

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Layanna Islla Ribeiro Góes

**Influência de protocolos de aquisição de imagens de tomografia
computadorizada de feixe cônico na avaliação volumétrica de cabeças da
mandíbula**

Governador Valadares

2023

Layanna Islla Ribeiro Góes

**Influência de protocolos de aquisição de imagens de tomografia
computadorizada de feixe cônico na avaliação volumétrica de cabeças da
mandíbula**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Departamento de
Odontologia, do Instituto de Ciências da
Vida, da Universidade Federal de Juiz de
Fora, Campus Governador Valadares,
como requisito parcial a obtenção do grau
de Bacharel em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Larissa de Oliveira Reis

Coorientadora: Profa. Dra. Francielle Silvestre Verner

Governador Valadares

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ribeiro Góes, Layanna Islla .

Influência de protocolos de aquisição de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico na avaliação volumétrica de cabeças da mandíbula : Influência de protocolos de aquisição de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico na avaliação volumétrica de cabeças da mandíbula / Layanna Islla Ribeiro Góes. -- 2023.

29 p.

Orientadora: Larissa de Oliveira Reis

Coorientadora: Francielle Silvestre Verner

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Faculdade de Odontologia, 2023.

1. Articulação temporomandibular. 2. Cêndilo Mandibular. 3. Diagnóstico por Imagem. 4. Doses de Radiação. 5. Tomografia computadorizada de feixe cônico. I. de Oliveira Reis, Larissa , orient. II. Silvestre Verner, Francielle , coorient. III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Layanna Isla Ribeiro Góes

Influência de protocolos de aquisição de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico na avaliação volumétrica de cabeças da mandíbula

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Aprovado em Governador Valadares, 30 de novembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Larissa de Oliveira Reis - Orientador(a)
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Profa. Dra. Carolina Oliveira de Lima
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Profa. Dra. Janaína Cristina Gomes
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares



Documento assinado eletronicamente por **Larissa de Oliveira Reis, Professor(a)**, em 30/11/2023, às 09:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carolina Oliveira de Lima, Professor(a)**, em 30/11/2023, às 09:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Janaína Cristina Gomes, Professor(a)**, em 30/11/2023, às 09:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1586381** e o código CRC **1CC43A04**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por ter me dado a capacidade de prosseguir esse ciclo. Sou grata à minha família por ter sido a minha base durante todos esses anos. Obrigada ao meu amigo, e colega de faculdade, Lucas Nogueira Ramos por participar desse projeto comigo.

À minha coorientadora Francielle Silvestre Verner por ter me acolhido nesse projeto. À minha orientadora Larissa de Oliveira Reis por ter aceitado me guiar nesse trabalho, pelo apoio, palavras de incentivo e por sempre acreditar em mim. À Faculdade de Odontologia de Piracicaba (UNICAMP) por nos ceder os exames de imagem para a pesquisa.

À UFJF campus Governador Valadares por me incluir no programa de iniciação científica, que proporcionou a realização deste trabalho. E por fim, às professoras Dra. Carolina Oliveira de Lima e Dra. Janaína Cristina Gomes por aceitarem participar da banca, e reservarem um tempo para a avaliação do trabalho.

RESUMO

A cabeça da mandíbula é uma estrutura óssea que consiste no principal centro de crescimento da mandíbula e, pela sua complexidade anatômica, a avaliação óssea pelo exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) pode ser indicada. Normalmente, para a aquisição da TCFC existem vários protocolos disponíveis, devendo-se selecionar aquele mais apropriado para os requisitos clínicos e as características anatômicas da região de interesse. Protocolos de baixa dose de radiação podem tornar a imagem dessa estrutura mais ruidosa e com menor qualidade e influenciar na sua mensuração volumétrica. Assim, o objetivo foi avaliar se os valores de miliamperagem e de tamanho do voxel podem influenciar no volume das cabeças de mandíbula em exames de TCFC. Imagens de TCFC de 36 articulações temporomandibulares (ATMs) oriundas de 18 crânios secos e suas respectivas mandíbulas foram escaneadas com 4,5 e 6,3 de miliamperagem e tamanhos de voxel de 0,085, 0,125 e 0,280mm, gerando um total de 216 imagens. As imagens geradas foram exportadas no formato DICOM e avaliadas no programa ITK-SNAP[®] por dois avaliadores previamente calibrados de forma independente. A concordância interavaliador mostrou um valor de 0,904, considerada excelente. Não houve diferença entre o volume condilar entre os valores de miliamperagem e de tamanho de voxel utilizados ($p > 0,05$). Sendo assim, os valores de miliamperagem e tamanho de voxel não influenciaram na avaliação volumétrica de cabeças da mandíbula no aparelho testado.

Palavras-chave: Articulação temporomandibular. Côndilo mandibular. Diagnóstico por imagem. Doses de radiação. Tomografia computadorizada de feixe cônico.

ABSTRACT

The condyle is a bony structure that serves as the primary growth center of the mandible. Due to its anatomical intricacy, the assessment of bone through cone beam computed tomography (CBCT) may be warranted. Typically, several CBCT acquisition protocols are available, and it is imperative to choose the ones most aligned with clinical requirements and the anatomical characteristics of the region of interest. The utilization of low radiation dose protocols can introduce noise and reduce image quality, potentially impacting the accuracy of volumetric measurements of this structure. Hence, the objective of this study was to assess whether variations in milliamperage and voxel size values can exert an influence on the volumetric measurements of mandibular condyles in CBCT examinations. CBCT images of 36 temporomandibular joints (TMJs) from 18 dry skulls and their corresponding mandibles were acquired using two different milliamperage settings (4.5 and 6.3 mA) and varying voxel sizes (0.085, 0.125, and 0.280 mm), resulting in a total of 216 images. These images were exported in DICOM format and subsequently assessed using the ITK-SNAP® software by two independently trained evaluators. Inter-evaluator agreement demonstrated an excellent level of concordance with a coefficient of 0.904. No statistically significant differences in condylar volume were observed among the different milliamperage values and voxel sizes employed ($p > 0.05$). Therefore, the milliamperage values and voxel size did not influence the volumetric evaluation of maintenance heads on the tested device. This study suggests that tomographic protocols employing lower radiation doses, as used in this investigation with lower voxel values and larger voxel sizes, should be considered for the evaluation of condylar volume.

Keywords: Cone beam computed tomography Mandibular condyle. Imaging diagnosis. Radiation doses. Temporal mandibular joint.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	07
2	MATERIAIS E MÉTODOS	10
2.1	DESIGN DO ESTUDO E APROVAÇÃO ÉTICA	10
2.2	CÁLCULO AMOSTRAL	10
2.3	SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	10
2.4	AQUISIÇÃO DAS IMAGENS.....	10
2.5	CALIBRAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS IMAGENS.....	12
2.6	ANÁLISE DE DADOS	17
3	RESULTADOS	18
4	DISCUSSÃO	19
5	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS	24
	ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética da UFJF	26

1 INTRODUÇÃO

A cabeça da mandíbula é uma estrutura óssea submetida a uma série de processos de remodelação, uma vez que responde a um processo contínuo de estímulos desde a infância até à idade adulta, que pode afetar o seu volume e forma, gerando aplainamento, esclerose, reabsorção, erosão e osteófito (Altan Salli, 2021; Saccucci *et al.*, 2012). Devido ao papel da cabeça da mandíbula no desenvolvimento do complexo crânio-facial, a avaliação do seu volume é um dos argumentos mais debatidos para melhorar o conhecimento sobre o desenvolvimento craniofacial e, conseqüentemente, a capacidade para identificar a anatomia correta e a presença ou ausência de patologias (Saccucci *et al.*, 2012).

