFC e Micro-CT.

Grupo (n=10)	TCFC	Micro-CT
BSC	9.51A \pm 2.20*	5.64a \pm 1.55
SC	9.25A \pm 1.61*	5.96a \pm 1.24
SCS	12.56B \pm 2.67*	5.56a \pm 1.99
BLC	8.77A \pm 2.12	7.06a \pm 1.90
LC	10.14AB \pm 2.12	7.51a \pm 2.30
LCS	11.47AB \pm 2.73*	5.85a \pm 1.48

O * após valores de desvio padrão representa diferença estatisticamente significativa na linha. Letras diferentes após valores de média representam diferença estatisticamente significativa na coluna, sendo as letras maiúsculas relativas à coluna de TCFC, e letras minúsculas à coluna de Micro-CT.

Figura 9 – Modelos 3D do material obturador das amostras de SC e SCS reconstruídas no *software* ITK-SNAP®. Cada linha corresponde a um tipo de exame (TCFC e Micro-CT) e cada coluna corresponde à numeração das amostras dentro do grupo (de 1 a 10).

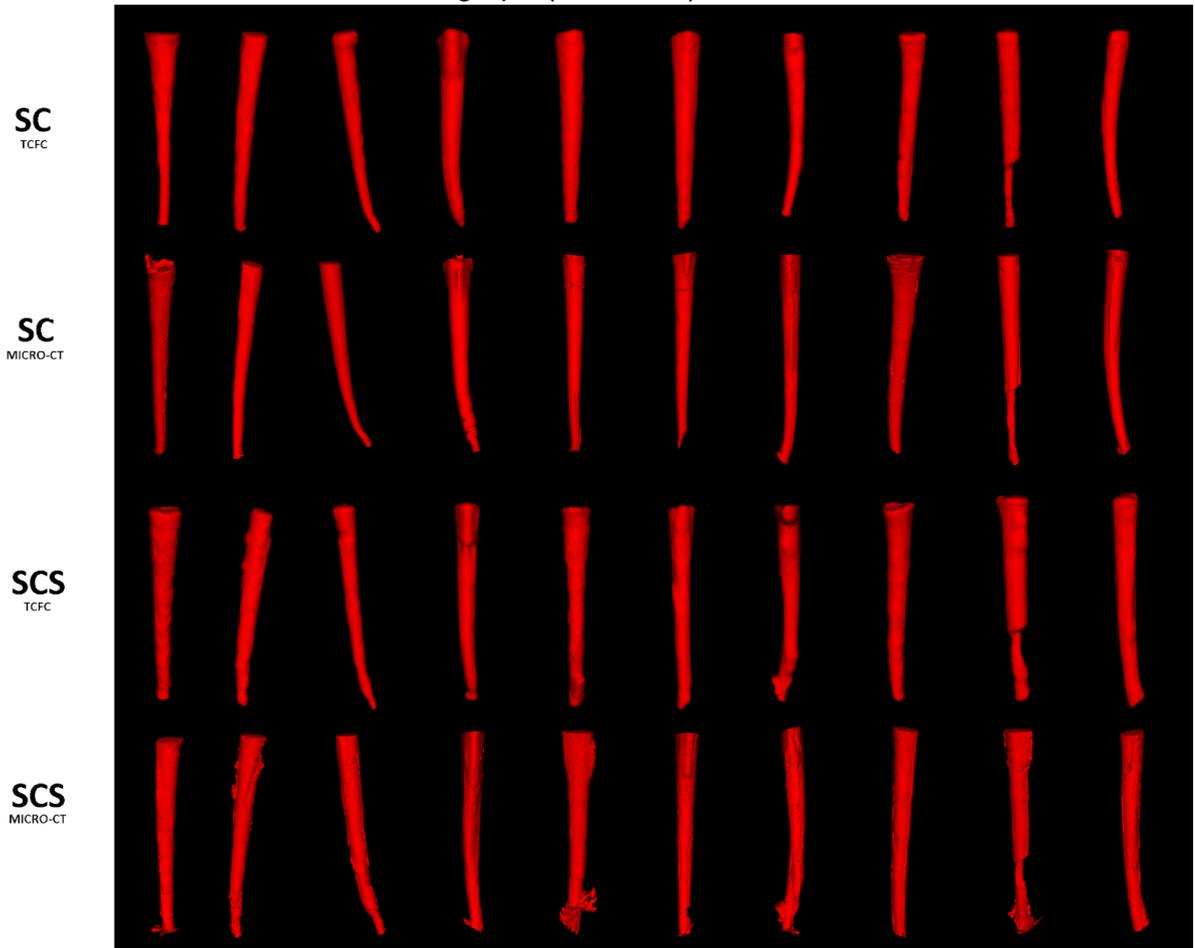


Figura 10 – Modelos 3D do material obturador das amostras de LC e LCS reconstruídas no *software* ITK-SNAP®. Cada linha corresponde a um tipo de exame (TCFC e Micro-CT) e cada coluna corresponde à numeração das amostras dentro do grupo (de 1 a 10).

