



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO

**INFLUÊNCIA DO MATERIAL INTRACANAL E DA FERRAMENTA
DE REDUÇÃO DE ARTEFATO NA DETECÇÃO DO CANAL MÉSIO-
PALATINO EM EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
DE FEIXE CÔNICO**

**INFLUENCE OF THE INTRACANAL MATERIAL AND METAL
ARTIFACT REDUCTION TOOL IN THE DETECTION OF THE
SECOND MESIOBUCCAL CANAL IN CONE-BEAM COMPUTED
TOMOGRAPHY EXAMS**

Piracicaba

2020

LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO

**INFLUÊNCIA DO MATERIAL INTRACANAL E DA FERRAMENTA DE
REDUÇÃO DE ARTEFATO NA DETECÇÃO DO CANAL MÉLIO-PALATINO EM
EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

**INFLUENCE OF THE INTRACANAL MATERIAL AND METAL ARTEFACT
REDUCTION TOOL IN THE DETECTION OF THE SECOND MESIOBUCCAL
CANAL IN CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY EXAMS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Radiologia Odontológica, na Área de Radiologia Odontológica.

Dissertation presented to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Dental Radiology, in Dental Radiology area.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Sampaio Neves

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida por Lucas de Paula Lopes Rosado e orientado pelo Prof. Dr. Frederico Sampaio Neves.

Piracicaba

2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

R71i Rosado, Lucas de Paula Lopes, 1994-
Influência do material intracanal e da ferramenta de redução de artefato na detecção do canal méso-palatino em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico / Lucas de Paula Lopes Rosado. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Frederico Sampaio Neves.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 2. Diagnóstico. 3. Endodontia. 4. Obturação do canal radicular. 5. Dente molar. I. Neves, Frederico Sampaio, 1984-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Influence of the intracanal material and metal artifact reduction tool in the detection of the second mesiobuccal canal in cone-beam computed tomography exams

Palavras-chave em inglês:

Cone-beam computed tomography

Diagnosis

Endodontics

Root canal obturation

Molar

Área de concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestre em Radiologia Odontológica

Banca examinadora:

Frederico Sampaio Neves

Francielle Silvestre Verner

Marina Angélica Marciano da Silva

Data de defesa: 23-01-2020

Programa de Pós-Graduação: Radiologia Odontológica

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-1327-4724>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/9131926485974624>



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 23 de Janeiro de 2020, considerou o candidato LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO aprovado.

PROF. DR. FREDERICO SAMPAIO NEVES

PROF^a. DR^a. FRANCIELLE SILVESTRE VERNER

PROF^a. DR^a. MARINA ANGÉLICA MARCIANO DA SILVA

A Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Milza e Eleanir, ao meu irmão Bruno e meu sobrinho Davi. Muito obrigado por todo amor e apoio nesses longos anos de caminhada. Vocês sem dúvida são minha melhor parte! **Amo vocês!**

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por ter me capacitado para chegar até aqui, por ter proporcionado saúde e inteligência para a realização desse trabalho. E por sempre me fortalecer nos momentos conturbados. Obrigado por toda graça alcançada!

Aos meus pais, **Milza e Eleanir**, obrigado por todo apoio durante essa caminhada e principalmente por abdicarem dos próprios sonhos em prol dos meus. Se hoje estou realizando mais esse é porque vocês sempre acreditaram em mim. Eu não tenho palavras pra expressar a minha gratidão, poder compartilhar com vocês hoje mais essa vitória é meu maior orgulho. Obrigado por tudo! Ao meu irmão, **Bruno**, que me apoiou desde o primeiro dia que me propus a seguir esse caminho. Obrigado por me ensinar a dividir. Obrigado pelo amor incondicional, por todo apoio e puxões de orelha durante a caminhada, sem dúvidas sem vocês eu nada seria. Obrigado por entenderem a minha ausência! Amo vocês!

Ao meu sobrinho, **Davi**, que chegou pra dar um novo significado em minha vida e me ensinar que amor vai muito além do que eu imaginava. Apesar de ainda não entender o quão importante é essa conquista pra mim, foi um dos grandes incentivadores com cada sorriso e abraço durante esses anos.

À minha cunhada, **Poliana**, pelo incentivo e carinho de sempre durante essa jornada, tenha certeza que você é um exemplo de força e superação pra mim.

À minha segunda mãe, madrinha **Roberta** (*in memoriam*), que me criou e me ensinou os primeiros passos. Infelizmente não pode hoje vibrar comigo nessa conquista, mas sei que dos céus olhou e olha sempre por mim, me iluminando e protegendo, fazendo com que essa etapa fosse o mais leve possível.

Aos meus tios, por todo o apoio durante a caminhada, desde os simples conselhos ao financeiro. Obrigado por serem exemplos de pessoas, de profissionais, de família! Um agradecimento mais que especial às tias **Elizete, Elizabete, Milva e Maria Agripina**, se hoje estou aqui finalizando mais essa etapa, vocês têm grande contribuição por sempre terem acreditado em mim. Obrigado por tudo!

Aos meus avós, **Ana, Nininha, Sebastião** (*in memoriam*) e **Anibal** (*in memoriam*), vocês seguramente fizeram toda a diferença nessa caminhada. Obrigado por toda experiência transmitida, com certeza os percalços da vida se tornam menores diante de tanta lição aprendida. Amo vocês!

Aos meus amigos da UFF, primeira família que a faculdade me proporcionou, obrigado por toda acolhida. Por motivos pessoais tive que abandonar vocês no meio do caminho, mas me recordo com carinho dessa fase.

Aos meus queridos amigos da UFJF, especialmente a segunda turma de Odontologia, obrigado por tornarem os dias de GV bem mais leves, vocês me ensinaram como nunca nessa caminhada. Um agradecimento especial aos meus queridos **Edmara, Kaio, Ismênia, Damylla e Aline**, por terem me acolhido tão bem desde que cheguei e fazer dessa amizade uma verdadeiro irmandade. Sei que não é fácil me aturar, mas saibam que vocês podem contar sempre comigo!

Agradeço a todos os amigos que compartilharam comigo todo seu conhecimento e experiência nessa etapa, grandes pessoas e pesquisadores. Gostaria de agradecer a cada um de vocês: **Fernanda Coelho, Maria Clara Pinheiro, Daniela Madlum, Hugo Gaêta, Larissa Souza, Victor de Aquino, Nicolly Oliveira, Rocharles Fontenele, Luciano Martins, Carlos Augusto, Wilson Cral, Gustavo Nascimento, Amanda Candemil, Eduarda Nascimento, Mariane Michels, Danieli Brasil, Gustavo Santaella, Amanda Farias, Yuri Nejaim, Eliana Dantas, Leonardo Peroni, Larissa Reis, Alessiana Machado, Fernanda Reis, Murilo Miranda, Sâmia Machado e Deivi Cascante.** Cada etapa desse trabalho que estou concluindo tem a participação de algum de vocês. Tenho orgulho de compartilhar essa jornada com todos vocês. A harmonia do nosso grupo proporciona um ambiente de trabalho leve e produtivo. Obrigado pelo time que formamos!

Aos avaliadores, **Fernanda Coelho, Maria Clara Pinheiro, Wilson Cral, Alessiana Machado, Larissa Reis e Hugo Gaêta,** obrigado pela disponibilidade em avaliar as imagens desse trabalho, vocês foram fundamentais para a conclusão de mais essa etapa.

Aos professores da banca de qualificação, **Prof. Dr. Yuri Nejaim, Prof. Dr. Rafael Binato Junqueira e Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas França,** obrigado por tantas considerações relevantes. Obrigado por terem aceito contribuir com o nosso trabalho com tanto cuidado. O trabalho certamente melhorou após as relevantes considerações. Muito obrigado!

Ao **Prof. Dr. Frederico Sampaio Neves,** meu orientador, por todos os ensinamentos compartilhados durante esses dois anos. Certamente a “orientação à distância” foi um mero detalhe, obrigado por toda disponibilidade. Obrigado por todos os conselhos, orientações e críticas que me fizeram crescer e principalmente por acreditar em mim. Desde o início me incentivou a trabalhar com o que eu queria, acreditou na minha capacidade, me auxiliou a construir um projeto relevante e executá-lo. Obrigado por ser exemplo de orientador, professor e pessoa. Certamente nossa parceria só tende a melhorar e render ainda mais frutos durante o doutorado. Sou e serei eternamente grato por tudo. Muito obrigado!

À **Profa. Dra. Francielle Silvestre Verner,** obrigado por tanto! Por ser exemplo de profissional, de ética, de ser humano. Obrigado por toda a confiança em mim depositada desde quando você nem me conhecia, você acreditou na minha capacidade quando nem eu mesmo imaginava que pudesse. Serei eternamente grato, de verdade! Obrigado por toda paciência e disposição. Obrigado por todas as oportunidades que você me proporcionou e ainda proporciona. Se estou aqui hoje é porque lá no começo você me apoiou, me ensinou boa parte do que sei e me incentivou a seguir esse caminho. Poder contar com a sua participação na minha defesa de mestrado é um motivo de grande alegria pra mim. Muito obrigado por prontamente aceitar esse convite. Serei eternamente grato!

À **Profa. Dra. Marina Angélica Marciano da Silva,** por prontamente aceitar o convite para compor a banca. Agradeço imensamente o seu aceite e tenho certeza que trará excelentes considerações para o trabalho.

Aos professores da área de Radiologia Odontológica, **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto, Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas França e Prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira** por todo incentivo e apoio, obrigado por toda disponibilidade em sanar as dúvidas e por todos os conhecimentos compartilhados durante essa etapa. Certamente muito do meu crescimento se deve aos conselhos e orientações de vocês. Muito obrigado!

Aos membros suplentes da banca de defesa de mestrado, **Prof. Dr. Sérgio Lins de Azevedo Vaz e Profa. Dra. Flávia Maria de Moraes Ramos Perez**, por terem aceito prontamente o convite como membros suplentes para avaliação desse trabalho.

À **Profa. Dra. Karla Rovaris da Silva**, por todo auxílio durante a avaliação das imagens de microtomografia computadorizada. Muito obrigado por todo o conhecimento compartilhado!

À **Profa. Dra. Sibele Nascimento de Aquino**, por toda a oportunidade de aprendizagem que me foi dada. Você junto com a Profa. Francielle proporcionaram minhas melhores experiências durante a graduação. Obrigado por ser exemplo de profissional e pessoa, são professores como você que me fazem acreditar que somos nós quem fazemos a diferença!

Ao **Prof. Dr. Maurício Augusto Aquino de Castro** obrigado por todo ensinamento transmitido, mesmo pelo pouco tempo de convívio que tivemos na UFJF. Obrigado por todo incentivo de sempre e por todas as oportunidades.

À **Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas**, na pessoa do diretor e Prof. Dr. Francisco Haiter Neto, pela oportunidade de fazer parte de uma instituição de excelência e de grande reconhecimento à nível nacional e internacional.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica** em nome de sua coordenadora, Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas França, pela oportunidade de fazer parte desse Programa e por oferecer aos seus alunos a infraestrutura adequada para o desenvolvimento de trabalhos de ponta, e ser uma referência no Brasil e no Mundo.

À **Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES)**, pela concessão de auxílio financeiro, sem o qual eu certamente não conseguiria me manter durante o curso de Mestrado em Radiologia Odontológica.

Aos funcionários da Área de Radiologia Odontológica: **Waldeck, José Fernando, Sarah, Luciane e Ayrton** por todo trabalho realizado, por estarem sempre dispostos a ajudar e por toda dedicação. Muito obrigado!

A todos os professores dos cursos de Odontologia da Universidade Federal Fluminense – Nova Friburgo e da Universidade Federal de Juiz de Fora campus Governador Valadares, obrigado por me mostrarem toda a beleza da Odontologia e o quanto nós podemos fazer a diferença através dela. Obrigado por toda experiência compartilhada e por não regredirem em momento algum conhecimento. Certamente vocês fizeram e fazem a diferença na minha formação!

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

RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a influência de diferentes materiais intracanais e da ferramenta de redução de artefato metálico (FRA) da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) na detecção do canal mésio-palatino (MP) em primeiros molares superiores. Quarenta primeiros molares superiores foram selecionados, 20 dentes possuíam o canal MP na raiz mésio-vestibular e 20 dentes não possuíam o canal MP. Imagens por microtomografia computadorizada foram obtidas para confirmar a presença ou ausência do canal MP na raiz mésio-vestibular. Todos os dentes foram então instrumentados, excetuando-se o canal MP. Os canais instrumentados foram preenchidos com guta-percha, que foi inserida passivamente até o comprimento de trabalho. Para cada dente escaneado utilizou-se diferentes materiais intracanal na raiz palatina: guta-percha, pinos de prata-paládio (Ag-Pd), níquel-crômio (Ni-Cr) e cobalto-crômio (Co-Cr). Cada dente foi individualmente inserido em um *phantom* (maxila de um crânio) para aquisição das imagens tomográficas no aparelho OP300 (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finlândia). Todas as imagens foram obtidas sem o uso da FRA e recuperadas com a FRA ativada. A presença ou ausência do canal MP foi avaliada por cinco examinadores através de uma escala de cinco pontos. Para análise estatística, o teste Kappa ponderado foi aplicado para avaliar a reprodutibilidade intra e interexaminador. A sensibilidade, especificidade e a área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) foram calculados nos diferentes grupos. Os valores das áreas sob a curva ROC foram comparados por meio da análise de variância dois critérios e teste *post hoc* de Tukey. A concordância intraexaminador variou de moderada a excelente e a interexaminador de moderada a boa. Os valores dos testes diagnósticos e da área sob a curva ROC foram similares ($p>0,05$) independente do material intracanal e do uso ou não da FRA, não havendo diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Em conclusão, a acurácia da TCFC na detecção do canal MP não obturado em primeiros molares superiores não foi influenciada pela ativação da FRA ou pela presença de diferentes materiais intracanal.