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) tem sido amplamente solicitada para a avaliação da articulação temporomandibular (ATM), especialmente diante da suspeita de alterações estruturais ósseas nas cabeças da mandíbula. Este exame permite avaliação multiplanar e sem sobreposição das ATMs, além de possuir uma menor dose de radiação do que quando comparada à Tomografia Computadorizada de Multidetectors (Yadav *et al.*, 2015; Yalcin; Ararat, 2019). Diversos parâmetros de aquisição da TCFC, fixos ou ajustáveis, como quilovoltagem (kVp), corrente do tubo ou miliamperagem (mA), tempo de exposição, campo de visão (*field of view* - FOV) e tamanho do voxel afetam a dose de radiação e a qualidade da imagem obtida (Jager *et al.*, 2021; Mai; Lee, 2021).

Clinicamente, a TCFC é indicada durante o pré e, muitas vezes, no pós-operatório das cirurgias ortognáticas. Isso acontece porque a reabsorção condilar da ATM pode ocorrer com frequência após essas orto-cirurgias, principalmente pelo fato da mudança na carga condilar e pelo paciente muitas vezes já apresentar alguma DTM previamente a esse tratamento (Liporaci Junior *et al.*, 2017). Um estudo prévio avaliou a inclinação do colo da cabeça da mandíbula, pré-operatoriamente, por meio de radiografias panorâmicas e concluíram que a maioria dos pacientes que desenvolveram reabsorção condilar progressiva (RCP) possuía inclinação posterior dessa estrutura (Liporaci Junior *et al.*, 2017). O aumento da carga devido à auto-rotação da mandíbula é um dos principais componentes na etiologia da RCP após cirurgias ortognáticas (Liporaci Junior *et al.*, 2017). O aumento da carga ocorre em casos com maior avanço ou quando uma rotação anti-horária do plano mandibular ocorre durante o avanço cirúrgico da mandíbula (Liporaci Junior *et al.*, 2017).

A definição da qualidade de uma imagem em exibir detalhes finos em uma TCFC está relacionada a capacidade e visibilidade para diagnóstico de estruturas importantes ou achados patológicos nesse exame de imagem (Simões; Campos, 2013). Essa nitidez nos exames é determinada pela menor unidade em espessura, altura e profundidade na imagem tomográfica, denominado voxel, então quanto menor o tamanho de voxel, maior é a qualidade dos exames de TCFC (Simões; Campos, 2013). Os aparelhos de TCFC fornecem resoluções de voxel isotrópicas, ou seja, iguais nas três dimensões, de maneira que o principal determinante do tamanho nominal do voxel é o tamanho da matriz e do pixel do detector. Detectores com pixels menores capturam menos fótons de raios X por voxel, o que resulta em maior ruído na imagem (Mai; Lee, 2021). Consequentemente, a imagem da TCFC utilizando definições mais elevadas pode ser concebida para usar dosagens mais elevadas a fim de alcançar uma proporção razoável de sinal-ruído com melhor qualidade de imagem de diagnóstico (Jager *et al.*, 2021). Já no que diz respeito à miliamperagem, valores reduzidos de miliampere-segundo (mAs) podem promover uma redução na quantidade de radiação ofertada mediante produção de imagens de menor qualidade, porém adequadas para o diagnóstico (Jager *et al.*, 2021).

Porém, em radiologia odontológica, o diagnóstico por imagem é apenas parte da aplicação da TCFC, já que a análise tridimensional permitida por este exame radiográfico é muitas vezes necessária para determinar a estratégia cirúrgica ou simular o plano de tratamento, de forma que a ampla gama de aplicações além do diagnóstico exige estratégias de otimização personalizadas com base na tarefa diagnóstica e individualizadas para o paciente. Isto é o que é descrito no princípio ALADAIP (*As Low As Diagnostically Acceptable being Indication-oriented and Patient-specific*), um acrônimo para a expressão “Tão baixo quanto aceitável sendo orientado para a indicação e específico para o paciente”. (Oenning *et al.*, 2019; Oenning; Jacobs; Salmon, 2021).

Portanto, levando em consideração a importância de se avaliar volumetricamente a cabeça mandibular e utilizar parâmetros de aquisição ajustados para a tarefa diagnóstica específica, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes valores de miliamperagem e de tamanho de voxel na avaliação volumétrica de cabeças da mandíbula por meio de exames de TCFC. A hipótese nula

era de que a miliamperagem e o tamanho de voxel não influenciariam no volume da cabeça da mandíbula. A hipótese alternativa era de que a miliamperagem e o tamanho do voxel influenciariam no volume da cabeça da mandíbula.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DESIGN DO ESTUDO E APROVAÇÃO ÉTICA

O presente estudo foi do tipo *ex vivo* e prospectivo com base na aquisição de imagens de TCFC de crânios e mandíbulas e foi desenvolvido após a aprovação do Comitê de Ética local (CAAE: 59156622.5.0000.5147 e número do parecer 5.495.599) (ANEXO A).

2.2 CÁLCULO AMOSTRAL

Inicialmente foi realizado um teste piloto utilizando 44 imagens de TCFC para replicar a metodologia e calcular o tamanho da amostra no software G*Power versão 3.1.9.7. (Franz Faul, Universidade de Kiel, Alemanha). Foi considerado um tamanho de efeito de 0,116 (determinado a partir de médias e desvios padrão obtidos no estudo piloto), um α de 0,2, poder de teste de 0,80 e razão de alocação (N_2/N_1) de 1. O resultado indicou um tamanho de amostra de 210 imagens.

