



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA E SAÚDE**

**ANNE MARIA GUIMARÃES LESSA**

**ESTUDO ANATOMO-TOMOGRÁFICO DO SEIO MAXILAR:  
QUAIS CARACTERÍSTICAS PODEM INFLUENCIAR NO  
SEU VOLUME?**

Salvador

2022

**ANNE MARIA GUIMARÃES LESSA**

**ESTUDO ANATOMO-TOMOGRÁFICO DO SEIO MAXILAR:  
QUAIS CARACTERÍSTICAS PODEM INFLUENCIAR NO  
SEU VOLUME?**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia e Saúde da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Doutora em Odontologia e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Sampaio Neves

Salvador

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

L638 Lessa, Anne Maria Guimarães

Estudo anátomo-tomográfico do seio maxilar: quais características podem influenciar no seu volume?/Anne Maria Guimarães Lessa. – Salvador, 2022.  
44 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Sampaio Neves.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Odontologia/Programa de Pós-Graduação em Odontologia e Saúde, 2022.

Inclui referências e anexo.

1. Tomografia computadorizada multidetectores. 2. Tomografia. 3. Seio maxilar. 4. Anatomia. I. Neves, Frederico Sampaio. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDU 616.314

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA E SAÚDE**

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**C.D. ANNE MARIA GUIMARÃES LESSA**

**“ESTUDO ANATOMO-TOMOGRÁFICO DO SEIO MAXILAR:  
QUAIS CARACTERÍSTICAS PODEM INFLUENCIAR NO SEU  
VOLUME?”**

**BANCA EXAMINADORA:**

*Frederico Sampaio Neves*

---

**Prof. Dr. Frederico Sampaio Neves (Orientador)**

Professor da Universidade Federal da Bahia – Faculdade de Odontologia

*Iêda Margarida Crusoé Rocha Rebello*

---

**Profa. Dra. Iêda Margarida Crusoé Rocha Rebello (Examinador Interno)**

Professora da Universidade Federal da Bahia – Faculdade de Odontologia

*André Ferreira Leite*

---

**Prof. Dr. André Ferreira Leite (Examinador Externo)**

Professor da Universidade de Brasília

*Fabio Wildson Gurgel*

---

**Prof. Dr. Fabio Wildson Gurgel (Examinador Externo)**

Professora da Universidade Federal do Ceará

*Karla Rovares*

---

**Profa. Dra. Karla Rovares (Examinador Externo)**

Professora da Universidade Federal do Piauí

Dedico este trabalho aos meus pais, Antônio e Alice, por serem meus maiores incentivadores e por nunca deixarem faltar amor em nossa família.

## AGRADECIMENTOS

Um ciclo muito importante está se encerrando e com eles trago recordações e pessoas muito especiais.

Primeiramente, agradeço a **Deus** pelo dom de exercer a Odontologia e de ter me permitido alçar voos além do que eu imaginava um dia.

A meus **pais, Antônio e Alice**, por serem meu porto seguro e minha fortaleza nos momentos difíceis que passamos ao longo desses anos. Dedico a vocês a finalização desta etapa tão importante e sonhada por nós. Isso só foi possível por vocês existirem na minha vida. Obrigada por abrirem mão de muitas coisas para realizar o sonho das suas quatro filhas. Tenho muito orgulho de ser filha de dois professores que se dedicaram a ensinar e educar seus alunos e filhas com tanto amor. Esse título de doutorado é de vocês!

A minhas irmãs, **Licemary, Ângela e Glória**, por serem minhas melhores amigas e companheiras de vida. Apesar da distância física sempre continuamos muito próximas, unidas e sempre prontas a ouvir e ajudar uma à outra.

A meu sobrinho, **Lucca**, que acabou de aprender a ler e vai saber do amor e o tamanho da saudade que sinto dele.

A meus cunhados, **Fernando e João**, pelos conselhos e pela compreensão nos momentos que mais precisei de vocês e das minhas irmãs.

A meus tios e tias, primos e primas, pela torcida em cada realização da minha vida profissional, acadêmica e pessoal.

