

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

**AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA DA ÓRBITA POR
MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE
FEIXE CÔNICO: VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO EM
SOFTWARE DE CÓDIGO ABERTO**

Jaqueline Oliveira Barreto

SAPIENTIA AEDIFICAT

João Pessoa

2021

Jaqueline Oliveira Barreto

**AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA DA ÓRBITA POR MEIO DE
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO:
VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO EM SOFTWARE DE CÓDIGO
ABERTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia – Área de Concentração em Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Dias Ribeiro

João Pessoa

2021

Jaqueline Oliveira Barreto

**AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA DA ÓRBITA POR MEIO DE
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO:
VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO EM SOFTWARE DE CÓDIGO
ABERTO**

Banca Examinadora

EDUARDO DIAS RIBEIRO

Prof. Dr. Eduardo Dias Ribeiro
Presidente – UFPB

Marcelo Augusto Oliveira Sales

Prof. Dr. Marcelo Augusto Oliveira Sales
Examinador - UFPB

Manuella Santos Carneiro Almeida

Prof. Dra. Manuella Santos Carneiro Almeida
Examinadora – UFCG

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B273a Barreto, Jaqueline Oliveira.

Avaliação volumétrica da órbita por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico : validação de um método em software de código aberto / Jaqueline Oliveira Barreto. - João Pessoa, 2022.

51 f. : il.

Orientação: Eduardo Dias Ribeiro.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 2. Órbita. 3. Software. 4. Estudo de validação. I. Ribeiro, Eduardo Dias. II. Título.

UFPB/BC

CDU 616-073(043)

NOTA PRELIMINAR

A presente Dissertação foi redigida conforme o Manual para Normatização da Defesa do Trabalho Final proposto pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal da Paraíba, adotando o formato alternativo. Um artigo científico compõe este trabalho de Dissertação, o qual foi redigido de acordo com as exigências normativas do periódico Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology.

Dedico este trabalho a Deus, provedor da
realização de todos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ele guiar meus passos e me fortalecer mesmo diante das minhas fraquezas. Gratidão por sua luz quando eu não conseguia enxergar, por me lembrar quem eu sou nos momentos de esquecimento, por sua tamanha generosidade.

A Pedro, meu filho, que veio no início dessa jornada para dar razão sentimental para seguir nesse caminho. Sempre que o cansaço físico e mental paralisava meu corpo, os seus olhinhos brilhantes me diziam que eu era capaz de suportar a trajetória. A meus pais, Lidio e Socorro, e meu marido Elson, que nunca duvidaram de mim, incentivando diariamente e me ajudando em tudo o que fosse possível para chegar até aqui.

Gratidão a Ana Karoline e Mariana Evangelista, presentes da PPGO, que de colegas passaram a amigas me acolhendo e companheirismo, tornando a caminhada mais leve e prazerosa. A todos os meus colegas de turma que mesmo por sistema virtual estávamos próximos nos ajudando na medida do possível.

A meu orientador Eduardo Dias por ter sido o iniciador da construção desse caminho desde a graduação, me apadrinhando academicamente. Agradeço todos os ensinamentos, reflexões, críticas, elogios e principalmente sua confiança e paciência.

Ao professor Marcelo Augusto de Oliveira Sales, gratidão por ter chegado em um momento tão desafiador que foi para nos adaptarmos a uma nova realidade imposta por um momento atípico de pandemia e nos direcionou a um caminho na pós graduação que não precisaríamos parar e a paciência que teve para me preparar para executar a pesquisa.

Agradeço a Luiz Felipe que prestou esclarecimentos e experiência sempre que eu o recorria, além das correções, tranquilidade e retiradas de dúvidas.

Agradeço a todos que compõem o Repie, programa de extensão coordenada pelo professor Túlio Fernandes e Wilton Padilha. Meus colaboradores de pesquisa Haniel Laurentino, Camila Freire e Matheus Simões gratidão a todo o nosso crescimento em conjunto, vocês foram primordiais.

Por fim, não menos importante, agradeço a todos os professores da PPGO por tamanho diferencial que fizeram na minha vida acadêmica e em especialmente ao coordenador Yuri por sempre ser solícito em tudo que eu requisitei.

“Dizem que antes de um rio entrar no mar, ele treme de medo. Olha para trás, para toda jornada que percorreu, para os cumes, as montanhas, para o longo caminho sinuoso que trilhou através de florestas e povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto, que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre. Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar. Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência. O rio precisa se arriscar e entrar no oceano. Somente ao entrar no oceano o medo irá desaparecer, porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas de tornar-se oceano.”

Osho, citando Khalil Gilbran

RESUMO

Introdução: A Cavidade orbitária contém estruturas nobres para o sujeito e como qualquer outra parte do corpo humano, está sujeita a traumas e patologias. Diante disso, o conhecimento das suas dimensões é fundamental para um diagnóstico e planejamento de tratamento, obtidos através de softwares de tomografia computadorizada, a exemplo, o Horos Project que é gratuito e considerado na literatura como seguro e fácil de ser executado. **Objetivos:** Desenvolver e validar um método de avaliação volumétrica da órbita por meio da TCFC através de um software de código aberto. **Métodos:** Foram mensuradas 74 cavidades orbitárias de 37 TCFC em dois momentos distintos por um mesmo avaliador, cujas dimensões avaliadas de cada órbita foram: volume, profundidade superior e inferior, e diâmetro anterior e posterior. Pontos cefalométricos marcados em planos anatômicos foram escolhidos para padronização do método e ferramentas específicas do software Horos Project foram usados para calcular as medidas. **Resultados:** A média de idade da amostra foi de 42 anos, sendo o sexo masculino mais frequente (51%). A média do volume foi aumentando com a idade tanto para o lado direito: $28,58 \pm 2,11 \text{ cm}^3$ para 19-25 anos, $27,25 \pm 2,52 \text{ cm}^3$ para 26-58 anos e $27,33 \pm 1,7 \text{ cm}^3$ para maiores de 59 anos, quanto para o lado esquerdo: $27,7 \pm 2,61 \text{ cm}^3$ para 19-25 anos e $26,85 \pm 1,88 \text{ cm}^3$ para 26-58 anos e $28,3 \pm 4,71 \text{ cm}^3$ para maiores de 59 anos. Foi observado que o sexo masculino teve maiores médias de volume que o feminino tanto para órbita direita quanto para esquerda. Não foi encontrada diferença estatística entre os dois momentos das análises da amostra. **Conclusão:** O método padronizado neste estudo através de um software de código aberto, o Horos Project, é reproduzível, seguro e fácil de ser executado. O volume da cavidade órbita é maior no sexo masculino e em sujeitos de maiores idades.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico; órbita; software; estudo de validação.

ABSTRACT

Introduction: The orbital cavity contains noble structures for the subject and like any other part of the human body, it is subject to trauma and pathologies. Therefore, knowledge of its dimensions is essential for a diagnosis and treatment planning, obtained through computerized tomography software, such as the Horos Project, which is free and considered in the literature as safe and easy to be performed. **Objective:** Develop and validate a method of volumetric and linear evaluation of the orbit through CBCT through an open-source software. **Methodology:** A total of 74 orbital cavities of 37 CBCT were measured at two different times by the same examiner, whose dimensions of each orbit were evaluated: volume, upper and lower depth, and anterior and posterior diameter. Cephalometric points marked on anatomical planes were chosen to standardize the method and specific software tools were used to calculate the measures. **Result:** The mean age of the sample was 42 years, with the male sex being the most frequent (51%). The mean volume increased with age both to the right side: $28,58 \pm 2.11 \text{ cm}^3$ for 19-25 years, $27,25 \pm 2.52 \text{ cm}^3$ for 26-58 years and $27,33 \pm 1.7 \text{ cm}^3$ for over 59 years, and for the left side: $27,7 \pm 2.61 \text{ cm}^3$ for 19-25 years and $26,85 \pm 1.88 \text{ cm}^3$ for 26-58 years and $28,3 \pm 4.71 \text{ cm}^3$ for older adults 59 years old. Foi observado que o sexo masculino teve maiores médias de volume que o feminino tanto para órbita direita quanto para esquerda. Não foi encontrada diferença estatística entre os dois momentos das análises da amostra. No statistical difference was found between the two moments of sample analysis. **Conclusion:** The method standardized in this study through the Horos Project software is reproducible, safe and easy to be performed. The volume of the orbital cavity is greater in males and older subjects.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography, orbit, software, Validation Study.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D – Imagens tridimensionais