2.3 SELEÇÃO DA AMOSTRA

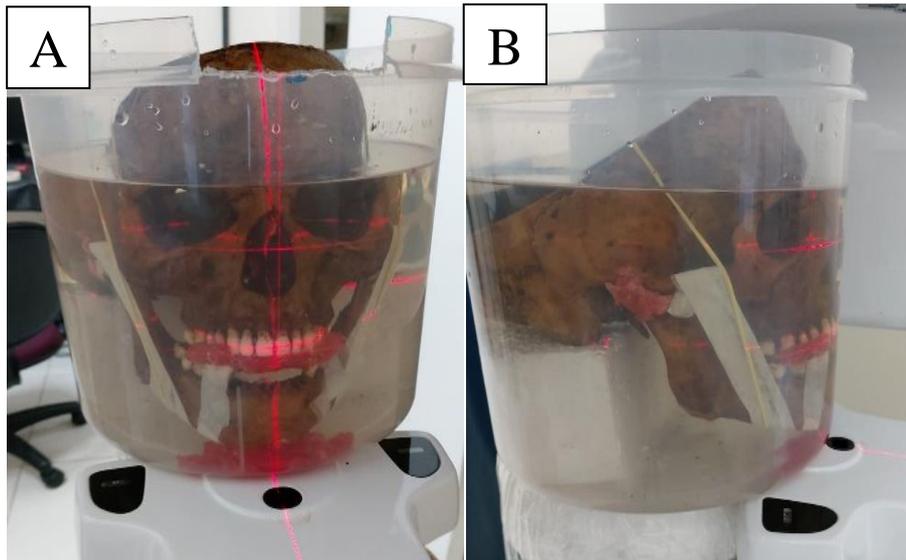
A amostra foi composta por dezoitos crânios e mandíbulas secas. Todos os crânios eram de indivíduos adultos, sem restrição de sexo e etnia e foram selecionadas as peças que possuíam uma boa integridade e encaixe entre maxila e mandíbula. Para cada conjunto de crânio e mandíbula, cera utilidade foi aquecida e inserida entre a cabeça da mandíbula, fossa articular e eminência articular a fim de representar os tecidos moles na ATM em boca fechada. Os conjuntos de crânio e mandíbula foram mantidos em posição por meio da utilização de elásticos e fita crepe. O próximo passo foi inseri-los em um recipiente plástico contendo água em seu interior, utilizado para simular os tecidos moles (Figura 1). (Adaptação De Oliveira Reis, 2022).

2.4 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS

O aparelho utilizado para as aquisições de TCFC foi o OP300 Maxio (Instrumentarium, Tuusula, Finlândia) com os parâmetros de exposição fixos de 90 kVp, FOV 50x50mm e os parâmetros variáveis de 4,5 e 6,3 de miliamperagem e tamanhos de voxel de 0,085, 0,125 e 0,280 mm, totalizando 216 imagens em seis protocolos de aquisição diferentes. Na tabela 1 estão indicados os seis protocolos de

aquisição radiográfica com os valores do tempo de exposição em produto dose-área (Adaptação De Oliveira Reis, 2022).

Figura 1 - Vista anterior (A) e lateral (B) do conjunto crânio e mandíbula inserido no recipiente com água e posicionados no aparelho OP300 Maxio para a aquisição tomográfica.



Fonte: De Oliveira Reis (2022).

Tabela 1- Protocolos de TCFC detalhados de acordo com a corrente do tubo (em miliamperagem, mA), tamanho de voxel (em milímetros, mm), tempo de exposição (em segundos, s) e produto dose-área (DAP, em mGy/cm²).

Protocolos	Corrente do tubo (mA)	Tamanho do voxel (mm)	Tempo de exposição (s)	DAP (mGy/cm ²)
1	4,5	0,085	8,7	299
2	4,5	0,125	6,1	209
3	4,5	0,280	1,2	40
4	6,3	0,085	8,7	418
5	6,3	0,125	6,1	293
6	6,3	0,280	1,2	56

Fonte: De Oliveira Reis (2022).

2.5 CALIBRAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS IMAGENS

Todas as avaliações foram realizadas individualmente por dois avaliadores, estudantes de Odontologia, em um ambiente calmo e com luz ambiente. Os estudantes analisaram 44 imagens de TCFC de ATMs que não faziam parte da pesquisa, representando 20% das imagens da amostra. Foram realizadas as medições dos volumes da cabeça da mandíbula do lado esquerdo e direito presentes em cada imagem. O coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foi calculado por meio do índice de concordância interavaliador.

As imagens adquiridas foram arquivadas no formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) e exportadas em ordem aleatória, a fim de que o avaliador fosse cego quanto ao protocolo avaliado. A análise volumétrica das cabeças da mandíbula foi realizada por segmentação semi-automática através do software ITK-SNAP v.3.4.0. (Cognitica, Philadelphia, PA, USA).

Inicialmente, o avaliador acessou o programa ITK-SNAP v.3.4.0 e foi visualizado a cabeça da mandíbula em cortes axial, sagital e coronal (Figura 2). Logo em seguida, foi definida a região de interesse (ROI) a ser segmentada e, para isso ser possível, as linhas azuis foram centralizadas na cabeça da mandíbula em todos os cortes (Figura 3). Sendo assim, os limites da cabeça da mandíbula nas reconstruções axial, sagital e coronal foram avaliados e definidos de forma dinâmica. A ROI abrangeu toda a cabeça da mandíbula, sendo os limites superior, medial e lateral definidos baseados no limite visual do limite mais externo da cortical óssea.

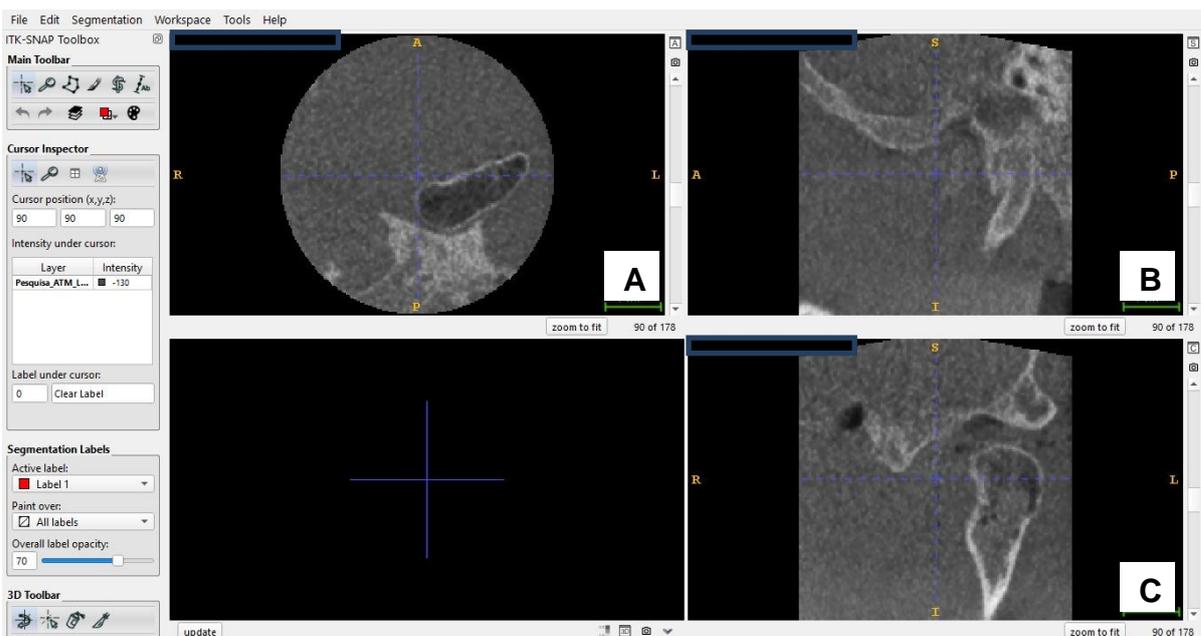
Entretanto, o limite inferior da cabeça da mandíbula foi determinado no corte axial, a partir da análise de corte a corte até obter a primeira reconstrução axial em que houvesse uma linha hiperdensa unindo o processo condilar ao processo coronóide, indicando a presença da incisura mandibular. A visualização dessa linha proporcionou a localização do plano mais inferior a ser utilizado como limite inferior para a segmentação (Figura 4). Esse ponto inferior representava no corte sagital uma linha de coloração vermelha que foi traçada passando pela incisura mandibular. Feito isso, foi determinada e segmentada a área de interesse com base em todos os limites da ROI definidos (Figura 5).