Palavras-chave: Diagnóstico, dente molar, endodontia, obturação do canal radicular, tomografia computadorizada de feixe cônico

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of different intracanal materials and the metal artifact reduction tool (MAR) of the cone-beam computed tomography (CBCT) on the detection of the mesiobuccal canal (MB2) in maxillary first molars. Forty maxillary first molars were selected. Of these, 20 teeth should have the MB2 canal in the mesiobuccal root and 20 teeth should not have the MB2 canal. Computed microtomography images were obtained to confirm the presence or absence of the MB2 canal in the mesiobuccal root. All teeth were then instrumented except for the MB2 canal. The instrumented canals were filled with gutta-percha, which was passively inserted to the working length. Each tooth was individually inserted into a phantom (skull jaw) for the acquisition of tomographic images on the OP300 Maxio device (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finland). All images were obtained with and without the use of the MAR. For each scanned tooth, different intracanal materials were used in the palatal root: gutta-percha, silver-palladium (Ag-Pd), nickel-chromium (Ni-Cr) and cobalt-chromium (Co-Cr) posts. The presence or absence of the MB2 canal was assessed by 5 examiners using a five-point scale. For statistical analysis, the weighted Kappa test was applied to evaluate intraexaminer and interexaminer reproducibility. Sensitivity, specificity and area under the ROC (Receiver Operating Characteristic) curve were calculated in the different groups. The values of the areas under the ROC curve were compared by two-way analysis of variance and Tukey post hoc test. Intraexaminer agreement ranged from moderate to excellent and interexaminer from moderate to good. The values of the diagnostic tests and the area under the ROC curve were similar ($p > 0.05$) regardless of intracanal material and the use or not of MAR, with no statistically significant differences between groups. In conclusion, the accuracy of CBCT in detecting unfilled MB2 canal in maxillary first molars was not influenced by MAR activation or in the presence of different intracanal materials.

Keywords: Cone-beam computed tomography, diagnosis, endodontics, molar, root canal obturation

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 ARTIGO - Influence of the intracanal material and metal artefact reduction tool in the detection of the second mesiobuccal canal in cone-beam computed tomography exams	15
3 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31
APÊNDICE 1 - Metodologia detalhada	38
ANEXOS	44
Anexo 1 – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)	44
Anexo 2 – Relatório de originalidade pelo software Turnitin	53
Anexo 3 – Comprovante de submissão do artigo	54

1. INTRODUÇÃO

A anatomia do sistema de canais radiculares de todos os dentes têm sido bastante discutida, e ainda é um assunto complexo na literatura científica (Vertucci, 2005; Blattner et al., 2010; Abuabara et al., 2013; Briseño-Marroquin et al., 2015). A morfologia do sistema de canais radiculares se torna ainda mais complexa quando se limita aos primeiros molares superiores pois a raiz mésio-vestibular com frequência pode apresentar uma grande variação em sua anatomia interna, podendo apresentar mais de um canal em seu interior, canais laterais ou acessórios, um ou mais forames apicais, comunicações entre esses canais (istmos) e ainda presença de delta apical. Já as raízes disto-vestibular e palatina com frequência apresentam um único canal, no entanto apesar de ser menos comum, algumas vezes essas raízes também podem apresentar uma anatomia diferenciada (Tomaszewska et al., 2018). A presença do canal mésio-palatino (MP), o segundo canal da raiz mésio-vestibular, têm sido mais comum do que a simples presença do canal mésio-vestibular único (Cleghorn et al., 2006; Silva et al., 2014; Alrahabi e Muhammad, 2015; Tomaszewska et al., 2018) o que constitui um desafio para a prática clínica devido à complexidade dos canais radiculares e às variações anatômicas apresentadas frequentemente.

A infecção endodôntica é considerada um dos fatores mais significativos na patogênese da reagudização do processo inflamatório periapical. A intensidade da reação inflamatória pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles a extensão das alterações patológicas na região e os diferentes grupos de dente (incisivos, caninos, pré-molares e molares) devido a extensa variação anatômica, sendo a dor e a lesão inflamatória pós-tratamento endodôntico os sinais clínicos que mais comumente estão relacionados à não obturação completa dos canais radiculares (Sipavičiūtė e Manelienė, 2014).

O sucesso do tratamento endodôntico está diretamente relacionado a conformação do canal radicular, que pode ser analisado por meio dos exames por imagem (Venskutonis et al., 2014; Briseño-Marroquin et al., 2015; De Freitas et al., 2017). Entretanto, outros fatores estão relacionados ao insucesso endodôntico como a remoção incompleta do tecido pulpar, ou ainda pela presença de canais não detectados clinicamente, canais acessórios ou variações anatômicas (Kashyap et al., 2017).

As radiografias intraorais têm sido amplamente utilizadas na prática clínica para o diagnóstico endodôntico (Venskutonis et al., 2014; Sousa et al., 2017a) sendo utilizadas para uma avaliação inicial do caso, algumas vezes viabilizando a detecção dos canais radiculares e das variações anatômicas dos canais e/ou raízes. Além disso, também possibilitam uma

avaliação pós operatória e do resultado a longo prazo da terapia endodôntica (Lo Giudice et al., 2018). No entanto, devido à sobreposição de estruturas inerente ao exame bidimensional, as radiografias intraorais podem não evidenciar com clareza a complexa anatomia radicular interna (Sousa et al., 2017a), além da inerente distorção geométrica das estruturas anatômicas (Kashyap et al., 2017).

Todas essas limitações podem ser superadas utilizando-se a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), a qual fornece detalhes dos dentes e das estruturas dentoalveolares circunjacentes, apresentando assim uma maior sensibilidade na detecção de lesões periapicais, possibilitando a identificação de canais radiculares (à exemplo o MP) não encontrados por outros métodos radiográficos ou clínicos como o método visual direto (inspeção clínica), com o auxílio de lupa ou com microscópio (Hosoya et al., 2012; Hiebert et al., 2017). Além disso, a TCFC ainda permite mensurações precisas dos canais radiculares, lesões periapicais e das estruturas adjacentes (Patel et al., 2015; Kashyap et al., 2017). Além de reproduzir todas as estruturas tridimensionalmente, a TCFC permite a visualização seccional das estruturas anatômicas em todos os planos (Scarfe et al., 2006) o que demonstra ser essa uma importante ferramenta para o diagnóstico, planejamento, tratamento e acompanhamento endodôntico (Patel et al., 2015).

Ao mesmo tempo que apresenta vantagens, a TCFC apresenta como principal desvantagem a maior dose de radiação em relação aos exames bidimensionais (Pauwels et al., 2015). De acordo com a Associação Americana de Endodontia, a Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial e ainda o SEDENTEXCT, cada caso deve ser julgado individualmente e a solicitação da TCFC deve ser considerada somente quando as radiografias intraorais não fornecem informações suficientes para o diagnóstico e tratamento endodôntico.

Outra desvantagem da TCFC são os artefatos de endurecimento do feixe formados na imagem, que são resultados da alta absorção de raios X por materiais de alta densidade que podem influenciar no correto diagnóstico (Schulze et al., 2011; Neves et al., 2014; Pauwels et al., 2015). Os diversos aparelhos de TCFC disponíveis no mercado oferecem uma ampla variedade de configurações de aquisições que podem ser ajustadas às necessidades individuais do paciente. Estes parâmetros incluem fatores energéticos (kVp e mA), tamanho do voxel, tamanho do campo de visão (FOV) e número de imagens base (Pauwels et al., 2015). Esses fatores podem influenciar a qualidade da imagem e/ou a dose de radiação fornecida ao paciente. No entanto, a otimização do escaneamento da TCFC está centrada na redução da dose de

radiação sem perder a qualidade do diagnóstico, em conformidade com o princípio ALADA (*as low as diagnostically acceptable*) (Jaju e Jaju, 2015; Lagos de Melo et al., 2017).

Outra configuração possível de ser ajustada em alguns aparelhos é a ferramenta de redução de artefato (FRA) que pode ser ativada conforme a necessidade. A FRA é um algoritmo que tem ação no pós-processamento da imagem visando minimizar o artefato formado pelo endurecimento do feixe de radiação em imagens de TCFC. Essa ferramenta atua reduzindo a variabilidade dos tons de cinza na imagem aumentando a relação contraste ruído (CNR) o que resulta numa aparente melhora objetivamente na qualidade da imagem obtida (Bechara et al., 2012a; b; Queiroz et al., 2017). A eficácia dessa ferramenta têm sido testada em diversos estudos e já é consenso que ela promove uma melhora objetiva na qualidade da imagem (Bechara et al., 2012a; b; Queiroz et al., 2017, 2018a; b; Nascimento et al., 2019a). Devido a essa melhora, têm sido testada sua influência subjetiva em diferentes finalidades de diagnóstico como fratura radicular (Bechara et al., 2013; Bezerra et al., 2015; de Rezende Barbosa et al., 2016; Dalili Kajan et al., 2018), lesão de cárie (Cebe et al., 2017), complicações endodônticas (Koç et al., 2019) reabsorção radicular externa (Freitas et al., 2019), avaliação peri-implantar (Kamburoğlu et al., 2013; De-Azevedo-Vaz et al., 2016; Nascimento et al., 2019b) e instrumentos endodônticos fraturados (Costa et al., 2019).

A identificação de canais radiculares na TCFC foi avaliada previamente em diferentes dentes (Gomes et al., 2015; Sousa et al., 2017b; Nascimento et al., 2018), incluindo os primeiros molares superiores (Freitas et al., 2017; Hiebert et al., 2017). Entretanto, os estudos presentes na literatura avaliaram somente a guta-percha como material intracanal (Vizzotto et al., 2013; Mirmohammadi et al., 2015) e sem testar a influência da FRA. Tendo em vista que diferentes materiais intracanal expressam artefatos de formas distintas e que a FRA promove uma melhora objetiva na qualidade da imagem, no presente estudo o objetivo foi avaliar a influência do material intracanal e da FRA da TCFC na detecção do canal MP não obturado em primeiros molares superiores.

2. ARTIGO:

Influence of the intracanal material and metal artefact reduction tool in the detection of the second mesiobuccal canal in cone-beam computed tomography exams

Esse artigo foi submetido à apreciação, visando a publicação, ao periódico Journal of Endodontics, considerado Qualis A1 pela CAPES. A estruturação do artigo baseou-se nas “Instruções aos autores” preconizadas pela editora do periódico.

Influence of the intracanal material and metal artefact reduction tool in the detection of the second mesiobuccal canal in cone-beam computed tomography exams

Lucas de Paula Lopes Rosado, DDS^a

Fernanda Bulhões Fagundes, DDS^a

Deborah Queiroz Freitas, DDS, MS, PhD^a

Matheus Lima Oliveira, DDS, MS, PhD^a

Frederico Sampaio Neves, DDS, MS, PhD^b

^aDivision of Oral Radiology, Department of Oral Diagnosis, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.

^bDivision of Oral Radiology, Department of Propedeutics and Integrated Clinic, School of Dentistry, Federal University of Bahia, Salvador, Bahia, Brazil.

Basic Research – Technology

Corresponding author: Lucas de Paula Lopes Rosado

University of Campinas, Piracicaba Dental School, Department of Oral Diagnosis, Division of Oral Radiology. Av. Limeira, 901, Zip Code 13414-903, Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

Phone: +55 (19) 2106-5327

E-mail: lucaslopesrosado@gmail.com

Abstract

Introduction: The aim of this study was to evaluate the influence of different intracanal materials and the metallic artifact reduction tool (MAR) of cone-beam computed tomography (CBCT) on the detection of the second mesiobuccal (MB2) canal in maxillary first molars.

Methods: Forty maxillary first molars were selected, such that half of them had the MB2 canal in the mesiobuccal root confirmed by micro-computed tomography. All teeth were instrumented, except for the MB2 canal, and filled with gutta-percha, which was passively inserted up to the working length. Each tooth was individually inserted into a dry human mandible, and CBCT scans were performed using the OP300 device (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finland) with and without the use of the MAR. For each scanned tooth, different intracanal posts were used in the palatal root: gutta-percha, silver-palladium (Ag-Pd), nickel-chromium (Ni-Cr) and cobalt-chromium (Co-Cr). Five examiners assessed the images for the detection of the MB2 canal using a five-point scale. The weighted Kappa test was applied to evaluate intra and interexaminer reproducibility. The diagnostic values (sensitivity, specificity and area under the receiver operating characteristic curve) were calculated in the different groups and compared by two-way analysis of variance and Tukey post hoc test.