A meu orientador, **Professor Frederico Sampaio**, Fred ou Fredinho, agradeço por ser mais que um mestre, mentor, professor, pesquisador e amigo. Sem você nada disso seria possível. Não é por acaso que conhecemos pessoas ao longo da vida e você foi um ser iluminado que sempre soube me acalantar nos momentos mais difíceis que passei nos últimos anos. Você foi um presente na minha vida acadêmica e sou muito grata por tudo! Obrigada por tornar essa fase mais leve e pelas palavras de incentivo e carinho.

A nossa equipe de pesquisa, **Vitor, Roberta e Alana**, por terem compartilhado este trabalho e feito parte da construção de um projeto enriquecedor. Muito obrigada pela disponibilidade em sempre me ajudar!

A todos os **professores do Programa de Pós Graduação em Odontologia e Saúde da Faculdade de Odontologia da UFBA**, por contribuírem na minha formação desde a graduação e que se encerra nessa conclusão do doutorado. Obrigada pela dedicação ao programa e por nos transformarem em profissionais de qualidade. Em especial, agradeço à **Professora Clarissa Gurgel** por todo incentivo desde a graduação, por meus anos de Iniciação Científica, até o doutorado, pois sempre me acolheu de braços abertos na equipe.

A meus colegas de turma da pós-graduação, por compartilharem os conhecimentos, experiências e anseios ao longo desses anos. Em especial, à **Naiadja**, por ter sido uma amiga e parceira mesmo que longe uma da outra. Obrigada por me ouvir nos momentos de maior dificuldade.

À **Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia**, em especial à **Professora Patrícia Cury**, pela dedicação a este programa.

Às amigas que o mestrado me deu, **Daniele, Lívia, Luciana e Mônica**, agradeço por estarem presentes na minha vida, pois mesmo com a distância sempre estiveram ao meu lado, me ouvindo e me apoiando nas decisões. Vocês fazem parte dessa conquista.

A minha banca de defesa, **Professora Iêda Crusoé-Rebello, Professor André Ferreira Leite, Professor Fabio Wildson Gurgel e Professora Karla Rovares**, por dedicarem seu tempo para avaliação deste trabalho e por fazerem parte desse momento tão especial.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização e conclusão de mais uma etapa tão desejada.

Assim nos encontramos  
Eternos aprendizes  
Nas ideias, nas escritas  
Nas construções que edificamos  
Estaremos sempre aprendendo  
Traçando os caminhos  
Que nem sempre serão percorridos  
Pois sempre surgirão novas estradas  
Encontros inusitados  
E novos aprendizados  
(Licemary Lessa, 2022)



## RESUMO

**Introdução:** O conhecimento da anatomia do seio maxilar é valioso para prevenir possíveis complicações nas diversas especialidades odontológicas, especialmente na Cirurgia e Traumatologia Bucocomaxilofacial, Implantodontia, Ortodontia e Endodontia. **Objetivo:** Investigar se existe uma relação entre o volume do seio maxilar e parâmetros individuais tais como gênero, lado, ausência de dentes posteriores, espessamento da membrana sinusal, septos ósseos, bem como padrões esqueléticos verticais e sagitais. **Métodos:** O volume tomográfico do seio maxilar de 211 indivíduos (422 lados) foi avaliado utilizando o *Horos DICOM Viewer Software*. Os septos ósseos e o espessamento das membranas sinusais foram classificados como ausentes ou presentes. Ao mesmo tempo, foi considerada a perda de um ou mais dentes na região posterior da maxila (exceto para os terceiros molares). O teste t foi aplicado para analisar o volume do seio maxilar de acordo com o gênero, idade, lado, ausência de dentes posteriores, espessamento da membrana sinusal e septos ósseos. Foi aplicado o teste post-hoc de Tukey para comparar padrões sagitais e verticais. O coeficiente de correlação de Pearson foi também utilizado para verificar a correlação entre o volume do seio maxilar, a idade e os padrões esqueléticos. **Resultados:** Relativamente ao padrão esquelético sagital, foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre as Classes II e III ( $p=0,05$ ) e confirmada pelo coeficiente de correlação de Pearson ( $r=-0,107/p=0,029$ ). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o volume do seio maxilar de acordo com o gênero ( $p=0,06$ ), lado ( $p=0,37$ ), ausência de dentes posteriores ( $p=0,92$ ), espessamento da membrana sinusal ( $p=0,47$ ), septos ósseos ( $p=0,89$ ) e padrão esquelético vertical ( $p=0,67$ ). Não foram observadas correlações estatisticamente significativas com a idade ( $r=-0,076/p=0,109$ ) e o padrão esquelético vertical ( $r=-0,078/p=0,108$ ). **Conclusão:** O volume do seio maxilar foi influenciado pelo padrão esquelético sagital e foi mais elevado em indivíduos da Classe III.