Após essa etapa foi utilizado o filtro *Edge Attraction* para facilitar a aplicação de bolhas pelo avaliador, em que os parâmetros do filtro foram *Lower threshold* (-597,0), *Upperthreshold* (-65), *Smoothness* (3,90), e *Threshold direction* em *Two-sided* (Figura 6), a fim de indicar para o software a área a ser delimitada como sendo

a área óssea da cabeça da mandíbula. As bolhas tinham a coloração vermelha e eram inseridas, por meio do cursor, na região circunscrita pela cortical da cabeça da mandíbula nos três cortes (axial, sagital e coronal) (Figura 7). Como em algumas áreas o trabeculado ósseo era grande, optava-se por realizar maior coloração de bolhas nessa área a fim de evitar descontinuidade no momento de preenchimento.

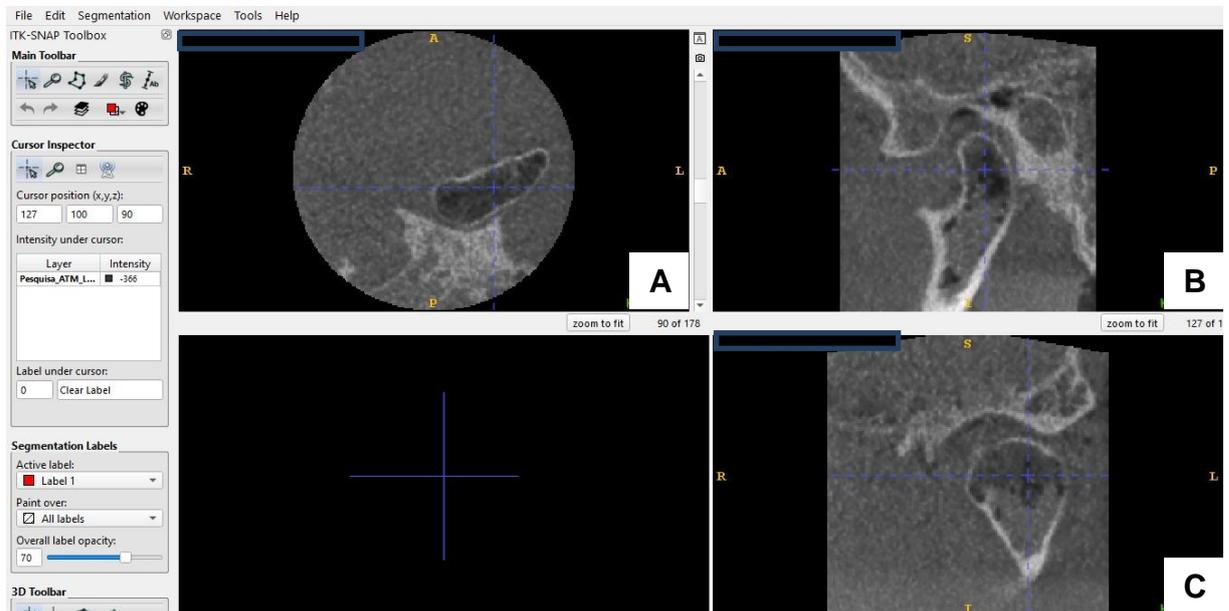
Posteriormente, o software realizava um preenchimento automático, mas nem toda estrutura de interesse era preenchida e por muitas vezes regiões que não fossem a cabeça da mandíbula eram atingidas. Diante disso, os avaliadores pausavam o preenchimento automático quando esse preenchimento extrapolava os limites definidos anteriormente para a cabeça da mandíbula. E, por fim, os avaliadores terminavam de preencher manualmente as imagens com formatos circulares de coloração vermelha, que eram inseridos pelo cursor, dentro das áreas que não foram atingidas pelo preenchimento automático no corte sagital, obtendo, assim, um modelo tridimensional de cada cabeça da mandíbula (Figura 8). A medida dos volumes da cabeça da mandíbula era obtida em milímetros cúbicos (mm³) e os valores de cada avaliação eram tabulados em planilha Excel®.

Figura 2 - Tela da apresentação do software utilizado para a medição do volume, nos cortes axial (A), sagital (B) e coronal (C).



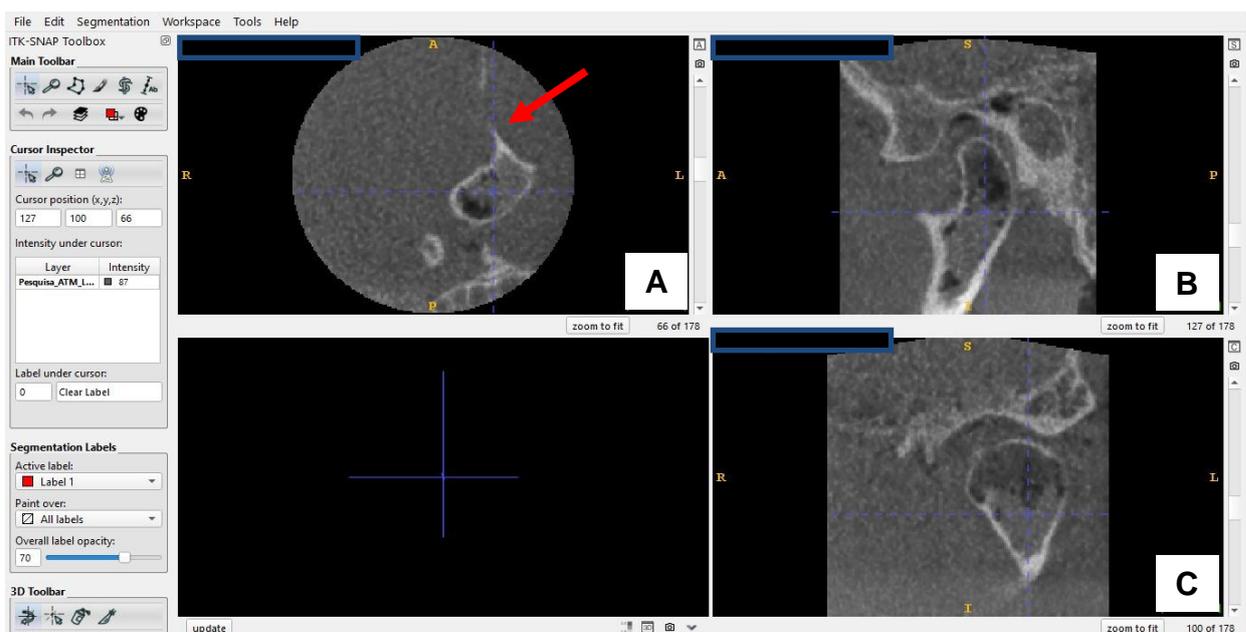
Fonte: Realizado pela autora (2023).