Results: Intraexaminer agreement ranged from moderate to excellent and interexaminer from moderate to good. The diagnostic values were not significantly different ($p > 0.05$) regardless of the intracanal material and the use of MAR.

Conclusion: The presence of different intracanal materials and MAR activation did not influence the CBCT-based detection of MB2 canals.

Keywords: Cone-beam computed tomography, diagnosis, endodontics, molar, root canal obturation

Introduction

The anatomy of the root canal system has been widely discussed and is still a controversial subject in the literature (1,2). The morphology of the root canal system becomes even more complex for upper first molars because the presence of a second mesiobuccal canal (MB2) in the mesiobuccal root has been more frequent than a single mesiobuccal canal. This is a challenge for clinical practice due to the complexity of the root canals and the frequently presented anatomical variations (3,4). The success of endodontic treatment is related to the imaging diagnosis, in which root canal shape is detected (2,5,6). Endodontic failure is linked to incomplete pulp tissue removal, anatomical variations or the presence of clinically undetected or accessory canals (7). One of the most commonly reported technical errors in endodontically treated teeth is the failure to fill all root canals (8,9).

Cone-beam computed tomography (CBCT) has proven to be an excellent complementary diagnostic method for providing volumetric details of teeth and surrounding region, high sensitivity for periapical lesions, and accurate measurements. These are important characteristics in the diagnostic process of discrete structures such as the MB2 canal (7,10). In addition, CBCT allows for sectional visualization of the anatomical structures in multiple orientations (11), which is an important tool for endodontic diagnosis, planning, treatment and follow-up (10).

According to the main international guidelines (12-14), each case should be individually judged, and the CBCT request should only be considered when the information obtained with intraoral radiographs is not enough for endodontic treatment planning. Besides presenting a relatively high X-ray dose compared to plain techniques, CBCT is susceptible to the occurrence of beam-hardening artifacts, which results from high X-ray absorption when interacting with high-density materials and may impair the diagnosis (11).

The MAR tool is an algorithm that post-processes the image aiming to minimize the artifact formed by the radiation beam hardening in CBCT images. This tool reduces the variability of gray values in the image by increasing the contrast-to-noise ratio, which results in an apparent improvement in the image quality. The effectiveness of this tool has been tested in several studies and it is well accepted that it promotes a subjective improvement in image quality (15-17).

The identification of root canals in CBCT has been previously evaluated in different teeth (8,9), including maxillary first molars (6,18,19). However, some studies used only gutta-

percha as intracanal material (18,19). To the best of the author's knowledge, no previous studies have tested the influence of the MAR tool in the detection of root canals. Since different intracanal materials express artifacts in different patterns and that the MAR tool promotes an improvement in image quality, our study aimed to evaluate the influence of the intracanal material and metal artifact reduction tool of cone-beam computed tomography on the detection of the MB2 canal in maxillary first molars.

Materials and Methods

The present study was conducted after approval by the local Ethics Committee (CAAE 94791018.8.0000.5418). The sample consisted of 40 maxillary first molars (left and right sides), extracted with appropriate clinical indication. Each tooth was submitted to a 70% alcohol disinfection process, scaling and root planning to remove dental calculus and remaining soft tissue. Exclusion criteria were based on radiographic images and considered teeth with endodontic treatment, root resorption, supernumerary roots or root canals, obliterated root canals and pulp calcifications.

Half of the teeth (n=20) presented the MB2 canal (test group), and this was confirmed with micro-computed tomography scans using the Skyscan 1174 device (Bruker, Kontich, Belgium) adjusted at the following settings: 50 kV, 800 μ A, voxel size of 31.03 μ A, filter of 0.5 mm of aluminum, rotation step of 0.5°, 1 frame averaging and arch rotation of 180°. The volumes were reconstructed (Figure 1) using NRecon software (Bruker, Kontich, Belgium) and analyzed by two experienced evaluators in consensus.

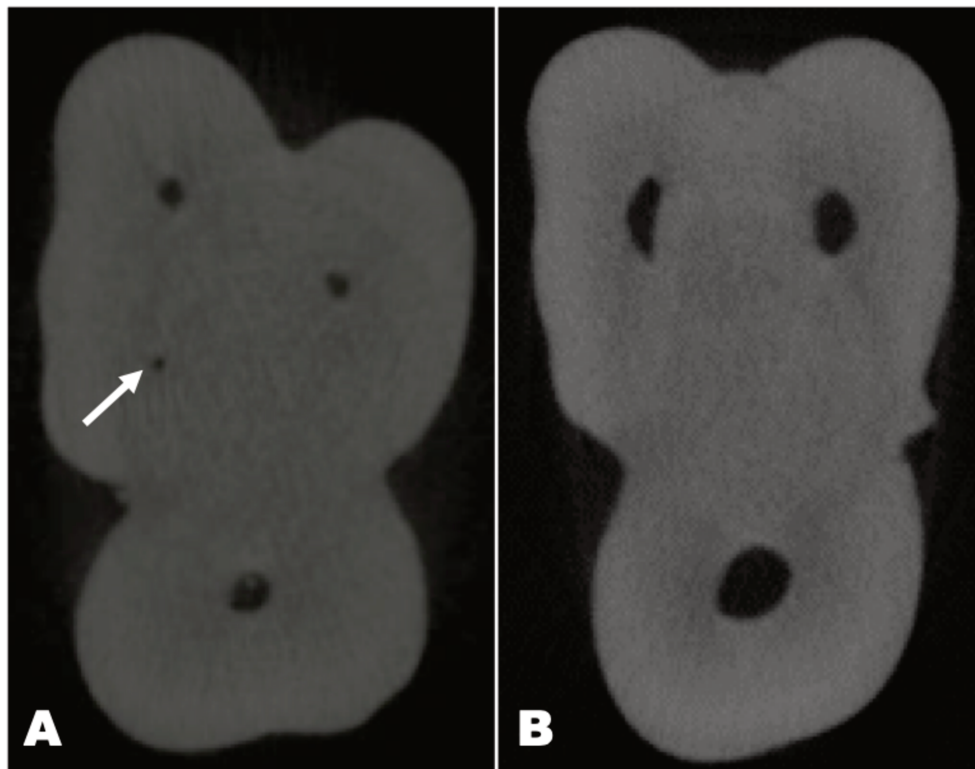


Fig 1 Representative micro-computed tomography axial slices of a tooth with (A) and without (B) an MB2 canal (arrow).

The root canals of each tooth were instrumented using the WaveOne® reciprocating rotary system (Dentsply Maillefer, Switzerland) with a 025.07 endodontic file to the apical foramen. Distilled water was used as an irrigating solution. All root canals were instrumented except for the MB2 canals.

Each tooth was individually inserted into the dental socket of the right maxillary first molar of an imaging phantom composed of a dry human skull and cervical vertebrae C1 and C2 placed inside a 16 cm diameter cylindrical plastic container, which was filled with water to simulate the X-ray beam attenuation of soft tissues (20–22). The dental socket of interest was previously enlarged with the aid of a cylindrical drill to better fit the teeth.

CBCT images were acquired of the imaging phantom using the OP300 Maxio unit (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finland), with the following acquisition parameters: 90kVp, 6.3mA, field of view (FOV) of 50x50mm and voxel size of 0.085mm. Each tooth was scanned with and without the MAR tool, and with different intracanal materials in the palatal root: gutta-percha or metal posts made of silver-palladium (Ag-Pd), nickel-chromium (Ni-Cr) and cobalt-chromium (Co-Cr) (Figure 2), which resulted in a total of 320 CBCT scans (40 teeth x 2 MAR conditions x 4 intracanal materials).

The volumes were dynamically evaluated by five specialists in Oral Radiology, with at least two years of experience in CBCT diagnosis, under dim light conditions, in a 24.1-inch flat-screen monitor with 1920 x 1080 pixel resolution (MDRC-2124; Barco NV, Kortrijk, Belgium) using the OnDemand3D software (Cybermed, Irvine, CA, USA). The observers were allowed to adjust brightness, contrast and zoom settings. The image of each tooth was classified on a 5-point scale: (1) absence of MB2 canal; (2) probable absence of MB2 canal; (3) uncertain diagnosis; (4) probable presence of MB2 canal and (5) presence of MB2 canal.

The weighted-kappa coefficient was used to evaluate intra- and interobserver reproducibility according to Landis and Koch criteria (23). The sensitivity, specificity and receiver operating characteristic (ROC) curve were calculated for all groups and compared using two-way analysis of variance (ANOVA) with Tukey's post-hoc test to evaluate the influence of intracanal materials and MAR in detecting MB2 canal. Statistical analysis was conducted using SPSS version 23.0 software (SPSS, Chicago, IL, USA). The level of significance was set at 5% ($\alpha=0.05$).

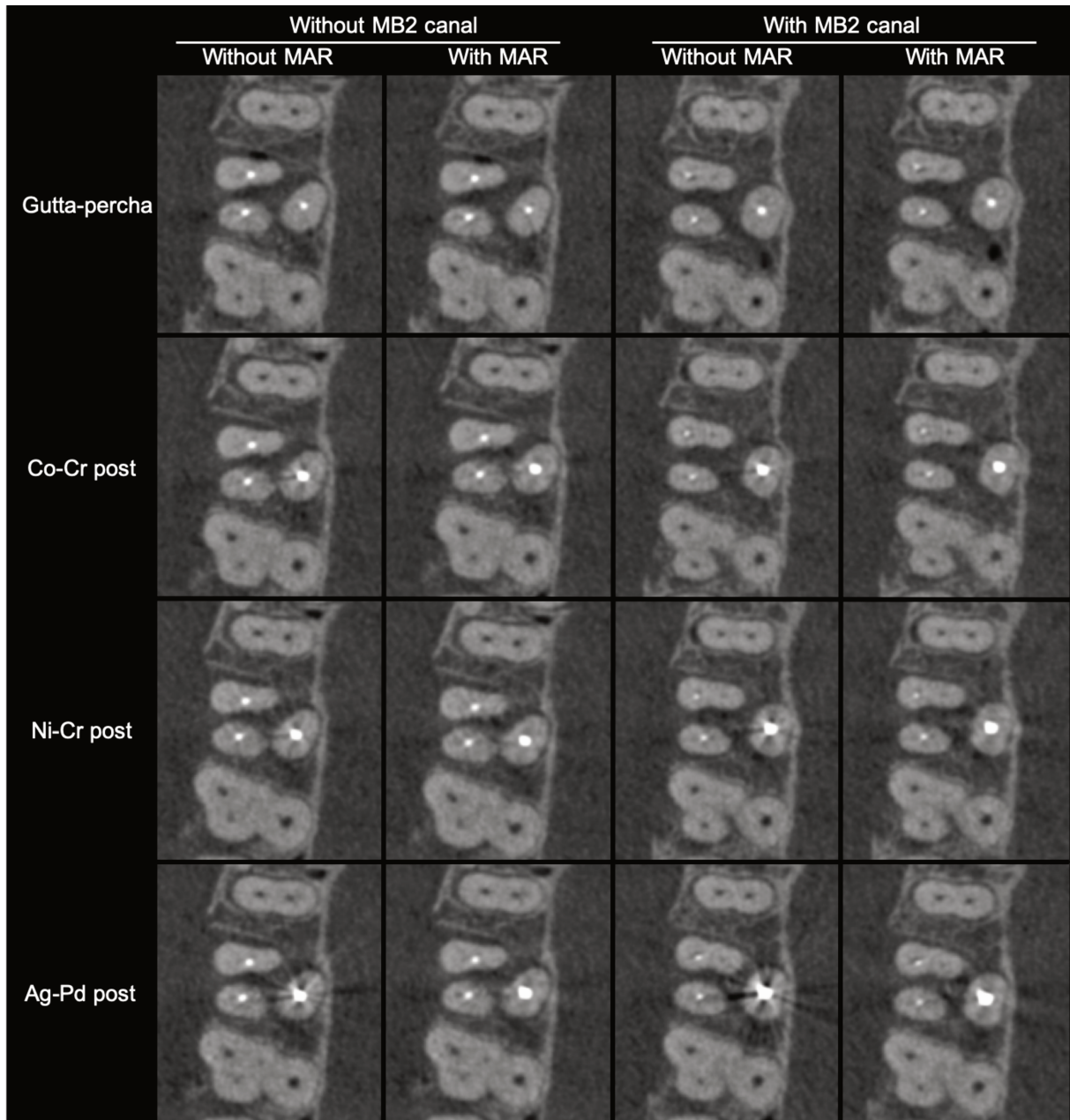


Fig 2 Representative CBCT axial slices showing the presence or absence of the MB2 canal using different intracanal materials, and with and without the MAR tool.

Results

As shown in Table 1, the intraobserver agreement ranged from moderate to excellent, and interobserver agreement ranged from moderate to good.

Table 1. Values of interobserver and intraobserver agreement in the detection of the MB2 canal.

Observer	1	2	3	4	5
1	0.60	0.61	0.41	0.51	0.47
2		0.73	0.48	0.54	0.54
3			0.73	0.56	0.46
4				0.94	0.55
5					0.89

Table 2 shows the diagnostic values (sensitivity, specificity and ROC curve - Az) for MB2 canal detection with different intracanal materials, and with or without the MAR tool. The diagnostic values were not significantly different regardless of the type of intracanal material and MAR activation ($p \geq 0.05$).