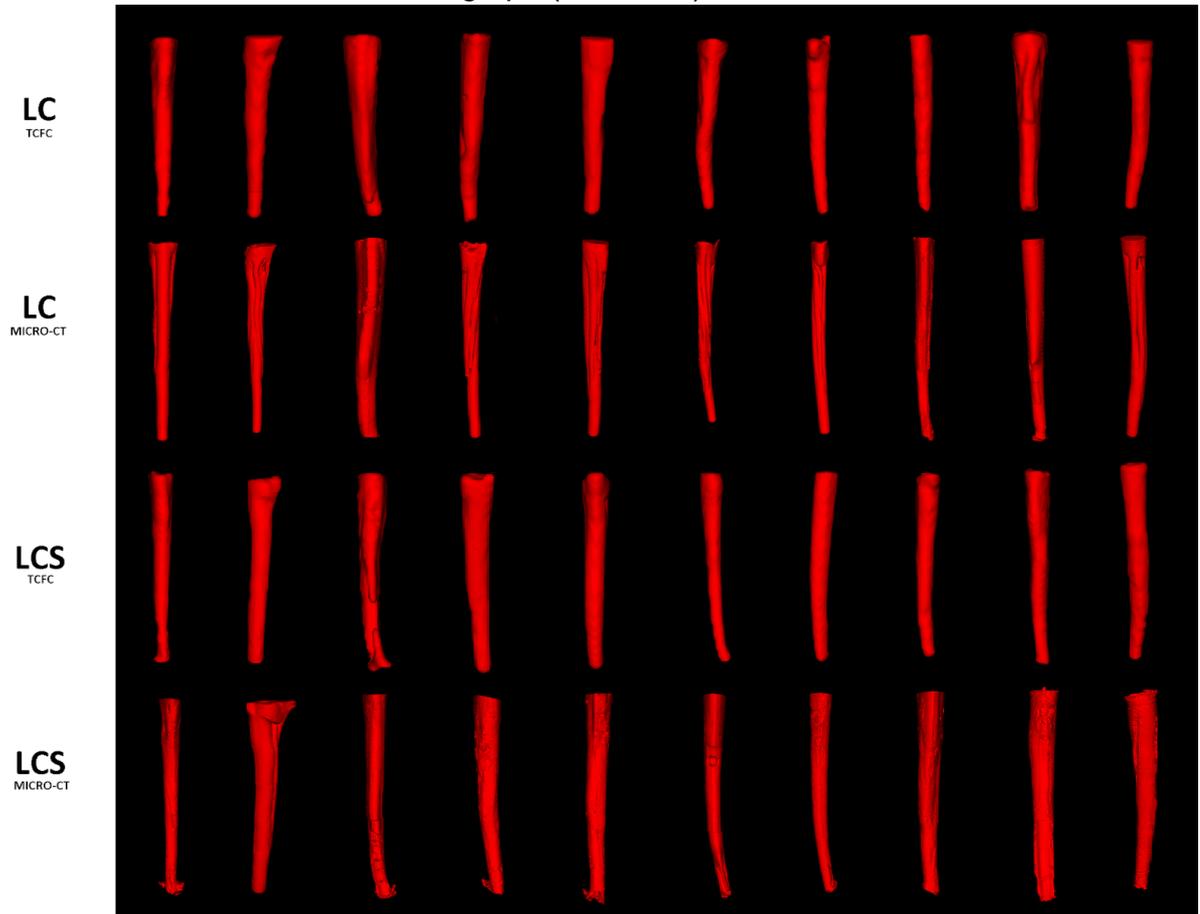


Figura 11 – Detalhe da amostra nº6 do grupo LCS, apresentando pouca diferença de volume de material obturador entre as imagens de TCFC (6.73mm³) e Micro-CT (6.30mm³) reconstruídas no *software* ITK-SNAP®.

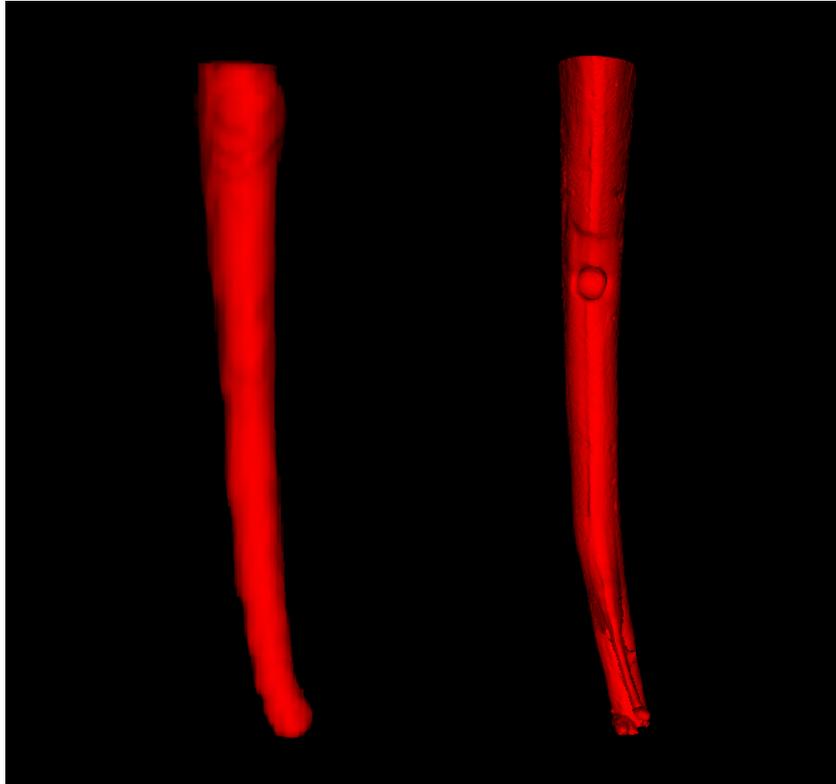
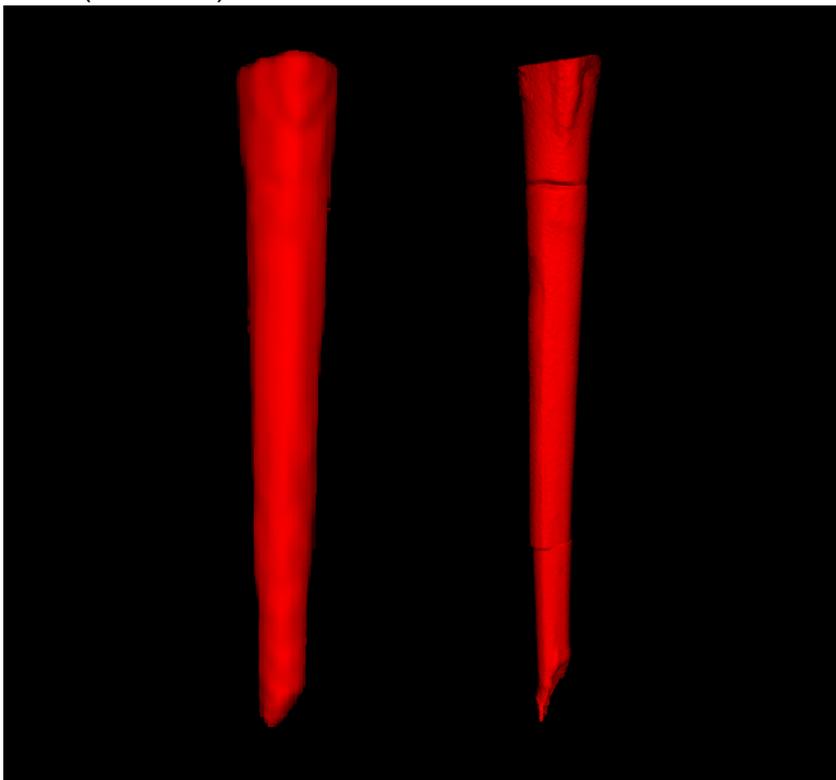


Figura 12 – Detalhe da amostra nº6 do grupo SC, apresentando grande diferença de volume de material obturador entre as imagens de TCFC (10.05mm³) e Micro-CT (5.22mm³) reconstruídas no *software* ITK-SNAP®.



5 DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar se os artefatos brancos presentes em imagens de TCFC de dentes tratados endodonticamente podem interferir na imagem tomográfica do preenchimento radicular. Verificou-se que todos os grupos de *single cone* (BSC, SC e SCS) bem como o grupo *lateral condensation with sealer* (LCS) mostraram diferença estatisticamente significativa entre os valores médios do volume com relação ao exame, sendo que os valores foram menores para a Micro-CT. A diferença dos volumes de material obturador entre as modalidades de TCFC e Micro-CT indica uma presença de artefatos brancos significativamente maior nas imagens de TCFC nesses grupos.