**Palavras-chave:** tomografia computadorizada multidetectores; tomografia; seio maxilar; anatomia.

## ***ABSTRACT***

**Introduction:** The knowledge of the anatomy of maxillary sinus is valuable to prevent possible complications in various dental specialties, especially in oral-maxillofacial surgery, implantodontics, orthodontics and endodontics. **Purpose:** To investigate whether there is a relationship between the volume of the maxillary sinus and individual parameters such as gender, side, posterior tooth absence, sinus membrane thickening, bony septa, vertical and sagittal skeletal patterns. **Methods:** The tomographic volume of the maxillary sinus from 211 individuals (422 sides) was evaluated using Horos DICOM Viewer Software. Bony septa and sinus membrane thickening were classified as absent or present. At the same time, loss of one or more teeth in the posterior region of the maxilla (except for the third molars) was considered. The t-test was applied to analyze maxillary sinus volume according to gender, age, side, posterior tooth absence, sinus membrane thickening and bony septa. A one-way analysis of variance (ANOVA) with Tukey's post-hoc test was applied to compare sagittal and vertical patterns. Pearson's correlation coefficient was also used to verify the correlation between maxillary sinus volume, age and skeletal patterns. **Results:** Concerning the sagittal skeletal pattern, a statistically significant difference was observed between Classes II and III ( $p=0.05$ ) and it was confirmed by the Pearson's correlation coefficient ( $r=-0.107/p=0.029$ ). No statistically significant differences were observed between the maxillary sinus volume according to gender ( $p=0.06$ ), side ( $p=0.37$ ), posterior tooth absence ( $p=0.92$ ), sinus membrane thickening ( $p=0.47$ ), bony septa ( $p=0.89$ ) and vertical skeletal pattern ( $p=0.67$ ). No statistically significant correlation was observed with age ( $r=-0.076/p=0.109$ ) and the vertical skeletal pattern ( $r=-0.078/p=0.108$ ). **Conclusion:** Maxillary sinus volume was influenced by the sagittal skeletal pattern and was higher in Class III individuals.

**Keywords:** multidetector computed tomography; tomography; maxillary sinus; anatomy.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Reconstrução coronal mostrando o "polígono fechado" no programa <i>Horos DICOM Viewer</i> .	<b>27</b>
<b>Figura 2</b>	Delimitação do seio maxilar esquerdo em corte coronal de TCMD	<b>28</b>
<b>Figura 3</b>	Reconstrução 3D final mostrando o volume do seio maxilar delimitado no corte coronal da TCMD.	<b>28</b>
<b>Figura 4</b>	Determinação do ângulo ANB para análise de padrão esquelético sagital	<b>29</b>
<b>Figura 5</b>	Determinação do ângulo SN GoGn para análise de padrão esquelético vertical	<b>29</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Média e desvio-padrão (cm <sup>3</sup> ) do volume do seio maxilar associado a gênero, lado, ausência dentária posterior, espessamento mucoso, septo sinusal e padrão esquelético vertical e sagital.	<b>31</b>
<b>Tabela 2</b>	Correlação entre volume do seio maxilar com idade, ângulos ANB e SN.GOGn.	<b>32</b>

## LISTA DE ABREVIATURA OU SIGLAS

<b>3D</b>	Tridimensional
<b>ANB</b>	Ângulo definido por três pontos: ponto A, násio (N) e ponto B
<b>CBCT</b>	<i>Cone beam computed tomography</i>
<b>cm</b>	Centímetros
<b>cm<sup>3</sup></b>	Centímetros cúbicos
<b>FOV</b>	Campo de visão ( <i>Field of view</i> )
<b>ICC</b>	<i>Intraclass correlation coefficient (ICC)</i>
<b>KVp</b>	Quilovoltagem
<b>mA</b>	Miliamperagem
<b>MDCT</b>	<i>Multidetector computed tomography or multidetector CT</i>
<b>mm</b>	Milímetros
<b>SN GoGn</b>	Ângulo SN.GoGn: formado pelas linhas que unem os pontos Sela-Násio aos Gônio-Gnátio
<b>SM</b>	Seio maxilar
<b>TC</b>	Tomografia Computadorizada
<b>TCFC</b>	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
<b>TCMD</b>	Tomografia Computadorizada Multidetectores
<b>UFBA</b>	Universidade Federal da Bahia
<b>USA</b>	Estados Unidos da América
<b>Voxel</b>	Elemento de volume