Table 2. Mean (standard deviation) values of sensitivity, specificity and area under the ROC curve (Az) of the CBCT detection of MB2 canals using different intracanal materials.

		Sensitivity		Specificity		Az	
Intracanal materials		With MAR	Without MAR	With MAR	Without MAR	With MAR	Without MAR
Metal post	Gutta-percha	0.82 (0.13)	0.81 (0.14)	0.89 (0.08)	0.91 (0.08)	0.91 (0.05)	0.89 (0.08)
	Ag-Pd	0.83 (0.11)	0.83 (0.14)	0.81 (0.08)	0.83 (0.11)	0.85 (0.03)	0.88 (0.03)
	Ni-Cr	0.85 (0.13)	0.78 (0.16)	0.85 (0.09)	0.81 (0.13)	0.86 (0.02)	0.85 (0.09)
	Co-Cr	0.86 (0.10)	0.82 (0.17)	0.88 (0.12)	0.81 (0.15)	0.90 (0.04)	0.85 (0.08)

Discussion

According to international guidelines on the use of CBCT such as the SedentexCT project (12), American Association of Endodontists, American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (13) and European Society of Endodontology (14), small FOV and high-resolution CBCT scans are indicated when the patient presents conflicting clinical and radiographic signs and symptoms associated with previously endodontically treated teeth. In these cases, intraoral radiography may not provide accurate details about the root canal anatomy. Due to this limitation, our study aimed to evaluate the diagnostic accuracy of CBCT in the detection of MB2 canals after combining protocols of MAR (activation or non-activation of this tool) and filling materials (gutta-percha or three different metal posts).

Furthermore, when a root canal is not instrumented during endodontic therapy, a source of secondary infection that has not been removed remains, and the development of signs and symptoms depends on numerous factors related to the patient and therapeutic procedures. Pain of varying degrees of intensity is referred to as the most common symptom that may or may not be associated with periapical bone destruction resulting in periapical radiolucency seen or not on radiographs. A gingival swelling around the tooth or sinus tract may also be observed (24,25).

The presence of unfilled root canals after endodontic treatment has been a technical error frequently found in CBCT images (8,9). Vizzotto et al. (18) assessed the detection of MB2 canals before and after endodontic treatment when only the MB1 canal was filled, and after removal of the filling, they evaluated different CBCT voxel sizes and compared with intraoral radiography. Mirmohammadi et al. (19) also tested the accuracy of CBCT in the detection of unfilled MB2 canals. In both studies the CBCT showed high accuracy in identifying these canals, agreeing with the results of the present study; additional important points are that in those studies gutta-percha was the only filling material used, differing from this study in which metal posts were also used, and the influence of the MAR tool on MB2 canal detection was also evaluated.

Some studies in the scientific literature show that different high-density intracanal materials such as gutta-percha and metal posts produce beam-hardening artifacts that may have a negative impact on image quality (16,26,27) and consequently in the diagnosis of different clinical conditions, which may include the MB2 canal detection. Ag-Pd and Ni-Cr metal posts produce beam-hardening artifacts that degrade the image quality. Besides, the Ag-Pd post produces significantly more artifact than Ni-Cr post (26). In addition, the beam-hardening artifacts are more quantitatively expressive in metal posts than gutta-percha (27). Despite the

fact that different metal alloys generate a variable expression of the beam-hardening artifacts, in our study, there was no influence on the detection of the MB2 canal.

Beam-hardening artifact expression occurs in different ways depending on the location of the high-density material. In the anterior region, the resulting axial streaks has been demonstrated to be more expressive in oblique directions from the dental arch, and, in the posterior region, in cross directions from the dental arch (mesiodistal and bucco-lingual) (28). This could explain the fact that, in the present study, the beam-hardening artifact generated by the high-density materials in the palatal root did not interfere with the visualization of the MB2 canal, which was at an oblique direction from the source of the artifact.

In addition, the reduced FOV used in the present study, as recommended by the main guidelines (12–14), required the tooth of interest to be at the center of the FOV to ensure that the image covered the entire tooth. Considering that Queiroz et al (17) showed that better image quality is obtained when the artifact-generating object is in the center of the FOV irrespective of the use of the MAR tool, this may be another justification for the non-interference from the both the intracanal materials and MAR activation on the detection of MB2 canals. Studies evaluated the effectiveness of the MAR tool and revealed that image quality can be improved in the presence of high-density materials in the scanned area (15–17), as used in the present study, however this improvement in image quality did not influence MB2 canals detection because high accuracy was observed in both cases, before and after activation of the MAR tool.

In common with other *in vitro* models, limitations of the present study are mainly related to the fact that only the imaging aspects were evaluated for not being possible to simulate clinical (e.g. pain, gingival swelling or sinus tract) and indirect radiological (e.g. apical radiolucency) parameters, which could have helped in the detection of unfilled MB2 canals. However, we believe that *in vitro* analysis was the only achievable way to reach our current hypotheses as repeated CBCT scan acquisitions were required, which is not possible in live patients due to extended X-ray exposure. Moreover, further studies with other root canal configurations, different CBCT devices (ranging the acquisition parameters) and with the presence of the metal posts in other roots are needed.

Conclusion

The presence of different intracanal materials and MAR activation did not influence the CBCT-based detection of MB2 canal.

Acknowledgements

The authors deny any conflicts of interest related to this study.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

REFERENCES

1. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Top*. 2005;10:3–29.
2. Briseño-Marroquin B, Paqué F, Maier K, Willershausen B, Wolf TG. Root Canal Morphology and Configuration of 179 Maxillary First Molars by Means of Micro-computed Tomography: An Ex Vivo Study. *J Endod*. 2015;41:2008–13.
3. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC. Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: a literature review. *J Endod*. 2006;32:813–21.
4. Tomaszewska IM, Jarzębska A, Skinningsrud B, Pękala PA, Wroński S, Iwanaga J. An original micro-CT study and meta-analysis of the internal and external anatomy of maxillary molars-implications for endodontic treatment. *Clin Anat*. 2018;31:838–53.
5. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbals G, Mickevičienė L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod*. 2014;40:1895–901.
6. De Freitas JV, Baratto-Filho F, Coelho BS, Tomazinho FSF, Crozeta BM, de Sousa Neto MD, et al. Efficacy of Different Cone-beam Computed Tomographic Protocols in the Identification of Mesio Buccal Canals of Maxillary First Molars: A Tomographic and Ex Vivo Study. *J Endod*. 2017;43:810–5.
7. Kashyap RR, Beedubail SP, Kini R, Rao PK. Assessment of the number of root canals in the maxillary and mandibular molars: A radiographic study using cone beam computed tomography. *J Conserv Dent*. 2017;20:288–91.
8. Nascimento EHL, Gaêta-Araujo H, Andrade MFS, Freitas DQ. Prevalence of technical errors and periapical lesions in a sample of endodontically treated teeth: a CBCT analysis. *Clin Oral Investig*. 2018;22:2495–503.
9. Gaêta-Araujo H, Fontenele RC, Nascimento EHL, Nascimento MCC, Freitas DQ, Oliveira-Santos C. Association between the Root Canal Configuration, Endodontic Treatment Technical Errors, and Periapical Hypodensities in Molar Teeth: A Cone-beam Computed Tomographic Study. *J Endod*. 2019;45:1465-1471.
10. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed

- tomography in Endodontics – a review. *Int Endod J*. 2015;48:3–15.
11. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44:20140224.
 12. SedentexCT Guidelines. Radiation Protection 172. Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology: evidence-based guidelines. Available from: http://www.sedentexct.eu/files/radiation_protection_172.pdf. Accessed September 30, 2019.
 13. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. *J Endod*. 2015;41:1393–6.
 14. Patel S, Brown J, Semper M, Abella F, Mannocci F. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by. *Int Endod J*. 2019;52:1675-8.
 15. Bechara BB, Moore WS, McMahan CA, Noujeim M. Metal artefact reduction with cone beam CT: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012;41:248–53.
 16. Queiroz PM, Oliveira ML, Groppo FC, Haiter-Neto F, Freitas DQ. Evaluation of metal artefact reduction in cone-beam computed tomography images of different dental materials. *Clin Oral Investig*. 2018;22:419–23.
 17. Queiroz PM, Santaella GM, da Paz TD, Freitas DQ. Evaluation of a metal artefact reduction tool on different positions of a metal object in the FOV. *Dentomaxillofac Radiol*. 2017;46:20160366.
 18. Vizzotto MB, Silveira PF, Arús NA, Montagner F, Gomes BP, da Silveira HE. CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling. *Int Endod J*. 2013;46:870–6.
 19. Mirmohammadi H, Mahdi L, Partovi P, Khademi A, Shemesh H, Hassan B. Accuracy of Cone-beam Computed Tomography in the Detection of a Second Mesiobuccal Root Canal in Endodontically Treated Teeth: An Ex Vivo Study. *J Endod*. 2015;41:1678–81.
 20. Sandborg M, Alm Carlsson G, Persliden J. Comparison of different materials for test phantoms in diagnostic radiology. *Radiat Prot Dosimetry*. 1993;49:345–7.

21. Katsumata A, Hirukawa A, Noujeim M, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, et al. Image artifact in dental cone-beam CT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101:652–7.
22. Shelley AM, Brunton P, Horner K. Subjective image quality assessment of cross sectional imaging methods for the symphyseal region of the mandible prior to dental implant placement. *J Dent.* 2011;39:764–70.
23. Landis JR, Koch GG. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data Data for Categorical of Observer Agreement The Measurement. *Biometrics.* 1977;33:159–74.
24. Sipavičiūtė E, Manelienė R. Pain and flare-up after endodontic treatment procedures. *Stomatologija.* 2014;16:25–30.
25. Estrela C, Holland R, de Araújo Estrela CR, Alencar AHG, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Characterization of successful root canal treatment. *Braz Dent J.* 2014;25:3–11.
26. Lira de Farias Freitas AP, Cavalcanti YW, Costa FCM, Peixoto LR, Maia AMA, Rovaris K, et al. Assessment of artefacts produced by metal posts on CBCT images. *Int Endod J.* 2019;52:223–36.
27. Diniz de Lima E, Lira de Farias Freitas AP, Mariz Suassuna FC, Sousa Melo SL, Bento PM, Pita de Melo D. Assessment of Cone-beam Computed Tomographic Artifacts from Different Intracanal Materials on Birooted Teeth. *J Endod.* 2019;45:209-13.
28. Iikubo M, Osano T, Sano T, Katsumata A, Aiji E, Kobayashi K, et al. Root canal filling materials spread pattern mimicking root fractures in dental CBCT images. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;120:521–7.

CONCLUSÃO

Em conclusão, a acurácia da TCFC na detecção do canal MP não obturado em primeiros molares superiores não foi influenciada pela ativação da FRA ou pela presença de diferentes materiais intracanal.

REFERÊNCIAS¹

- AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. *J Endod.* 2015;41(9):1393–6.
- Abuabara A, Baratto-Filho F, Aguiar Anele J, Leonardi DP, Sousa-Neto MD. Efficacy of clinical and radiological methods to identify second mesiobuccal canals in maxillary first molars. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(1):205–9.
- Alrahabi M, Muhammad SZ. Evaluation of root canal morphology of maxillary molars using cone beam computed tomography. *Pakistan J Med Sci.* 2015;31(2):426–30.
- Bechara B, Alex McMahan C, Moore WS, Noujeim M, Teixeira FB, Geha H. Cone beam CT scans with and without artefact reduction in root fracture detection of endodontically treated teeth. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2013;42(5):20120245.
- Bechara B, McMahan CA, Geha H, Noujeim M. Evaluation of a cone beam CT artefact reduction algorithm. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2012a;41(5):422–8.
- Bechara BB, Moore WS, McMahan CA, Noujeim M. Metal artefact reduction with cone beam CT: an in vitro study. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2012b;41(3):248–53.
- Bezerra IS, Neves FS, Vasconcelos T V, Ambrosano GM, Freitas DQ. Influence of the artefact reduction algorithm of Picasso Trio CBCT system on the diagnosis of vertical root fractures in teeth with metal posts. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2015;44(6):20140428.
- Blattner TC, George N, Lee CC, Kumar V, Yelton CD. Efficacy of cone-beam computed tomography as a modality to accurately identify the presence of second mesiobuccal canals in maxillary first and second molars: a pilot study. *J Endod. American Association of Endodontists;* 2010;36(5):867–70.

