



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

LARISSA PEREIRA LAGOS DE MELO SANTOS

**AVALIAÇÃO DO TERCEIRO MOLAR INFERIOR EM IMAGENS DE
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO:
INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE AQUISIÇÃO**

**EVALUATION OF MANDIBULAR THIRD MOLARS THROUGH
CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY: INFLUENCE OF
ACQUISITION PARAMETERS**

Piracicaba

2016

LARISSA PEREIRA LAGOS DE MELO SANTOS

**AVALIAÇÃO DO TERCEIRO MOLAR INFERIOR EM IMAGENS DE
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO:
INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE AQUISIÇÃO**

**EVALUATION OF MANDIBULAR THIRD MOLARS THROUGH
CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY: INFLUENCE OF
ACQUISITION PARAMETERS**

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.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Deborah Queiroz de Freitas França

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA LARISSA PEREIRA LAGOS DE MELO SANTOS E ORIENTADA PELA PROF^ª. DR^ª. DEBORAH QUEIROZ DE FREITAS FRANÇA.

Piracicaba

2016

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

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

Sa59a Santos, Larissa Pereira Lagos de Melo, 1990-
Avaliação do terceiro molar inferior em imagens de tomografia
computadorizada de feixe cônico : influência dos parâmetros de aquisição /
Larissa Pereira Lagos de Melo Santos. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Deborah Queiroz de Freitas França.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Odontologia de Piracicaba.

1. Terceiros molares. 2. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 3.
Diagnóstico por imagem. I. Freitas, Deborah Queiroz de, 1977-. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Evaluation of mandibular third molars through cone beam
computed tomography : influence of acquisition parameters

Palavras-chave em inglês:

Third molars

Cone-beam computed tomography

Diagnostic imaging

Área de concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestra em Radiologia Odontológica

Banca examinadora:

Deborah Queiroz de Freitas França [Orientador]

Flávia Maria de Moraes Ramos Perez

Luciana Asprino

Data de defesa: 05-09-2016

Programa de Pós-Graduação: Radiologia Odontológica



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 05 de Setembro de 2016, considerou a candidata LARISSA PEREIRA LAGOS DE MELO SANTOS aprovada.

PROF^a. DR^a. DEBORAH QUEIROZ DE FREITAS FRANÇA

PROF^a. DR^a. FLÁVIA MARIA DE MORAES RAMOS PEREZ

PROF^a. DR^a. LUCIANA ASPRINO

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

DEDICATÓRIA

À Deus pela sua fidelidade e presença constante em minha vida. Pelo sonho que me deu, pela força e pela fé para conseguir realizá-lo. À Ele devo tudo o que sou e tenho.

*Aos meus pais **Rosália e Digemar** e ao meu marido **Edivaldo Fernando** pelo amor incondicional, apoio, incentivo, por sempre estarem presentes e acreditarem em mim.*

AGRADECIMENTOS

Á Deus pela permissão de mais uma conquista em minha vida, pelo cuidado, amor, misericórdia e graça que sempre tem me alcançado.

Ao Magnífico Reitor da Universidade Estadual de Campinas, Prof. Dr. José Tadeu Jorge.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do seu diretor, Prof. Dr. Guilherme Elias Pessanha Henriques.

À Coordenação dos cursos de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa da Profa. Dra. Cinthia Pereira Machado Tabchoury.

À Coordenação do curso de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa da Profa. Dra. Déborah Queiroz de Freitas França.

Ao Departamento de Diagnóstico Oral, pela permissão da realização desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante a realização do curso de mestrado.

À minha orientadora, Profa. Dra. Déborah Queiroz de Freitas França, pela confiança depositada em mim e pela oportunidade de realização deste trabalho. Obrigada pela paciência, compreensão, amizade e por ter compartilhado seus conhecimentos comigo ao longo desse tempo.

À todos os professores e funcionários da FOP/UNICAMP por contribuírem com minha formação profissional e a todos os funcionários pela convivência diária e carinho, em especial:

*Aos professores da área de Radiologia: **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto, Prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira e Profa. Dra. Solange Maria de Almeida** por todos os ensinamentos, apoio e bom convívio durante esses anos.*

*Aos funcionários da área de Radiologia: **Waldeck, Fernando, Luciane e Sara** pela ajuda sempre que precisei, pela disposição e amizade.*

*À **Anne Oenning, Mariana Nadaes e Yuri Nejaïm** pelo empenho e dedicação no desenvolvimento deste trabalho. Serei eternamente grata a vocês por terem me ajudado com tanta boa vontade e partilhado dos seus conhecimentos comigo. A participação de vocês na realização deste trabalho fez toda a diferença!*

*Ao **Prof. Dr. Frederico Sampaio** pelo material disponibilizado e pela ajuda na realização desse trabalho.*

*Ao **Prof. Dr. Paulo Caria** e ao **técnico em anatomia Cristiano** pela colaboração na obtenção do material para realização dessa pesquisa.*

*À **Dra. Cassiana Viccari Sacilotto** pelo fornecimento dos dosímetros utilizados nesse estudo e colaboração na leitura dos mesmos.*

*À **Profa. Dra. Karla de Faria Vasconcelos, ao Prof. Dr. Matheus Lima de Oliveira e ao Prof. Dr. Alexander Tadeu Sverzut** pelas contribuições no exame de qualificação dessa dissertação.*

*Às professoras da banca de defesa **Prof. Dra. Flávia Maria de Moraes Ramos Perez e Prof. Dra. Luciana Asprino** e às suplentes **Taruska Ventorini Vasconcelos e Monikelly do Carmo Nascimento Marchini** por prontamente aceitarem participar e contribuir com suas considerações.*

Aos amigos da Radiologia FOP/UNICAMP:

***Mariana e Carolina**, não tenho nem palavras! Amigas, vizinhas, confidentes, vocês foram meu apoio tantas vezes! Não sei se teria chegado até aqui sem a companhia e amizade de vocês! Muito obrigada de todo o meu coração!*

Carlos, Eduarda, Amanda Candemil e Roberto, minha turma de mestrado, sempre juntos! Vocês são muito especiais! Fui muito feliz aqui por ter vocês, obrigada por tudo e torço pelas conquistas de cada um!

Luciana, Rafaela, Liana, Ana Caroline, Karla Rovaris, Karla Vasconcelos, Eliana, Polyane, Mayra, Leonardo, Yuri, Amanda Farias, Débora, Raquel, Henrique, Daniele, Gina, Gustavo, Leonardo, Neiandro, Tiago Nascimento, Thiago Gamba, Thiago Oliveira, Anne, Amaro, Helena, Monikelly, Taruska, Larissa Moreira, Priscila, Bernardo, Vitor e Hugo, muito obrigada pelo companheirismo, ajuda e amizade durante todo esse tempo! Vocês fizeram com que tudo aqui fosse mais leve e feliz! Desejo muito sucesso à todos!

Aos professores do curso de Odontologia da UFPE por todos os conhecimentos transmitidos na minha graduação, pela amizade e fundamental contribuição na minha formação como cirurgiã-dentista. Em especial:

*À **Prof. Dra. Flávia Ramos-Perez** por ter me apresentado e me encantado com o mundo da Radiologia. Sua dedicação, disciplina e acima de tudo amor à profissão fizeram com que eu me apaixonasse pela Radiologia e a escolhesse como minha especialidade. Com toda a certeza, se não fossem suas aulas, sua amizade e seu apoio eu não estaria aqui!*

*À **Prof. Dra. Maria Luiza Pontual** por ter me introduzido no mundo da pesquisa e na radiologia com tanto carinho, paciência e pulso firme quando necessário! Além de professora você é uma amiga e se hoje estou aqui, muito devo à você! Serei eternamente grata por tudo!*

*Ao **Prof. Dr. Danyel Perez** por todo o apoio, amizade e ensinamentos durante a minha graduação, por sempre me incentivar na vida acadêmica e me ajudar quando precisei mesmo depois de sair da universidade. Sempre lhe serei grata professor!*

ESPECIALMENTE AGRADEÇO

*Aos **meus pais** por sempre me amarem e fazerem de tudo pela minha felicidade. Por terem investido em mim, sonhado junto comigo, apoiado e orientado cada escolha minha é que hoje cheguei até aqui.*

*Ao **meu marido Fernando** pelo amor, apoio, companheirismo e paciência. Obrigada por ser o meu melhor amigo, o melhor marido que poderia existir, por ter mudado*

sua vida toda para me acompanhar nessa nova jornada e sempre estar disposto a fazer qualquer coisa pela minha felicidade. Eu te amo e nunca terei palavras suficientes para agradecer tudo que faz por mim!