TC – Tomografia Computadorizada

TCFC – Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

ROI – Region of Interest

CO – Cavidade Orbitária

P1 – Ponto 1

P2 – Ponto 2

P3 – Ponto 3

P4 – Ponto 4

CEP – Comitê de ética em Pesquisa

DICOM – Digital Imaging Communication

MIP – Max Ferramenta de Projeção de Intensidade

L1 – Profundidade do P1-P3

L2 – Profundidade do P2-P4

L3 – Profundidade do P1-P3/2

L4 – Profundidade do P2-P4/2

P5 – Ponto na sutura fronto zigomática

P6 – Ponto lacrimal ou Dacryon

P7 – Ponto mais lateral ao canal óptico

P8 – Ponto mais medial ao canal óptico

D1 – Diâmetro do P5-P6

D2 – Diâmetro do P7-P8

cm – Centímetros

cm² – Centímetros quadrados

cm³ – Centímetros cúbicos

LISTA DE FIGURAS

x

Figura1.	Visto sagital da CO direita marcada com os pontos P1, P2, P3 e P4, ligados para mensurar a profundidade superior e inferior.	11
Figura 2.	Visto coronal da CO direita marcada com os pontos P5 e P6, ligados para mensurar a diâmetro anterior.	12
Figura 3.	Visto coronal da CO direita marcada com os pontos P7 e P8, ligados para mensurar a diâmetro posterior.	12
Figura 4.	Fluxograma das etapas para mensuração da profundidade e diâmetro da CO.	13
Figura 5.	Vista coronal da CO com sua área demarcada.	14
Figura 6.	Fluxograma das etapas para mensuração do volume da CO.	14
Figura 7	Figura 4: Gráfico de dispersão entre as variáveis volume e idade para o lado direito da CO.	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Comparação das médias das variáveis do lado direito em relação as faixas etárias.	16
Tabela 2.	Comparação das médias das variáveis do lado esquerdo em relação as faixas etárias.	17
Tabela 3.	Comparação das médias das variáveis do lado direito em relação ao sexo.	18
Tabela 4.	Comparação das médias das variáveis do lado esquerdo em relação ao sexo.	19
Tabela 5.	Comparação entre volume da CO por sexo em duas análises em momentos distintos.	19

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. CAPÍTULO 1	05
3. CONSIDERAÇÕES GERAIS	26
4. CONCLUSÃO	27
REFERENCIAS	38
ANEXOS	33
Anexo A: Termo de Anuência	34
Anexo B: Justificativa do não uso do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	35
Anexo C: Parecer substancial do comitê de ética em pesquisa	35
	40

1. INTRODUÇÃO

A cavidade orbitária (CO) contém estruturas importantes para o indivíduo, e como qualquer outra parte do corpo humano está sujeita à ocorrência de traumas e patologias, tais como doenças congênitas, endócrinas, neoplásicas, entre outras (1-3). A depender do problema que venha ocasionar à cavidade orbitária, pode haver o comprometimento do seu estado de funcionamento, causando consequentemente repercussões clínicas relevantes, como diminuição da acuidade visual e movimentos oculares, diplopia e enftalmia, além dos déficits estéticos (4-9).

A cavidade orbitária está localizada no terço superior face, sendo ocupada pelo globo ocular e sua musculatura, inervação e irrigação, além do tecido adiposo retrobulbar e de parte do aparelho lacrimal. É composta pelos ossos maxilares, palatino, frontal, esfenóide, nasal, zigomático, etmóide e lacrimal, que formam as paredes lateral, medial, assoalho/inferior e teto/superior da órbita (1). Possui formato de tronco de cone, com a base maior definida pelo rebordo orbital e a base menor pela convergência das paredes orbitais seguindo o trajeto do nervo óptico, fazendo com que tenha uma orientação posterior e de medial para lateral (3, 10).

Os procedimentos cirúrgicos de reconstrução da órbita podem ser extremamente desafiadores, em função da sua anatomia complexa, especialmente se o profissional não puder contar com técnicas de tomografia computadorizada de precisão para se obter imagens tridimensionais (3D), indispensáveis para um planejamento pré-operatório. Isso porque elas fornecem imagens com uma avaliação precisa da altura e profundidade desta estrutura (11-13).

O conhecimento a respeito das medições da cavidade orbitária é indispensável para avaliação, diagnóstico, planejamento e tratamento de situações clínicas que venham acometer a esse compartimento, sendo o estudo da volumetria óssea da órbita fundamental para o êxito disso (15). Em casos de procedimentos cirúrgicos quando se têm a síndrome unilateral, a órbita não afetada pode ser espelhada através de um modelo 3D, podendo auxiliar a reconstrução da órbita afetada (16). As dimensões da órbita podem se alterar durante a vida de um indivíduo devido a problemas patológicos, bem como de um sujeito para outro dependendo de algumas características como sexo, idade e raça, (12, 17).

Há também outras complicações diretamente associadas a alteração de volume da órbita, como a oftalmopatia, que é uma patologia de principal característica extratireoidiana, sendo uma condição autoimune que causa exoftalmia, retração palpebral, estrabismo, congestão palpebral e conjuntival, exposição corneana e neuropatia óptica compressiva. A diplopia é um sintoma comum de trauma em órbita que resultou na compressão muscular de tecidos periorbitários ou lesão nervosa. A enoftalmia também é uma complicação comum em síndromes de órbita, na qual se percebe o retro posicionamento do globo ocular causado por um aumento das dimensões da cavidade em relação ao seu conteúdo (3, 18-19).

Quando o volume da órbita é alterado por algum fator sindrômico e necessita-se realizar um tratamento invasivo, estabelece-se uma reconstrução cirúrgica da cavidade orbitária. Para tanto uma avaliação pré-operatória é necessária para o estudo detalhado da mesma e segundo Yongrong *et al.* (15), isso não pode ocorrer apenas por meio de uma avaliação empírica, tendo em vista os recursos atualmente disponíveis e de alta precisão para este fim.

Além disso, alguns estudos apontam o diformismo sexual através da volumetria da órbita, informação relevante para a antropologia forense que busca a identificação dos corpos humanos (12, 16, 20-23). As pesquisas nesse campo têm como finalidade estimar características como idade, ancestralidade e sexo (24-25). Sabe-se também que os ossos do crânio e a pelve são os mais encontrados em contextos forenses, contudo, a pelve é frágil e difícil de ser armazenada, já o crânio por ser formado de tecido ósseo resistente, na maioria das vezes está bem preservado e com melhor estabilidade das características dimórficas sexuais (26-29).

A identificação do sexo do indivíduo pode ser realizada por método tradicional que compreende discriminações morfológicas e medições realizadas por especialistas, que apesar de ser subjetiva tem uma influencia importante nessa estimativa de sexo (21,31). As medições físicas podem causar danos ao crânio e gerar resultados não precisos devido fatores humanos, com isso surge também o método de discriminação de medições assistidos por computadores através de aquisição de tomografias computadorizadas transformadas em modelos tridimensionais analisadas com auxilio de softwares (23, 31-32).

O exame padrão ouro para avaliação da cavidade orbitária é a Tomografia Computadorizada (TC), uma vez que este recurso possibilita a reconstrução tridimensional (3D) de alta resolução, oferecendo visualmente características morfológicas das anomalias em vários ângulos, além de calcular dimensões do osso craniofacial, chegando rapidamente e facilmente à volumetria da estrutura, usando parâmetro de ponto a ponto em software de computadores (1-2, 33-36).

Desde o ano de 1873, estudos vêm sendo realizados para medir o volume das cavidades orbitárias, iniciando por Gayat (37) que manipulou crânios humanos de ex vivos, introduzindo pelotas de chumbo, logo depois Cooper (10), Parsons, Mathog (38) e P'An (39) também analisaram as dimensões dessa estrutura, porém usando silicone, água, vidro e areia. Neste mesmo ano de 1985, Forbes., *et al.* (40) reproduziram um método do cálculo de volume de órbita usando imagens de TC que iniciou as investigações das técnicas de imagens em camadas para se obter acurácia e a melhor precisão.

A qualidade da cirurgia de reconstrução cirúrgica da órbita em pacientes fraturados foi investigada através da volumetria da cavidade orbitária por meio de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), fazendo-se as medições antes e depois da cirurgia e comparando-as com a órbita contralateral não afetada, cujo resultado permitiu a constatação da eficiência no seu desempenho, além da redução significativa do volume da órbita imediatamente no pós-operatório (9).

Outros parâmetros importantes foram pesquisados usando TCFC através de programas de softwares diversos, como descrições morfológicas da órbita, a área do forame orbital e o perímetro da borda orbital (15); volume do tecido mole: gordura orbital, músculo extraocular e nervo óptico (4); e método de medição e delineamento do volume orbital reproduzível em pacientes saudáveis (41) e em pacientes com fraturas de órbita afim do espelhamento da órbita contra-lateral não afetada (16).

Os comandos para as medições são processados em programas específicos de computadores que sequenciam as imagens digitais bidimensionais, produzindo um modelo geométrico tridimensional de reconstrução através de um comando *ROI* (*region of interest*). Hoje, em todos os campos da medicina essa é a técnica

recomendada para execução em pacientes vivos, sendo padrão ouro quando se trata da CO por ser intuitiva, precisa, viável e não invasiva (41-42).

O avanço das pesquisas nessa área da radiologia, simultaneamente com progresso da tecnologia em aperfeiçoamento constante dos computadores permitiu a criação de vários softwares que fazem desenhos e cálculos de volume da órbita. Diante das vastas opções de escolha, os softwares de código aberto, são preferíveis os fácil execução e gratuito, como o Horos Project, originado a partir de software OsiriX (open-source PixMeo Sarl), que processa imagens de TCFC no formato DICOM. É importante ressaltar que este programa também apresenta fácil instalação e garante segurança dos dados (43).

Sabendo-se que características individuais como etnia, sexo e faixa etária interferem no volume orbital e que existem poucos dados sobre essas comparações em âmbito mundial, bem como em uma amostra da população brasileira, a investigação de um método de acurácia confiável para avaliação do volume orbitário, que seja de fácil execução, menor custo, maior precisão e que possa ser usado em situações clínicas significantes, é inquestionavelmente válida e necessária.