Também foram verificadas diferenças estatisticamente significativas quando consideradas as modalidades de obturação dentro de cada grupo. As imagens de TCFC das amostras preenchidas pela técnica de condensação lateral obtiveram médias de volume de material obturador maiores do que a média do volume do canal preparado, independente da presença de cimento endodôntico. Já nas imagens de TCFC das amostras preenchidas obturadas com cimento endodôntico foi significativamente maior comparado às médias do volume do preparo antes da obturação e do volume do preenchimento feito apenas com guta-percha. Ou seja, em relação à presença de cimento endodôntico, este demonstrou ter influência significativa na formação de artefatos de imagem em TCFC de dentes tratados endodonticamente pela técnica do cone único.

A radiopacidade do cimento endodôntico é de importância nesse fenômeno. A relevância dos radiopacificantes utilizados nas composições químicas dos materiais obturadores reside no fato de que a diferença de densidade provocada por eles nas imagens radiográficas permite uma melhor visualização do preenchimento radicular em relação às estruturas anatômicas circundantes. Para padronizar a quantidade de radiopacificantes nos diferentes materiais obturadores distribuídos no mercado, a International Organization for Standardization (ISO) 6876/2001 estabeleceu que a radiopacidade destes materiais deve ser, no mínimo, equivalente à radiopacidade de 3mm de alumínio. Porém, estudos (KAFFE et al., 1983; TANOMARU-FILHO et al., 2007; GORDUYSUS; AVCU, 2009; MARCIANO et al., 2011) demonstram que os fabricantes de guta-percha e cimentos obturadores podem, muitas vezes, exceder muito esse limiar.

No presente estudo, foi utilizado o cimento à base de resina epóxi AH Plus por ser amplamente empregado na clínica em endodontia. Gambarini et al. (2006) discutiram que cimentos obturadores com alta radiopacidade podem mascarar imperfeições na obturação, principalmente quando usados em conjunto com guta-percha. Muitos trabalhos, como os de Lima et al. (2019), Coelho-Silva et al. (2021) e AlMohareb, Barakat e Mehanny (2022), também concluíram que materiais de preenchimento, como a guta-percha, titânio, zircônia e fibra de vidro, apresentam a formação de algum tipo de artefato em imagens de TCFC. Celikten et al. (2017), comparando imagens de TCFC e Micro-CT, também verificaram que a combinação de um cone único de guta-percha e cimento endodôntico AH Plus na obturação das amostras testadas em se estudo provocava artefatos em imagem de TCFC.

No presente estudo, a presença de materiais obturadores de alta densidade no canal radicular das amostras observadas, principalmente o cimento endodôntico usado na técnica do cone único, provocou um aumento no volume do preenchimento reconstruído a partir das imagens de TCFC quando comparadas à Micro-CT. Deste modo, endodontistas e pesquisadores que utilizam a TCFC em seus diagnósticos, tratamentos ou estudos devem estar cientes das limitações dessa técnica, principalmente ao fato de que o volume observado pode estar superestimado quando à presença de materiais de alta densidade na imagem capturada. A importância dessa informação na área da endodontia se dá principalmente no que diz respeito ao diagnóstico de lesões endodônticas quando, muitas vezes, os cirurgiões-dentistas se baseiam na imagem de TCFC para tomar decisões relativas à sua conduta frente ao caso.

Um estudo de Krug et al. (2019) coletou informações de 95 endodontistas através de questionário e demonstrou que a maior parte deles (50) costumava solicitar exames de TCFC para fins diagnósticos, principalmente em casos endodônticos de alta complexidade. Pode-se citar como exemplo prático da utilização da TCFC na endodontia o desenvolvimento de lesões localizadas lateralmente a uma raiz obturada, no que a hipótese de uma fratura radicular geralmente é considerada. Uma vez que a fratura não é detectada através do exame de TCFC, surgem dúvidas quanto à origem da lesão que pode, na verdade, estar associada a um canal lateral não obturado ou espaços vazios no preenchimento radicular. Essas hipóteses podem acabar sendo desconsideradas devido da impressão de homogeneidade da obturação provocada pela presença de artefatos brancos. Segundo Decurcio et al. (2012), como a maior

densidade de materiais preenchedores radiculares pode produzir artefatos de imagem, atenção especial deve ser dada à avaliação de dentes tratados endodonticamente, já que qualquer alteração da verdadeira dimensão da obturação pode favorecer a falsas interpretações e constituir riscos potenciais de erro de diagnóstico.

Já quando comparadas as modalidades de tratamento nas diferentes técnicas de obturação, verificou-se que as médias dos volumes reconstruídos por TCFC dos grupos tratados apenas com guta-percha pela técnica do cone único e condensação lateral (SCxLC) apresentaram semelhança estatística. Este resultado difere do estudo de Dhangar et al. (2022) que, avaliando por estereomicroscópio a porcentagem de áreas preenchidas com guta-percha em canais obturados através de três diferentes técnicas, verificaram que nenhuma delas foi capaz de preencher completamente os canais radiculares, mas as amostras obturadas com cone único apresentaram uma maior porcentagem de áreas preenchidas em comparação à condensação lateral. Quanto às médias dos volumes reconstruídos por TCFC dos grupos que utilizavam cimento endodôntico em cada uma das técnicas (SCSxLCS) utilizadas no presente estudo, verificou-se que também houve semelhança estatística. Entende-se, deste modo, que a presença de artefatos de imagem ocorreu indiferente da técnica utilizada.

Apesar de terem verificado que preparos rotatórios seguidos de obturações por cone único resultam em menos erros de procedimento, Krug, Krastl e Jahreis (2017) observaram que, no que tange à qualidade geral da obturação, esta técnica não difere significativamente de um preparo manual seguido de obturação por condensação lateral. É discutido, porém, que enquanto o preparo radicular com instrumentos rotatórios seguido de obturação com um cone único compatível fornece qualidade e homogeneidade do preenchimento principalmente de canais mais afilados, canais de formato irregular requerem condensação lateral adicional para evitar vazios. No presente estudo, as amostras foram selecionadas com base em critérios de inclusão, padronizadas e preparadas com os mesmos instrumentos, independente do grupo de obturação ao qual foram aleatoriamente alocadas. A padronização é confirmada observando-se as medidas de volume do espaço preparado no *software* ITK-SNAP® que, submetidas ao teste de normalidade, apresentaram uma distribuição normal comparando-se todas as amostras entre si e dentro de cada grupo. Apesar de terem sido utilizadas diferentes marcas comerciais de cones de guta-percha para cada técnica, as amostras foram obturadas com

materiais semelhantes (guta-percha, ou gutta-percha e cimento endodôntico). Estes aspectos podem ter colaborado para que ambas as técnicas apresentassem resultados semelhantes quando comparadas.