¹ De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors – Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

- Briseño-Marroquin B, Paqué F, Maier K, Willershausen B, Wolf TG. Root Canal Morphology and Configuration of 179 Maxillary First Molars by Means of Micro-computed Tomography: An Ex Vivo Study. *J Endod*. 2015;41(12):2008–13.
- de Carlo Bello M, Tibúrcio-Machado C, Dotto Londero C, Branco Barletta F, Cunha Moreira CH, Pagliarin CML. Diagnostic Efficacy of Four Methods for Locating the Second Mesio Buccal Canal in Maxillary Molars. *Iran Endod J*. 2018;13(2):204–8.
- Cebe F, Aktan AM, Ozsevik AS, Ciftci ME, Surmelioglu HD. The effects of different restorative materials on the detection of approximal caries in cone-beam computed tomography scans with and without metal artifact reduction mode. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2017;123(3):392-400.
- Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC. Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: a literature review. *J Endod*. 2006;32(9):813–21.
- Costa ED, Brasil DM, Queiroz PM, Verner FS, Junqueira RB, Freitas DQ. Use of the metal artefact reduction tool in the identification of fractured endodontic instruments in cone-beam computed tomography [published online ahead of print, 2019 Oct 26]. *Int Endod J*.
- Dalili Kajan Z, Taramsari M, Khosravi Fard N, Khaksari F, Moghasem Hamidi F. The Efficacy of Metal Artifact Reduction Mode in Cone-Beam Computed Tomography Images on Diagnostic Accuracy of Root Fractures in Teeth with Intracanal Posts. *Iran Endod J*. 2018;13(1):47–53.
- De-Azevedo-Vaz SL, Peyneau PD, Ramirez-Sotelo L, Vasconcelos Kde F, Campos PS, Haiteir-Neto F. Efficacy of a cone beam computed tomography metal artifact reduction algorithm for the detection of peri-implant fenestrations and dehiscences. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2016;121(5):550–6.
- Diniz de Lima E, Lira de Farias Freitas AP, Mariz Suassuna FC, Sousa Melo SL, Bento PM, Pita de Melo D. Assessment of Cone-beam Computed Tomographic Artifacts from Different Intracanal Materials on Bicrootated Teeth. *J Endod*. Elsevier Inc; 2019;45(2):209-213.

- Estrela C, Holland R, de Araújo Estrela CR, Alencar AHG, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Characterization of successful root canal treatment. *Braz Dent J*. 2014;25(1):3–11.
- Freitas DQ, Fontenele RC, Nascimento EHL, Vasconcelos T V, Noujeim M. Influence of acquisition parameters on the magnitude of cone beam computed tomography artifacts. *Dentomaxillofac Radiol*. 2018;47(8):20180151.
- Freitas DQ, Nascimento EHL, Vasconcelos T V, Noujeim M. Diagnosis of external root resorption in teeth close and distant to zirconium implants: influence of acquisition parameters and artefacts produced during cone beam computed tomography. *Int Endod J*. 2019;52(6):866–73.
- De Freitas J V, Baratto-Filho F, Coelho BS, Tomazinho FSF, Crozeta BM, de Sousa Neto MD, et al. Efficacy of Different Cone-beam Computed Tomographic Protocols in the Identification of Mesio Buccal Canals of Maxillary First Molars: A Tomographic and Ex Vivo Study. *J Endod*. 2017;43(5):810–5.
- Freitas JV de, Baratto-Filho F, Coelho BS, Tomazinho FSF, Crozeta BM, Sousa-Neto MD de, et al. Efficacy of Different Cone-beam Computed Tomographic Protocols in the Identification of Mesio Buccal Canals of Maxillary First Molars : A Tomographic and Ex Vivo Study. *J Endod*. 2017;43(5):810–5.
- Lo Giudice R, Nicita F, Puleio F, Alibrandi A, Cervino G, Lizio AS, et al. Accuracy of Periapical Radiography and CBCT in Endodontic Evaluation. *Int J Dent*. Hindawi; 2018;2514243.
- Gomes AC, Nejaim Y, Silva AI, Haiter-Neto F, Cohenca N, Zaia AA, et al. Influence of Endodontic Treatment and Coronal Restoration on Status of Periapical Tissues : A Cone-beam Computed Tomographic Study. *J Endod*. 2015;41(10):1614–8.
- SedentexCT Guidelines. Protection Protection. Saf Effic a new Emerg Dent x-ray modality Radiat Prot no 172—cone beam CT Dent Maxillofac Radiol (evidence-based Guidel [Internet]. Available from: http://www.sedentexct.eu/files/%0Dradiation_protection_172.pdf
- Hiebert BM, Abramovitch K, Rice D, Torabinejad M. Prevalence of Second Mesio Buccal

- Canals in Maxillary First Molars Detected Using Cone-beam Computed Tomography, Direct Occlusal Access, and Coronal Plane Grinding. *J Endod.* 2017;43(10):1711–5.
- Hosoya N, Yoshida T, Iino F, Arai T, Mishima A, Kobayashi K. Detection of a secondary mesio-buccal canal in maxillary first molar: A comparative study. *J Conserv Dent.* 2012;15(2):127–31.
- Iikubo M, Osano T, Sano T, Katsumata A, Ariji E, Kobayashi K, et al. Root canal filling materials spread pattern mimicking root fractures in dental CBCT images. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;120(4):521–7.
- Jaju PP, Jaju SP. Cone-beam computed tomography: Time to move from ALARA to ALADA. *Imaging Sci Dent.* 2015;45(4):263–5.
- Kamburoğlu K, Kolsuz E, Murat S, Eren H, Yüksel S, Paksoy CS. Assessment of buccal marginal alveolar peri-implant and periodontal defects using a cone beam CT system with and without the application of metal artefact reduction mode. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2013;42(8):20130176.
- Kashyap RR, Beedubail SP, Kini R, Rao PK. Assessment of the number of root canals in the maxillary and mandibular molars: A radiographic study using cone beam computed tomography. *J Conserv Dent.* 2017;20(5):288–91.
- Katsumata A, Hirukawa A, Noujeim M, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, et al. Image artifact in dental cone-beam CT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101(5):652–7.
- Koç C, Kamburoğlu K, Sönmez G, Yılmaz F, Gülen O, Karahan S. Ability to detect endodontic complications using three different cone beam computed tomography units with and without artefact reduction modes: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2019;52(5):725–736.
- Lagos de Melo LP, Oenning ACC, Nadaes MR, Nejaim Y, Neves FS, Oliveira ML, et al. Influence of acquisition parameters on the evaluation of mandibular third molars through cone beam computed tomography. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2017;124(2):183–90.

- Landis JR, Koch GG. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data Data for Categorical of Observer Agreement The Measurement. *Biometrics*. 1977;33(1):159–74.
- Lira de Farias Freitas AP, Cavalcanti YW, Costa FCM, Peixoto LR, Maia AMA, Rovaris K, et al. Assessment of artefacts produced by metal posts on CBCT images. *Int Endod J*. 2019;52(2):223–36.
- Mirmohammadi H, Mahdi L, Partovi P, Khademi A, Shemesh H, Hassan B. Accuracy of Cone-beam Computed Tomography in the Detection of a Second Mesiobuccal Root Canal in Endodontically Treated Teeth: An Ex Vivo Study. *J Endod*. 2015;41(10):1678–81.
- Nascimento EHL, Fontenele RC, Santaella GM, Freitas DQ. Difference in the artefacts production and the performance of the metal artefact reduction (MAR) tool between the buccal and lingual cortical plates adjacent to zirconium dental implant. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2019a;:20190058.
- Nascimento EHL, Fontenele RC, Santaella GM, Freitas DQ. Difference in the artifacts production and the performance of the Metal Artifact Reduction (MAR) tool between the buccal and lingual cortical plates adjacent to zirconium dental implant. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2019b;:10:20190058.
- Nascimento EHL, Gaêta-Araujo H, Andrade MFS, Freitas DQ. Prevalence of technical errors and periapical lesions in a sample of endodontically treated teeth: a CBCT analysis. *Clin Oral Investig*. *Clinical Oral Investigations*; 2018;22(7):2495–503.
- Neves FS, Freitas DQ, Campos PS, Ekestubbe A, Laffthag-Hansen S. Evaluation of cone-beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures: the influence of imaging modes and root canal materials. *J Endod*. 2014;40(10):1530–6.
- Patel S, Brown J, Semper M, Abella F, Mannocci F. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by. *Int Endod J*. 2019.
- Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed

- tomography in Endodontics – a review. *Int Endod J*. 2015;48:3–15.
- Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2015;44(1):20140224.
- Queiroz PM, Oliveira ML, Groppo FC, Haiter-Neto F, Freitas DQ. Evaluation of metal artefact reduction in cone-beam computed tomography images of different dental materials. *Clin Oral Investig. Clinical Oral Investigations*; 2018a;22:419–23.
- Queiroz PM, Santaella GM, Groppo FC, Freitas DQ. Metal artifact production and reduction in CBCT with different numbers of basis images. *Imaging Sci Dent*. 2018b;48(1):41–4.
- Queiroz PM, Santaella GM, da Paz TD, Freitas DQ. Evaluation of a metal artefact reduction tool on different positions of a metal object in the FOV. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2017;46(3):20160366.
- de Rezende Barbosa GL, Sousa Melo SL, Alencar PN, Nascimento MC, Almeida SM. Performance of an artefact reduction algorithm in the diagnosis of in vitro vertical root fracture in four different root filling conditions on CBCT images. *Int Endod J*. 2016;49(5):500–8.
- Sandborg M, Alm Carlsson G, Persliden J. Comparison of different materials for test phantoms in diagnostic radiology. *Radiat Prot Dosimetry*. 1993;49:345–7.
- Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J - Can Dent Assoc*. 2006;72(1):75–80.
- Schulze R, Heil U, Gross D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, et al. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2011;40(5):265–73.
- Shelley AM, Brunton P, Horner K. Subjective image quality assessment of cross sectional imaging methods for the symphyseal region of the mandible prior to dental implant placement. *J Dent*. 2011;39(11):764–70.
- Silva EJNL, Nejaim Y, Silva AIV, Haiter-Neto F, Zaia AA, Cohenca N. Evaluation of root canal configuration of maxillary molars in a Brazilian population using cone-beam

- computed tomographic imaging: An in vivo study. *J Endod.* 2014;40(2):173–6.
- Sipavičiūtė E, Manelienė R. Pain and flare-up after endodontic treatment procedures. *Stomatologija.* 2014;16(1):25–30.
- Sousa TO, Haiter-Neto F, Nascimento EHL, Peroni L V, Freitas DQ, Hassan B. Diagnostic Accuracy of Periapical Radiography and Cone-beam Computed Tomography in Identifying Root Canal Configuration of Human Premolars. *J Endod.* 2017a;43(7):1176–9.
- Sousa TO, Hassan B, Mirmohammadi H, Shemesh H, Haiter-Neto F. Feasibility of Cone-beam Computed Tomography in Detecting Lateral Canals before and after Root Canal Treatment : An Ex Vivo Study. *J Endod.* 2017b;43(6):1014–7.
- Tomaszewska IM, Jarzębska A, Skinningsrud B, Pękala PA, Wroński S, Iwanaga J. An original micro-CT study and meta-analysis of the internal and external anatomy of maxillary molars-implications for endodontic treatment. *Clin Anat.* 2018;31(6):838–53.
- Venskutonis T, Plotino G, Juodzbals G, Mickevičienė L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod.* 2014;40(12):1895–901.
- Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Top.* 2005;10:3–29.
- Vizzotto MB, Silveira PF, Arús NA, Montagner F, Gomes BP, da Silveira HE. CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling. *Int Endod J.* 2013;46(9):870–6.

APÊNDICE

1. METODOLOGIA DETALHADA

Aspectos éticos

Este estudo obteve aprovação junto ao comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP (CAAE 94791018.8.0000.5418).

Seleção da amostra

A amostra foi constituída de 40 primeiros molares superiores (dentes 16 ou 26), extraídos com a devida indicação clínica. Cada dente foi submetido a um processo de desinfecção com álcool 70%, raspagem e alisamento radicular para remoção de cálculos dentários e remanescentes de tecido mole. Dos 40 dentes selecionados, 20 dentes apresentavam o canal MP (grupo teste) e 20 não apresentavam (grupo controle). Foram considerados critérios de exclusão dentes que apresentavam tratamento endodôntico, reabsorção radicular, canais radiculares ou raízes supranumerárias, fratura radicular, instrumento endodôntico fraturado e canais radiculares obliterados e calcificações pulpares. Para isso os dentes foram previamente radiografados visando a exclusão dos dentes que apresentavam alguma dessas condições descritas (Figura 1).

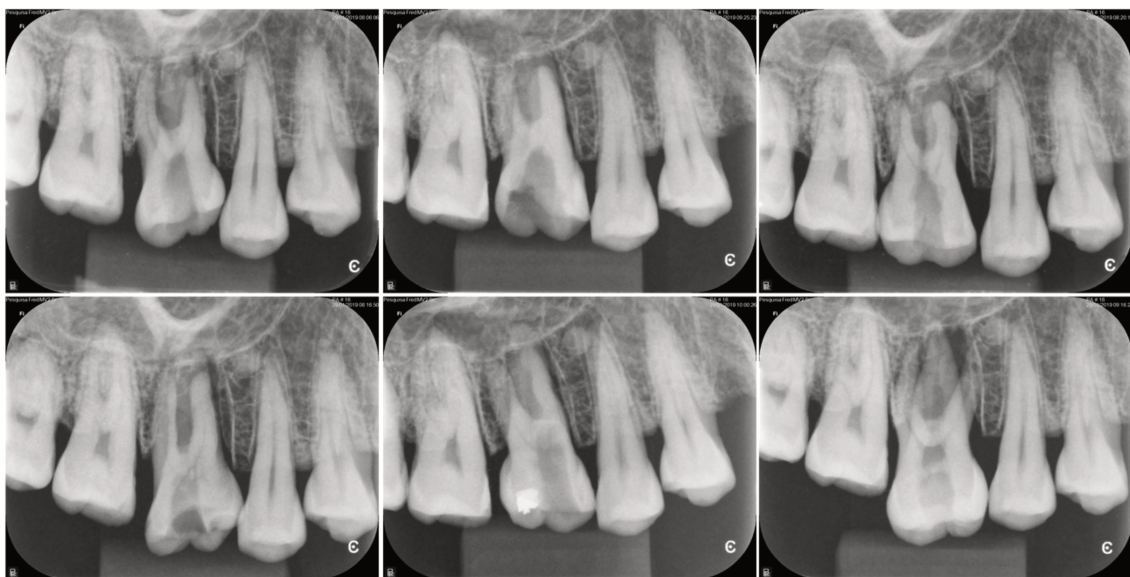


Figura 1: Radiografias periapicais dos dentes analisadas segundo os critérios de inclusão e exclusão.