O presente estudo visa desenvolver e validar um método de avaliação volumétrica da órbita por meio da TCFC através de um software de código aberto. Além disso, propõe-se a avaliar suas mensurações volumétricas e comparar entre as orbitas entre um mesmo sujeito, sexo e faixas etárias.

2. CAPÍTULO 1

O manuscrito a seguir foi submetido para publicação na revista “**Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology**” e encontra-se em análise.

Orbital volumetric analysis by cone beam computed tomography data: validation of a method using an open source software.

Jaqueline Oliveira Barreto

Master's Student, Postgraduate Department in Dentistry, Federal University of Paraiba, João Pessoa, Paraiba, Brazil.

Luiz Felipe Fernandes Gonçalves

Dental Surgeon, Reference Center and Health Care, Federal University of Paraiba, João Pessoa, Paraiba, Brazil.

Matheus Simões Medeiros

Undergraduate, Health Sciences Center, Federal University of Paraiba, João Pessoa, Paraiba, Brazil.

Arthur Willian de Lima Brasil

Teacher, Department of Veterinary Medicine, Federal University of Paraiba, João Pessoa, Paraiba, Brazil.

Julliana Cariry Palhano Freire

Doctoral Student, Postgraduate Department in Dentistry, State University of Paraiba, Campina Grande, Paraiba, Brazil.

Song Fan

Teacher, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Sun Yat-sen Memorial Hospital of Sun Yatsen University, Guangzhou 510120, China.

Marcelo Augusto de Oliveira Sales

Professor, Department of Applied Dentistry Radiology, Federal University of Paraiba, João Pessoa, Paraiba, Brazil.

Eduardo Dias Ribeiro

Professor, Department of Applied Dentistry Radiology, Federal University of Paraiba, João Pessoa, Paraiba, Brazil.

Corresponding author:

Jaqueline Oliveira Barreto

Federal University of Paraíba, Health Sciences Center - Campus I Postgraduate Department in Dentistry, Federal University of Paraíba, University City, João Pessoa, Paraíba, Brazil, CEP 58000000.

Telephone: +55 83 32167251

E-mail address: jaqueline_ufpb@hotmail.com

Declaration of Competing Interest:

The authors declare no conflicts of interest related to this study

Statement of clinical relevance

Measuring the dimensions of the orbital cavity is essential for diagnosing and treating pathologies and fractures, which are affected, as well as helping to identify human bodies in the context of forensic anthropology.

This research has standardized an easy and safe method to be reproduced to obtain the volumetry of the orbital cavity in cone beam computed tomography through open source software.

ABSTRACT

Objectives: Develop and validate a method of volumetric analysis of the orbit through CBCT through an open source software.

Methods: 78 orbital cavities (OC) were measured by CBCT in two moments by a single examiner. The volume, depth and diameter of the orbit were dimensions evaluated. Paired T, wilcoxon, Kruskal-Wallis and Person correlation tests were used.

Results: The mean volume increased with age for both the right side: $28.58 \pm 2.11 \text{ cm}^3$ for 19-25 years, $27.25 \pm 2.52 \text{ cm}^3$ for 26-58 years and $27.33 \pm 1,7 \text{ cm}^3$ for over 59 years, and for the left side: $27.7 \pm 2.61 \text{ cm}^3$ for 19-25 years and $26.85 \pm 1.88 \text{ cm}^3$ for 26-58 years and $28.3 \pm 4.71 \text{ cm}^3$ for people over 59 years old. It was observed that males had higher volume means than females for both the right and left orbits. No statistical difference was found between the two moments of sample analysis.

Conclusion: The standardized method through Horos Project is reproducible, safe and easy to run. The volume of the orbital cavity is greater in males and older subjects.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography, orbit, software, validation study.

INTRODUCTION

The orbital cavity (OC) is a relevant structure in the craniofacial skeleton as it houses noble structures. However, like any other part of the human body it is subject to fractures

and pathologies. Once affected by some syndromic, pathological and traumatic factor, it needs to be well evaluated in order to arrive at a correct diagnosis and appropriate treatment plan¹⁻³.

Literature considers OC capable of distinguishing sexual characteristics, which makes it also relevant in the field of forensic anthropology, as in these contexts the skull bones are the most required for the identification of human bodies, as they are well preserved and with sexual dimorphism stability⁴⁻⁶. In addition, this area has been concentrating studies for discrimination of computer-assisted measurements using computed tomography⁷⁻⁸.

Cone Beam Computed Tomography (CBCT) are radiographic exams that sequence the two-dimensional images, producing a three-dimensional geometric model. Widely used in dentistry, they are indispensable for a detailed analysis of complex anatomy structures, such as OC⁹⁻¹⁰.

Through this three-dimensional (3D) images technique, several types of measurements can be obtained, among the most important: height, depth and volume of the structure. However, for this, these exams need to be further processed in computer software programs by ROI (region of interest)¹¹ commands.

The advancement of research in the area of radiology, simultaneously with technological progress in constant improvement of computers, allowed the creation of various software that make drawings, linear and volume calculations of hard and soft tissue^{3, 12}.

Among the various options for choosing open source software, free and easy-to-run ones are preferable, such as the Horos Project, originated from OsiriX software (open-source PixMeo Sarl), which allows the processing of CBCT images in the DICOM format. This software also features easy installation and ensures data security¹²⁻¹³.

The aim of this present study is to validate a method of volumetric and linear evaluation of the orbit cavity through CBCT in open source software.

METHODOLOGY

Sample design

The research was designed and carried out in accordance with Resolution 466/12 of the National Health Council, Ministry of Health of Brazil, after approval by the Research Ethics Council (CEP) under protocol number 4.672.432.

This is a cross-sectional, observational retrospective study with a convenience sample performed with 39 CBCT acquired from private radiology institutions, 37 from live humans and 2 from dry skulls. The collection took place between January and November 2021.

CBCT of non-syndromic living humans older than 18 years of age and of both sexes, who underwent the examination due to some indication external to the research, were included. A previous analysis of all tomographic images was performed on both living individuals and dry skulls, and those with orbital fractures, congenital or acquired craniofacial malformations, presence of OC lesion, or any other abnormality seen on the image that could cause errors in their measurements were excluded.

CBCT analysis

The images were stored in DICOM (Digital Imaging Communication in Medicine) format and transmitted through a network environment in a computer-processed Gigabit Ethernet protocol (Macbook pro mid 2015 - MacOs Mojave), containing free open source software Horos - Project (Version 3.3.5 - Annapolis, MD), which was available under the GNU Public License (LGPL-3.0) and where the images were analyzed. The data

reconstruction algorithms were fitted using the *MIP* (Max Intensity Projection Tool), where a slice thickness of 1.0 mm (reformatting) was assigned.

Linear orbit measurement method

After correcting the orientation axes, the points were marked in the predetermined order for linear analysis in the median sagittal and coronal planes.

In the median sagittal plane, using the point command, points were marked in its anterior region: Point 1 (P1) in the supraorbital notch, Point 2 (P2) in the orbital cephalometric point; in the posterior region referring to the optical channel, Point 3 (P3) at the most superior point of the optical channel and Point 4 (P4) at the lowest point of the optical channel were marked. Then, using a length tool to measure, in centimeters, the following depths were determined: L1: from P1 to P3, L2: from P2 to P4.

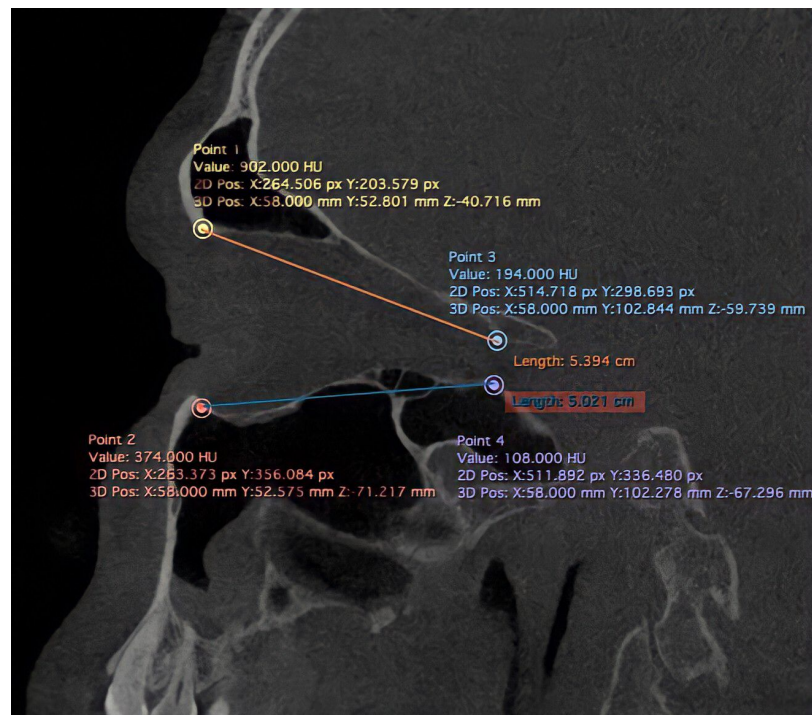


Figure 1: Sagittal view of the right OC marked with points P1, P2, P3 and P4, connected to measure the upper and lower depth.