*Às **minhas irmãs Mariane e Letícia** e **minha tia Gerusa** pelo amor e carinho durante toda a minha vida.*

*Á todos os meus familiares por me ajudarem, direta ou indiretamente, a vencer mais esta etapa da minha vida e em especial aos **meus tios Roseane e Jurley**, por estarem sempre disponíveis quando precisei e principalmente na nossa instalação em Piracicaba, e ao **meu primo Diego** pela ajuda na tradução do artigo.*

*À todos os meus amigos queridos e em especial às minhas melhores amigas da vida inteira **Ayanne, Joyce, Stephanny, Deborah, Raissa, Myrella e Roberta** e às melhores amigas que Odontologia me deu **Cleudes, Jennifer e Nathália** por sempre estarem presentes mesmo com os mais de 2000 km que nos separam.*

RESUMO

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) pode ser indicada quando há suspeita de proximidade entre o terceiro molar inferior e o canal da mandíbula e quando maiores informações acerca das estruturas da região são necessárias. A qualidade da imagem tomográfica pode ser influenciada por fatores de aquisição, como o tamanho do FOV (*field of view*) e do voxel e o número de imagens base. O objetivo nesse estudo foi avaliar a influência dos parâmetros de aquisição na obtenção de exames de TCFC na avaliação do terceiro molar inferior e sua relação com o canal da mandíbula. Foram utilizadas 8 mandíbulas humanas secas com 13 terceiros molares inferiores. Esses foram submetidos ao exame de TCFC no aparelho Picasso Trio[®]. Os parâmetros energéticos foram fixados em 80 kVp e 3,5 mA e os tamanhos do FOV (12 x 8,5 cm e 5 x 5 cm) e do voxel (0,2 e 0,3 mm) e o número de imagens base (375 e 600) variados. Dois examinadores juntos, por meio do programa CS 3D Imaging[®], avaliaram as imagens em relação à posição do dente, número e curvatura das raízes, posição dessas em relação ao canal da mandíbula e presença ou não de contato direto entre o dente e o canal. Quando não havia contato entre as raízes e o canal da mandíbula, foi obtida a distância entre eles. Após 30 dias, 30% da amostra foi reavaliada. Também foi realizada a dosimetria dos exames adquiridos com os protocolos estudados. Para isso, foi utilizado um phantom antropomórfico com 7 dosímetros termoluminescentes (LiF 100) posicionados na região de cristalinos, glândulas parótidas, submandibulares e tireóide. Os dados foram analisados utilizando os testes de McNemar e *t* de Student para comparar as respostas obtidas nas avaliações e ANOVA para comparar as doses de radiação obtidas com os diferentes protocolos. O teste Kappa ponderado e o Índice de Correlação Intraclasse (ICC) foram realizados para verificar a concordância intraexaminador. As análises adotaram um nível de significância de 5%. Os diferentes protocolos utilizados não influenciaram nas avaliações realizadas, exceto o voxel para a presença ou não de contato entre o dente e o canal da mandíbula ($p=0,021$). Na ausência do contato direto, a média da distância entre o dente e o canal foi de 1,94mm. A concordância intraexaminador foi de substancial a excelente (0,65 a 1,00) e o ICC indicou replicabilidade excelente para a distância entre o dente e o canal (0,87) e para as doses de radiação (0,92). A dose de radiação foi maior para os FOVs maiores e para o maior número de imagens base. Foi possível concluir que a análise do terceiro molar inferior e sua relação com o canal da mandíbula não é influenciada pelos fatores FOV e número de imagens base. Desta forma, protocolos de baixa dose devem ser utilizados (FOV e

número de imagens base menores). O uso de voxel menor favoreceu a avaliação do contato entre o dente e o canal da mandíbula, devendo ser preferido.

Palavras-chave: Dente serotino. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Diagnóstico por imagem.

ABSTRACT

Cone Beam Computed Tomography (CBCT) may be indicated when there is a suspect of proximity between the mandibular third molar and the mandibular canal and when more information about the structures of the region is needed. The quality of the tomographic image can be influenced by acquisition factors such as the FOV (field of view) and voxel sizes and the number of basis images. The aim of this study was to evaluate the influence of the acquisition parameters used in CBCT exams for assessment of mandibular third molar and its relationship with the mandibular canal. Eight dried human mandibles with 13 mandibular third molars were used. These were submitted to CBCT exams in Picasso Trio[®]. The energy parameters were fixed in 80 kVp and 3.5 mA and the FOV size (12 x 8.5 cm and 5 x 5 cm), the voxel (0.2 and 0.3 mm) and the number of basis images (375 and 600) were varied. Two examiners, together, evaluated the images using CS 3D Imaging[®] program. They evaluated the images according to the tooth angulation, number and curvature of roots, the position of the roots in relation to the mandibular canal and the presence or not of direct contact between the tooth and the mandibular canal. When there was no contact between the tooth and the mandibular canal, the distance between them was obtained. After 30 days, 30% of the sample was reassessed by the examiners. Also, the dosimetry of the studied protocols was performed. For this, was used an anthropomorphic phantom with 7 thermoluminescent dosimeters (LiF 100) positioned in the crystalline region, parotid glands, submandibular glands and thyroid. The data were analyzed using McNemar and Student's t tests to compare the answers obtained in evaluations and multifactor variance analysis (ANOVA) to compare the absorbed doses obtained in each protocol. For intra-examiner agreement analysis, weighted Kappa test and the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was performed. A significance level of 5% was considered for all statistical tests. The different protocols used did not influence in the assessments, except voxel for the presence or not of the contact between the tooth and the mandibular canal ($p = 0.021$). When the direct contact was absence, the average of the distance between the tooth and the canal was of 1.94mm. The intra-examiner agreement was substantial to excellent (0.65 to 1.00) and ICC showed an excellent replicability for the distance between the mandibular canal and the roots (0.87) and for the radiation doses (0.92). The radiation dose was higher for larger FOVs and for the greater number of basis images. It was concluded that the analysis of the third molar and its relationship with the mandibular canal is not influenced by the acquisition factors, FOV and the number of basis images. Thus, low dose protocols should be used (lower FOV and number of basis images). The use of

lower voxel favored the assessment of contact between the tooth and the mandibular canal and it should be preferred.

Keywords: Third, molar. Cone-beam computed tomography. Diagnostic imaging.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 ARTIGO: <i>Evaluation of mandibular third molar through cone beam computed tomography: influence of acquisition parameters</i>	18
3 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37
APÊNDICE 1: Material e Métodos Detalhados	39
ANEXOS	
Anexo 1: Parecer Comitê de Ética em Pesquisa	46
Anexo 2: Comprovante de submissão do artigo	47

1 INTRODUÇÃO

A remoção de um terceiro molar inferior é uma das cirurgias mais comuns na Odontologia. Esse procedimento deve ser realizado após a análise de um exame radiográfico que deve mostrar informações sobre o dente, o osso circundante, o dente vizinho e sua relação com as estruturas anatômicas, sendo a mais importante o canal da mandíbula. Os exames por imagem são necessários para orientar o profissional na definição de conduta, bem como nos cuidados que deverão ser tomados durante o procedimento (Matzen e Wenzel, 2015).

Um dos exames mais utilizados para a avaliação inicial dos terceiros molares inferiores é a radiografia panorâmica visto que possui um baixo custo e uma baixa dose de radiação. Porém, por ser um exame bidimensional, não permite que as relações estruturais sejam evidenciadas em profundidade (Arora et al., 2015).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) se tornou um método auxiliar de diagnóstico amplamente aceito na Odontologia por oferecer dados tridimensionais com menor custo e dose de radiação para o paciente quando comparada à tomografia computadorizada multidetector (Kim e Lee, 2014). Essa tem sido sugerida quando há suspeita de contato do terceiro molar inferior com o canal da mandíbula, pois acrescenta informações detalhadas sobre a relação vestibulo-lingual dessas estruturas, possibilitando uma melhor visualização das raízes do dente, além da posição e do trajeto do canal da mandíbula (Soumalainen et al., 2010; Neugebauer et al., 2008).

No entanto, quando comparada à radiografia panorâmica, o custo e a dose de radiação da TCFC são superiores. Por isso um grupo de trabalho propôs o SEDENTEXCT que consiste em um manual com critérios de seleção baseados em evidências com indicações para a realização desses exames, determinando que quando da realização de radiografias bidimensionais e conclusão de que mais informações são necessárias acerca da região, a TCFC pode ser indicada (SEDENTEXCT, 2012).

O número de equipamentos de TCFC disponíveis no mercado aumentou substancialmente e novos modelos estão sendo desenvolvidos continuamente. Embora o princípio básico de realização do exame seja semelhante para todos, eles se diferenciam por oferecerem parâmetros de aquisição (tamanho do voxel, do FOV – *field of view* e número de imagens-base) que podem ser selecionados de acordo com as necessidades clínicas e características anatômicas do paciente (Pauwels et al., 2015). Esses parâmetros podem influenciar na qualidade da imagem e no diagnóstico, bem como interferir na dose de

radiação. Sendo assim, o desafio permanente na otimização da TCFC é reduzir a dose de radiação sem diminuir drasticamente a qualidade da imagem e as informações de diagnóstico, seguindo dessa forma, o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable* – tão baixo quanto razoavelmente possível).