Obtenção do padrão-ouro

Para a obtenção do padrão-ouro (determinação da presença ou ausência do canal MP), cada dente foi, individualmente, submetido ao escaneamento por meio do microtomógrafo Skyscan 1174 (Bruker, Kontich, Bélgica), usando os seguintes parâmetros de exposição: 0,5 de parcela de giro, 1 frame, filtro de 0,5mm de alumínio, 50kV, 800 μ A e 180° de rotação, que resultou em um tempo de escaneamento de 45 minutos. Durante a aquisição, o longo eixo dos dentes foram mantidos na vertical (Figura 2).

Para a reconstrução das imagens foi utilizado o software NRecon (Bruker, Kontich, Bélgica). Os parâmetros de reconstrução foram, suavização “2”, redução de artefatos de anel “14”, correção de endurecimento do feixe “40%” e correção automática de desalinhamento.

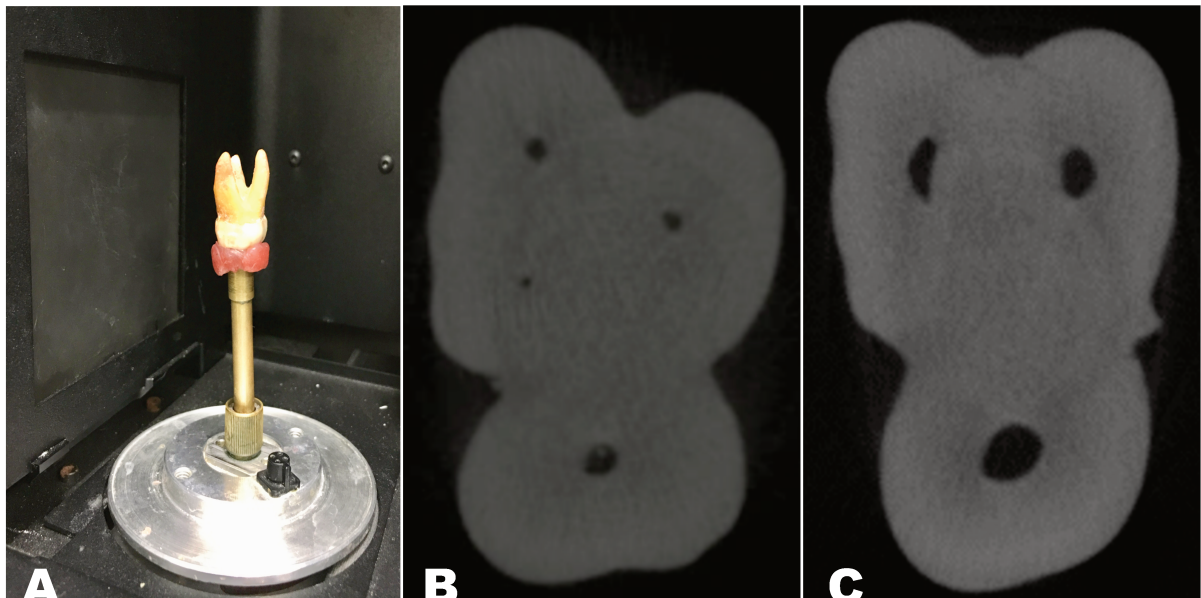


Figura 2: Dente posicionado para aquisição das imagens de microtomografia computadorizada (A). Exemplo de imagens de dentes com a presença do canal MP (B) e sem o canal MP (C).

Preparo da amostra

Os canais radiculares de cada dente foram instrumentados por meio do sistema rotatório recíprocante WaveOne® (Dentsply Maillefer, Suíça) com uma lima endodôntica de comprimento único (025.07) em todo o comprimento do canal. Foi utilizada a água destilada como solução irrigadora. Todos os canais radiculares foram instrumentados, à exceção do canal MP nos dentes do grupo teste (Figura 3). Um cone de guta-percha de mesmo calibre da lima utilizada foi inserido passivamente nos canais instrumentados.

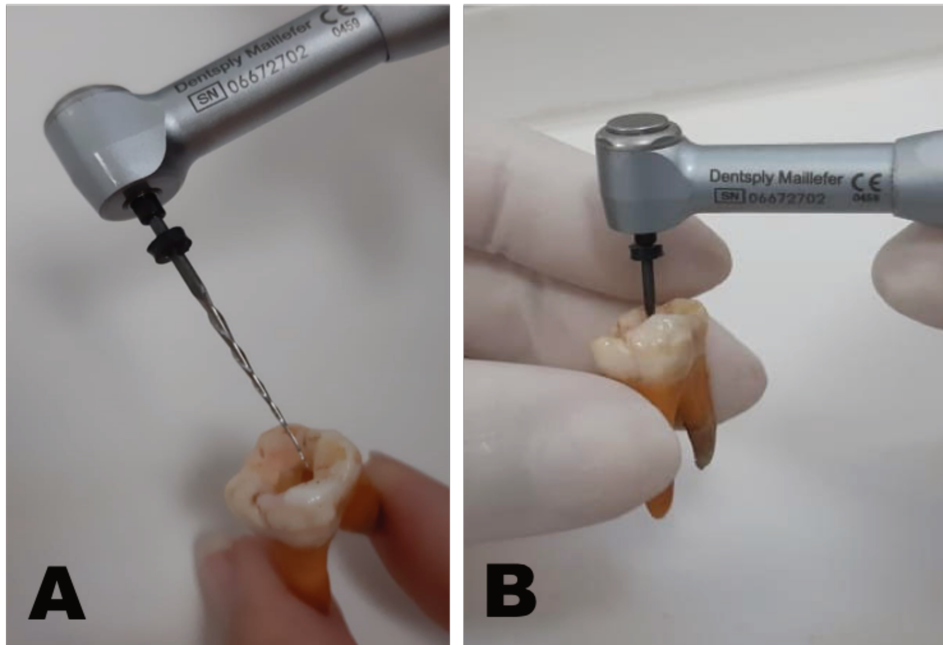


Figura 3: Instrumentação dos molares.

Preparação do *phantom*

O *phantom* utilizado foi composto por um crânio macerado e vertebrae cervicais C1 e C2 constituindo a exomassa e foi então posicionado dentro de uma caixa plástica cilíndrica de 16cm de diâmetro que continha água em seu interior para simular a atenuação do feixe de raios-X pelos tecidos moles (Sandborg et al., 1993, Katsumata et al., 2007, Shelley et al. 2011). O alvéolo do primeiro molar superior do lado direito se encontrava sem dente e foi onde cada dente foi individualmente inserido para obtenção de todas as imagens (Figura 4). O alvéolo foi alargado com o auxílio de uma broca cilíndrica para melhor encaixe de todos os dentes.



Figura 4: *Phantom* utilizado para aquisição das imagens de TCFC.

Aquisição das imagens tomográficas

As imagens tomográficas foram adquiridas no aparelho OP300 Maxio (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finlândia), com os seguintes parâmetros de aquisição: 90kVp, 6,3mA, campo de visão (FOV) de 50x50mm e tamanho de voxel de 0,085mm. Todas as imagens foram obtidas sem o uso da FRA e recuperadas com a FRA ativada. O *phantom* era posicionado no aparelho com o auxílio de uma plataforma e as guias luminosas eram seguidas de modo a posicionar o dente de interesse no centro do FOV.

Cada dente foi escaneado individualmente alterando-se o material intracanal na raiz palatina, sendo a guta-percha e os pinos de prata-paládio (Ag-Pd), níquel-crômio (Ni-Cr) e cobalto-crômio (Co-Cr), resultando em um total de 320 imagens de TCFC (40 dentes x 4 materiais intracanal x 2 condições da FRA).

Avaliação das imagens

Cinco especialistas em Radiologia Odontológica e Imaginologia com pelo menos dois anos de experiência em diagnóstico por imagem de TCFC, realizaram a avaliação das imagens (Figura 5) em um ambiente com condições ideais de luminância, utilizando um computador com tela plana de 21,4” com resolução de 1920x1080 pixels. As imagens foram

analisadas por meio do software Ondemand 3D (Cybermed, Irvine, CA, EUA) em todos os planos tomográficos, podendo-se alterar o brilho e contraste da imagem e utilizar a ferramenta *zoom*, conforme o avaliador julgasse necessário. Como somente o alvéolo do lado direito estava disponível, molares superiores do lado esquerdo quando colocados no alvéolo do lado direito ficavam com a raiz MP para a distal, por isso na planilha de avaliação era indicado ao avaliador se a raiz MP estaria para distal ou mesial.

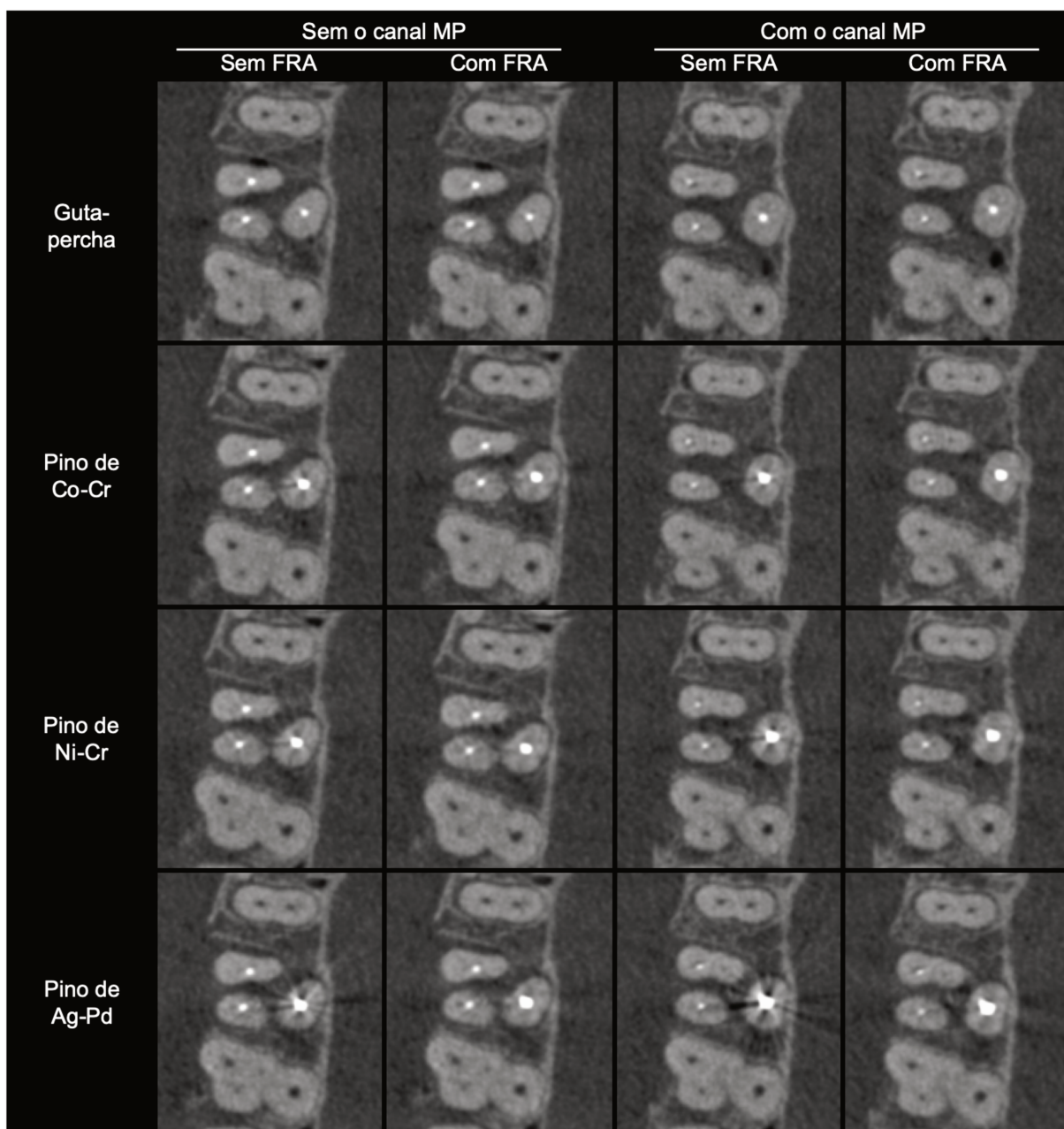


Figura 5: Reconstruções axiais exemplificando as imagens avaliadas na presença de diferentes materiais intracanal na raiz palatina e ativando ou não ativando a FRA.