O exame de Micro-CT foi utilizado como comparação no presente trabalho por ser considerada uma modalidade padrão de referência neste tipo de estudo, facilitando a investigação detalhada da anatomia do canal radicular e qualidade das obturações (ZHANG et al., 2013; CELIKTEN et al., 2017) através da reconstrução 3D simultânea ou individual de imagens que permite avaliações qualitativas e quantitativas precisas devido à sua resolução submilimétrica (CELIKTEN et al., 2017). A Micro-CT, porém, além de exigir um tempo de varredura maior em comparação à TCFC, ainda exibe como desvantagem sua alta dose de radiação. Mangione et al. (2013) afirmam que, apesar de a TCFC e a Micro-CT ainda não serem comparáveis, espera-se que possam apresentar desempenhos semelhantes conforme o aprimoramento dos *hardwares* e *softwares* dos sistemas de TCFC no futuro. Ademais, é importante considerar que, como a imagem de Micro-CT é baseada na interpretação de padrões de absorção de raios-X (COX, 2020), ela também pode apresentar algum grau de artefatos brancos nas suas imagens de dentes tratados endodonticamente pela interferência de materiais de alta densidade no caminho de seu feixe. Porém, devido a sua sua resolução submilimétrica permitindo uma reconstrução mais precisa dos volumes observados (CELIKTEN et al., 2017), a quantidade de artefatos é muito menor que aquela encontrada nas imagens de TCFC.

Entre as limitações deste estudo está o fato de que apenas um sistema comercial de TCFC odontológico foi estudado, e as imagens foram captadas de acordo com apenas um parâmetro determinado. Considerando que existem outros sistemas de TCFC odontológicos disponíveis e que os parâmetros de obtenção das imagens, como tamanho de voxel e FOV, podem ser alterados, os resultados deste estudo podem não representar a realidade nessas diferentes situações. Além disso, este foi um estudo *ex vivo* utilizando um exame de Micro-CT para avaliar a presença de artefatos brancos nas obturações dos canais radiculares. Como a comparação por Micro-CT dos tratamentos endodônticos não está disponível para uso *in vivo*, recomenda-se que mais estudos sejam feitos na área, avaliando a capacidade de outros exames na detecção artefatos brancos e sua influências nas imagens de TCFC de dentes preenchidos, como filtros de redução de artefatos em imagens tomográficas.

6 CONCLUSÕES

- A presença de artefatos brancos nas imagens de TCFC superestimou o volume da obturação radicular das amostras tratadas endodonticamente;
- O exame de Micro-CT foi mais sensível na detecção de artefatos brancos na obturação dos dentes tratados endodonticamente quando comparado à técnica de TCFC;
- Independente da técnica utilizada, a presença de cimento obturador influenciou na formação de artefatos, com os grupos tratados com este material apresentando as maiores médias de volume de material obturador nas imagens de TCFC.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVITCH, K.; RICE, D. Basic principles of cone beam computed tomography. *Dental Clinics of North America*, v.58, n.3, p.463-484, 2014. doi: 10.1016/j.cden.2014.03.002.

ALMOHAREB, R. A.; BARAKAT, R. M.; MEHANNY, M. Quantitative analysis of cone-beam computed tomography artifacts induced by nonmetallic root canal filling materials using different fields of view: *In vitro* study. *Scanning*, v.22, n.2022, p:4829475, 2022. doi: 10.1155/2022/4829475.

AMINOSHARIAE, A.; KULILD, J.; SYED, A. Cone-beam computed tomography compared with intraoral radiographic lesions in endodontic outcome studies: A systematic review. *Journal of Endodontics*, v.44, n.11, p.1626-1631, 2018. doi: 10.1016/j.joen.2018.08.006.

ANDERSON, P. J.; YONG, R.; SURMAN, T. L.; RAJION, Z. A.; RANJIKTAR, S. Application of three-dimensional computed tomography in craniofacial clinical practice and research. *Australian Dental Journal*, v.59, Suppl 1, p.174-185, 2014. doi: 10.1111/adj.12154.

ARAI, Y.; TAMMISALO, E.; IWAI, K.; HASHIMOTO, K.; SHINODA, K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial Radiology*, v.28, n.4, p.245-248, 1999. doi: 10.1038/sj/dmfr/4600448.

BEYER-OLSEN, E. M.; ØRSTAVIK, D. Radiopacity of root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, v.51, n.3, p.320-328, 1981. doi: 10.1016/0030-4220(81)90062-1.

CELIKTEN, B.; JACOBS, R.; VASCONCELOS, K. de F.; HUANG, Y.; NICOLIELO, L. F. P.; ORHAN, K. Assessment of volumetric distortion artifact in filled root canals using different cone-beam computed tomographic devices. *Journal of Endodontics*, v.43, n.9, p.1517-1521, 2017. doi: 10.1016/j.joen.2017.03.035.

CELIKTEN, B.; JACOBS, R.; VASCONCELOS, K. de F.; HUANG, Y.; SHAHEEN, E.; NICOLIELO, L. F. P.; ORHAN, K. Comparative evaluation of cone beam CT and micro-CT on blooming artifacts in human teeth filled with bioceramic sealers. *Clinical Oral Investigations*, v.23, n.8, p.3267-3273, 2019. doi: 10.1007/s00784-018-2748-8.

CHEUNG, G. S. P.; WEI, W. L. L.; MCGRATH, C. Agreement between periapical radiographs and cone-beam computed tomography for assessment of periapical status of root filled molar teeth. *International Endodontic Journal*, v.46, n.10, p.889-895, 2013. doi: 10.1111/iej.12076.

COELHO-SILVA, F.; GAËTA-ARAUJO, H.; ROSADO, L. P. L.; FREITAS, D. Q.; HAITER-NETO, F.; DE-AZEVEDO-VAZ, S. L. Distortion or magnification? An *in vitro* cone-beam CT study of dimensional changes of objects with different compositions. *Dentomaxillofacial Radiology*, v.50, n.8, p.20210063, 2021. doi: 10.1259/dmfr.20210063.