O voxel é a menor parte distinguível da imagem tridimensional e na TCFC é isotrópico. O tamanho do voxel é importante em termos de qualidade, digitalização e reconstrução (Kamboruglu et al., 2015). Quanto menor o tamanho do voxel, maior será a resolução espacial e o ruído, o que pode interferir na qualidade da imagem. Como esse é um parâmetro de reconstrução, o tamanho do voxel em geral, não interfere na dose de radiação (Pauwels et al., 2015). Porém deve ser ressaltado que essa afirmação é válida para aparelhos em que os fatores de aquisição do exame podem ser selecionados de maneira independente uns dos outros.

O FOV corresponde à região de interesse do exame. FOVs menores diminuem a quantidade relativa de radiação dispersa que alcança o detector, levando a uma diminuição do ruído e dos artefatos melhorando a qualidade da imagem. Além disso, devido a uma área menor ser irradiada, haverá uma redução da dose de radiação (Pauwels et al., 2015).

Já o número de imagens-base refere-se à quantidade de imagens bidimensionais adquiridas durante o exame de TCFC para reconstrução do volume. Quanto maior o número de imagens base, melhor a qualidade da imagem. No entanto, o número de imagens-base é proporcional à dose de radiação, uma vez que um tempo de exposição maior é requerido (Bechara et al., 2013).

Estudos que busquem avaliar a interferência dos parâmetros de aquisição na visualização do terceiro molar inferior e sua relação com o canal da mandíbula são importantes para definir qual o melhor protocolo a ser utilizado nesses casos, visto que essa é uma das indicações da TCFC. A influência do avaliador e o fato da imagem ser adquirida em diferentes tomógrafos na avaliação de terceiros molares inferiores foram testadas, tendo sido demonstrado que esses fatores não interferem em tal diagnóstico (Matzen et al., 2013). No entanto, nesse último estudo, não foi possível avaliar fatores referentes aos protocolos de aquisição, já que ambos os aparelhos utilizados apresentavam tamanhos de FOV e de voxel muito semelhantes. Ainda, por se tratar de um estudo com pacientes, um mesmo dente não pôde ser escaneado nos dois aparelhos, não sendo possível uma comparação direta de suas avaliações, o que destaca a necessidade de um estudo *in vitro*.

Dessa forma, foi objetivo neste estudo avaliar a influência dos parâmetros de aquisição de exames de tomografia computadorizada de feixe cônico na visualização do terceiro molar inferior e sua relação com o canal da mandíbula.

2 ARTIGO: EVALUATION OF MANDIBULAR THIRD MOLARS THROUGH CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY: INFLUENCE OF ACQUISITION PARAMETERS

Esse artigo foi submetido à apreciação, visando publicação, pelo periódico Dentomaxillofacial Radiology, considerado Qualis A1 pela CAPES, com fator de impacto de 1,919 (Anexo 2). A formatação do artigo baseou-se nas “Instruções aos Autores” preconizadas pela editora do periódico.

Running title: Evaluation of mandibular third molar: influence of parameters in CBCT

Research Articles

Larissa PL Melo Santos¹

Anne Caroline C Oenning¹

Mariana R Nadaes¹

Yuri Nejaim¹

Frederico S Neves²

Matheus L Oliveira¹

Deborah Q Freitas¹

¹Department of Oral Diagnosis, Division of Oral Radiology, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.

²Department of Propedeutics and Integrated Clinic, Division of Oral Radiology, Federal University of Bahia, Salvador, Bahia, Brazil.

Abstract

Objective: To assess the influence of acquisition parameters used during cone-beam computed tomography (CBCT) scans on the evaluation of mandibular third molars and on the determination of the relation between the tooth and the mandibular canal.

Method: Eight dry human mandibles with thirteen mandibular third molars were scanned with a CBCT Picasso Trio® unit. Energy parameters were fixed at 80 kVp and 3.5 mA. Field of view (FOV) size (12x8.5cm and 5x5cm), voxel size (0.2 and 0.3 mm) and the number of basis images (375 and 600) were the variables in the study. Two examiners evaluated the images regarding 1) tooth position, 2) root number and curvature, 3) root position relative to the mandibular canal and 4) contact between the tooth and the mandibular canal. The distance between the tooth and the mandibular canal was measured whenever a noticeable separation was present. Moreover, dosimetry for the protocols was established with an anthropomorphic phantom.

Results: The variables studied did not influence preoperative third molar evaluation, except for the voxel size when assessing contact between the tooth and the mandibular canal ($p=0.021$). While FOV and number of images affected total radiation dose, voxel size did not.

Conclusion: In general, the evaluation of mandibular third molars and assessment of the relation between the tooth and the mandibular canal do not seem to be influenced by acquisition parameters during CBCT scanning. Thus, the rationale for choosing one protocol over another should be based on the total dose delivered to the patient.

Keywords: Molar, Third; Cone-Beam Computed Tomography; Diagnostic Imaging

Introduction

Imaging of mandibular third molars provides essential information for predictable treatment planning. Ideally, imaging of mandibular third molars must reveal information about not only the tooth, but also about the surrounding bone, the adjacent teeth and the relation with neighboring anatomical structures, especially the mandibular canal.¹

Panoramic radiography is commonly used for third molar evaluation due to its wide availability, low cost and low radiation doses. Unfortunately, its two-dimensional nature hinders depth assessment in the bucco-lingual direction.² Thus, cone-beam computed tomography (CBCT) has been suggested when there is suspicion of contact between the mandibular third molar and the mandibular canal or when one is unsure about the canal's position or course.^{3,4} While CBCT delivers lower radiation doses and is not as costly as multislice computed tomography, it does not surpass panoramic radiography in those two parameters; therefore, surgeons usually request CBCT scans only after deciding that the information provided by panoramic radiography is insufficient for predictable pre-surgical planning.⁵

The several CBCT units available in the market usually offer a wide variety of acquisition settings that can be adjusted to the surgeon's or the patient's individual needs. These parameters include energy factors (kVp and mA), voxel size, field of view (FOV) size and number of basis images.^{6,7} These factors can influence image quality and/or the radiation dose delivered to the patient. Yet, CBCT scanning optimization is centered on reducing the radiation dose without losing diagnostic quality as proposed by the ALARA's principle (As Low As Reasonably Achievable).

Oral surgeons have been using CBCT scans more liberally for the evaluation of mandibular third molar and treatment decision-making. Studies assessing the influence of CBCT acquisition parameters on the visualization of teeth and the surrounding anatomy or on the radiation dose produced during scanning are important to determine the most suitable protocol for these cases. One study assessed variables such as different examiner profiles and CBCT units from different manufacturers and found no significant influence on diagnostic quality.⁸ Since that study was performed in humans, one tooth could not be scanned more than once using different units and no direct comparisons were possible. Therefore, the aim of this study was to assess the influence of CBCT acquisition parameters (i.e. FOV, voxel size and number of basis images) on the evaluation of mandibular third molars and on the determination of the relationship between the tooth and the mandibular canal.

Materials and Methods

This study was approved by the Local Research Ethics Committee (protocol #52425316). Eight dry human mandibles containing thirteen lower third molars were used in this study. Proximity between the lower third molar and the mandibular canal visualized in periapical radiographs was used as the inclusion criteria.

Images Acquisition

The dry mandibles were positioned in a cylindrical polyethylene container filled with enough water to cover it and simulate X-ray attenuation by the soft tissues of the maxillofacial region⁹ and scanned with a Picasso Trio cone-beam computed tomography unit (Vatech, E-WOO Technology Co, Ltd, Korean Republic). For the initial scanning, the mandibles were positioned with the occlusal plane parallel to the horizontal plane and the midsagittal plane perpendicular to that plane. Then, positioning was adjusted according to FOV size and its position (towards the right or left sides when a reduced FOV was used).