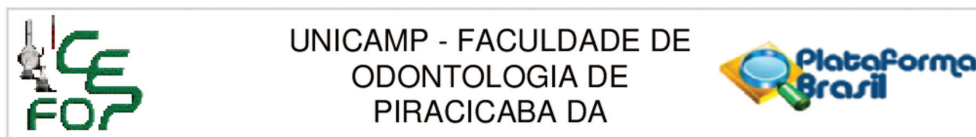
A imagem de cada dente foi classificada em uma escala de 5 pontos: (1) ausência do canal mésio-palatino; (2) provável ausência do canal mésio-palatino; (3) diagnóstico incerto; (4) provável presença do canal mésio-palatino e (5) presença do canal mésio-palatino. Para facilitar a avaliação uma planilha do Excel (Microsoft, Redmond, Washington, EUA) foi disponibilizada aos avaliadores. Após 30 dias, 20% da amostra foi reavaliada para cálculo da confiabilidade intraexaminador e interexaminador.

Análise dos resultados

Os dados foram tabulados e a análise estatística foi realizada no software SPSS versão 23.0 (SPSS, Chicago, IL, EUA). O coeficiente kappa ponderado foi utilizado para avaliar a reprodutibilidade intraexaminador e interexaminador (0,00–0,20, ruim; 0,21–0,40, razoável; 0,41–0,60, moderado; 0,61–0,80, bom; 0,81–1,00, excelente) (Lands e Koch, 1977). A curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) foi calculada para avaliar a relação entre a sensibilidade e a especificidade de diferentes protocolos e materiais intracanaís na detecção do canal MP. Os valores de diagnóstico para cada protocolo (com e sem FRA) e material intracanal testados e os valores das áreas sob a curva ROC foram calculados e comparados por meio da análise de variância (ANOVA) dois critérios e teste *post hoc* de Tukey. O nível de significância foi de 5%.

ANEXOS

ANEXO 1 – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Influência de diferentes protocolos de imagem na detecção de canais acessórios MV2 não obturados

Pesquisador: LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 94791018.8.0000.5418

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.866.316

Apresentação do Projeto:

Transcrição editada do conteúdo do registro do protocolo e dos arquivos anexados à Plataforma Brasil

Delineamento da pesquisa: Trata-se de estudo laboratorial in vitro, com intervenção, que envolverá 40 dentes molares superiores humanos obtidos por doação e extraídos de pacientes com idade entre 15 e 70 anos, por indicação clínica. Também será envolvido um crânio macerado, de indivíduo adulto, e 5 avaliadores especialistas voluntários adultos, 3 do gênero feminino e 2 do gênero masculino, com faixa etária de 24 a 30 anos. Os dentes terão seus canais tratados endodonticamente e inseridos em na maxila de crânio macerado e submetidos a exame tomográfico. As imagens serão avaliadas pelos especialistas sob diversos critérios e planos tomográficos para detecção do canal méso-vestibular acessório (MV2).

Critérios de inclusão: Serão incluídos na amostra, primeiros e segundos molares superiores que apresentem raiz hígida.

Critérios de exclusão: Serão excluídos da amostra dentes com tratamento endodôntico, reabsorção radicular, canais radiculares ou raízes supranumerárias, canais radiculares obliterados e calcificações pulpares. Para isso os dentes serão previamente radiografados visando a exclusão dos dentes que apresentarem alguma dessas condições descritas anteriormente.

Amostra: Amostra, in vitro, onde serão utilizados 40 dentes extraídos de seres humanos adultos, com devida indicação clínica, doados por um cirurgião-dentista de clínica privada. Tais dentes

Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52

Bairro: Areião

CEP: 13.414-903

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)2106-5349

Fax: (19)2106-5349

E-mail: cep@fop.unicamp.br



UNICAMP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA DA



Continuação do Parecer: 2.866.316

serão armazenados em recipiente único, impossibilitando a identificação dos indivíduos que os pertenciam. Cada dente será submetido a um processo de desinfecção com álcool 70%, raspagem e alisamento radicular para remoção de cálculos dentários e remanescentes de tecido mole. A partir daí, serão selecionados 40 dentes, dos quais 20 dentes deverão apresentar o canal mesiovestibular acessório (grupo teste) e 20 dentes não (grupo controle). A faixa etária dos pacientes que doaram os dentes foi de 15 a 70 anos, não sendo possível determinar a distribuição por gênero, porque os dentes se encontravam dentro de um pote não possuindo nenhuma identificação. Os avaliadores consistem em 3 do gênero feminino e 2 do gênero masculino, com faixa etária de 24 a 30 anos. O crânio que será utilizado nesse estudo é de um indivíduo adulto do sexo masculino.

Obtenção do padrão-ouro (Microtomografia computadorizada): Para a obtenção do padrão-ouro (determinação da presença ou ausência do canal méso-vestibular acessório), cada dente será, individualmente, submetido ao escaneamento por meio do microtomógrafo Skyscan 1174 (Bruker, Kontich, Belgium), usando os seguintes parâmetros de exposição: 0.5 de rotation step, 14.1µm de tamanho do voxel, 360 de rotação, 50kV e 800µA. Durante a aquisição, o longo eixo dos dentes será mantido na vertical e alinhado segundo as linhas de orientação do aparelho.

Preparo da amostra: Os canais radiculares de cada dente serão instrumentados por meio do sistema rotatório Mtwo NiTi® (VDW, Munique, Alemanha) sendo utilizada água destilada como solução irrigadora. As limas endodônticas serão utilizadas em todo o comprimento do canal radicular na técnica de comprimento único com sequência de instrumentação de 30.05 / 35.04 / 40.04 / 25.07. A partir desta etapa, cada canal radicular será obturado com gutapercha (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) por meio da técnica de condensação lateral. Nos dentes do grupo teste o canal méso-vestibular acessório (MV2) não será instrumentado e obturado.

Aquisição das imagens tomográficas: Cada dente será posicionado no alvéolo de uma maxila macerada (região do primeiro molar superior), que será alargado com o auxílio de uma broca cilíndrica. A maxila será então completamente recoberta por uma camada de cera para simular os tecidos moles. Cada dente será individualmente inserido no alvéolo de um phantom que será posicionado no aparelho sob uma caixa plástica cilíndrica (16 cm de diâmetro), contendo água em seu interior para simular a atenuação do feixe de raios X. As imagens tomográficas serão adquiridas no aparelho OP300 (Instrumentarium Dental, Tuusula, Finlândia), com protocolo de aquisição de imagens de 90kV, 05mA, FOV de 50x50mm e tempo de aquisição variável de acordo com o programa a ser utilizado. Todas as imagens serão obtidas com o uso e sem o uso da ferramenta de redução de artefato. Serão utilizados protocolos variando de Endo (85µm 17.4s 870

Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52

Bairro: Areião

CEP: 13.414-903

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)2106-5349

Fax: (19)2106-5349

E-mail: cep@fop.unicamp.br



UNICAMP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA DA



Continuação do Parecer: 2.866.316

377 mGycm²) a Baixa dose de escaneamento (280 µm 10,96s 234 32 mGycm²).

Avaliação das imagens: As imagens serão avaliadas por cinco especialistas em Radiologia Odontológica e Imaginologia, com pelo menos dois anos de experiência em diagnóstico por imagem de tomografia computadorizada de feixe cônico, em um ambiente com luminosidade reduzida, utilizando um computador com tela plana de 17" com resolução de 1024x768 pixels no programa On demand 3D (Cybermed Inc., Tustin, California, EUA). Os avaliadores analisarão as imagens nos planos axial, coronal e sagital, podendo alterar o brilho/contraste da imagem e utilizar a ferramenta zoom. A imagem de cada dente será classificada em uma escala de 5 pontos: (1) ausência do MV2; (2) provável ausência do MV2; (3) diagnóstico incerto; (4) provável presença do MV2 e (5) presença do MV2.

Análise estatística dos dados: Os dados serão tabulados e a análise estatística será realizada no software Minitab® release 14.20 (State college, Pensilvânia, EUA). O coeficiente kappa ponderado será utilizado para avaliar a reprodutibilidade intra-examinador (0.00-0.20, pobre; 0.21-0.40, razoável; 0.41-0.60, moderada; 0.61- 0.80, substancial; 0.81-1.00, boa). A curva ROC (Receiver Operating Characteristic) será calculada para avaliar a relação entre a sensibilidade e especificidade na detecção de canais não obturados nas imagens tomográficas (web-based calculator for ROC curves; Johns Hopkins University, Baltimore, MD, EUA). Os valores de área sob a curva ROC (Az) serão comparados utilizando o modelo de análise de variância (ANOVA) um critério e teste post hoc de Bonferroni. O nível de significância de 5%.

Local da pesquisa: Este estudo será desenvolvido na Área de Radiologia Odontológica do Departamento de Diagnóstico Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (FOP/UNICAMP).

O cronograma descrito no projeto de pesquisa informa previsão de 12 meses para conclusão do estudo. O cronograma descrito na PB indica que a pesquisa será iniciada em 15/07/2018 (etapas preliminares), em 15/08/2018 (experimentos) e será concluída em 15/06/2019, em cerca de 12 meses.

A lista de pesquisadores citada na capa do projeto de pesquisa inclui Lucas de Paula Lopes Rosado (Cirurgião Dentista, Mestrando no PPG em Radiologia Odontológica da FOP– UNICAMP, Pesquisador Responsável) e Frederico Sampaio Neves (Cirurgião Dentista, Docente na Disciplina de Radiologia Odontológica da Universidade Federal da Bahia - UFBA, Pesquisador Participante), o que é confirmado na declaração dos pesquisadores e na PB.

Pendência 1 (atendida em 29/08/18)- Os pesquisadores devem confirmaram que serão envolvidos três grupos de participantes da pesquisa; 40 dentes molares humanos, 5 avaliadores especialistas

Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52

Bairro: Areião

CEP: 13.414-903

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)2106-5349

Fax: (19)2106-5349

E-mail: cep@fop.unicamp.br



UNICAMP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA DA



Continuação do Parecer: 2.866.316

e um crânio macerado, perfazendo 46 participantes. O número total de participantes na PB foi ajustado e a FR foi reapresentada.

Pendência 2 (atendida em 29/08/18)- Os pesquisadores informaram a faixa etária e distribuição por gênero estimada dos três grupos de participantes da pesquisa (descritas acima).

O arquivo ajustado do projeto de pesquisa, com as áreas modificadas marcadas em amarelo foi apresentado.

Objetivo da Pesquisa:

HIPÓTESE: Observou-se que a causa de insucessos em endodontia é a presença de canais radiculares não obturados e ainda uma dificuldade na detecção desses na TCFC. Não foram encontrados trabalhos científicos que avaliassem a influência da variação dos parâmetros no aparelho de TCFC no diagnóstico desses canais acessórios mesiovestibulares não obturados durante o tratamento endodôntico. Por isso há a necessidade de encontrar um protocolo ideal para essa detecção visando expor o paciente à menor dose de radiação possível, utilizando um protocolo de imagem que seja mais acurado.

OBJETIVO PRIMÁRIO: Verificar a influência dos protocolos e da ferramenta de redução de artefato na detecção de canais radiculares mesiovestibulares acessórios não obturados em TCFC.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Quanto aos riscos e desconfortos previstos para os participantes, os pesquisadores informaram que "Não estão previstos riscos para os participantes decorrentes da pesquisa, as imagens serão obtidas a partir de dentes extraídos e um crânio seco, não havendo qualquer recrutamento de pacientes, bem como exposição destes à radiação ionizante. As aquisições das imagens serão realizadas pelos próprios pesquisadores, limitando a um máximo de 20 exames por dia para evitar o desconforto do operador, serão obtidos seguindo todos os protocolos estabelecidos para a proteção do profissional. Os avaliadores farão as avaliações no momento que melhor lhes for oportuno, limitados a um número máximo de 20 avaliações por dia para evitar a fadiga visual".

Quanto aos benefícios diretos previstos para os participantes, os pesquisadores informaram que "Não haverá benefícios diretos para os participantes da pesquisa. Como benefícios indiretos à comunidade (pacientes), as informações provenientes dos experimentos planejados visam contribuir para um melhor diagnóstico tomográfico, otimizando a identificação do canal acessório mesiovestibular não obturado e, consequentemente, melhor planejamento da conduta do cirurgião-dentista frente a procedimentos endodônticos envolvendo esses dentes".

Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52

Bairro: Areião

CEP: 13.414-903

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)2106-5349

Fax: (19)2106-5349

E-mail: cep@fop.unicamp.br



UNICAMP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA DA



Continuação do Parecer: 2.866.316

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Quanto às medidas para proteção ou minimização dos desconfortos e riscos previsíveis os pesquisadores informaram que “Conforme mencionado, os avaliadores deverão avaliar no máximo 20 imagens por dia, com o objetivo de se evitar a fadiga visual. Os participantes da pesquisa que farão a aquisição das imagens, também limitarão o número de imagens adquiridas por dia evitando o desconforto do operador”.

Quanto às medidas de proteção à confidencialidade os pesquisadores informaram que “Os dentes serão doados por um Cirurgião-Dentista não permitindo a identificação desses pacientes. Para a aquisição das imagens será utilizado um crânio seco pertencente ao biobanco (B045) da área de Radiologia Odontológica regulamentado junto ao CONEP”.