Figura 3 - As linhas contínuas em azul foram centralizadas na cabeça da mandíbula, nos cortes axial (A), sagital (B) e coronal (C).



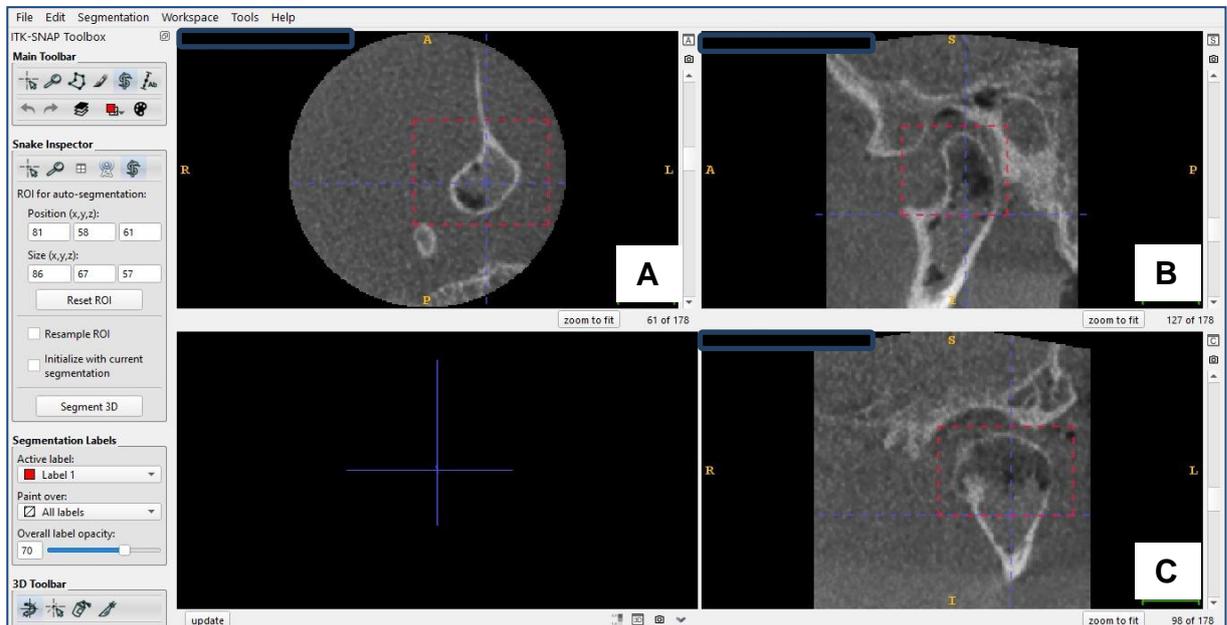
Fonte: Realizado pela autora (2023).

Figura 4 - O limite inferior da cabeça da mandíbula foi determinado no corte axial a partir da linha hiperdensa (indicada pela seta vermelha) que une o processo condilar ao processo coronoide, representando o limite inferior, ou seja, a incisura mandibular no corte sagital (A: corte axial; B: sagital e C: coronal).



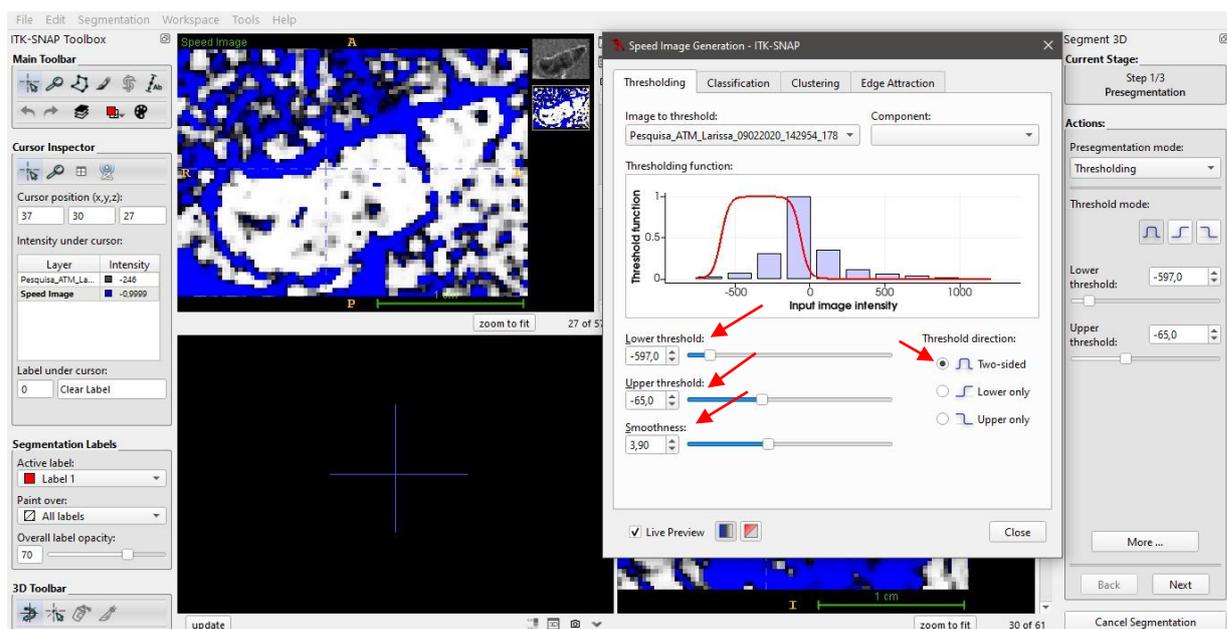
Fonte: Realizado pela autora (2023).

Figura 5 - As linhas tracejadas em vermelho representam as ROIs para a delimitação e segmentação da área de interesse nos cortes axial (A), sagital (B) e coronal (C).