- COLLINS, J.; WALKER, M. P.; KULID, J.; LEE, C. A comparison of three gutta-percha obturation techniques to replicate canal irregularities. *Journal of Endodontics*, v.32, n.8, p.762-765, 2006. doi: 10.1016/j.joen.2005.10.001.
- COSTA, F. F.; GAIA, B. F.; UMETSUBO, O. S.; PINHEIRO, L. R.; TORTAMANO, I. P.; CAVALCANTI, M. G. P. Use of large-volume cone-beam computed tomography in identification and localization of horizontal root fracture in the presence and absence of intracanal metallic post. *Journal of Endodontics*, v.38, n.6, p.856-859, 2012. doi: 10.1016/j.joen.2012.03.011.
- COTTON, T.; GEISLER, T.; HOLDEN, D.; SCHWARTZ, S.; SCHINDLER, W. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *Journal of Endodontics*, v.33, n.9, p.1121-1132, 2007. doi: 10.1016/j.joen.2007.06.011.
- COX, T. C. Microcomputed tomography of craniofacial mineralized tissue: A practical user's guide to study planning and generating quality data. *Bone*, v.137, p.115408, 2020. doi: 10.1016/j.bone.2020.115408.
- D'ADDAZIO, P. S. dos S.; CAMPOS, C. N.; ÖZCAN, M.; TEIXEIRA, H. G. de C.; PASSONI, R. O. M.; DE CARVALHO, A. C. P. A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. *International Endodontic Journal*, v.44, n.3, p.218-224, 2011. doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01802.x.
- DHANGAR, K.; SHETTY, P.; MAKANDAR, S. D.; BAPNA, P. A.; GHANI, N. R. N. A.; BAKAR, W. Z. W.; METGUD, S. Comparative evaluation of the percentage of gutta-percha filled areas in canals obturated with different obturation techniques. *Journal of Contemporary Dental Practice*, v.23, n.2, p.176-180, 2022. doi: 10.5005/jp-journals-10024-3306.
- DECURCIO, D. A.; BUENO, M. R.; DE ALENCAR, A. H. G.; PORTO, O. C. L.; AZEVEDO, B. C.; ESTRELA, C. Effect of root canal filling materials on dimensions of cone-beam computed tomography images. *Journal of Applied Oral Science*, v.20, n.2, p.260-267, 2012. doi: 10.1590/s1678-77572012000200023.
- ESKANDARLOO, A.; MIRSHAKARI, A.; POOROLAJAL, J.; MOHAMMADI, Z.; SHOKRI, A. Comparison of cone-beam computed tomography with intraoral photostimulable phosphor imaging plate for diagnosis of endodontic complications: A simulation study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, v.114, n.6, p.e54-61, 2012. doi: 10.1016/j.oooo.2012.05.026.
- GAMBARINI, G.; TESTARELLI, L.; PONGIONE, G.; GEROSA, R.; GAGLIANI, M. Radiographic and rheological properties of a new endodontic sealer. *Australian Dental Journal*, v.32, n.1, p.31-34, 2006. doi: 10.1111/j.1747-4477.2006.00005.x.
- GORDUYSUS, M.; AVCU, N. Evaluation of the radiopacity of different root canal sealers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, v.108, n.3, p.e135-140, 2009. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.04.016.

HAYASHI, T.; ARAI, Y.; CHIKUI, T.; HAYASHI-SAKAI, S.; HONDA, K.; INDO, H.; KAWAI, T.; KOBAYASHI, K.; MURAKAMI, S.; NAGASAWA, M.; NAITOH, M.; NAKAYAMA, E.; NIKKUNI, Y.; NISJIYAMA, H.; SHOJI, N.; SUENAGA, S.; TANAKA, R.; A Committee on Clinical Practice Guidelines; Japanese Society for Oral and Maxillofacial Radiology. Clinical guidelines for dental cone-beam computed tomography. *Oral Radiology*, v.34, n.2, p.89-104, 2018. doi: 10.1007/s11282-018-0314-3.

HOUNSFIELD, G. N. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system. *British Journal of Radiology*, v.46, p.1016-1022, 1973.

HUYBRECHTS, B.; BUD, M.; BERGMANS, L.; LAMBRECHTS, P.; JACOBS, R. Void detection in root fillings using intraoral analogue, intraoral digital and cone beam CT images. *International Endodontic Journal*, v.42, n.8, p.675-685, 2009. doi: 10.1111/j.1365-2591.2009.01566.x.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Dental root canal sealing materials. ISO 6876:2001.

KAFFE, I.; LITTNER, M. M.; TAGGER, M.; TAMSE, A. Is the radiopacity standard for gutta-percha sufficient in clinical use? *Journal of Endodontics*, v.9, n.2, p.58-59, 1983. doi: 10.1016/S0099-2399(83)80076-4.

KOBAYASHI-VELASCO, S.; SALINERO, F. C. S.; GIALAIN, I. O.; CAVALCANTI, M. G. P. Diagnosis of alveolar and root fractures: An *in vitro* study comparing CBCT imaging with periapical radiographs. *Journal of Applied Oral Science*, v.25, n.2, p.227-233, 2017. doi: 10.1590/1678-77572016-0332.

KOÇ, C.; SÖNMEZ, G.; YILMAZ, F.; KARAHAN, S.; KAMBUROGLU, K. Comparison of the accuracy of periapical radiography with CBCT taken at 3 different voxel sizes in detecting simulated endodontic complications: An *ex vivo* study. *Dentomaxillofacial Radiology*, v.47, n.4, p.20170399, 2018. doi: 10.1259/dmfr.20170399.

KOCASARAC, H. D.; USTAOGLU, G.; BAYRAK, S.; KATKAR, R.; GEHA, H.; DEAHL II, T.; MEALEY, B.; DANACI, M.; NOUJEIM, M. Evaluation of artifacts generated by titanium, zirconium, and titanium-zirconium alloy dental implants on MRI, CT, and CBCT images: A phantom study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, v.127, n.6, p.535-544, 2019. doi: 10.1016/j.oooo.2019.01.074.

KOSALAGOOD, P.; SILKOESSAK, O.; PITTAYAPAT, P.; PISARNTURAKIT, P.; PAUWELS, R.; JACOBS, R. Linear measurement accuracy of eight cone beam computed tomography scanners. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v.17, n.6, p.1217-1227, 2014. doi: 10.1111/cid.12221.

KRUG, R.; KRASTL, G.; JAHREIS, M. Technical quality of a matching-taper single-cone filling technique following rotary instrumentation compared with lateral compaction after manual preparation: A retrospective study. *Clinical Oral Investigations*, v.21, n.2, p.643-652, 2017. doi: 10.1007/s00784-016-1931-z.

KRUG, R.; CONNERT, T.; BEINICKE, A.; SOLIMAN, S.; SCHUBERT, A.; KIEFNER, P.; SONNTAG, D.; WEIGER, R.; KRAST, G. When and how do endodontic specialists use

cone-beam computed tomography? *Australian Endodontic Journal*, v.45, n.3, p.365-372, 2019. doi: 10.1111/aej.12337.

LIANG, Y. H.; LI, G.; WESSELINK, P.; WU, M. K. Endodontic Outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. *Journal of Endodontics*, v.37, n.3, p.326-331, 2011. doi: 10.1016/j.joen.2010.11.032.

LIMA E. D.; FREITAS, A. P. L. F. F.; SUASSUNA, F. C. M.; MELO, S. L. S.; BENTO, P. M.; DE MELO, D. P. Assessment of cone-beam computed tomographic artifacts from different intracanal materials on birooted teeth. *Journal of Endodontics*, v.45, n.2, p.209-213.e2, 2019. doi: 10.1016/j.joen.2018.11.007.

LOFTHAG-HANSEN, S.; HUUMONEN, S.; GRÖNDAHL, K.; GRÖNDAHL, H. G. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, v.103, n.1, p.114-119, 2007. doi: 10.1016/j.tripleo.2006.01.001.