The anterior region of the orbit in the coronal plane was marked with the following points: P5 at the point on the frontozygomatic suture and P6: lacrimal cephalometric stitch or Dacryon. Then, with the length tool, a ruler was inserted connecting the points to measure the diameter of the orbit in the anterior and posterior portions, where D1: OC diameter in centimeters (cm) from P5 to P6.

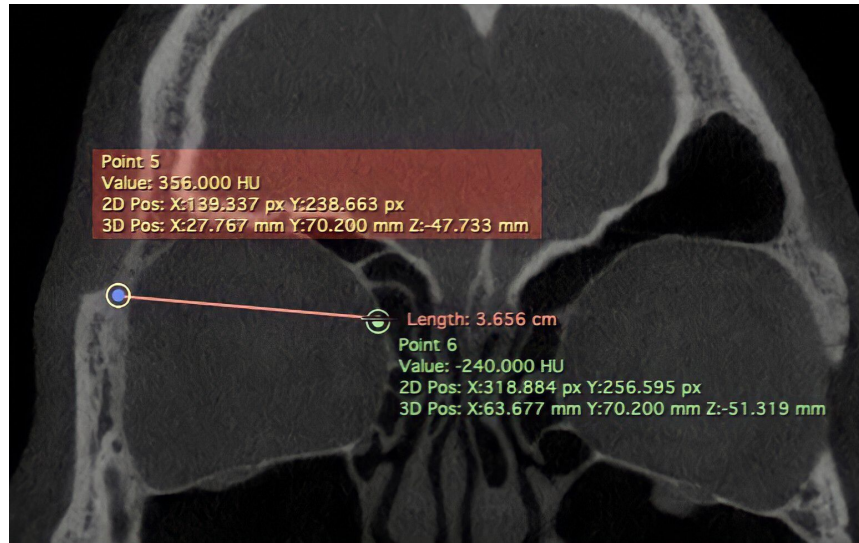


Figure 2: Coronal view of the right OC marked with points P5 and P6, connected to measure the anterior diameter.

In the posterior region, point P7: most lateral point of the optical channel and P8: most medial point of the optical channel were marked and the length tool connected them with its ruler measuring the posterior diameter: D2 optical channel diameter from P7 to P8 in centimeters, which was transformed into cm by the authors.

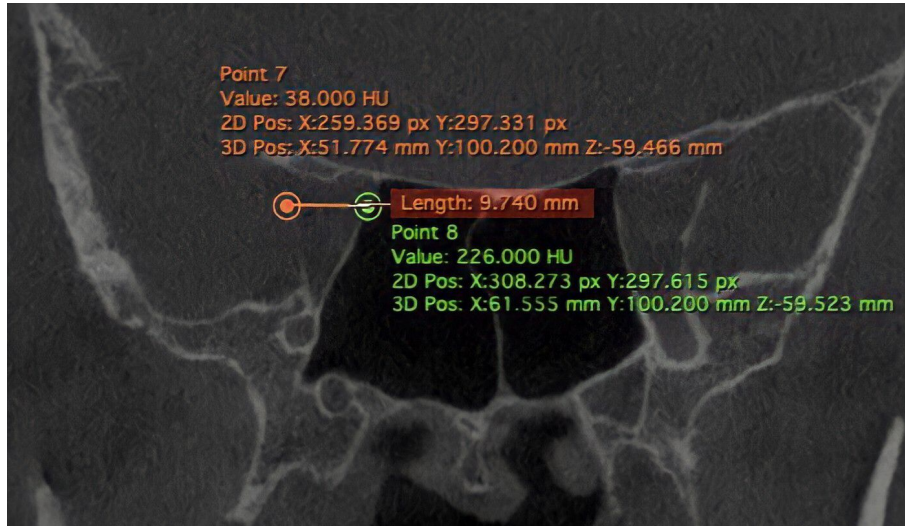


Figure 3: Coronal view of the right OC. Points P7 and P8 were connected to measure the posterior diameter.

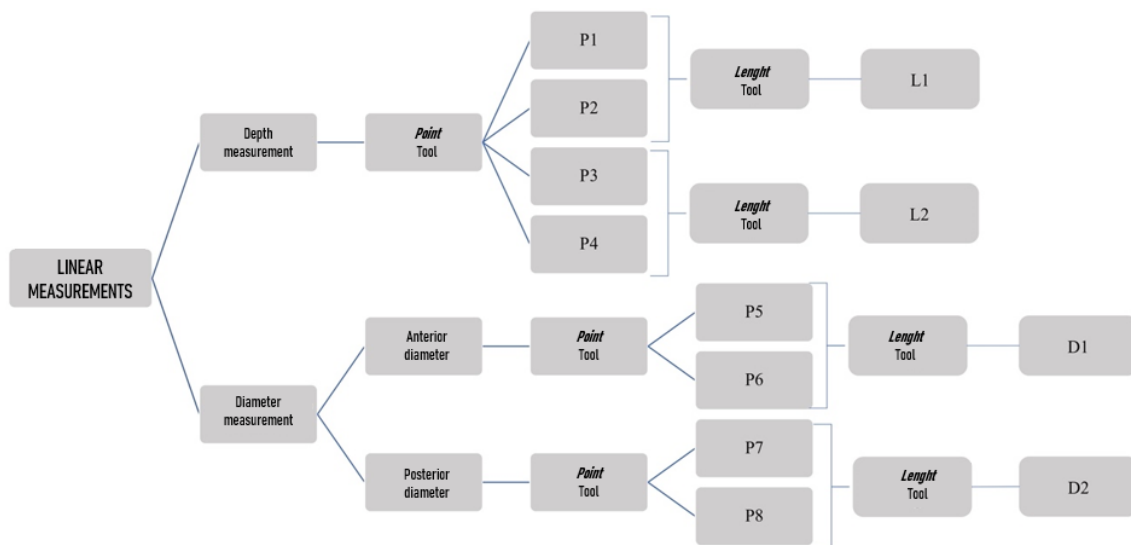


Figure 4: Flowchart of steps for measuring the depth and diameter of OC.

Orbit volumetric measurement method

In the coronal plane, using the pencil command, it was contoured in all CBCT cuts in the OC region, obtaining the area in square centimeters (cm²). Then, these areas were

joined using the ROI volume tool (comput volume) for the volumetric calculation of the structure in cubic centimeters (cm³).

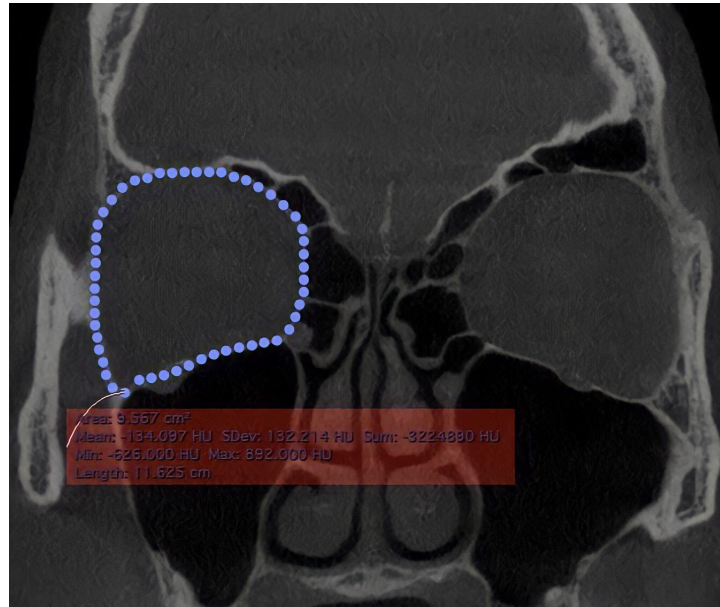


Figure 5: Coronal view of the OC and its demarcated area.

Statistical analysis

Initially, the normality of the data was verified by the Shapiro-Wilk test. To validate the experimental protocol of the measurements, the volume that was measured by an evaluator at two independent times was used as a parameter. Then, the paired T test was applied for samples that had normal distribution and the Wilcoxon test for non-normal samples.

To compare the mean values for the sexes, the T test for independent samples or the Mann Whitney test was applied. When the comparison was related to the sides (left and right), the paired t-test or the Wilcoxon test was performed.

The ages were grouped into three categories and were compared using the analysis of variance test or the Kruskal-Wallis test and the *posteriori* comparison using the Bonferoni test. It was also verified the occurrence of correlation between the variables age x (Volume,

L1, L2, L3, L4, D1 and D2) on both sides using Person's or Spearman's correlation. Data were evaluated at a significance level of 5% in the SPSS 25 app for mac.

RESULTS

The mean age of the sample was 42 years, with a minimum age of 19 years and a maximum of 75 years. It was observed that males were more frequent (51%) than females (49%). For the analysis of CBCT performed on dry skulls, a mean volume of 26.05 cm³ was found, upper depth of 4.43 cm, lower depth of 4.45, anterior diameter of 2.8 cm and posterior diameter of 0.61 cm.

The mean volume of the OC on the right side in relation to age groups was 28.58 ± 2.11 cm³ for 19-25 years, 27.25 ± 2.52 cm³ for 26-58 years and 27.33 ± 1.7 cm³ for over 59 years old. The upper depth was 5.39 ± 0.46 cm for 19-25 years, 5.3 ± 0.73 cm for 26-58 years and 5.01 ± 0.74 cm for over 59 years, as the depth The lower one was approximately 4.34 cm for 19-25 years, 3.56 cm for 26-58 years, and 3.57 cm for over 59 years (Table 1).