Quanto à previsão de ressarcimento de gastos os pesquisadores informaram que “Como as imagens para essa pesquisa serão obtidas na clínica de Radiologia da FOP/UNICAMP, não está previsto ressarcimento de gastos aos participantes da pesquisa, uma vez que não haverá gastos para obtenção dos exames. Também não está previsto ressarcimento de gastos para os participantes avaliadores visto que não haverá gastos por parte deles”.

Quanto à previsão de indenização e/ou reparação de danos os pesquisadores informaram que “Como a pesquisa planejada não prevê riscos aos sujeitos participantes, não estão previstas indenizações ou medidas de reparação de danos”.

Quanto aos critérios para suspender ou encerrar a pesquisa os pesquisadores informaram que “Como não há riscos previsíveis, não há previsão de suspensão da pesquisa. A mesma será encerrada quando as informações desejadas forem obtidas”.

Pendência 3 (atendida em 29/08/18)- Quanto ao modo de abordagem dos participantes da pesquisa para a obtenção do TCLE os pesquisadores informaram que “A pesquisa será realizada com dentes (molares superiores) que serão doados por um Cirurgião-Dentista, que tiveram indicação clínica de extração independente do presente estudo. Então, serão obtidas as imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico que serão avaliadas por 5 especialistas em Radiologia Odontológica e Imaginologia. Para isso, serão necessários avaliadores que não sejam pesquisadores do presente estudo, sendo então aplicado o TCLE para o participante avaliador”. Os pesquisadores explicitaram que não será aplicado TCLE ao grupo de participantes dentes/crânio, justificando pela não identificação dos mesmos.

Pendência 4 (atendida em 29/08/18)- Quanto à justificativa para participação de grupos vulneráveis, os avaliadores especialistas, os pesquisadores informaram que “O grupo de vulnerável participante da pesquisa são especialistas em radiologia odontológica, alunos de pós-graduação

Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52

Bairro: Areião

CEP: 13.414-903

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)2106-5349

Fax: (19)2106-5349

E-mail: cep@fop.unicamp.br



UNICAMP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA DA



Continuação do Parecer: 2.866.316

da FOP-UNICAMP, que participarão do estudo como avaliadores das imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico. Estes avaliadores estão habituados a estudos direcionados dentro dessa área específica das imagens, contribuindo ainda mais no aprendizado com as mesmas".

O arquivo com os comentários éticos ajustados, com as áreas modificadas marcadas em amarelo foi apresentado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A capa do projeto cita os dados solicitados pelo CEP-FOP.

A declaração dos pesquisadores foi apresentada adequadamente preenchida e assinada.

A declaração da instituição foi apresentada adequadamente preenchida e assinada.

Foi apresentada a autorização de acesso e uso da área de Radiologia Odontológica da FOP-UNICAMP, assinada pelo Prof Francisco Haiter Neto. A autorização é desnecessária, pois a área já está inclusa na declaração da Instituição.

Foi apresentado termo de doação de 40 molares superiores humanos, extraídos prévia e independentemente da pesquisa, assinada pelo Cirurgião Dentista Wilson Gustavo Cral, a partir de seu consultório privado, em Piracicaba – SP.

O modelo de TCLE a ser aplicado aos avaliadores especialistas voluntários foi apresentado e está adequado.

O orçamento descrito na PB informa que a pesquisa terá custo de R\$ 250,00, para aquisição de material de consumo e serviço de terceiros e será bancada pelos pesquisadores.

A pesquisa foi classificada na Grande Área 4 (Ciências da Saúde) e tem como título público "Influência de diferentes protocolos de imagem na detecção de canais acessórios MV2 não obturados". A pesquisa não foi classificada nas áreas temáticas especiais. A Instituição proponente da pesquisa é a Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp e não foi listada Instituição Coparticipante.

Pendência 5 (atendida em 29/08/18)- A FR foi apresentada preenchida (46 participantes, sem patrocinador principal) e assinada pelo pesquisador responsável (Dr Lucas de Paula Lopes Rosado) e pelo Diretor da FOP-UNICAMP (Dr. Francisco Haiter Neto).

Pendência 6 (atendida em 29/08/18)- Foi apresentado o regulamento para biorrepositório da pesquisa. A criação do biorrepositório foi justificada pela necessidade metodológica. O pesquisador responsável Lucas de Paula Lopes Rosado também será a responsável direta pela guarda e manipulação no arquivo. As amostras serão estocadas em um armário na sala de Pós-Graduação da Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP. Foram descritos os procedimentos da

Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52

Bairro: Areião

CEP: 13.414-903

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)2106-5349

Fax: (19)2106-5349

E-mail: cep@fop.unicamp.br



UNICAMP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA DA



Continuação do Parecer: 2.866.316

pesquisa e as medidas de segurança que serão adotadas. O material ficará em armário trancado, sob responsabilidade do pesquisador responsável pelo protocolo. Por utilizar material sem identificação, não há previsão de direitos dos participantes. Os pesquisadores informaram que as amostras serão retornadas à área ao final dos experimentos e serão possivelmente incorporadas ao Biobanco da Área de Anatomia da FOP, em conjunto com a Área de Radiologia Odontológica. A pesquisa envolve apenas a FOP e não há colaboração com Instituição estrangeira. A) atendida. Os pesquisadores ajustaram o texto informando que se trata de um crânio, além dos 40 dentes. B) atendida. A descrição das responsabilidades foi ajustada. C) atendida. Na descrição das amostras biológicas, os pesquisadores citaram 40 dentes e um crânio macerado que serão utilizados na pesquisa. D) atendida. Foi informado que as amostras (crânio e dentes) não serão destruídas ao final do experimento e serão devolvidas aos arquivos da área de Radiologia da FOP. E) atendida. Os pesquisadores informaram que o prazo estimado de duração do Biorrepositório é de 6 meses. O regulamento ajustado, com as partes alteradas assinaladas em amarelo, foi apresentado. Pendência 7 (atendida em 29/08/18)– O local específico no registro do protocolo junto à PB (Haverá retenção de amostras para armazenamento em banco?) foi assinalado como “sim”.

Recomendações:

As recomendações a seguir não são pendências, não havendo necessidade de resposta às mesmas: RECOMENDAÇÃO 1- Após a aprovação do protocolo de pesquisa os pesquisadores devem atentar para a necessidade de envio de relatórios parciais de atividade (no mínimo um a cada 12 meses) e do relatório final de atividade (ao término da pesquisa). RECOMENDAÇÃO 2- Reforça-se a necessidade do registro, na forma de Biorrepositórios ou Biobancos, dos materiais biológicos coletados que venham a ser estocados para uso futuro, tanto no projeto quanto na declaração dos pesquisadores e de registrar a intenção no TCLE que será assinado pelo participante. RECOMENDAÇÃO 3- Os pesquisadores devem atentar para a necessidade de aplicação de TCLE para coleta de amostras a serem estocadas em Biobancos e Biorrepositórios e para a necessidade de aplicação de novo TCLE quando da realização de novas pesquisas com o material estocado. RECOMENDAÇÃO 4- Pesquisas com dentes doados por profissionais de saúde ainda são toleradas em hipótese pelo CEP-FOP, mas os pesquisadores devem estar cientes de que esta solução dista do ideal ético de consulta direta ao participante por meio de TCLE específico da pesquisa ou da obtenção dos dentes a partir de um Biobanco de dentes e que estas últimas situações deveriam ser escolhidas em substituição à primeira. RECOMENDAÇÃO 5- Destaca-se que o parecer consubstanciado é o documento oficial de aprovação do sistema CEP/CONEP e os certificados emitidos pela secretaria do CEP-FOP, a pedido, após a aprovação final do protocolo, só têm valor

Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52

Bairro: Areião

CEP: 13.414-903

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)2106-5349

Fax: (19)2106-5349

E-mail: cep@fop.unicamp.br



UNICAMP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA DA



Continuação do Parecer: 2.866.316

simbólico e devem ser evitados. RECOMENDAÇÃO 6- Intercorrências e eventos adversos devem ser relatados ao CEP-FOP por meio da PB. RECOMENDAÇÃO 7- Eventuais mudanças pretendidas no protocolo devem ser comunicadas como emendas ao CEP por meio da PB. RECOMENDAÇÃO 8- O parecer do CEP-FOP é fortemente baseado nos textos do protocolo encaminhado pelos pesquisadores e pode conter inclusive trechos transcritos literalmente do projeto ou de outras partes do protocolo. Trata-se, ainda assim, de uma interpretação do protocolo. Caso algum trecho do parecer não corresponda ao que efetivamente foi proposto no protocolo, os pesquisadores devem se manifestar sobre esta discrepância. A não manifestação dos pesquisadores será interpretada como concordância com a fidedignidade do texto do parecer no tocante à proposta do protocolo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há mais pendências por resolver (vide texto acima).

Considerações Finais a critério do CEP:

Parecer de aprovação de Protocolo emitido "ad referendum" conforme autorização do Colegiado na reunião de 21/02/2018. Será submetido para homologação na reunião de 19/09/2018.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1172077.pdf	29/08/2018 16:56:05		Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	regulamento_biorrepositorio.pdf	29/08/2018 16:55:37	LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO	Aceito
Outros	3comentarios.pdf	29/08/2018 16:52:33	LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	4TCLE_dispensa.pdf	29/08/2018 16:49:37	LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	2Projeto.pdf	29/08/2018 16:44:55	LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO	Aceito
Folha de Rosto	1Folhaderosto.pdf	29/08/2018 16:24:31	LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO	Aceito
Declaração de	52DeclararInstituicao.pdf	31/07/2018	LUCAS DE PAULA	Aceito

Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52

Bairro: Areião

CEP: 13.414-903

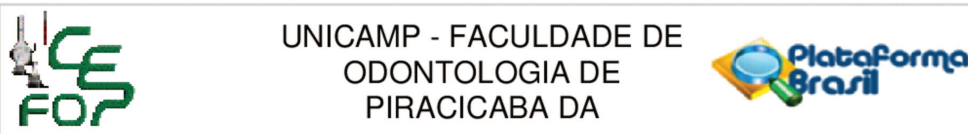
UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)2106-5349

Fax: (19)2106-5349

E-mail: cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 2.866.316

Instituição e Infraestrutura	52DeclararInstituicao.pdf	16:00:58	LOPES ROSADO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	4TCLE.pdf	31/07/2018 16:00:01	LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO	Aceito
Outros	56TermoDoacao.pdf	04/07/2018 10:16:24	LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	54AltInfra.pdf	04/07/2018 10:13:39	LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	51DeclaraPesquisadores.pdf	04/07/2018 10:12:54	LUCAS DE PAULA LOPES ROSADO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PIRACICABA, 31 de Agosto de 2018

Assinado por:
jacks jorge junior
(Coordenador)

Endereço: Av.Limeira 901 Caixa Postal 52
Bairro: Areião **CEP:** 13.414-903
UF: SP **Município:** PIRACICABA
Telefone: (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br

ANEXO 2 – Relatório de originalidade pelo software Turnitin

Lucas

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

24%	20%	17%	%
ÍNDICE DE SEMELHANÇA	FONTES DA INTERNET	PUBLICAÇÕES	DOCUMENTOS DOS ALUNOS

FONTES PRIMÁRIAS

1	repositorio.unicamp.br Fonte da Internet	7%
2	www.birpublications.org Fonte da Internet	1%
3	link.springer.com Fonte da Internet	1%
4	repositorio.ufjf.br Fonte da Internet	1%
5	Victor Aquino Wanderley, Deborah Queiroz Freitas, Francisco Haiter-Neto, Matheus Lima Oliveira. "Influence of Tooth Orientation on the Detection of Vertical Root Fracture in Cone-beam Computed Tomography", Journal of Endodontics, 2018 Publicação	1%
6	repositorio.ufsc.br Fonte da Internet	1%
7	Sergio Lins de-Azevedo-Vaz, Priscila Dias	1%

ANEXO 3 – Comprovante de submissão do artigo

Gmail - Submission Confirmation for Influence of the intracanal...

<https://mail.google.com/mail/u/0?ik=1982f7d046&view=pt&sea...>



Lucas Rosado <lucaslopesrosado@gmail.com>

Submission Confirmation for Influence of the intracanal material and metal artefact reduction tool in the detection of the second mesiobuccal canal in cone-beam computed tomography exams

1 mensagem

The Journal of Endodontics <em@editorialmanager.com>

5 de dezembro de 2019 22:02

Responder a: The Journal of Endodontics <hargreaves@uthscsa.edu>

Para: Lucas de Paula Lopes Rosado <lucaslopesrosado@gmail.com>

Dear Dr. Rosado,

Your submission entitled "Influence of the intracanal material and metal artefact reduction tool in the detection of the second mesiobuccal canal in cone-beam computed tomography exams" has been received by the Journal of Endodontics.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to the Journal of Endodontics web site as an author.

The URL is <https://www.editorialmanager.com/JOE/>

Your username is: lucaslopesrosado@gmail.com

Can't remember your password?

To reset your password please try to sign in and click 'continue'. On the next screen click the 'forgot password' link and follow the steps to reset your password.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to the Journal of Endodontics.

Kind regards,

Journal of Endodontics

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/JOE/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.