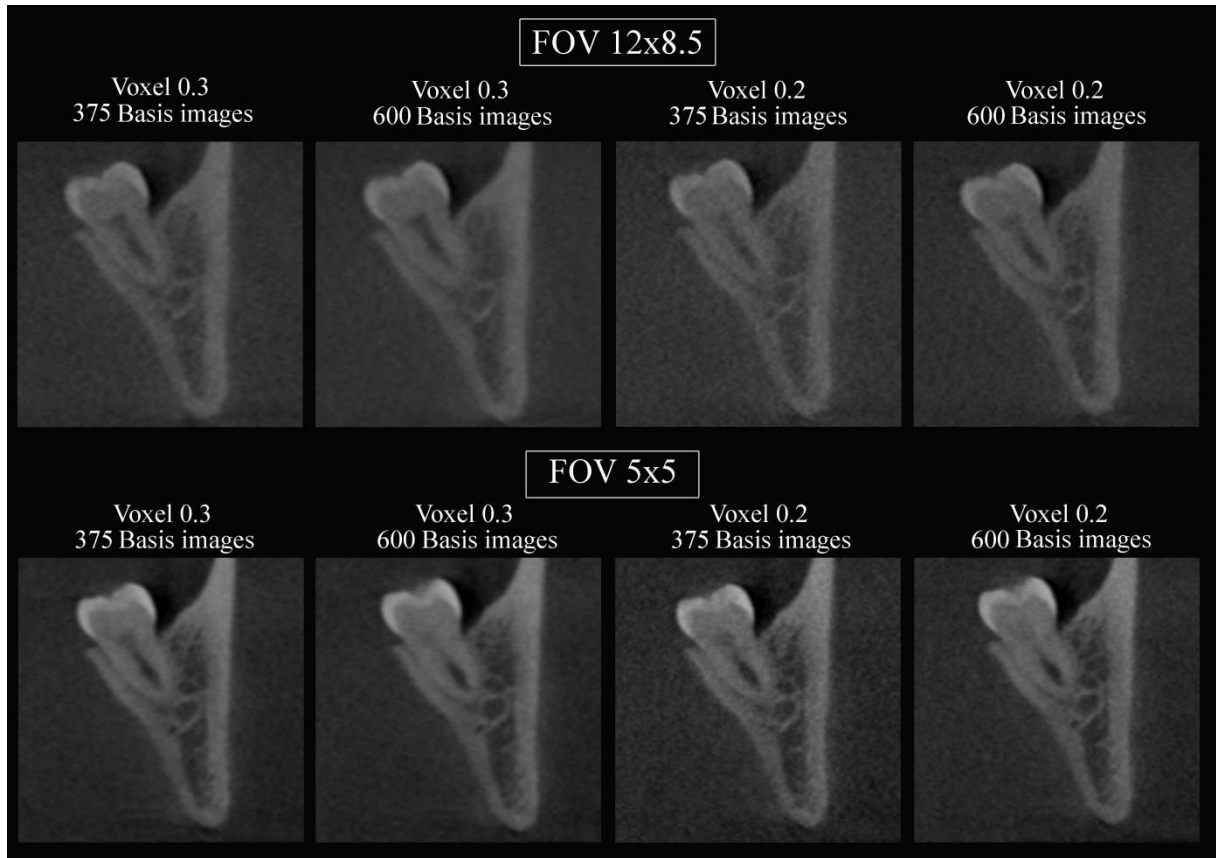
The energy parameters were fixed at 80 kVp and 3.5 mA to test the following factors and their variations: FOV (12x8.5cm and 5x5cm), voxel size (0.2 and 0.3 mm) and the number of basis images (375 and 600) (Table 1). Thus, eight images were obtained for each tooth (Figure 1). The images were saved as DICOM files, which were encoded and randomized for further evaluation.

Table 1. Protocols used in image acquisitions in CBCT Picasso Trio unit

Scanning mode	Voxel	FOV	ROI
Standard (3.5mA; 80kVp; t=15s; Rot.=360°; Basis images=375)	0.2	5 x 5	Mandible (posterior region for each side)
		12 x 8.5	Mandible
	0.3	5 x 5	Mandible (posterior region for each side)
		12 x 8.5	Mandible
High density (3.5mA; 80kVp; t=24s; Rot.=360°; Basis images=600)	0.2	5 x 5	Mandible (posterior region for each side)
		12 x 8.5	Mandible
	0.3	5 x 5	Mandible (posterior region for each side)
		12 x 8.5	Mandible

ROI: region of interest.

Figure 1. Cone beam computed tomography images acquired with different protocols



Images Assessment

The images were evaluated by two experienced, calibrated examiners on a 24.1'' LCD monitor with a resolution of 1920x1200 pixels (MDCR-2124, Barco, Kortrijk, Belgium) in a quiet environment with dim lighting using the CS 3D Imaging ® (Carestream Dental, New York, USA). The calibration session consisted of evaluation and discussion of ten CBCT scans not included in the study sample. The examiners were allowed to adjust the brightness and contrast and use the zoom. Besides, they performed a dynamic assessment, adjusting the exam to the best plane that represented the variable studied.

The following variables were evaluated concerning the mandibular third molars:

1. tooth angulation (adapted from Winter, 1926¹⁰: vertical, horizontal, mesioangular, distoangular, others);
2. number of roots (1, 2, 3 or more);
3. direction of root curvature (assessed on the sagittal plane, categorized in straight, mesial or distal);

4. bucco-lingual root position in relation to the mandibular canal (assessed on the coronal plane, categorized in buccal, lingual or aligned);
5. direct contact with the mandibular canal (assessed on the coronal plane, categorized in yes or no);
6. lower distance between root and the mandibular canal, measured in millimeters in the absence of contact between the two structures (assessed on the coronal plane).

The variables 2, 3, 4 and 5 were adapted from Matzen et al. 2013⁸. For the variables “tooth angulation” and “number of roots”, there was only one answer per tooth. For the remaining variables, each root was evaluated individually.

Thirty days after the initial assessment, 30% of the sample was reassessed to determine intra-examiner reproducibility.

Dosimetry

An anthropomorphic tissue equivalent phantom was used to evaluate the radiation doses delivered according to different protocols tested in this study. Seven sets of three calibrated thermoluminescent dosimeters (TLD) (LiF 100) were positioned on the phantom in the anatomical regions corresponding to the crystallines (right and left side), parotid glands (right and left), submandibular glands (right and left) and thyroid. A set of three TLDs was kept out of the examination room to measure the average background radiation to be subtracted from the doses derived from the study’s protocols.

The phantom was positioned as described for the mandibles, and the scans employed the same equipment and protocols. For small FOV, two acquisitions were performed (right and left) without changing the TLD set to simulate imaging of patients with bilateral mandibular third molars. Due to the low radiation released by a single CBCT scan and given the number of dosimeters out of the primary irradiated area when small FOVs were used, two exposures for each protocol were performed to obtain measurable values, *i.e.*, two acquisitions were performed for large FOVs and four for small FOVs.

A thermoluminescent reader (Harshaw thermoluminescent scanner, model 2000, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA) was employed to read the dosimeters. The values corresponding to background radiation were subtracted from the initial readings. Then, the results were divided by the number of “exposures” (2) to express the average

exposure per dosimeter, obtaining the mean value for each set of dosimeters representing the doses for each region.

This procedure was performed twice in order to assess the reproducibility of the method.

Statistical Analysis

Data analysis was conducted with the SPSS® v.22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL), and a significance level of 5% was considered for all statistical tests. To compare the results of image assessment for the different protocols, McNemar and McNemar-Bowker tests were used for categorical variables, while the Student's *t* test was used for the parametric variable distance between root and mandibular canal. The null hypothesis considered that there was no significant difference among the protocols. For intra-examiner agreement analysis, weighted Kappa test was performed for the categorical variables (0.40 – poor agreement; 0.40-0.59 – average agreement; 0.60-0.74 – substantial agreement; 0.75-1.00 – excellent agreement) and the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) for the parametric variable. To compare the absorbed doses obtained in each protocol, a multifactor variance analysis (ANOVA) was used. The null hypothesis considered that there was no significant differences among the obtained doses. ICC was also performed to test the reproducibility of dosimetry.

Results

Regarding the influence of voxel size on image assessment, there were no significant differences for all variables ($p > 0.05$), except to contact between the tooth and the mandibular canal ($p = 0.021$), as shown in Table 2.

Table 2. Contingency table confronting the responses obtained with voxels 0.2mm and 0.3mm

		Voxel 0.2			
		2	3		
<i>Number of roots</i>	2	46 (88.5%)	0 (0%)		
	3	0 (0%)	6 (11.5%)		
<i>p=1.000</i>					
<i>Tooth angulation</i>	Vertical	Vertical	36 (69.2%)	0 (0%)	0 (0%)
		Horizontal	0 (0%)	9 (17.3%)	1 (1.9%)
		Mesioangular	0 (0%)	1 (1.9%)	5 (9.6%)
<i>p=1.000</i>					
<i>Direction of root curvature</i>	Straight	Straight	66 (60.0%)	1 (0.9%)	7 (6.4%)
		Mesial	2 (1.8%)	4 (3.6%)	0 (0%)
		Distal	5 (4.6%)	1 (0.9%)	24 (21.8%)
<i>p=0.644</i>					
<i>Root position in relation to the canal</i>	Aligned	Aligned	50 (45.5%)	3 (2.7%)	
		Lingual	6 (5.5%)	51 (46.3%)	
<i>p=0.508</i>					
<i>Contact between the tooth and the canal</i>	No	No	50 (45.5%)	9 (8.2%)	
		Yes	1 (0.9%)	50 (45.5%)	
<i>p=0.021^a</i>					

^a Statistically significant difference, according to McNemar test ($p < 0.05$).

In addition, FOV size and number of basis images did not affect image assessment (Tables 3 and 4, respectively).