The anterior diameter of the OC was 4.3 ± 0.43 cm for 19-25 years, 3.77 ± 0.5 cm for 26-58 years and 3.72 ± 0.37 cm for over 59 years and the diameter posterior OC, corresponding to the optic canal was 0.93 ± 0.93 cm for 19-25 years, 0.85 ± 1.23 cm for 26-58 years and 0.83 ± 1.62 cm for over 59 years (Table 1).

Table I: Comparison of the means of the variables on the right side in relation to age groups.

		Right Side		
	Age	Mean	Standard deviation	p
Volume cm³	19 -25 years old	26,58	2,11	0,31
	26 - 58 years old	27,25	2,52	
	≥ a 59 years old	27,33	1,7	
L1 cm	19 -25 years old	5,39	0,46	0,24
	26 - 58 years old	5,30	0,73	
	≥ a 59 years old	5,01	0,74	
L2 cm	19 -25 years old	4,34	0,53	0,008
	26 - 58 years old	3,56	0,61	
	≥ a 59 years old	3,57	0,66	
D1 cm	19 -25 years old	4,34	0,43	0,01
	26 - 58 years old	3,77	0,5	

D2 cm	≥ a 59 years old	3,72	0,37	0,23
	19 -25 years old	0,93	0,93	
	26 - 58 years old	0,85	1,23	
	≥ a 59 years old	0,83	1,62	

*p statistical significance equal to or less than 0,05.

Table 2 lists the mean volume, depths and diameter of the left OC with age group. There was no statistically significant difference in this comparison, although the individuals with greater volume were in the age group over 59 years old with 28.3 ± 4.71 , for the other groups it was observed $27.7 \pm 2.61 \text{ cm}^3$ for 19-25 years and $26.85 \pm 1.88 \text{ cm}^3$ for 26-58 years.

The upper depth had a mean of $5.33 \pm 0.69 \text{ cm}$ for 19-25 years old, $5.28 \pm 0.55 \text{ cm}$ for 26-58 years old and $5.07 \pm 0.6 \text{ cm}$ for over 59 years old. The lower depth was $4.11 \pm 0.52 \text{ cm}$ for 19-25 years old, $3.46 \pm 0.52 \text{ cm}$ for 26-58 years old and $3.59 \pm 1 \text{ cm}$ for over 59 years old. (Table 2).

The measurements for the anterior diameter were $4.05 \pm 0.45 \text{ cm}$ for 19-25 years old, $3.7 \pm 0.31 \text{ cm}$ for 26-58 years old and $3.93 \pm 0.54 \text{ cm}$ for over 59 years old and the posterior diameter was $0.88 \pm 1.16 \text{ cm}$ for 19-25 years old, $0.75 \pm 3.24 \text{ cm}$ for 26-58 years old and $0.76 \pm 3.03 \text{ cm}$ for over 59 years old (Table 2).

Table II: Comparison of the means of the variables on the left side in relation to age groups.

		Left Side		
	Age	Mean	Standard deviation	p
Volume cm³	19 -25 years old	27,7	2,61	0,45
	26 - 58 years old	26,85	1,88	
	≥ a 59 years old	28,3	4,71	
L1 cm	19 -25 years old	5,33	0,69	0,6
	26 - 58 years old	5,28	0,55	
	≥ a 59 years old	5,07	0,6	
L2 cm	19 -25 years old	4,11	0,52	0,69
	26 - 58 years old	3,46	0,52	
	≥ a 59 years old	3,59	1	

D1 cm	19 -25 years old	4,05	0,45	0,09
	26 - 58 years old	3,7	0,31	
	≥ a 59 years old	3,93	0,54	
D2 cm	19 -25 years old	0,88	1,16	0,91
	26 - 58 years old	0,75	3,24	
	≥ a 59 years old	0,76	3,03	

*p statistical significance equal to or less than 0,05.

In Figure 7, we can see a weak and negative correlation between the volume of the right OC and age, although the left OC was null correlated with age.

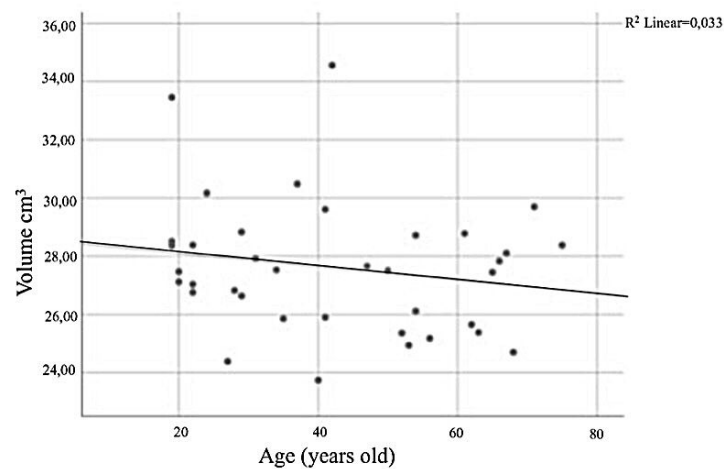


Figure 7: Scatter plot comparing the volume and age variables for both sides of the OC.

When evaluating the studied variables in the OC on the right side, it was observed that males had higher means for volume ($28.14 \pm 2.62 \text{ cm}^3$), L1 ($1.38 \pm 0.79 \text{ cm}$), L2 ($3.9 \pm 0.7 \text{ cm}$). As for the D1 variables, the means were equal for both sexes (3.9 cm), and for D2 the female sex had a higher mean ($0.87 \pm 0.96 \text{ cm}$) and the male sex had a lower mean ($0.86 \pm 1.57 \text{ cm}$). There was no statistical difference when comparing these variables with gender (Table 3).

Table III: Comparison of the means of the variables on the right side in relation to sex.

Gender	Right Side		
	Mean	Standart deviation	p

Volume cm³	Feminine	27,02	1,71	0,13
	Masculine	28,14	2,62	
L1 cm	Feminine	5,11	0,51	0,22
	Masculine	5,38	0,79	
L2 cm	Feminine	3,60	0,64	0,17
	Masculine	3,90	0,7	
D1 cm	Feminine	3,90	0,55	0,94
	Masculine	3,90	0,48	
D2 cm	Feminine	0,87	0,96	0,92
	Masculine	0,86	1,57	

*p statistical significance equal to or less than 0,05.

It was observed in the OC corresponding to the left side that males also had higher means for the same variables (Volume: 28.09 ± 3.54 ; L1: 5.26 ± 0.61 ; L2: 3.67 ± 0.68), however the female sex had a higher mean for all diameters evaluated (D1: 3.94 ± 0.47 cm and D2: 0.79 ± 2.89 cm). There was no statistical significance of the variables when compared to gender and the corresponding side of each OC (Table 4).

Table IV: Comparison of the means of the variables on the left side in relation to gender.

Left Side					
	Gender	Mean	Standart deviation	p (gender)	p (sides)
Volume cm³	Feminine	26,69	1,96	0,28	0,42
	Masculine	28,09	3,54		0,61
L1 cm	Feminine	5,21	0,58	0,81	0,37
	Masculine	5,26	0,61		0,46
L2 cm	Feminine	3,63	0,73	0,86	0,8
	Masculine	3,67	0,68		0,13
D1 cm	Feminine	3,94	0,47	0,19	0,84
	Masculine	3,75	0,37		0,11
D2 cm	Feminine	0,79	2,89	0,75	0,81
	Masculine	0,77	2,79		0,31

p (gender) statistical significance 0,05 for comparison between female and male sex;

p (side) 0,05 statistical significance for comparison between right and left sides;

No statistical difference was found between the two moments of sample analysis, showing that the method used in the Horos Project software is valid, safe and easy to be performed by the operator, as shown in table 5.

Table V: Comparison between OC volume by gender in two analyzes at different times.

		First moment (mean± standart deviation)	Second moment (mean± standart deviation)	p
Masculine	Right side	28,14 (2,62)	28,15 (2,57)	0,83
	Left side	28,09 (3,54)	28,09 (3,54)	0,06
Feminine	Right side	27,02 (1,71)	27,16 (1,67)	0,67
	Left side	26,69 (1,96)	26,69 (1,96)	0,33

*p statistical significance equal to or less than 0,05.

DISCUSSION

CBCT is one of the technologies that most characterizes advances in dentistry, facilitating and allowing accurate measurement of fundamental structures for better diagnosis, excellence in the planning and execution of treatment, as well as in the identification of bodies in forensic anthropology. This is due to computer software that process and reconstruct two-dimensional digital tomographic images into three-dimensional geometric models^{7, 14-15}.

It is known that its volumetric dimensions vary according to the individual's race, age and sex, which explains the results found in this study with a Brazilian sample ($27 \pm 1.71 \text{ cm}^3$ in women and $28 \pm 2.62 \text{ cm}^3$ in men) when compared to others performed of different nationalities: Japanese men ($23.6 \pm 2.0 \text{ cm}^3$) and women ($20.9 \pm 1.3 \text{ cm}^3$)¹⁶, and in Chinese from Hong Kong with $22.20 \pm 1.38 \text{ cm}^3$ for men, $19.81 \pm 2.23 \text{ cm}^3$ for women¹⁷. On the other hand, similar volumetry was found for men (26.02 cm^3) and women (23.32 cm^3) in Chinese¹⁸, Korean¹⁹ and Caucasian²⁰ races.