LURIE, A. Doses, benefits, safety, and risks in oral and maxillofacial diagnostic imaging. *Health Physics*, v.116, n.2, p.163-169, 2019. doi: 10.1097/HP.0000000000001030.

MANGIONE, F.; MELEO, D.; TALOCCO, M.; PECCI, R.; PECIFICI, L.; BEDINI, R. Comparative evaluation of the accuracy of linear measurements between cone beam computed tomography and 3D microtomography. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, v.49, n.3, p.261-265, 2013. doi: 10.4415/ANN_13_03_05.

MARCIANO, M. A.; GUIMARÃES, B. M.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; BRAMANTE, C. M.; CAVENAGO, B. C.; GARCIA, R. B.; BERNARDINELLI, N.; ANDRADE, F. B.; MORAES, I. G.; DUARTE, M. A. Physical properties and interfacial adaptation of three epoxy resin-based sealers. *Journal of Endodontics*, v.37, n.10, p.1417-1421, 2011. doi: 10.1016/j.joen.2011.06.023.

MCCAUL, L.; MCHUGH, S.; SAUNDERS, W. P. The influence of specialty training and experience on decision making in endodontic diagnosis and treatment planning. *International Endodontic Journal*, v.34, n.8, p.594-606, 2001. doi: 10.1046/j.1365-2591.2001.00433.x.

MIYASHITA, H.; ASAUMI, R.; SAKAMOTO, A.; KAWAI, T.; IGARASHI, M. Root canal sealers affect artifacts on cone-beam computed tomography images. *Odontology*, v.109, n.3, p.679-686, 2021. doi: 10.1007/s10266-021-00590-8.

MOTA DE ALMEIDA, F.; KNUTSSON, K.; FLYGARE, L. The effect of cone beam CT (CBCT) on therapeutic decision-making in endodontics. *Dentomaxillofacial Radiology*, v.43, n.4, p.20130137, 2014. doi: 10.1259/dmfr.20130137.

MOTAMEDI, M. R. K.; MORTAHEB, A.; JAHROMI, M. Z.; GILBERT, B. E. Micro-CT evaluation of four root canal obturation techniques. *Scanning*, v.25, n.2021, p.6632822, 2021. doi: 10.1155/2021/6632822.

MOZZO, P.; PROCACCI, C.; TACCONI, A.; MARTINI, P. T.; ANDREIS, I. A. B. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European Radiology*, v.8, n.9, p.1558-1564, 1998. doi: 10.1007/s003300050586.

NASSEH, I.; AL-RAWI, W. Cone beam computed tomography. *Dental Clinics of North America*, v.62, n.3, p.361-391, 2018. doi: 10.1016/j.cden.2018.03.002.

PARSA, A.; IBRAHIM, N.; HASSAN, B.; SYRIOPOULOS, K.; VAN DER STELT, P. Assessment of metal artifact reduction around dental titanium implants in cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, v.43, n.7, p.20140019, 2014. doi: 10.1259/dmfr.20140019.

PATEL, S.; BROWN, J.; PIMENTEL, T.; KELLY, R.; ABELLA, F.; DURACK, C. Cone beam computed tomography in Endodontics - A review of the literature. *International Endodontic Journal*, v.52, n.8, p.1138-1152, 2019. doi: 10.1111/iej.13115.

QUEIROZ, P. M.; OLIVEIRA, M. L.; GROppo, F. C.; HAITER-NETO, F.; FREITAS, D. Q. Evaluation of metal artefact reduction in cone-beam computed tomography images of different dental materials. *Clinical Oral Investigations*, v.22, n.1, p.419-423, 2017. doi: 10.1007/s00784-017-2128-9.

RODRÍGUEZ, G.; ABELLA, F.; DURÁN-SINDREU, F.; PATEL, S.; ROIG, M. Influence of cone-beam computed tomography in clinical decision making among specialists. *Journal of Endodontics*, v.43, n.2, p.194-199, 2017. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.012.

ROSEN, E.; TASCHIERI, S.; DEL FABBRO, M.; BEITLITUM, I.; TSESIS, I. The diagnostic efficacy of cone-beam computed tomography in endodontics: A systematic review and analysis by a hierarchical model of efficacy. *Journal of Endodontics*, v.41, n.7, p.1008-1014, 2015. doi: 10.1016/j.joen.2015.02.021.

SANCHO-PUCHADES, M.; HÄMMERLE, C.; BENIC, G. *In vitro* assessment of artifacts induced by titanium, titanium-zirconium and zirconium dioxide implants in cone-beam computed tomography. *Clinical Oral Implants Research*, v.26, n.10, p.1222-1228, 2015. doi: 10.1111/clr.12438.

SCARFE, W.; FARMAN, A.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal of the Canadian Dental Association*, v.72, n.1, p.75-80, 2006.

SCARFE, W.; FARMAN, A. What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*, v.52, n.4, p.707-730, 2008. doi: 10.1016/j.cden.2008.05.005.

SCARFE, W.; LEVIN, M.; GANE, D.; FARMAN, A. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *International Journal of Dentistry*, v.2009:634567. doi: 10.1155/2009/634567.

SCHULZE, R. K. W.; BERNDT, D.; D'HOEDT, B. On cone-beam computed tomography artifacts induced by titanium implants. *Clinical Oral Implants Research*, v.21, n.1, p.100-107, 2010. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01817.x.

SCHULZE, R. K. W.; HEIL, U.; GROß, D.; BRUELLMANN, D. D.; DRANISCHNIKOW, E.; SCHWANECHE, U.; SCHOEMER, E. Artefacts in CBCT: A review. *Dentomaxillofacial Radiology*, v.40, n.5, p.265-273, 2011. doi: 10.1259/dmfr/30642039.

SETZER, F.; HINCKLEY, N.; KOHLI, M.; KARABUCAK, B. A survey of cone-beam computed tomographic use among endodontic practitioners in the United States. *Journal of Endodontics*, v.43, n.5, p.699-704, 2017. doi: 10.1016/j.joen.2016.12.021.

SHEMESH, H.; CRISTESCU, R.; WESSELINK, P.; WU, M. K. W. The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *Journal of Endodontics*, v.37, n.4, p.513-516, 2011. doi: 10.1016/j.joen.2010.12.003.

SONG, D.; ZHANG, L.; ZHOU, W.; ZHENG, Q.; DUAN, X.; ZHOU, X.; HUANG, D. Comparing cone-beam computed tomography with periapical radiography for assessing root canal obturation *in vivo* using microsurgical findings as validation. *Dentomaxillofacial Radiology*, v.46, n.5, p.20160463, 2017. doi: 10.1259/dmfr.20160463.

STAUBER, M.; MÜLLER, R. Micro-computed tomography: A method for the non-destructive evaluation of the three-dimensional structure of biological specimens. *Methods in Molecular Biology*, v.455, p.273-292, 2008. doi: 10.1007/978-1-59745-104-8_19.