Table 3. Contingency table confronting the responses obtained with FOV sizes 12x8.5 cm and 5x5 cm

		FOV 5x5		
		2	3	
<i>Number of roots</i>	2	44 (84.6%)	4 (7.7%)	
	3	0 (0%)	4 (7.7%)	
<i>p=0,125</i>				
<i>Tooth angulation</i>	Vertical	36 (69.2%)	0 (0%)	0 (0%)
	Horizontal	0 (0%)	8 (15.4%)	4 (7.7%)
	Mesioangular	0 (0%)	0 (0%)	4 (7.7%)
<i>p=0.061</i>				
<i>Direction of root curvature</i>	Straight	64 (59.3%)	4 (3.7%)	5 (4.6%)
	Mesial	2 (1.9%)	2 (1.9%)	0 (0%)
	Distal	6 (5.6%)	1 (0.9%)	24 (22.2%)
<i>p=0.624</i>				
<i>Root position in relation to the canal</i>	Aligned	50 (46.3%)	5 (4.6%)	
	Lingual	4 (3.7%)	49 (45.4%)	
<i>p=1.000</i>				
<i>Contact between the tooth and the canal</i>	No	49 (45.4%)	3 (2.8%)	
	Yes	5 (4.6%)	51 (47.2%)	
<i>p=0.727</i>				

Table 4. Contingency table confronting the responses obtained with 375 basis images and 600 basis images

		600 Basis images			
		2	3		
375 Basis images	<i>Number of roots</i>	2	46 (88.5%)	0 (0%)	
	<i>p=1.000</i>	3	0 (0%)	6 (11.5%)	
	<i>Tooth angulation</i>	Vertical	36 (69.2%)	0 (0%)	0 (0%)
	<i>p=1.000</i>	Horizontal	0 (0%)	9 (17.3%)	1 (1.9%)
		Mesioangular	0 (0%)	1 (1.9%)	5 (9.6%)
	<i>Direction of root curvature</i>	Straight	64 (58.2%)	5 (4.5%)	6 (5.5%)
	<i>p=0.515</i>	Mesial	2 (1.8%)	2 (1.8%)	1 (0.9%)
		Distal	6 (5.5%)	0 (0%)	24 (21.8%)
	<i>Root position in relation to the canal</i>	Aligned	49 (44.5%)	9 (8.2%)	
	<i>p=0.065</i>	Lingual	2 (1.8%)	50 (45.5%)	
<i>Contact between the tooth and the canal</i>	No	49 (44.5%)	8 (7.3%)		
<i>p=0.388</i>	Yes	4 (3.6%)	49 (44.5%)		

The average distance between the roots and the mandibular canal in the absence of contact between the structures was 1.94 ± 0.68 millimeters. The tested variables did not produce significant differences in this measure ($p > 0.05$).

The intra-examiner agreement for the categorical variables ranged from substantial to excellent (0.65 to 1.00). Furthermore, ICC showed an excellent replicability for the distance between the mandibular canal and the roots (ICC=0.87).

The absorbed doses obtained with the different protocols are shown in Table 5. The values represent the sum of readings from all seven anatomical regions described above. Moreover, as mentioned previously, the doses presented for 5x5 FOV refer to two acquisitions of CBCT: one for each side (right and left). ANOVA indicated that total dose was affected by the number of basis images and by FOV size ($p=0.000001$ and 0.00008 , respectively), but not by voxel size ($p=0.065$). In brief, the higher the FOV size or the number

of basis images, the larger the absorbed dose. ICC also showed an excellent reproducibility for dosimetry (ICC=0.92).

Table 5. Comparison of absorbed radiation doses obtained with different protocols (mGy)

Voxel	FOV^a	Basis images^b	Mean	Standard deviation
0.3	12x8.5	375	23.25	1.61
		600	40.00	0.79
	5x5 ^c	375	19.78	2.93
		600	29.56	1.79
0.2	12x8.5	375	23.92	1.10
		600	38.47	1.39
	5x5 ^c	375	16.46	0.88
		600	29.86	3.48

^aDoses from different FOV sizes show statistical significant difference.

^bDoses from different numbers of basis images show statistical significant difference.

^cCorresponds to two exposure.

Discussion

CBCT has been regarded as the most valuable imaging modality for the preoperative assessment of mandibular third molars when two-dimensional radiographs suggest an intimate relationship between the teeth to be removed and the mandibular canal.^{1,3,4,11} In this context, the goal of this study was to determine the most suitable acquisition protocol for CBCT scans requested in the preoperative workup of mandibular third molar removal when changing parameters such as FOV size, voxel size and number of basis images. Only one study evaluated factors related to CBCT scans that could affect the image assessment in that context, but it assessed factors such as examiners' background and differences in the image quality of two different CBCT units with similar exposure parameters.⁸ Unfortunately, studies with patients do not permit to determine how much image acquisition factors influence image interpretation, since several exposures of the same region are not allowed due to ethical restraints. Thus, the importance of this study should be highlighted since a direct comparison among the acquisition parameters was possible in a laboratory setting.

The voxel size seemed to affect the assessment of the relation between the tooth and the mandibular canal. This aspect is of great relevance for surgeons since studies reported that an intimate relation between the tooth and the canal may influence the decision of performing a coronectomy.^{12,13} Our results ratify studies that assessed the influence of voxel size influence on the assessment of anatomical and pathological features of the oral and maxillofacial region, such as periodontal defects, root fractures, root resorptions and erosion in the temporomandibular joint.^{14,15,16,17,18} Alternatively, others have not been able to identify any relevant influence of voxel size on image assessment.^{19,20} We can only assume that differences in the voxel sizes used or in the anatomical structures evaluated could account for these discrepant results, given that when voxel size is greater than the structure evaluated, voxel value would not represent the tissue or its limit, but instead it will be an average of different tissues' values.²¹

Voxel size affects image quality because it is one of the factors that has an effect on the spatial resolution and on the noise. The professionals should consider this fact when set this parameter. Since it is a reconstruction parameter, voxel size alone does not have an effect on the radiation dose.⁶ However, this is true only for CBCT units in which acquisition parameters can be set independently of each other. This explains our results, in which voxel size did not affect radiation dose; but this only occurred because the energy parameters were fixed for all different protocols. In units that have voxel size changing along with energy parameters, the radiologist should also consider the dose, besides the spatial resolution and the noise.

One would expect that FOV size could influence image assessment, since some support that smaller FOVs decrease the relative scattered radiation that reaches the detector, thus reducing noise and artifacts and improving image quality.⁶ In our study, however, image acquisition with a smaller FOV did not enhance image assessment. Comparing our results to those from studies that assessed the influence of FOV on the diagnosis of conditions such as periapical diseases and TMJ pathologies, some have shown similar conclusions^{22,23,24} while some have not.^{25,26,27,28} Since the anatomical structures evaluated in these studies were different from those assessed here, it is rather difficult to establish a straightforward comparison. On the other hand, we were able to identify an influence of FOV size on the radiation dose, in agreement with other report.²⁹ It is know that FOV size influences the dose directly as it relates to the area in the patient's body that is effectively irradiated. However, mandibular third molars are usually present bilaterally, and it could not be advantageous to use a smaller FOV for preoperative imaging as there is a need for two exposures. For this

reason, the dose values for the 5x5cm FOVs refer to two CBCT acquisitions: one from the right and another from the left side. We found that, even if bilateral evaluation is needed, the dose delivered during acquisition of two 5x5cm FOV scans was smaller than that of one 12x8.5cm FOV scan, showing that a limited FOV restricted to the area of interest is advantageous even if two exams are necessary. Therefore, considering dose and image assessment, it is reasonable to choose a small FOV size.

The number of basis images did not affect the evaluation of the structures of interest in this study, as shown elsewhere.^{7,24,30,31} On the other hand, the more images, the higher the radiation dose, since this parameter is closely related to exposure time.^{6,7} Therefore, protocols with a smaller number of basis images are suggested for the preoperative assessment of lower third molars to avoid unwanted and unnecessary exposure to radiation.

Our intra-examiner agreement ranged from substantial to excellent, which was even higher than that reported by Matzen et al. 2013⁸, in which the Kappa values ranged from 0.34 to 0.78 if we consider the parameters evaluated congruently in both studies.

The lack of a gold standard is one limitation of our study, since the mandibles were not evaluated histologically or with other destructive technique for ethical reasons. However, this is an issue that is often found in clinical studies, but that is not a reason to discredit the scientific information derived from them. On the other hand, it shows as an advantage, in relation to these studies, the possibility of repeating the exam of the same tooth as often as necessary.

In addition, it is important to stress that this study by no means has the purpose of stimulating the use of CBCT in the pre-surgical workup of mandibular third molars; instead, it is aimed to suggest the most suitable acquisition protocol that offers maximum quality in imaging and image interpretation while avoiding unnecessary exposure to radiation.

Conclusion

Based on our findings, it seems prudent to choose a low-dose CBCT protocol for the pre-surgical workup of mandibular third molars. Whenever possible, images for that specific purpose should be acquired with a small FOV and a lower number of basis images, since these settings decrease radiation dose but do not interfere with image quality. Moreover, the use of a smaller voxel has enhanced the assessment of contact between the tooth and the mandibular canal, which is an interesting feature especially in CBCT units in which the settings of this parameter does not interfere with the radiation dose.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Dr. Cassiana Viccari Sacilotto, from the Center for Instrumentation, Dosimetry and Radiation Protection, Department of Physics, University of São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil.