Information on the mean depth of OC can prevent damage to the optic nerve in orbital floor reconstruction surgeries. In this perspective, the lower depth of the right orbit was measured, reaching an average of $3.6 \pm 0.64 \text{ cm}$ for females and $3.9 \pm 0.70 \text{ cm}$ for males,

whereas for the left orbit it was seen 3.63 ± 0.73 cm for females and 3.67 ± 0.68 cm for males. Other authors also evaluated this dimension and found a mean of 4.962 cm, although they followed different anatomical points as a reference²¹⁻²⁵.

Comparing the results of the anterior diameter of the OC in this study (right side with 3.9 ± 0.55 cm for females and 3.9 ± 0.48 cm for males, left side with 3.94 ± 0.47 cm for the female sex and 3.75 ± 0.37 cm for male sex) was similar with the study by Gupta et al.¹⁸ (right side with 3.872 ± 1.72 cm and left side with 2.9 ± 1.87 cm), whose evaluation also took place with CBCT. Studies in dry skulls to assess this dimension were also found 3.752 ± 1.95 cm for the right side and 3.708 ± 1.96 cm for the left side²⁷. It is important to know that a discrepancy of 0.2 to 4% was seen by Cooper et al.²⁸, when they compared the dry skull volumetry method and CT.

Sexual dimorphism was proven in this and all studies found for the variables volume and depth¹⁶⁻²⁰. However, for the diameter measurement, in this study it was greater than or equal to women, a result similarly found by Yongrong et al.²⁹ in the dimensions of height and orbit length.

When comparing age with the variables in this study, no statistical significance was observed, although it was found that the volume increased with age, the right side showing 26.58 ± 2.11 for 29 -25 years old, 27.25 ± 2.52 for 26 - 58 years old and 27.33 ± 1.7 for $\geq$ to 59 years old, the left 27.7 ± 2.61 for 19 -25 years old, 26.85 ± 1.88 for 26 - 58 years old and $28, 3 \pm 4.71$ for $\geq$ to 59 years old. Corroborating Ugradar and Lambros³⁰ who found an average volume for females of 19.53 cm^3 for ages between 20 and 30 years and 20.39 cm^3 for ages between 60 and 75 years, while for males it was 22.7 cm^3 for ages between 20 and 30 years and 22.89 aged between 60 and 75 years.

It is believed that a standardized method can be relevant as a parameter in clinical studies with CBCT, in addition to being essential for diagnosis and treatment planning of complex anatomical structures, such as OC, and serve as more possibilities for identifying bodies in the area of forensic anthropology. Three-dimensional models can be used in cases of unilateral fractures to build a specific implant before surgery, as well as with diseases that changed the volume of the orbital cavity, requiring a personalized reconstruction^{11,23}.

This study demonstrates the reproducible orbit cavity measurement method, characterizing it as safe and easy to perform, adopting cephalometric points already known by clinicians and based on the literature, as well as the use of free software to be operated. In addition, the measurements of variables in CBCT in dry skulls demonstrate great similarity with those acquired in living patients. Although it is known that there are several methods for this measurement already described in the literature, there is still no consensus on its reliability for a literature review with meta-analysis^{11,31-33}.

CONCLUSION

The standardized method in this study through the Horos Project software is reproducible, safe and easy to be performed. The volume of the orbital cavity is greater in males and older individuals.

REFERENCES

1. Fan X, Zhou H, Lin M, et al. Late reconstruction of the complex orbital fractures with computer-aided design and computer-aided manufacturing technique. **J Craniofac Surg**; 2007,18:665–673.
2. Chen, C.T, Huang, F., Chen, Y.R. Management of Posttraumatic Enophthalmos. **Chang Gung Med J**; 2006, 29(3): 251-261.

3. Manchio JV, Sati S, Rosman DA, et al. Role of sagittal reformatted computed tomographic images in the evaluation of orbital floor fractures. **J Craniofac Surg**; 2010, 21(4):1153-1157.
4. Regensburg, N. I, Kok, P. H. B., Zonneveld, F. W. A new and validated CT-based method for the calculation of orbital soft tissue volumes. **Invest Ophthalmol Vis Sci**, 2008, 49 (5):1758–62.
5. Sangvichien S., Boonkaew K., Chuncharunee A., et al. Sex determination in Thai skulls by using craniometry: multiple logistic regression analysis. **Jpn J Appl Phys**. 2007;51(12):2407–2423.
6. Bagherpour A., Imanimoghaddam M., Bagherpour M. R., Einolghozati M. Dental age assessment among Iranian children aged 6–13 years using the Demirjian method. **Forensic Sci Int**. 2010; 197:121.e1–121.e4.
7. Yang W, Zhou M, Zhang P, Geng G, Liu X, Zhang H. Skull Sex Estimation Based on Wavelet Transform and Fourier Transform. **Biomed Res Int**. 2020, 11; 2020:8608209.
8. Amores-Ampuero A. Sexual dimorphism in base of skull. **Anthropol Anz**. 2017;74(1):9–14.
9. Katsumata A, Fujishita M, Maeda M, et al. 3D-CT evaluation of facial asymmetry. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 2005, 99: 212–220.
10. Lopes PM, Moreira CR, Perella A, et al. 3-D volume rendering maxillofacial analysis of angular measurements by multislice CT. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 2008, 105 (2) 224–230.
11. Mottini M, Wolf CA, Jafari SMS, et al. Stereographic measurement of orbital volume, a digital reproducible evaluation method. **Br J Ophthalmol**, 2017, 101: 1431–1435.

12. Vellone V, Costantini AM, Ramieri V, Alunni Fegatelli D, Galluccio G, Cascone P. Unilateral Condylar Hyperplasia: A Comparison With Two Open-Source Softwares. **J Craniofac Surg.** 2020; 31(2):475–9.
13. Deveci, M, Ozturk S, Senegezer M, et al. Measurement of orbital volume by a 3-dimensional software program: an experimental study. **J Oral Maxillofac Surg,** 2000, 58 (6): 645–648.
14. Wi JM, Sung KH, Chi M. 'Orbital volume restoration rate after orbital fracture'; a CT-based orbital volume measurement for evaluation of orbital wall reconstructive effect. **Eye,** 2017, 31(5):713-719.
15. Bontzos G, Papadaki E, Mazonakis M, et al. Quantification of effective orbital volume and its association with axial length of the eye. A 3D-MRI study. **Rom J Ophthalmol,** 2019, 63 (4): 360-366.
16. Furuta M. Measurement of orbital volume by computed tomography: especially on the growth of the orbit. **Jpn J Ophthalmol,** v. 45, n. 6, p. 600–606, 2001.
17. Cheng AC, Lucas PW, Yuen HK, et al. Surgical anatomy of the Chinese orbit. **Ophthal Plast Reconstr Surg,** 2008, 24:136-141.
18. Gupta V., et al. Computed tomography imaging-based normative orbital measurement in Indian population. **Indian J Ophthalmol,** 2019, 67(5): 659–663.
19. Ye J, Kook KH, Lee SY. Evaluation of computer-based volume measurement and porous polyethylene channel implants in reconstruction of large orbital wall fractures. **Invest Ophthalmol Vis Sci,** 2006, 47: 509–513.
20. Regensburg, N. I, Kok, P. H. B., Zonneveld, F. W. A new and validated CT-based method for the calculation of orbital soft tissue volumes. **Invest Ophthalmol Vis Sci** 2008, 49(5)1758–62.

21. KArampatakis V, Natsis K, Gigis P, et al. Orbital depth measurements of human skulls in relation to retrobulbar anesthesia. **Eur J Ophthalmol**, 1998, 8: 118–120.
22. DAnko I, Haug RH. An investigation of the safe distance for internal orbit dissection. **J Oral Maxillofac Surg**, 1998, 56: 749-752.
23. Karakas , P, Bozkir MG, Oguz O. Morphometric measurements from various reference points in the orbit of male Caucasians. **Surg Radiol Anat**, 2003, 24: 358–362.
24. Huanmanop T, Agthong S, Chentanez V. Surgical anatomy of fissures and foramina in the orbits of Thai adults. **J Med Assoc Thai**, 2007, 40: 2383–2391.
25. Nitek S, Wysocki J, Reymond J, et al. Correlations between selected parameters of the human skull and orbit. **Med Sci Monit**, 2009; 15:BR370–BR377.
26. Cheng AC, Lucas PW, Yuen HK, et al. Surgical anatomy of the Chinese orbit. **Ophthal Plast Reconstr Surg**, 2008, 24: 136-141.
27. Dhanwate AD, Gaikwad MD. Análise morfométrica de órbitas e crânios indianos e comparação com estudos internacionais. **Int J Anat Res**. 2016, 4: 2896-90.
28. Cooper WC. Um método para determinação do volume da órbita e seu conteúdo por tomografia axial de alta resolução e análise quantitativa de imagens digitais. **Trans Am Ophthalmol Soc**, 1985, 83: 546-609.
29. Yongrong JI, Qian Z, Dong Y, et al. Quantitative morphometry of the orbit in Chinese adults based on a three-dimensional reconstruction method. **J. Anat**. 2010, 217: 501–506.
30. Ugradar S, Lambros V. Orbital Volume Increases With Age: A Computed Tomography-Based Volumetric Study. **Ann Plast Surg**, 2019, 83(6):693-696.
31. Strong EB, Fuller SC, Chahal HS. Computer-aided analysis of orbital volume: a novel technique. **Ophthal Plast Reconstr Surg**, 2013, 29(1): 1–5.