TANOMARU-FILHO, M.; JORGE, E. G.; GUERREIRO TANOMARU, J. M.; GONÇALVES, M. Radiopacity evaluation of new root canal filling materials by digitalization of images. *Journal of Endodontics*, v.33, n.3, p.249-251, 2007. doi: 10.1016/j.joen.2006.08.015.

VILLA-MACHADO, P. A.; RESTREPO-PATIÑO, D. M.; CALVO-TREJOS, J. P.; RESTREPO-RESTREPO, F. A.; TOBÓN-ARROYAVE, S. I.; PROVENZANO, J. C.; SIQUEIRA, J. F.; ALVES, F. R. F. Cone-beam computed tomographic and micro-computed tomographic evaluations of the root apices of teeth with posttreatment apical periodontitis. *Journal of Endodontics*, v.46, n.11, p.1695-1701, 2020. doi: 10.1016/j.joen.2020.07.009.

YUSHKEVICH, P. A.; PIVEN, J.; HAZLETT, H. C.; SMITH, R. G.; HO, S.; GEE, J. C.; GERIG, G. User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: Significantly improved efficiency and reliability. *NeuroImage*, v.31, n.3, p.1116-1128, 2006. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.01.015.

ZHANG, D.; CHEN, J.; LAN, G.; LI, M.; AN, J.; WEN, X.; LIU, L.; DENG, M. The root canal morphology in mandibular first premolars: A comparative evaluation of cone-beam computed tomography and micro-computed tomography. *Clinical Oral Investigations*, v.21, n.4, p.1007-1012, 2017. doi: 10.1007/s00784-016-1852-x.

APÊNDICE A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A influência de artefatos brancos de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico na qualidade da obtenção de dentes tratados endodonticamente

Pesquisador: Márcio Corrêa

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 44102621.0.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.730.645

Apresentação do Projeto:

As informações que seguem e as elencadas nos campos "Objetivo da pesquisa" e "Avaliação dos riscos e benefícios" foram retiradas do arquivo PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1704479.pdf, de 03/05/2021, preenchido pelos pesquisadores.

Segundo os pesquisadores:

Resumo:

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é uma modalidade de exame de imagem que permite uma análise tridimensional (3D) de estruturas ósseas e dentárias da cavidade oral, permitindo uma interpretação mais precisa das condições bucais em várias situações clínicas. Endodontia é uma das especialidades que utiliza as vantagens da tomografia na rotina prática, principalmente em situações complexas nas quais as radiografias periapicais (PAs) ou panorâmicas falham em revelar detalhes importantes para o tratamento endodôntico. No entanto, imagens de TCFC são afetadas por artefatos brancos, distorções de volume dos materiais obturadores em dentes tratados endodonticamente. Desta forma, há uma diminuição na qualidade da imagem, limitando sua interpretação ao mascarar falhas no preenchimento do canal radicular. O objetivo deste estudo é relatar a influência dos artefatos brancos em imagens de TCFC de dentes tratados endodonticamente e avaliar o desempenho de um software que oferece filtros de redução de

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 4.730.645

artefatos brancos. Para isso, 40 pré-molares unirradiculados extraídos de humanos, com raízes retas ou ligeiramente curvas, serão endodonticamente tratados e divididos em 4 grupos de acordo com o protocolo de obturação, sendo: Grupo 1 (G1): dentes obturados pela técnica do cone único sem a utilização de cimento endodôntico; Grupo 2 (G2): dentes obturados pela técnica do cone único com a utilização de cimento endodôntico; Grupo 3 (G3): dentes obturados pela técnica de condensação lateral sem a utilização de cimento endodôntico; Grupo 4 (G4): dentes obturados pela técnica de condensação lateral com a utilização de cimento endodôntico. A metodologia seguirá pelas fases de obtenção das imagens de TCFC, que serão tratadas com um filtro de redução de artefatos, e obtenção de imagens de microtomografia (Micro-CT). Após comparação visual das imagens adquiridas, serão feitas medições quantitativas dos modelos 3D das amostras de TCFC e Micro-CT, e a quantidade de material de obturação será calculada como uma porcentagem do volume total do preenchimento dos canais. A fim de elucidar a presença de artefatos brancos em imagens de TCFC de dentes tratados endodonticamente e compreender as interações que levam a sua formação, espera-se que o presente trabalho contribua para o aperfeiçoamento do diagnóstico na Endodontia através desta técnica de imagem.

Metodologia Proposta:

Serão utilizados 40 pré-molares extraídos por razões alheias a esta pesquisa e cedidos pelo Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (FO/UPF). As coroas dos dentes serão seccionadas na junção cimento-esmalte com brocas diamantadas em alta velocidade sob refrigeração com água. Os dentes serão submetidos a tratamento endodôntico mecanizado de acordo com o protocolo: O comprimento do dente (CD) será obtido pela introdução de uma lima K #10 no canal até a visualização de sua ponta no forame apical, e o comprimento de trabalho (CT) será determinado pela subtração de 1mm do CD. Os canais serão instrumentados para um tamanho apical de F3 e alargados progressivamente com instrumentos de níquel-titânio rotatórios acoplados em um contra-ângulo acionado por um motor elétrico VDW.Silver®. A cada limpeza de instrumento será feita irrigação com 2mL de NaOCl 1%. Ao final do preparo, os canais serão irrigados com EDTA durante 3 a 5 minutos sob agitação, lavados com 5mL de soro fisiológico e secos com pontas de papel absorvente. O espaço do canal radicular de cada amostra será duplicado com material de moldagem de silicone, e o espaço registrado pelo material de impressão será verificado nos níveis

3mm, 6mm e 9mm abaixo da extremidade coronal usando um paquímetro digital. De acordo com o diâmetro do espaço do canal e os materiais utilizados na fase de obturação, será feita uma

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 4.730.645

divisão das amostras de forma aleatória estratificada em 4 grupos: G1: dentes obturados pela técnica do cone único com cones de guta-percha do modelo Reciproc sem a utilização de cimento endodôntico; G2: dentes obturados pela técnica do cone único com cones de guta-percha do modelo Reciproc com a utilização de cimento endodôntico AH Plus; G3: dentes obturados através da técnica de condensação lateral com o auxílio de espaçadores digitais e condensador de Paiva, com um cone mestre e cones acessórios de guta-percha da marca Tanari® e sem a utilização de cimento endodôntico; G4: dentes obturados através da técnica de condensação lateral com o auxílio de espaçadores digitais e condensador de Paiva, com um cone mestre e cones acessórios de guta-percha da marca Tanari® e cimento endodôntico AH Plus. Dentro dos quatro grupos, cada dente receberá um número de 1 a 10 para garantir o ordenamento do estudo. Os dentes passarão por um período de descanso mínimo de 24 horas em estufa a 37°C e umidade relativa de 100%. Tomadas radiográficas de TCFC serão feitas das raízes tratadas com o auxílio de um equipamento Prexion sob protocolo de FOV 5cm, voxel 0,09mm, 110KVp e 6mA. Essa etapa será conduzida no laboratório de imagens Márcio Corrêa Radiologia Odontológica, sob a responsabilidade do professor orientador deste projeto. Os exames de imagens serão obtidos sem gerar ônus financeiro à pesquisa. Durante a obtenção das imagens, os pesquisadores levarão em consideração alguns parâmetros para sua própria segurança frente à radiação ionizante da TCFC, como distanciamento do equipamento quando em uso e utilização de materiais de blindagem, como colete, protetores de gônadas, protetores de tireoide e óculos plumbíferos, confeccionados com chumbo e efetivos no bloqueio dos raios-X. As imagens serão avaliadas e um filtro de pós-processamento para diagnóstico em endodontia, o programa e-Vol DX, será aplicado. Depois, os dentes serão submetidos a uma reconstrução 3D com um equipamento de Micro-CT da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FO/UFRGS), etapa conduzida através de uma parceria interinstitucional com a colaboração de um acadêmico de pós-graduação (mestranda Luana Roletto) e uma docente permanente (Profª. Dr. Patrícia Móra) do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da FO/UFRGS.