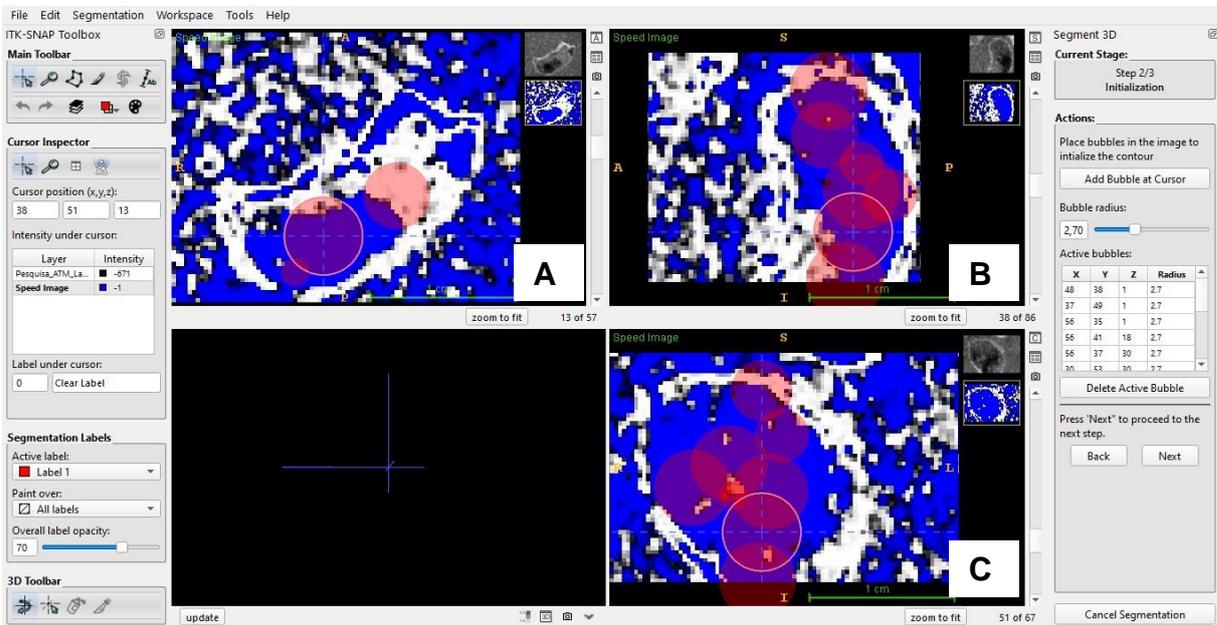
Fonte: Realizado pela autora (2023).

Figura 6 - O filtro *Edge Attraction* foi aplicado para facilitar a aplicação de bolhas pelo avaliador, em que os parâmetros do filtro (indicados pelas setas vermelhas) foram *Lower threshold* (-597,0), *Upper threshold* (-65) e *Smoothness* (3,90), e *Threshold direction* em *Two-sided*.



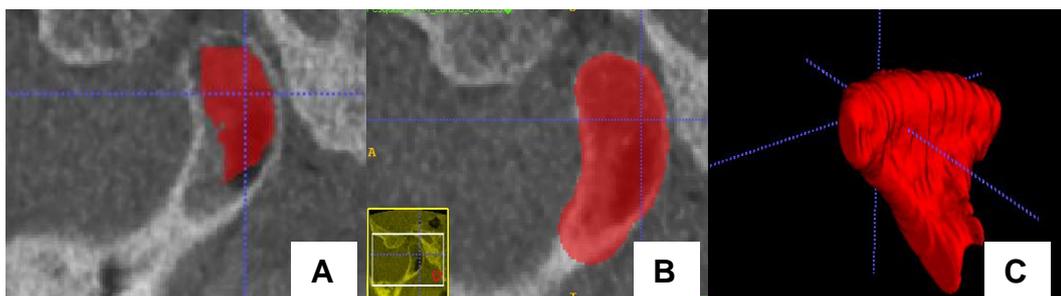
Fonte: Realizado pela autora (2023).

Figura 7 - Marcações de forma automática no formato circular (cor vermelha) foram inseridas dentro das regiões circunscritas pela cortical da cabeça da mandíbula nos cortes axial (A), sagital (B) e coronal (C).



Fonte: Realizado pela autora (2023).

Figura 8 - Reconstruções sagitais mostrando a fase final de preenchimento automático da área de interesse (A) e a mesma imagem após o preenchimento manual (B). Observa-se uma vista anterolateral da imagem tridimensional da cabeça da mandíbula em seu preenchimento finalizado (C).



Fonte: Realizado pela autora (2023).

2.6 ANÁLISE DOS DADOS

Em relação a análise de dados, o coeficiente de correlação intraclasse foi interpretado como $>0,90$ (excelente), $0,75-0,9$ (bom), $0,50-0,75$ (moderado), e $<0,50$ (pobre) (Koo & Li, 2016).

Os dados coletados foram analisados por meio do teste de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados e ANOVA de Friedman para comparar os valores com distribuição não normal de acordo com as duas variáveis: miliamperagem e tamanho de voxel. O software utilizado foi o Jamovi versão 1.6.16 com nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS

A concordância interexaminador foi de 0,904, considerado excelente (Koo and Li, 2016). A análise dos resultados comprovou que não houve diferença estaticamente significativa entre os volumes das cabeças da mandíbula analisados mediante os protocolos utilizados (Tabela 2).

Tabela 2 - Mediana (desvio-padrão) dos valores do volume em mm³ da cabeça da mandíbula de acordo com o valor de miliamperagem e valor do tamanho de voxel.

Miliamperagem	Tamanho de voxel		
	0,085	0,125	0,280
4,5	1453 (464)	1449 (387)	1536 (477)
6,3	1478 (1521)	1377 (399)	1540 (502)

p> 0,05

Fonte: Realizado pela autora (2023).

4 DISCUSSÃO

O presente estudo comprovou que o tamanho de voxel e o valor da miliamperagem não influenciou na determinação do volume da cabeça da mandíbula nas imagens avaliadas. Considerando esse cenário, sugere-se a indicação do protocolo de aquisição do aparelho utilizado nesse trabalho que menor expõe o paciente à dose de radiação ionizante, ou seja, com menor valor de miliamperagem e maior tamanho de voxel, para a avaliação do volume condilar.

Um estudo objetivou avaliar o volume da cabeça da mandíbula em relação aos tipos faciais e classe esquelética e não avaliar os parâmetros de aquisição em exames de TCFC (Chou *et al.*, 2023). Foi realizado em 2023, em que foram avaliadas as mandíbulas com relações maxilomandibulares de classe III simétricas e assimétricas, quantificando as diferenças na cabeça da mandíbula e processo coronóide em imagens de TCFC (Chou *et al.*, 2023). O resultado dessa pesquisa mostrou que não houve diferença significativa entre os volumes da cabeça da mandíbula bilaterais no grupo simétrico (Chou *et al.*, 2023). Já no grupo assimétrico, os volumes da cabeça da mandíbula e do ramo mandibular eram menores do lado desviado do que no lado não desviado (Chou *et al.*, 2023). Sendo assim, é possível concluir que o volume condilar é significativamente menor do lado desviado em casos de classe III esqueléticas e crescimento assimétrico da mandíbula.

Diante do exposto, exames de imagem, como a TCFC são imprescindíveis no campo das cirurgias ortognáticas para analisar se a cabeça da mandíbula está posicionada no local ideal, ou seja, anterior e superiormente na fossa mandibular antes de realizar a cirurgia, como também para analisar a integridade óssea dessa estrutura previamente a cirurgia e posteriormente para o acompanhamento da estabilidade da RCP (Liporaci Junior *et al.*, 2017; Chou *et al.*, 2023). Caso a reabsorção estabilize, pode realizar uma nova cirurgia ortognática (Liporaci Junior *et al.*, 2017; Chou *et al.*, 2023). A TCFC também é crucial para obter informações relevantes para o planejamento mais adequado em cada caso e, conseqüentemente, uma maior satisfação do paciente com o resultado obtido (Liporaci Junior *et al.*, 2017; Chou *et al.*, 2023). Outro ponto a ser considerado, é a ajuda ao clínico no planejamento do tratamento ortodôntico em relação a avaliação da divergência do plano mandibular e na análise da relação entre o volume da

cabeça da mandíbula e os tipos faciais e classes esqueléticas (Liporaci Junior *et al.*, 2017; Chou *et al.*, 2023).