## **APRESENTAÇÃO**

Optou-se em apresentar esta tese de doutorado sob a forma de 1 artigo científico, já aceito e publicado no dia 07 de dezembro na revista “*Surgical and Radiologic Anatomy*”. Este trabalho aborda a avaliação por tomografia computadorizada multidetectores das variações anatômicas do seio maxilar segundo diferentes idades, gêneros, padrões faciais, lados e com análise da presença de perda dentária posterior, espessamento mucoso e septos sinusais.

# SUMÁRIO

## **1. REVISÃO DE LITERATURA**

1.1	Seios paranasais	15
1.2	Anatomia do seio maxilar	15
1.2.1	Embriologia	16
1.2.2	Estrutura	17
1.2.3	Septos sinusais	18
1.2.4	Membrana sinusal	20
1.2.5	Tamanho	20
1.2.6	Exames de imagem na avaliação do Seio Maxilar	21

## **2. ARTIGO**

2.1	Introdução	25
2.2	Material e métodos	26
2.3	Resultados	30
2.4	Discussão	32
2.5	Conclusão	35

<b>REFERÊNCIAS</b>	36
--------------------	----

<b>ANEXO 1. Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa</b>	46
--	----

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 *Seios Paranasais*

Os seios paranasais desenvolvem-se no interior dos ossos do crânio e são espaços de mucosa cheios de ar e que se comunicam com a cavidade nasal. Existem quatro pares de seios paranasais: o maxilar, o etmoidal, o frontal e o esfenoidal. O nariz e os seios paranasais são parte integrante do trato respiratório, junto com a árvore traqueobrônquica e os pulmões. Partilhando os sistemas homeostático e imune em todo o trato respiratório superior e inferior, estas estruturas constituem a base do conceito de vias aéreas unificadas. Os seios são caracterizados como filtros especializados de epitélio, que aquecem e umidificam o ar inspirado em preparação para uma troca de oxigênio e dióxido de carbono nos pulmões (KROUSE *et al.*, 2012). Doenças e tratamentos na parte superior do trato respiratório afetam o trato respiratório inferior e vice-versa, por isso há uma forte ligação entre a asma e a sinusite crônica, sendo este o principal exemplo (WHYTE *et al.*, 2019).

### 1.2 *Anatomia do Seio Maxilar*

O seio maxilar (SM) localiza-se no interior do corpo de cada maxila e representa o maior e primeiro a se desenvolver entre os seios paranasais (DUERINCKX *et al.*, 1991; ROSSI, 2017; WHYTE *et al.*, 2019). Foi um dos primeiros seios paranasais identificados pelos antigos egípcios, sendo bem estudado, especialmente por sua estrutura, anatomia vascular e relação com os dentes superiores (MAVRODI *et al.*, 2013). Os SM foram ilustrados pela primeira vez e descritos por Leonardo da Vinci em 1489 e, posteriormente, documentado pelo anatomista inglês Nathaniel Highmore em 1651 (WHYTE *et al.*, 2019). O formato do seio é caracterizado como uma cavidade oval com paredes lisas (STANDRING, 2015) e comunica-se com a cavidade nasal por uma pequena abertura, o óstio do seio maxilar, que se abre no meato nasal médio. Essa abertura se situa em um nível muito alto do seio, o que dificulta a drenagem de secreções para a cavidade nasal quando ocorrem processos inflamatórios. Esse seio pode conter septos incompletos, de alturas variadas ou até, mais raramente, septos completos que dividem o seio em várias cavidades. Esses septos podem promover a estagnação de secreções inflamatórias, dificultando sua drenagem e podem, também, interferir na manipulação cirúrgica do seio maxilar, como, por exemplo, na remoção de raízes dentais que acidentalmente adentrem o seio ou nos enxertos



de seio maxilar (ROSSI, 2017). Compreender o papel do SM em saúde e doença requer um conhecimento profundo da fisiologia e desenvolvimento das vias respiratórias superiores, da anatomia clínica e imaginológica do SM, especialmente a sua relação com a dentição, nariz, os seios etmoidais e frontais (WHYTE *et al.*, 2019).