Support

This study was partially supported by CAPES.

Conflict of interest

There is no conflict of interest to declare.

References

1. Matzen LH, Wenzel A. Efficacy of CBCT for assessment of impacted mandibular third molars: a review - based on a hierarchical model of evidence. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015; **44**: 20140189.
2. Arora A, Patil BA, Sodhi A. Validity of the vertical tube-shift method in determining the relationship between the mandibular third molar roots and the inferior alveolar nerve canal. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2015; **41**: 66-73.
3. Suomalainen A, Venta I, Mattila M, Turtola L, Vehmas T, Peltola JS. Reliability of CBCT and other radiographic methods in preoperative evaluation of lower third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; **109**: 276–284.
4. Neugebauer J, Shirani R, Mischkowski RA, Ritter L, Scheer M, Keeve E, et al. Comparison of cone-beam volumetric imaging and combined plain radiographs for localization of the mandibular canal before removal of impacted lower third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; **105**: 633–42; discussion 643.

5. SEDENTEXCT guidelines. Safety and efficacy of a new and emerging dental X-ray modality. Radiation protection no. 172: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology (evidence-based guidelines). 2012. [Updated March 2012.] Available from: http://www.sedentexct.eu/files/radiation_protection_172.pdf
6. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015; **44**: 20140224.
7. Bechara B, McMahan CA, Nasseh I, Geha H, Hayek E, Khawam G, Raad M, Noujeim M. Number of basis images effect on detection of root fractures in endodontically treated teeth using a cone beam computed tomography machine: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013; **115**: 676-81.
8. Matzen LH, Hintze H, Spin-Neto R, Wenzel A. Reproducibility of mandibular third molar assessment comparing two cone beam CT units in a matched pairs design. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013; **42**: 20130228.
9. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Arijji E, Langlais RP. Effects of image artifacts on gray-value density in limited-volume cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; **104**: 829-36.
10. Winter GB. Principles of exodontias as applied to the impacted third molar: a complete treatise on the operative technique with clinical diagnosis and radiographic interpretations. St Louis: American Medical Books, 1926.
11. Peixoto LR, Gonzaga AK, Melo SL, Pontual ML, Pontual Ados A, de Melo DP. The effect of two enhancement tools on the assessment of the relationship between third molars and the inferior alveolar canal. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015; **43**: 637-42.
12. Matzen LH, Christensen J, Hintze H, Schou S, Wenzel A. Influence of cone beam CT on treatment plan before surgical intervention of mandibular third molars and impact of radiographic factors on deciding on coronectomy vs surgical removal. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013; **42**: 98870341.

13. Cervera-Espert J, Pérez-Martínez S, Cervera-Ballester J, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. Coronectomy of impacted mandibular third molars: A meta-analysis and systematic review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2016; **21**: e505-13.
14. Pauwels R, Faruangsang T, Charoenkarn T, Ngonphloy N, Panmekiate S. Effect of exposure parameters and voxel size on bone structure analysis in CBCT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015; **44**: 20150078.
15. Kolsuz ME, Bagis N, Orhan K, Avsever H, Demiralp KÖ. Comparison of the influence of FOV sizes and different voxel resolutions for the assessment of periodontal defects. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015; **44**: 20150070.
16. Wenzel A, Haiter-Neto F, Frydenberg M, Kirkevang LL. Variable-resolution cone beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an in vitro model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; **108**: 939–45.
17. Dalili Z, Taramsari M, Mousavi Mehr SZ, Salamat F. Diagnostic value of two modes of cone-beam computed tomography in evaluation of simulated external root resorption: an in vitro study. *Imaging Sci Dent* 2012; **42**: 19–24.
18. Kamburoglu K, Kursun S. A comparison of the diagnostic accuracy of CBCT images of different voxel resolutions used to detect simulated small internal resorption cavities. *Int Endod J* 2010; **43**: 798–807.
19. Kamburoğlu K, Ereş G, Akgün C, Yeta EN, Gülen O, Karacaoğlu F. Effect of voxel size on accuracy of cone beam computed tomography-aided assessment of periodontal furcation involvement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2015; **120**: 644-50.
20. Ozer SY. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. *J Endod* 2011; **37**: 75–9.
21. Spin-Neto R, Gotfredsen E, Wenzel A. Impact of voxel size variation on CBCT-based diagnostic outcome in dentistry: a systematic review. *J Digit Imaging*. 2013; **26**: 813-20.

22. Kamburoğlu K, Murat S, Kılıç C, Yüksel S, Avsever H, Farman A, Scarfe WC. Accuracy of CBCT images in the assessment of buccal marginal alveolar peri-implant defects: effect of field of view. *Dentomaxillofac Radiol.* 2014; **43**: 20130332.
23. Hedeshiu M, Baciut M, Baciut G, Nackaerts O, Jacobs R; SEDENTEXCT Consortium. Comparison of cone beam CT device and field of view for the detection of simulated periapical bone lesions. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012; **41**: 548-52.
24. Lofthag-Hansen S, Thilander-Klang A, Gröndahl K. Evaluation of subjective image quality in relation to diagnostic task for cone beam computed tomography with different fields of view. *Eur J Radiol.* 2011; **80**: 483-8.
25. Librizzi ZT, Tadinada AS, Valiyaparambil JV, Lurie AG, Mallya SM. Cone-beam computed tomography to detect erosions of the temporomandibular joint: Effect of field of view and voxel size on diagnostic efficacy and effective dose. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; **140**: e25-30.
26. Hassan BA, Payam J, Juyanda B, van der Stelt P, Wesselink PR. Influence of scan setting selections on root canal visibility with cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012; **41**: 645-8.
27. Kamburoglu K, Onder B, Murat S, Avsever H, Yüksel S, Paksoy CS. Radiographic detection of artificially created horizontal root fracture using different cone beam CT units with small fields of view. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013; **42**: 20120261.
28. Salemi F, Shokri A, Maleki FH, Farhadian M, Dashti G, Ostovarrad F, Ranjzad H. Effect of Field of View on Detection of Condyle Bone Defects Using Cone Beam Computed Tomography. *J Craniofac Surg.* 2016; **27**: 644-8.
29. Pauwels R, Zhang G, Theodorakou C, Walker A, Bosmans H, Jacobs R, Bogaerts R, Horner K; SEDENTEXCT Project Consortium. Effective radiation dose and eye lens dose in dental cone beam CT: effect of field of view and angle of rotation. *Br J Radiol.* 2014; **87**: 20130654.

30. Neves FS, Freitas DQ, Campos PS, Ekestubbe A, Lofthag-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**: 1530-6.

31. Neves FS, Vasconcelos TV, Campos PS, Haiter-Neto F, Freitas DQ. Influence of scan mode (180°/360°) of the cone beam computed tomography for preoperative dental implant measurements. *Clin Oral Implants Res.* 2014; **25**: e155-8.

3 CONCLUSÃO

Para a avaliação do terceiro molar inferior e sua relação com o canal da mandíbula na TCFC, a utilização de menor FOV e menor número de imagens base são indicados, uma vez que esses parâmetros diminuem a dose de radiação sem interferir na visualização das estruturas avaliadas. O uso de um menor voxel é recomendado, visto que esse parâmetro influenciou a avaliação da relação de contato entre o dente e o canal da mandíbula mas não interferiu na dose de radiação.

REFERÊNCIAS*

- Arora A, Patil BA, Sodhi A. Validity of the vertical tube-shift method in determining the relationship between the mandibular third molar roots and the inferior alveolar nerve canal. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2015 Apr;41(2):66-73.
- Bechara B, McMahan CA, Nasseh I, Geha H, Hayek E, Khawam G, et al.. Number of basis images effect on detection of root fractures in endodontically treated teeth using a cone beam computed tomography machine: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013 May;115(5):676-81.
- Kamburoğlu K, Ereş G, Akgün C, Yeta EN, Gülen O, Karacaoğlu F. Effect of voxel size on accuracy of cone beam computed tomography-aided assessment of periodontal furcation involvement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015 Nov;120(5):644-50.
- Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Ariji E, et al. Effects of image artifacts on gray-value density in limited-volume cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 Dec;104(6):829-36
- Kim HG, Lee JH. Analysis and evaluation of relative positions of mandibular third molar and mandibular canal impacts. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2014 Dec;40(6):278-84.
- Matzen LH, Hintze H, Spin-Neto R, Wenzel A. Reproducibility of mandibular third molar assessment comparing two cone beam CT units in a matched pairs design. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013;42(10):20130228.
- Matzen LH, Wenzel A. Efficacy of CBCT for assessment of impacted mandibular third molars: a review - based on a hierarchical model of evidence. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(1):20140189.