32. Saiepour D, Messo E, Hedlund AJ, et al. Radiologic and long-term clinical outcome from treatment of isolated medial orbital wall blowout fractures. **J Craniofac Surg**, 2012, 23:1252–5.
33. Kwon J, Barrera JE, Most SP. Comparative computation of orbital volume from axial and coronal CT using three-dimensional image analysis. **Ophthal Plast Reconstr Surg**; 2010, 26:26–9.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O conhecimento das dimensões da CO pode auxiliar no diagnóstico de patologias e traumas, bem como no planejamento e execução de tratamento cirúrgicos dessa cavidade, assim como servindo como mais um resquício para estudo de identificação de corpos na área da antropologia forense (1-3, 12-13).

Para o estudo volumétrico e linear dessa estrutura recomenda-se o uso da TCFC, exame padrão ouro quando se objetiva precisão e segurança aos resultados. Por meio dele, um fatiamento da cavidade em seguida da sua reconstrução é realizado para formação de um modelo geométrico tridimensional através de um software de computador, o qual dispõe comandos para este fim. Diante disso, este estudo desenvolveu um método volumétrico e linear para análise da CO usando o software Horos Project (1, 32, 43).

O dimorfismo sexual foi visto para a dimensão volume da CO, corroborando com outros estudos já citados na literatura (11-12, 16, 21-22). Comparando esses mesmos estudos realizados com amostras de países diferentes (Japão, Hong Cong, China, Coreia, Caucásio) percebeu-se que essa variável também alterava em relação a raça.

A dimensão profundidade também foi menor em mulheres, entretanto isso não foi visto para o diâmetro, pois o resultado foi igual ou maior para este sexo. É importante inferir que todos os estudos citados usaram pontos de referências anatômicas diferentes para fazer suas análises, podendo explicar pequenas discrepâncias dos seus resultados com o desse presente trabalho (11-12, 14-16, 21-22, 44-45).

Analisando essas três dimensões da CO em relação a idade, foi verificado que apenas o volume aumentou para os sujeitos de mais idade. Informação também vista por Ugradar e Lambros (46).

Não houve significância estatística entre os dados analisados nos dois momentos distintos pelo o único examinador, podendo inferir que o método utilizado neste estudo através do software Horos Project é reproduzível com segurança.

4. CONCLUSÃO

O método padronizado neste estudo através do software Horos Project é reproduzível, seguro e fácil de ser executado. O volume da cavidade orbitária é maior no sexo masculino e em sujeitos de maiores idade.

REFERÊNCIAS*1

34. Perry M, Banks P, Richards R, Friedman EP, Shaw P. The use of computergenerated three-dimensional models in orbital reconstruction. **Br J Oral Maxillofac Surg**. 1998, 36: 275-28.
35. Fan X, Zhou H, Lin M, Fu Y, Li J. Late reconstruction of the complex orbital fractures with computer-aided design and computer-aided manufacturing technique. **J Craniofac Surg**, 2007, 18: 665-673.
36. Dolynchuk KN, Tadjalli HE, Manson PN. Orbital volumetric analysis: clinical application in orbitozygomatic complex injuries. **The Journal of Cranio-Maxillofacial Trauma**, 1996, 2(2):56–63.
37. Du Y, Lu B-Y, Chen J, He J-F. Measurement of the Orbital Soft Tissue Volume in Chinese Adults Based on Three-Dimensional CT Reconstruction. **Journal of Ophthalmology**, 2019: 5 pages.
38. Bains RA, Rubin PA. Blunt orbital trauma. **International Ophthalmology Clinics**, 1995, 35(1): 37-46.
39. Kolk A, Pautke C, Wiener E, Ploder O, Neff A. A novel high-resolution magnetic resonance imaging microscopy coil as an alternative to the multislice computed tomography in postoperative imaging of orbital fractures and computerbased volume measurement. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 2005, 63(4): 492-8.
40. Kozakiewicz M, Elgalal M, Loba P, Komunski P, Arkuszewski, Loba A-B, Stefanczyk L. Clinical application of 3D pre-bent titanium implants for orbital floor fractures. **J Craniomaxillofac Surg**, 2009, 37(4): 229-23.
41. Ploder O, Klug C, Voracek M, Burggasser G, Czerny C. Evaluation of computer-based area and volume measurement from coronal computed tomography scans in isolated blowout fractures of the orbital floor. **J Oral Maxillofac Surg**, 2002, 60: 1267-1272.

*De acordo com as normas do PPGO/UFPB, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors - Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

42. Wi JM, Sung KH, Chi M. Orbital volume restoration rate after orbital fracture'; a CT-based orbital volume measurement for evaluation of orbital wall reconstructive effect. **Eye**, 2017, 31: 713-719.
43. Cooper WC. Um método para determinação do volume da órbita e seu conteúdo por tomografia axial de alta resolução e análise quantitativa de imagens digitais. **Trans Am Ophthalmol Soc**, 1985, 83: 546-609.
44. Cheng AC, Lucas PW, Yuen HK, Dennis SCL, So K-F. Surgical anatomy of the Chinese orbit. **Ophthal Plast Reconstr Surg**, 2008, 24: 136-141.
45. Furuta M. Measurement of orbital volume by computed tomography: especially on the growth of the orbit. **Jpn J Ophthalmol**, 2001, 45(6): 600-606.
46. Scolozzi P, Jaques B. Computer-aided volume measurement of posttraumatic orbits reconstructed with AO titanium mesh plates: accuracy and reliability. **Ophthal Plast Reconstr Surg**, 2008, 24(5): 383-389.
47. Yongrong JI, Qian Z, Dong Y, Zhou H, Fan X. Quantitative morphometry of the orbit in Chinese adults based on a three-dimensional reconstruction method. **J Anat**. 2010, 217: 501–506.
48. Sozzi D, Gibelli D, Canzi G, Tagliaferri A, Monticelli L, Capella A, Bozzetti A, Sforza C. Assessing the precision of posttraumatic orbital reconstruction through “mirror” orbital superimposition: A novel approach for testing the anatomical accuracy. **J of Craniomaxillofac Surg**, 2018, 46(8): 1-5.
49. Gupta V, Prabhakar A, Mukesh Y, Niranjana K. Computed tomography imaging-based normative orbital measurement in Indian population. **Indian J Ophthalmol**, 2019, 67 (5): 659-663.
50. Bahn RS. Graves' ophthalmopathy. **N Engl J Med**, 2010, 362(8): 726-38.
51. Wiersinga WM. Autoimmunity in Graves' ophthalmopathy: the result of an unfortunate marriage between TSH receptors and IGF-1 receptors? **J Clin Endocrinol and Metab**, 2011, 96(8): 2386-94.
52. Katsumata A, Fujishita M, Maeda M, Aiji Y, Aiji E, Langlais RP. 3D-CT evaluation of facial asymmetry. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 2005, 99: 212-220.

53. Chau A, Fung K, Yip L, Yap M. Orbital development in Hong Kong Chinese subjects. **Ophthalmic Physiol Opt**, 2004, 24: 436-439.
54. Ye J, Kook KH, Lee SY. Evaluation of computer-based volume measurement and porous polyethylene channel implants in reconstruction of large orbital wall fractures. **Invest Ophthalmol Vis Sci**, 2006, 47: 509-513.
55. Regensburg NI, Kok PHB, Zonneveld FW. A new and validated CT-based method for the calculation of orbital soft tissue volumes. **Invest Ophthalmol Vis Sci**, 2008, 49(5):1758-62.
56. Yang W, Zhou M, Zhang P, Geng G, Liu X, Zhang H. Skull Sex Estimation Based on Wavelet Transform and Fourier Transform. **Biomed Res Int**. 2020 Jan 11; 2020:8608209.
57. Fernandes LCC, Rabello PM, Santiago BM, Carvalho MVD, Sena-Júnior MR, Soriano EP, Daruge-Júnior ED. Craniometric study of the Orbital Index in brazilian skulls. **Rev Gaúch. Odontol**. 2021, 69:e2021013.
58. Schmeling A., Geserick G., Reisinger W., Olze A. Age estimation. **Forensic Sci Int**. 2007;165(2-3):178-181.
59. Sangvichien S, Boonkaew K, Chuncharunee A, Komoltri C, Piyawinitwong S, Wongsawut A. Sex determination in Thai skulls by using craniometry: multiple logistic regression analysis. **Jpn J Appl Phys**. 2007;51(12):2407-2423.
60. Bagherpour A, Imanimoghaddam M, Bagherpour MR, Einolghozati M. Dental age assessment among Iranian children aged 6–13 years using the Demirjian method. **Forensic Sci Int**. 2010; 197:121.e1–121.e4.
61. Iscan MY. Forensic anthropology of sex and body size. **Forensic Sci Int**. 2005;147(2):107–112.
62. Robinson MS, Bidmos MA. The skull and humerus in the determination of sex: reliability of discriminant function equations. **Forensic Sci Int**. 2009; 186:86.e1–86.e5.
63. Ramsthaler F, Kettner M, Gehl A, Verhoff MA. Digital forensic osteology: morphological sexing of skeletal remains using volume-rendered cranial CT scans. **Forensic Sci Int**. 2010;195(1–3):148–152.