Em um estudo prévio, 68 tomografias foram analisadas por dois avaliadores, sendo que metade delas tinham cabeças da mandíbula com alterações ósseas (Iskanderani *et al.*, 2020). Em um grupo de pacientes foram realizadas aquisições tomográficas no protocolo padrão de 90kVp, 1mA e 9,4s e em outro grupo foram realizadas em um protocolo de baixa dose onde a miliamperagem foi reduzida para 20% do protocolo padrão para avaliação óssea das estruturas da ATM, como o volume da cabeça da mandíbula e a eminência articular (Iskanderani *et al.*, 2020). O resultado apresentado mostrou que as diferenças na avaliação das estruturas ósseas para a dose baixa e a de protocolo padrão não foram significativas (Iskanderani *et al.*, 2020), concordando com os resultados do nosso estudo.

Em 2015, foi realizado um estudo prospectivo em 22 pacientes com suspeita de doença degenerativa da ATM que se apresentaram a uma clínica de odontologia de uma instituição de ensino superior (Lukat *et al.*, 2015). As imagens foram realizadas em um padrão de alta resolução com 0,076 mm de tamanho do voxel, e um padrão de baixa resolução com 0,300 mm de tamanho voxel, totalizando 88 volumes de TCFC para avaliação das ATMs, utilizando o software CS 3-D Dental (*Imaging Carestream Dental, Rochester, NY*) (Lukat *et al.*, 2015). Três observadores radiologistas orais e maxilofaciais avaliaram de forma independente as imagens tomográficas anônimas (Lukat *et al.*, 2015). O resultado mostrou que não houve diferença significativa em detecção de características em relação aos observadores. Entretanto, um único observador encontrou o aplainamento condilar a diferir significativamente entre os dois tamanhos diferentes do voxel: 0,076 mm e 0,300 mm (Lukat *et al.*, 2015). Perante isso, é fundamental perceber que esses resultados se correlacionam com o resultado do nosso estudo a partir do momento que mostra que a maioria das alterações na cabeça da mandíbula são possíveis de serem identificadas em um tamanho de voxel menor e, conseqüentemente, uma menor dose de radiação pode ser aplicada a exames de imagens de TCFC.

A variação do tamanho de voxel na influência de diagnósticos de imagens de TCFC também é alvo de estudo. Um exemplo foi o de uma pesquisa realizada em 2014, em que onze dentes unirradiculares com reabsorção radicular interna (RRI) foram estudados (Da Silveira *et al.*, 2015). As imagens de TCFC foram adquiridas

em tamanhos de voxel de 0,200, 0,250 e 0,300mm e também de tamanhos de voxel limitados como 0,076, 0,100 e 0,200mm (Da Silveira *et al.*, 2015). Os volumes de RRI foram calculados utilizando o software Dolphin e os resultados foram que não houve diferença significativa entre os volumes de RRI nos tamanhos de voxel 0,200 e 0,250mm e entre os tamanhos de voxel 0,076mm e 0,100mm ($p>0,05$) mas foram diferentes dos valores que tinham o tamanho de voxel de 0,300mm e 0,200mm ($p<0,05$) (Da Silveira *et al.*, 2015). Pode-se concluir que o tamanho de voxel é essencial na medição de volumes de estruturas ou lesões, como o RRI, para evitar interpretações errôneas nas decisões clínicas. Sendo imprescindível a padronização dos protocolos de aquisição de imagens de TCFC para a garantia de um correto diagnóstico (Da Silveira *et al.*, 2015).

Além do voxel, a miliamperagem também influencia na qualidade de diagnóstico de exames de imagem de TCFC. Um estudo *in vitro*, realizado em 2016, investigou o efeito da miliamperagem, o número de imagens base, da espessura do corte e relação contraste-ruído (CNR) na detecção do canal mandibular em TCFC (Katkar *et al.*, 2016). Foram utilizados dois simuladores em que cada um era formado por uma mandíbula seca com um bloco substituto de tecido ósseo em resina epóxi e um bloco equivalente a água. As mandíbulas foram escaneadas por uma máquina de TCFC Morita 3D Accuitomo (Morita, Kyoto, Japão), em varreduras a 4,6 e 8 mA (Katkar *et al.*, 2016). Os exames de imagem foram avaliados por cinco observadores na detecção do canal mandibular. O resultado foi que o aumento do número de imagens bases, miliamperagem ou espessura do corte aumentou significativamente o CNR (Katkar *et al.*, 2016). A redução da espessura do corte colaborou na confiança dos observadores em detectar o canal mandibular. Posto isto, os parâmetros de TCFC devem ser rigorosamente escolhidos a depender do diagnóstico específico para cada indivíduo (Katkar *et al.*, 2016).

A redução da dose está diretamente relacionada à qualidade de imagem, principalmente devido ao aumento do ruído. Estudos demonstraram que quanto menor o tamanho de voxel, menor o ruído e maior precisão na resolução espacial e nos detalhes e, no entanto, maior será o tempo de exposição à dose de radiação (Barghan; Tetradis; Mallya, 2012; Simões; Campos, 2013). Assim, quanto menor o tamanho de voxel, maior o número de fótons liberados. Pode-se concluir que protocolos que usam um menor tamanho de voxel atrelam a menores tempos de exposição e miliamperagens maiores para manter uma boa qualidade de imagem

(Barghan; Tetradis; Mallya, 2012; Simões; Campos, 2013). A imagem adequada ao diagnóstico deve proporcionar sempre a maior segurança na interpretação (Barghan; Tetradis; Mallya, 2012; Simões; Campos, 2013).

Uma das limitações desse estudo é ter considerado apenas exames de imagens realizadas em crânios secos sendo assim, não houve a avaliação desses diferentes protocolos de TCFC em seres vivos. Porém, como mencionado anteriormente, não seria possível expor o mesmo paciente a doses de radiação de exames sem correta indicação (De Oliveira Reis *et al.*, 2020). Além disso, a pesquisa não tinha dados clínicos dos pacientes, o que em uma condição clínica agregaria informações para o diagnóstico desse paciente.

5 CONCLUSÃO

Os valores de miliamperagem e tamanho de voxel não influenciaram a avaliação volumétrica de cabeças da mandíbula no aparelho testado. Protocolos tomográficos que empregam menor dose de radiação, com maiores tamanhos de voxel e menores valores de miliamperagem, utilizados nesse estudo podem ser usados para essa avaliação.