* 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

Neugebauer J, Shirani R, Mischkowski RA, Ritter L, Scheer M, Keeve E, et al. Comparison of cone-beam volumetric imaging and combined plain radiographs for localization of the mandibular canal before removal of impacted lower third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 105: 633–42; discussion 643.

Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(1):20140224.

SEDENTEXCT guidelines. Safety and efficacy of a new and emerging dental X-ray modality. Radiation protection no. 172: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology (evidence-based guidelines). 2012. [Updated March 2012.] Available from: http://www.sedentexct.eu/files/radiation_protection_172.pdf

Suomalainen A, Venta I, Mattila M, Turtola L, Vehmas T, Peltola JS. Reliability of CBCT and other radiographic methods in preoperative evaluation of lower third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 276–284.

APÊNDICE

MATERIAL E MÉTODOS DETALHADOS

Aspectos éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas - FOP/UNICAMP – Protocolo nº 52425316.

Objeto do estudo

Foram utilizadas 8 mandíbulas humanas secas que apresentavam 13 terceiros molares inferiores. Estas fazem parte do acervo da área de Radiologia, do Departamento de Diagnóstico Oral da FOP/UNICAMP e não foram identificadas.

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídas as mandíbulas que apresentavam relação de proximidade do terceiro molar inferior direito e/ou esquerdo com o canal da mandíbula visualizada em radiografias periapicais.

Foram excluídas as mandíbulas que apresentavam terceiros molares inferiores cujas raízes estejam distantes do canal da mandíbula (acima de 1mm).

Aparelho de TCFC

O presente estudo foi realizado utilizando o equipamento de tomografia computadorizada de feixe cônico Picasso Trio[®] (Vatech, E-WOO Technology Co, Ltd. República da Coreia) na clínica de Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP por dois radiologistas devidamente licenciados (Figura 1).

Figura 1 - Aparelho de tomografia computadorizada de feixe cônico Picasso Trio[®] (Vatech, E-WOO Technology Co, Ltd. República da Coréia)



Aquisição das imagens

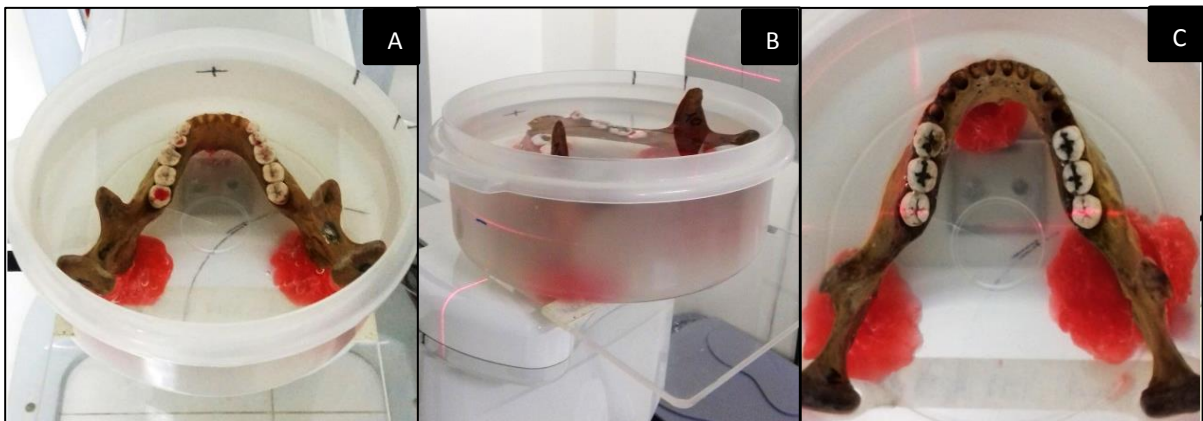
As mandíbulas foram posicionadas em um recipiente de polietileno cilíndrico preenchido com água em quantidade suficiente para cobri-la para simular a atenuação da radiação X pelos tecidos moles da região (Katsumata et al., 2007) (Figura 2 A). Os parâmetros energéticos foram fixados em 80 kVp e 3,5 mA, para permitir a avaliação da influência dos fatores estudados: tamanho do FOV e do voxel e número de imagens base. Os protocolos utilizados nas aquisições podem ser visualizados na Tabela 1. Dessa forma, foram adquiridas 8 imagens de cada dente da amostra.

Tabela 1 - Protocolos utilizados na aquisição das imagens de TCFC no aparelho Picasso Trio

Modo de escaneamento	Voxel	FOV	ROI
Standard (3,5mA; 80kVp; t=15s; Rot.=360°; Imagens base=375)	0,2	5 x 5	Mandíbula (região posterior de cada lado)
		12 x 8,5	Mandíbula
	0,3	5 x 5	Mandíbula (região posterior de cada lado)
		12 x 8,5	Mandíbula
High density (3,5mA; 80kVp; t=24s; Rot.=360°; Imagens base=600)	0,2	5 x 5	Mandíbula (região posterior de cada lado)
		12 x 8,5	Mandíbula
	0,3	5 x 5	Mandíbula (região posterior de cada lado)
		12 x 8,5	Mandíbula

Durante a execução dos exames, as mandíbulas foram posicionadas com o plano oclusal paralelo ao plano horizontal e o plano sagital mediano perpendicular ao plano horizontal. Posteriormente, seu posicionamento foi ajustado de acordo com o tamanho do FOV e a ROI (se direita ou esquerda quando um FOV reduzido foi utilizado) para obtenção de todos os protocolos (Figura 2 B e C). Após o escaneamento, as imagens foram exportadas no formato DICOM (Digital Image Communication in Medicine), codificadas e aleatorizadas para avaliação.

Figura 2 - A) Posicionamento da mandíbula no recipiente de polietileno preenchido com água; B e C) Posicionamento da mandíbula no aparelho de TCFC



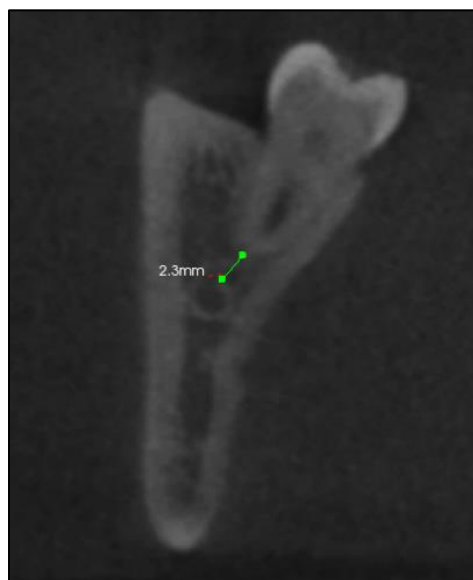
Avaliação das imagens

As imagens foram avaliadas em um monitor LCD de 24,1 polegadas, com resolução de 1920×1200 pixels (MDCR-2124, Barco, Kortrijk, Belgium), em um ambiente tranquilo e com baixa iluminação. As avaliações foram realizadas por dois examinadores juntos, previamente calibrados e com experiência em TCFC utilizando o programa CS 3D Imaging®

(Carestream Dental, New York, USA). A calibração dos examinadores consistiu da avaliação e discussão de 10 casos diferentes dos utilizados na pesquisa. Os examinadores foram autorizados a ajustar o brilho e contraste e também a utilizar as funções de zoom independentemente do protocolo utilizado. Além disso, eles realizaram uma avaliação dinâmica do volume, ajustando o exame para o melhor plano que representasse a variável estudada. Foram avaliadas as seguintes variáveis:

- 1- Posição do dente (adaptada de Winter, 1926 em vertical, horizontal, mesioangular, distoangular, outros);
- 2- Número de raízes do terceiro molar inferior (1, 2, 3, mais de 3) avaliada no plano axial;
- 3- Direção da curvatura das raízes do terceiro molar inferior (em linha reta, para mesial ou para distal) avaliada no plano sagital;
- 4- Posição das raízes do terceiro molar inferior em relação ao canal da mandíbula no sentido vestibulo-lingual (vestibular, lingual ou alinhado), avaliada no plano coronal;
- 5- Presença de contato direto do terceiro molar inferior com o canal da mandíbula (sim ou não) avaliada no plano coronal;
- 6 - Distância em milímetros entre a porção mais inferior das raízes do terceiro molar inferior e a porção mais superior do canal da mandíbula nos casos de ausência de contato. Essa mensuração foi realizada no plano coronal ou coronal corrigido, considerando o longo eixo do dente. (Figura 3).