64. Daya L, Spocter MA, Bidmos M A. An assessment of sex using the skull of black South Africans by discriminant function analysis. **HOMO J Comp Hum Biol.** 2008;59(1):209–221.
65. Ampuero AA. Sexual dimorphism in base of skull. **Anthropol Anz.** 2017; 74(1): 9-14.
66. Lopes PM, Moreira CR, Perella A, Antunes JL, Cavalcanti MGP. 3-D volume rendering maxillofacial analysis of angular measurements by multislice CT. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 2008, 105(2): 224–230.
67. Park SH, YU HS, Kim KD, et al. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, 2006, 129(600):.e23–34.
68. Acer N, Sahin B, Ergur H, Basaloglu H, Ceri NG. Stereological estimation of the orbital volume: a criterion standard study. **J Craniofac Surg**, 2009, 20: 921–925.
69. Gayat T. Eassais de Mensuration de L'Orbite. **Ann d'Ocul**, 1973, 70: 1–10.
70. Parsons GS, Mathog RH. Relações de parede orbital e volume. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, 1988,114(7): 743-747.
71. P'an TH. Medição da órbita chinesa. **J Anat**, v. 67, n. 4, p. 596–598, 1933.
72. Forbes G, Gehring DG, Gorman CA, Brennan MD, Jackson IT. T. Volume measurements of normal orbital structures by computed tomographic analysis. **AJR Am J Roentgenol**, 1985, 145(1): 149–154.
73. Mottini M, Wolf CA, Jafari SMS, Katsoulis K, Schaller B. Stereographic measurement of orbital volume, a digital reproducible evaluation method. **Br J Ophthalmol**, 2017, 101: 1431–1435.
74. Laine FJ, Conway WF, Laskin DM. Radiology of maxillofacial trauma. **Curr Probl Diagn Radiol**, 1993, 22, (4): 145-188.
75. Lee HJ, Jilani M, Frohman L, Baker S. CT of orbital trauma. **Emerg Radiol**, 2004, 10(4): 168-172.
76. Deveci M, Ozturk S, Senegazer M, Pabuscu Y. Measurement of orbital volume by a 3-dimensional software program: an experimental study. **J Oral Maxillofac Surg**, 2000, 58(6): 645-648.

77. Nitek S, Wysocki J, Reymond J, Piasecki K. Correlations between selected parameters of the human skull and orbit. **Med Sci Monit**, 2009; 15:BR370–BR377.
78. Dhanwate AD, Gaikwad MD. Análise morfométrica de órbita em crânios indianos e comparação com estudos internacionais. **Int J Anat Res**. 2016, 4: 2896-90.
79. Ugradar S, Lambros V. Orbital Volume Increases With Age: A Computed Tomography-Based Volumetric Study. **Ann Plast Surg**, 2019, 83(6):693-696.

ANEXOS

ANEXO A: TERMO DE ANUENCIA

TERMO DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins que a clínica de Diagnóstico por imagem Magnetomed Facial está de acordo com a execução do projeto de pesquisa intitulada "**AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA DA ÓRBITA POR MEIO DE TOMOGRAFIA COPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO: VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO EM SOFTWARE DE CÓDIGO ABERTO**", sob a coordenação e a responsabilidade do Prof. Dr. Eduardo Dias Ribeiro (Departamento de Cirurgia Buco-maxilofacial da Universidade Federal da Paraíba) e que receberá cooperação de execução de Jaqueline Oliveira Barreto, vinculada ao Programa de Pós-Graduação de Odontologia da Universidade Federal da Paraíba.

João Pessoa-PB, 24/ 03 /2021



Artemisa Fernanda Moura Ferreira – CRO PB: 4765
Radiologista

ANEXO B: JUSTIFICATIVA DO NÃO USO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ANEXOO III

JUSTIFICATIVA DE NÃO USO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DA PESQUISA: AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA DA ÓRBITA POR MEIO DE TOMOGRAFIA COPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO: VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO EM *SOFTWARE* DE CÓDIGO ABERTO

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: JAQUELINE OLIVEIRA BARRETO

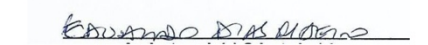
PESQUISADOR COORDENADOR: EDUARDO DIAS RIBEIRO

Venho por meio deste, justificar ao Comitê de ética em Pesquisa da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, que nesta pesquisa não será utilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, uma vez que, para preservação do sigilo profissional e proteção da identidade dos pacientes, na coleta de dados os pesquisadores não terão acesso a quaisquer informações que possam identificar os mesmos. Serão fornecidos pela clínica apenas os dados de interesse deste estudo, que são as imagens radiográficas em três cortes de tomografias computadorizadas, além da idade e sexo do paciente a execução do estudo e o acesso ao arquivo da instituição foi autorizado pelo o responsável técnico da Clínica Radiológica de Diagnóstico por Imagem Magnetom, o qual responde pela guarda de tais dados, conforme a assinatura do Termo de anuência.

João Pessoa-PB, 20 de Março de 2021

Atenciosamente:


Assinatura do pesquisador responsável


Assinatura do coordenador da pesquisa

ANEXO C: PARECER SUBSTANCIAL DO COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA DA ÓRBITA POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO: VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO EM SOFTWARE DE CÓDIGO ABERTO

Pesquisador: JAQUELINE OLIVEIRA BARRETO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 40694420.7.0000.5188

Instituição Proponente: Centro De Ciências da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.672.432

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa em nível de mestrado em Odontologia - UFPB e sob orientação do Prof. Eduardo Dias Ribeiro e Prof. Marcelo Sales. A área temática é radiologia, imagiologia e o objeto de estudo é o desenvolvimento e a validação de método de avaliação volumetria e linear da órbita por meio da TCFC - TOMOGRAFIA

COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO. Trata-se de um estudo transversal, observacional que irá avaliar de 253 órbitas de imagens obtidas de pacientes de uma clínica particular da capital paraibana.

Basicamente o projeto se constitui na formação de uma banco de dados de imagens e o posterior tratamento e análise por meio de software livre. Diversos parâmetros a serem analisados poderão indicar se vai haver uma adequada avaliação volumétrica e linear de órbita desses participantes. Os autores declaram sigilo dos participantes. Houve solicitação de dispensa de TCLE.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo primário da pesquisa é desenvolver e validar um método de avaliação volumétrica e linear da órbita por meio da TCFC através de um software de código aberto. Os objetivos secundários são: Desenvolver/validar o método de volumetria da orbita;Avaliar as medidas volumétricas e lineares da órbita;Avaliar a assimetria de

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB



Continuação do Parecer: 4.672.432

volumétrica da órbita em um mesmo sujeito; Comparar a volumetria da órbita entre o sexo feminino e masculino; Comparar a volumetria da órbita entre faixas etárias.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os proponentes os riscos mínimos previsíveis serão controlados: Os riscos que os voluntários estão sujeitos são danos psicológicos por exposição da imagem e de informações pessoais. Todavia, todos os dados serão coletados de forma a não haver identificação do participante através de uma ferramenta dentro do próprio software que remove essas informações, mantendo suas informações em sigilo. Todos os pacientes incluídos na pesquisa serão sujeitos que procuraram a clínica de radiologia Magnetom com solicitação de TCFC por alguma indicação odontológica ou médica, logo não sendo submetidos a radiação emitida por esse tipo de exame apenas a caráter desta pesquisa.

Os benefícios serão indiretos com maior conhecimento e possibilidade de uso de metodologias para avaliação anatômica da órbita de indivíduos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de pesquisa transversal que faz uso de imagens de TCFC já coletadas e disponíveis em uma clínica particular da cidade de João Pessoa. O cálculo amostral é compatível com os objetivos da pesquisa e a pesquisa se mostra saudável em termos de metodologia proposta. Os autores relatam estratégias importantes para garantia de sigilo dos participantes. Por fim o delineamento da pesquisa está claro, objetivo e bem descrito.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos e documentos obrigatórios apresentados

Recomendações:

Os autores devem atentar que há um erro de digitação que acompanha diversos documentos:

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA (e não computadorizada).

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não se observa óbices éticos nessa proposta de pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa. Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UEPB**



Continuação do Parecer: 4.672.432

Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1673575.pdf	07/04/2021 09:45:23		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PP.docx	07/04/2021 09:45:00	JAQUELINE OLIVEIRA BARRETO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TAA.docx	07/04/2021 09:41:58	JAQUELINE OLIVEIRA BARRETO	Aceito
Cronograma	C.docx	07/04/2021 09:41:40	JAQUELINE OLIVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	JTCLE.docx	13/01/2021 10:25:21	JAQUELINE OLIVEIRA BARRETO	Aceito
Folha de Rosto	fr.pdf	03/12/2020 15:09:32	JAQUELINE OLIVEIRA	Aceito
Orçamento	O.pdf	30/11/2020 11:07:48	JAQUELINE OLIVEIRA	Aceito
Cronograma	C.pdf	30/11/2020 11:07:35	JAQUELINE OLIVEIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB



Continuação do Parecer: 4.672.432

JOAO PESSOA, 27 de Abril de 2021

Assinado por:

Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

Página 04 de 04