Critério de Inclusão:

Pré-molares unirradiculados de humanos, com raízes retas ou ligeiramente curvas, completamente formadas, apresentando canais únicos e retos verificados através de análise radiográfica.

Critério de Exclusão:

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 4.730.645

Dentes que não sejam pré-molares unirradiculares, que apresentam reabsorções radiculares externas ou internas, fissuras, trincas, curvatura acima de 20°, ápice imaturo, mais de um canal radicular, diferenciações anatômicas, ou tratamento endodôntico prévio.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Avaliar se os artefatos brancos presentes em imagens de TCFC de dentes tratados endodonticamente podem mascarar espaços vazios no preenchimento radicular.

Objetivos Secundários: Entender os princípios físicos da formação de artefatos brancos; comparar as técnicas TCFC e Micro-CT na detecção de espaços vazios em canais obturados; avaliar se o cimento obturador tem influência na obturação e formação de artefatos; avaliar a eficácia de um filtro de redução de artefatos brancos em imagens de TCFC de dentes obturados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores:

Riscos:

Os pesquisadores terão acesso aos Termos de Cessão dos dentes cedidos ao desenvolvimento desta pesquisa, e garantem seu empenho no sentido de manter o sigilo dos dados ali contidos. Existem, porém, riscos relacionados à quebra de sigilo dos dados dos participantes. Em caso de qualquer dano decorrente deste eventual risco, é garantida a indenização do paciente pelo responsável da pesquisa, de acordo com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Benefícios:

Diretamente, esta pesquisa não renderá benefícios ao participante. Os benefícios indiretos à comunidade estão relacionados à possibilidade de se obter exames de TCFC mais acurados para diagnóstico e tratamento em odontologia, em especial na endodontia, devido à identificação de uma melhor maneira de utilização dos filtros de redução de artefatos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Informações retiradas primariamente do formulário com informações básicas sobre a pesquisa gerado pela Plataforma Brasil e/ou do projeto de pesquisa e demais documentos postados, conforme lista de documentos e datas no final deste parecer.

Pesquisa relacionada à dissertação de mestrado de Leticia Copatti Dogenski, do Programa de Pós-

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 4.730.645

Graduação em Odontologia, orientada pelo Prof. Márcio Corrêa e com a seguinte equipe de pesquisa: Thais Mageste Duque, Luana Roleto Cardoso e Patrícia Maria Poli Kopper Móra.

Estudo nacional, unicêntrico e prospectivo. A UFRGS é coparticipante.

Amostra: 40 dentes humanos, a serem cedidos pelo Biobanco da Universidade de Passo Fundo.

Previsão de início do estudo: 15/06/2021.

Previsão de término do estudo: 31/12/2021.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- A folha de rosto vem assinada pelo pesquisador responsável e pela Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia.
- O orçamento informa despesas de R\$ 1.753,45 com financiamento próprio.
- Consta cronograma.
- Consta declaração da UFSC firmada pela Subchefia do Departamento de Odontologia, confirmando a existência de infraestrutura, autorizando a pesquisa e comprometendo-se a cumprir os termos da Res. 466/12.
- Consta declaração do Biobanco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Passo Fundo, indicando que fornecerá a amostra necessária à execução da pesquisa.
- Consta declaração do laboratório particular de radiologia odontológica pertencente ao professor orientador, assinada pelo Coordenador Administrativo, informando a existência de infraestrutura e que os exames serão obtidos sem gerar ônus financeiro para a pesquisa.
- Consta declaração assinada por Fabrício Mezzomo Collares, do Laboratório de Materiais Dentários da UFRGS, concordando com o desenvolvimento da parte experimental referente à microtomografia computadorizada.
- Consta declaração do pesquisador principal de que cumprirá os termos da Resolução 466/12.
- Os pesquisadores solicitam dispensa de TCLE (já acatada por este CEP em parecer anterior).

Recomendações:

Este CEP aceita documentos assinados escaneados e documentos com assinatura digital sem questionar ou verificar a sua autenticidade. Isso pressupõe que o pesquisador responsável (ou seu delegado), que carregou o documento na Plataforma Brasil ao fazer o acesso com nome de usuário e senha, responsabiliza-se pela sua autenticidade e por eventuais consequências decorrentes dessa situação. Recomendamos aos pesquisadores que, para fins de eventual verificação, guardem

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC**



Continuação do Parecer: 4.730.645

em seus arquivos todos os documentos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Com relação às pendências de parecer anterior:

- (1) Foi apresentada declaração da UFSC assinada pela Subchefia do Departamento de Odontologia.
- (2) Foi apresentada declaração do LAMAD/UFRGS, firmada pelo Coordenador do Programa de Pós-Graduação ao qual o laboratório está vinculado.

Assim sendo, e resolvidas todas as pendências, o parecer é favorável à aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1704479.pdf	03/05/2021 19:57:01		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO.pdf	03/05/2021 19:47:18	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito
Outros	Carta_resposta_ao_CEPSH_2.pdf	03/05/2021 19:43:35	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito
Outros	Captura_de_tela.png	03/05/2021 19:41:38	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito
Outros	Gmail_declaracao_para_assinar.pdf	03/05/2021 19:40:46	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_da_instituicao_UFSC.pdf	03/05/2021 19:39:52	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado.pdf	12/04/2021 20:14:42	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	12/04/2021 20:01:55	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Dipensa_do_TCLE.pdf	12/04/2021 14:06:42	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_clinica_de_radiologia.pdf	12/04/2021 14:05:25	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito
Declaração de Manuseio Material	Declaracao_banco_de_dentes.pdf	12/04/2021 14:04:29	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 4.730.645

Biológico / Biorepositório / Biobanco	Declaracao_banco_de_dentes.pdf	12/04/2021 14:04:29	LETICIA COPATTI DOGENSKI	Aceito
---	--------------------------------	------------------------	-----------------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 24 de Maio de 2021

Assinado por:
Nelson Canzian da Silva
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br