O conhecimento da anatomia do SM é valioso não somente para prevenir possíveis complicações na Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, mas também na avaliação pré-operatória do tratamento com implantes dentários, extração dentária, estimativa do tamanho do enxerto necessário para um levantamento de seio, tratamento com mini-implantes ortodônticos e procedimentos endodônticos (ESTRELA *et al.*, 2014; WEISS *et al.*, 2019; LAVASANI *et al.*, 2016). Quando há necessidade de tratamento apical, terapia endodôntica ou procedimentos cirúrgicos, é requerida cautela para evitar complicações pós-operatórias, das quais a mais prevalente é a perfuração do SM, numa taxa que varia de 10% a 60% (NIMIGEAN *et al.*, 2008; MARIN *et al.*, 2018). Para além da Odontologia, em medicina forense, o SM pode ser utilizado para estimativa do gênero nos casos em que o corpo inteiro não pode ser encontrado (TEKE *et al.*, 2007; BÜYÜKKURT *et al.*, 2010; PHOTHIKHUN *et al.*, 2012; FAVATO *et al.*, 2015; AKTUNA BELGIN *et al.*, 2019).

### **1.2.1 Embriologia**

O desenvolvimento do SM foi documentado já na 10<sup>a</sup> semana do período pré-natal (SPAETH *et al.*, 1997), contudo, é após o nascimento que ocorre a maior parte do crescimento (LORKIEWICZ-MUSZYNSKA *et al.*, 2015). A mucosa localizada na extremidade anterior mais profunda do infundíbulo etmoidal apresenta invaginações em direção ao mesênquima circundante (NUÑEZ-CASTRUITA *et al.*, 2012). Essas invaginações se fundem durante a 11<sup>a</sup> semana de desenvolvimento, dando origem a uma única cavidade que representa o primórdio do SM (STANDRING, 2015). O rápido crescimento do SM tem sido observado durante dois períodos de desenvolvimento: de 17<sup>a</sup> à 20<sup>a</sup> semana e da 25<sup>a</sup> à 28<sup>a</sup> semana. A ossificação do seio começa durante a 16<sup>a</sup> semana de desenvolvimento, começando pela parede lateral do seio e espalhando-se para a parede anterior por volta da 20<sup>a</sup> semana e para a parede posterior na 21<sup>a</sup> semana. A parede medial mostra sinais de ossificação na 37<sup>a</sup> semana de desenvolvimento (STANDRING, 2015).

Ao nascimento, o seio rudimentar é de 6-8 cm<sup>3</sup> de volume, com a sua dimensão máxima na direção anteroposterior. O SM prolonga-se mais tarde, ultrapassando o canal

infraorbitário aos quatro anos de idade, até atingir o osso maxilar aos nove anos de idade. Geralmente, o crescimento inferior também atinge o palato duro aos nove anos de idade, embora o tempo destas várias fases de desenvolvimento seja variável. O crescimento subsequente provém da pneumatização do processo alveolar da maxila após os dentes permanentes irromperem. Esta fase final de pneumatização move o assoalho do SM de 4 a 5 mm abaixo do nível do assoalho da cavidade nasal. A assimetria no tamanho e forma do SM é comum e a hipoplasia é unilateral em 7% e bilateral em 2% dos adultos (SCUDERI *et al.*, 1993).

O assoalho do seio está relacionado às raízes dentárias, especialmente às raízes vestibulares, dos primeiros pré-molares aos quatro anos e os segundos molares aos cinco anos, podendo estender-se aos terceiros molares e, às vezes, aos caninos (LANG *et al.*, 1989; STANDRING *et al.*, 2015). A extensão sinusal mais encontrada é em direção ao processo alveolar da maxila, tangente e penetrante ao segundo molar (NIMIGEAN *et al.*, 2008). A pneumatização fisiológica dos SM ocorre durante o desenvolvimento do feto intrauterino, mas também pode ocorrer após extrações dentárias, principalmente na região posterior de maxila, pois a ausência dentária aumenta a atividade osteoclástica, resultando em reabsorção óssea alveolar (GULEC *et al.*, 2015; TALO YILDIRIM *et al.*, 2017). Além disso, o SM tende a sofrer atrofia com o envelhecimento (IOANNIDOU e DEAN, 2000).