Figura 3 - Medida da distância entre as raízes do terceiro molar inferior e o canal da mandíbula



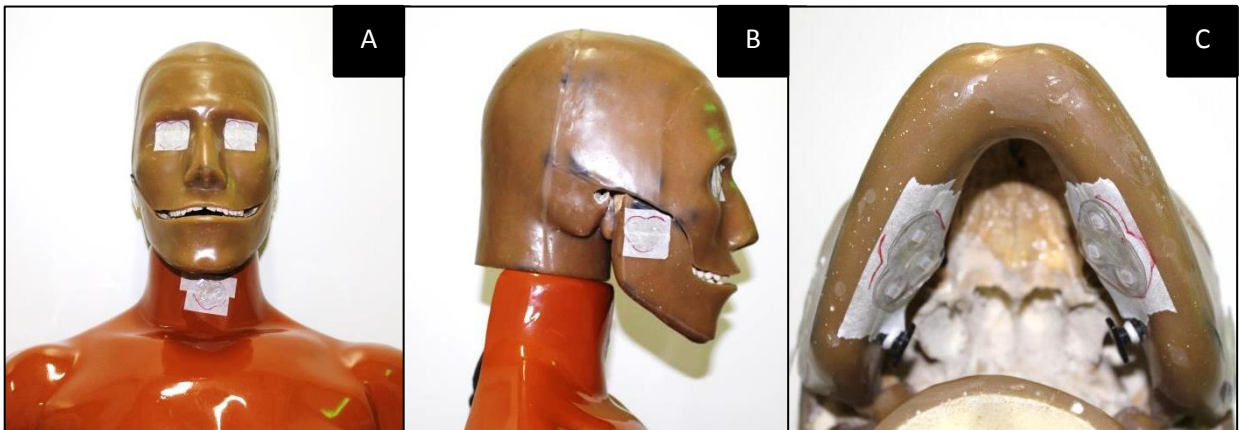
As variáveis (2), (3), (4) e (5) foram adaptadas de Matzen et al. 2013. Para as variáveis “posição do dente” e número de raízes”, era atribuída uma resposta a cada dente. Já para as demais variáveis, cada raiz foi avaliada de maneira isolada e recebeu uma resposta.

Após 30 dias do final da avaliação, os examinadores reavaliaram 30% da amostra.

Dosimetria

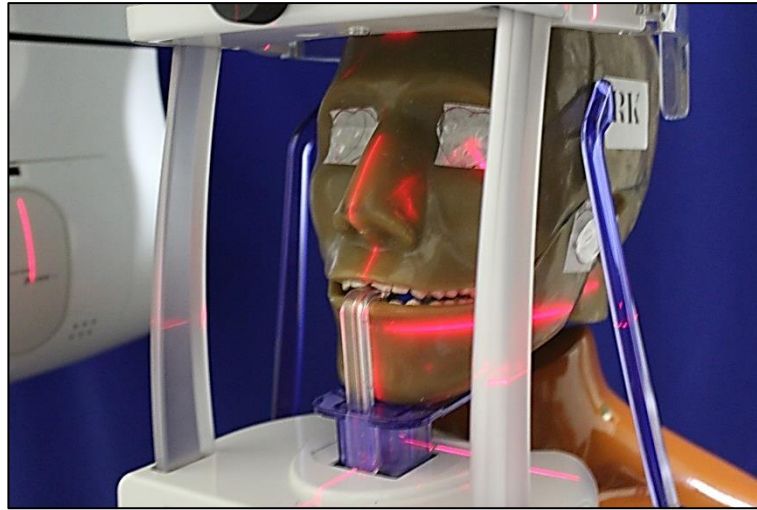
Um *phantom* antropomórfico de tecido equivalente foi utilizado para avaliação da dose absorvida nos diferentes protocolos testados. Para isso, foram posicionados 7 conjuntos de 3 dosímetros termoluminescentes - TDL (LiF 100) em regiões anatômicas correspondentes aos cristalinos direito e esquerdo, as glândulas parótidas direita e esquerda, glândulas submandibulares direita e esquerda e tireóide (Figura 4). Antes de serem realizadas as exposições, os TLDs foram calibrados. Um conjunto com 3 dosímetros foi mantido fora da sala de exames a fim de medir a dose média de radiação de fundo a ser posteriormente subtraída dos valores dosimétricos encontrados.

Figura 4 - Posicionamento dos dosímetros termoluminescentes (LiF 100) no *phantom* antropomórfico nas regiões anatômicas: A) cristalinos e glândula tireóide; B) glândulas parótidas; C) glândulas submandibulares



O *phantom* foi posicionado da mesma forma descrita para as mandíbulas, no mesmo aparelho e com os mesmos protocolos utilizados na obtenção dos exames dos terceiros molares (Figura 5).

Figura 5. Posicionamento do *phantom* antropomórfico no aparelho de TCFC



Para os FOVs menores, foram realizadas duas aquisições, uma para cada lado (direito e esquerdo), sem alterar o conjunto de TLDs, simulando casos de pacientes com terceiros molares inferiores bilaterais.

Devido à grande latitude de exposição dos TLDs, à relativamente baixa dose de radiação liberada por um único exame de TCFC e ao posicionamento de dosímetros fora do campo de exposição primário quando pequenos FOVs eram utilizados, foram realizadas duas exposições para cada protocolo a fim de se obter medidas mensuráveis até mesmo para pequenas doses de radiação.

A leitura dos dosímetros foi realizada em uma leitora termoluminescente da marca Harshaw, modelo 2000 (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA). Os valores encontrados foram subtraídos dos valores das leituras referentes à radiação de fundo. Os valores mensurados foram divididos pelo número de exposições (2) para expressar a média de exposição por exame para cada dosímetro.

Esse procedimento foi realizado duas vezes para se avaliar a reprodutibilidade do método.

Análise estatística

Os dados foram analisados usando o SPSS® v. 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) com um nível de significância de 5%. As variáveis categóricas foram resumidas através de frequências absolutas e percentuais. Para comparar os resultados das avaliações das imagens com os diferentes protocolos utilizados, foram realizados os testes de McNemar e McNemar-Bowker

para as variáveis categóricas e o teste t de Student para a variável paramétrica (distância entre a raiz e o canal da mandíbula). A hipótese nula considerou não haver diferença significativa entre os protocolos. Para análise da concordância intra-examinador, foi utilizado o teste Kappa ponderado para as variáveis categóricas (0,40, concordância pobre; 0,40–0,59, concordância moderada; 0,60–0,74, concordância substancial; 0,75–1,00, concordância excelente) e o Coeficiente de Correlação Intraclass (ICC) para a variável paramétrica. Para comparar as doses de radiação obtidas em cada protocolo, foi utilizada a análise de variância (ANOVA multifatorial). A hipótese nula considerou não haver diferença significante entre as doses obtidas.

ANEXOS

Anexo 1 - PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

	COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS	
<h3>CERTIFICADO</h3>		
<p>O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "Avaliação da relação dos terceiros molares inferiores com o canal mandibular: influência dos parâmetros de aquisição de exames de tomografia computadorizada de feixe cônico", protocolo nº 52425316, dos pesquisadores LARISSA PEREIRA LAGOS DE MELO, ANNE CAROLINE COSTA OENNING, DEBORAH QUEIROZ DE FREITAS, FREDERICO SAMPAIO NEVES, MARIANA ROCHA NADAES, YURI NEJAIM e MATHEUS LIMA DE OLIVEIRA, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 26/09/2016.</p>		
<p>The Ethics Committee in Research of the Piracicaba Dental School, University of Campinas, certify that the project "Evaluation of the relationship between the mandibular third molar and mandibular canal: influence of exposure parameters in exams of cone beam computed tomography", register number 52425316, of LARISSA PEREIRA LAGOS DE MELO, ANNE CAROLINE COSTA OENNING, DEBORAH QUEIROZ DE FREITAS, FREDERICO SAMPAIO NEVES, MARIANA ROCHA NADAES, YURI NEJAIM and MATHEUS LIMA DE OLIVEIRA, comply with the recommendations of the National Health Council – Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee on Sep 26, 2016.</p>		
 Profa. Fernanda Miori Pascon	 Prof. Jacks Jorge Junior	
Secretária CEP/FOP/UNICAMP	Coordenador CEP/FOP/UNICAMP	
<p>Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição. Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.</p>		

Anexo 2 – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO

Submission confirmation for "PRE-SURGICAL EVALUATION OF MANDIBULAR THIRD MOLARS THROUGH CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY: INFLUENCE OF ACQUISITION PARAMETERS"

1 mensagem

DMFR Office <em@editorialmanager.com>
Responder a: DMFR Office <rschulze@uni-mainz.de>
Para: Larissa Pereira Lagos Melo Santos <melo.lpl@gmail.com>

25 de agosto de 2016 16:27

CC: anne.oenning@gmail.com, deborahq@unicamp.br

Dear Larissa,

You are receiving this e-mail as you are listed as the corresponding author or as a co-author on the submission entitled "PRE-SURGICAL EVALUATION OF MANDIBULAR THIRD MOLARS THROUGH CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY: INFLUENCE OF ACQUISITION PARAMETERS", which has been received by Dentomaxillofacial Radiology.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Editorial Manager as an Author at <http://dmfr.edmgr.com/>

You will be informed by email of the manuscript reference number in due course.

If you do not think you should be listed as an author of this work, please get in touch with the editor (rschulze@uni-mainz.de)

Thank you for submitting your work to DMFR.

Kind regards,
DMFR Office