REFERÊNCIAS

- ALTAN ŞALLI, Gülay; ÖZTÜRKMEN, Zeynep. Semi-automated three-dimensional volumetric evaluation of mandibular condyles. **Oral Radiology**, v. 37, n. 1, p. 66-73, 2021.
- BARGHAN, S.; TETRADIS, S.; MALLYA, S. M. Application of cone beam computed tomography for assessment of the temporomandibular joints. **Australian Dental Journal**, v. 57, p. 109-118, 2012.
- CHOU, Szu-Ting *et al.* Condylar and ramus volume in asymmetric and symmetric skeletal class III malocclusion: A cone-beam computed tomography study. **Journal of Dental Sciences**, v. 18, n. 1, p. 175-183, 2023.
- DA SILVEIRA, P. F. *et al.* CBCT-based volume of simulated root resorption–influence of FOV and voxel size. **International Endodontic Journal**, v. 48, n. 10, p. 959-965, 2015.
- DE OLIVEIRA REIS, Larissa, *et al.* Evaluation of a low-dose protocol for cone beam computed tomography of the temporomandibular joint – ethical and methodological considerations; **Dentomaxillofacial Radiology**, vol. 50, n.1, p. 1-3, 2020.
- DE OLIVEIRA REIS, Larissa, *et al.* Evaluation of the dimensions, morphology, and position of the mandibular condyles in individuals with neurofibromatosis 1: a case-control study. **Clin Oral Investig**, vol. 26, n.1, p. 159-169, 2022.
- ISKANDERANI, Durer *et al.* Evaluation of a low-dose protocol for cone beam computed tomography of the temporomandibular joint. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 49, n. 6, p. 1-7, 2020.
- JÄGER, Fabian *et al.* Evaluation of various low-dose cone-beam computed tomography protocols in the diagnosis of specific condylar defects. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 159, n. 4, p. 491-501. e2, 2021.
- KATKAR, Rujuta *et al.* The effect of milliamperage, number of basis images, and export slice thickness on contrast-to-noise ratio and detection of mandibular canal on cone beam computed tomography scans: an in vitro study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, v. 122, n. 5, p. 646-653, 2016.
- KOO, Terry K.; LI, Mae Y. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, n. 2, p. 155-163, 2016.
- LIPORACI JUNIOR, Jorge Luiz Jacob *et al.* Reabsorção condilar progressiva da articulação temporomandibular após cirurgia ortognática. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, p. 38-48, 2007.

LUKAT, Trish D. *et al.* The effects of voxel size on cone beam computed tomography images of the temporomandibular joints. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, v. 119, n. 2, p. 229-237, 2015.

MAI, Hang-Nga; LEE, Du-Hyeong. Effects of Exposure Parameters and Voxel Size for Cone-Beam Computed Tomography on the Image Matching Accuracy with an Optical Dental Scan Image: An In Vitro Study. **BioMed Research International**, v. 2021, 2021.

OENNING, Anne Caroline; JACOBS, Reinhilde; SALMON, Benjamin. ALADAIP, beyond ALARA and towards personalized optimization for paediatric cone-beam CT. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v. 31, n. 5, p. 676-678, 2021.23.

OENNING, Anne Caroline *et al.* Halve the dose while maintaining image quality in paediatric cone beam CT. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2019.

SACCUCCI, Matteo *et al.* Condylar volume and condylar area in class I, class II and class III young adult subjects. **Head & Face Medicine**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2012.

SIMÕES, Cinthia Coelho; CAMPOS, Paulo Sergio Flores. Influência do tamanho do voxel na qualidade de imagem tomográfica: revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia-UPF**, v. 18, n. 3, 2013.

YADAV, Sumit *et al.* Diagnostic accuracy of 2 cone-beam computed tomography protocols for detecting arthritic changes in temporomandibular joints. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.147, n.3, p. 339-344, 2015

YALCIN, Eda Didem; ARARAT, Emine. Cone-beam computed tomography study of mandibular condylar morphology. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 30, n. 8, p. 2621-2624, 2019

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética da UFJF



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Influência de protocolos de aquisição de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico na avaliação volumétrica de cabeças da mandíbula

Pesquisador: Larissa de Oliveira Reis

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 59156622.5.0000.5147

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.495.599

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

"Trata-se de um estudo observacional retrospectivo que tem como objetivo avaliar volumetricamente cabeças da mandíbula em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) provenientes de um banco de imagens, pertencentes à clínica de Radiologia Odontológica da UFJF/GV. Após a aprovação do presente projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFJF, a pesquisa será desenvolvida no Departamento de Odontologia da UFJF/GV, o qual apresenta a infraestrutura necessária para a sua execução".

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Avaliar a influência dos valores de miliamperagem e tamanho de voxel na avaliação dos volumes dos côndilos mandibulares em imagens de TCFC.

Objetivo Secundário:• Determinar o protocolo de aquisição de menor dose de radiação para a avaliação volumétrica de côndilos mandibulares, caso não haja diferença entre os protocolos. • Determinar o protocolo de aquisição que diferiu dos demais, caso isso aconteça, a fim de indicar cautela em sua utilização".

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **E-mail:** cep.propp@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 5.495.599

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

"Riscos: O desenvolvimento da pesquisa proposta oferece risco mínimo aos participantes, uma vez que, os dados serão obtidos por meio de um banco de imagens da clínica de Radiologia Odontológica da UFJF/GV, e as imagens foram realizadas com indicação clínica independente do presente estudo. Dessa forma, os participantes não foram expostos à radiação X sem justificativa. Por se tratar de um estudo em um banco de dados de imagens é importante salientar o comprometimento do pesquisador responsável e da equipe quanto à manutenção em sigilo de eventuais informações, que possam vir a permitir a identificação dos participantes, para proteger a identidade dos participantes. Além disso, pode haver cansaço e fadiga visual dos avaliadores durante a análise das imagens. Por isso, deverão ser analisadas no máximo 20 exames por dia, com o objetivo de evitar a sobrecarga e a fadiga, e o conseqüente comprometimento das informações coletadas.

Benefícios: Não haverá benefícios diretos para os participantes da pesquisa. Como benefícios indiretos à comunidade (pacientes), as informações provenientes dos experimentos planejados visam contribuir para uma otimização da utilização da dose nos exames tomográficos para a articulação temporomandibular (ATM)".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional N° 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE DISPENSA DO TCLE de acordo com a Resolução CNS 466 de 2012, item: IV.8. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPes. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N	CEP: 36.036-900
Bairro: SAO PEDRO	
UF: MG	Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788	E-mail: cep.propp@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 5.495.599

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional N° 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: julho de 2024.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional N°001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1955720.pdf	26/06/2022 21:00:48		Aceito
Outros	Termodesigilo.pdf	26/06/2022 21:00:13	Larissa de Oliveira Reis	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETODETALHADO_NOVO.pdf	26/06/2022 20:59:11	Larissa de Oliveira Reis	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	DispensaTCLEok.pdf	31/05/2022 10:09:53	Larissa de Oliveira Reis	Aceito
Outros	declaracaobancodedados.pdf	26/05/2022 22:01:40	Larissa de Oliveira Reis	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracaoinfraestrutura.pdf	26/05/2022 22:00:40	Larissa de Oliveira Reis	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoassinada.pdf	26/05/2022 17:15:55	Larissa de Oliveira Reis	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propp@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 5.495.599

JUIZ DE FORA, 28 de Junho de 2022

Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **E-mail:** cep.propp@uff.edu.br