### **1.2.2 Estrutura**

As paredes que delimitam o seio maxilar são: parede anterior, posterior, medial, superior e inferior. A parede anterior está voltada para a face e é por onde se faz a abordagem cirúrgica do seio maxilar. A parede posterior é delimitada pela face posterior da maxila e é voltada para a fossa infratemporal. Por isso, fratura de tuberosidade da maxila, que está na sua face posterior, pode causar exposição do seio maxilar. A parede medial está voltada para a cavidade nasal. Por essa parede se dá a comunicação do seio com a cavidade nasal. A parede superior ou teto está voltada para a cavidade orbital. Logo, o teto do seio maxilar corresponde ao soalho da cavidade orbital. Por fim, a parede inferior ou soalho corresponde ao teto do processo alveolar da maxila, no nível de pré-molares e molares superiores. Desta forma, esses dentes têm íntima relação topográfica com o soalho do seio maxilar, sendo que o segundo molar tem a maior proximidade, seguido do primeiro molar, terceiro molar, segundo pré-molar e primeiro pré-molar. As raízes desses dentes podem até provocar elevações no soalho do seio, denominadas cúpulas alveolares. Em situações patológicas,

pode até haver contato direto dos ápices dos dentes com o interior do seio maxilar. Essa proximidade com os alvéolos e dentes é uma das justificativas para a maior ocorrência de infecções no seio maxilar, quando se compara com outros seios paranasais (ROSSI, 2017).

O revestimento interno do SM não apresenta de periósteo e é, portanto, coberto apenas com epitélio colunar pseudoestratificado ciliado produtor de muco, com uma maior densidade de cílios mais próxima ao óstio (LANG *et al.*, 1989; STANDRING *et al.*, 2015). Como o óstio tende a ser localizado mais superiormente ao longo da parede medial do seio, a drenagem do muco depende muito da direção da corrente mucociliar (LANG *et al.*, 1989).

### **1.2.3 Septos sinusais**

Dentro do SM é possível observar a presença de estruturas conhecidas como septos do SM ou septos sinusais (KRENNMAIR *et al.*, 1999; HUNGERBÜHLER *et al.*, 2019). Este é definido como paredes ósseas de corticais finas presentes no interior do SM, variando em número, espessamento e comprimento, originário das paredes inferiores e laterais do SM, capaz de o dividir em duas ou mais cavidades (MAESTRE-FERRIN *et al.*, 2010; RANCITELLI *et al.*, 2015). Em 1910, o anatomista Arthur S. Underwood descreveu estes septos sinusais como paredes finas, frágeis e em forma de foice e os classificou em três grupos como: septos anterior, médio e posterior, com base na sua localização em relação aos dentes (UNDERWOOD *et al.*, 1910). Assim, os septos do SM são, muitas vezes, chamados septos de Underwood. Em 2017, outra classificação foi proposta e utilizada para avaliar septos de acordo com a orientação, que pode ser sagital, mediolateral ou transversal (TALO YILDIRIM *et al.*, 2017).

Os septos sinusais apresentam variações em diferentes populações mundiais (JANG *et al.*, 2014). A direção do septo pode ser influenciada pelo crescimento da maxila e do osso palatino e esta estrutura pode ser encontrada em qualquer região do SM, independentemente do grau de edentulismo (MARIN *et al.*, 2018). A morfologia do SM é influenciada pela idade e pela perda dentária do indivíduo. Por isso, pacientes edêntulos e idosos mostram uma dimensão decrescente do SM (VELASCO-TORRES *et al.*, 2017).

Muitos estudos com exames de imagem têm sido conduzidos sobre a prevalência de septo dentro do SM, com resultados que variam entre 16% e 58% (UNDERWOOD *et al.*, 1910; LEE *et al.*, 2010) ou entre 25% e 70% (MAESTRE-FERRÍN *et al.*, 2010; SAKHDARI

*et al.*, 2016). A divisão completa do SM é rara, com relatórios de prevalência entre 1,0% a 2,5% dos casos (LANG *et al.*, 1989; STANDRING *et al.*, 2015).

No que diz respeito ao desenvolvimento de septos, existem dois tipos de septos: primários e secundários. Os septos primários são congênitos, resultantes do desenvolvimento maxilar, e estão acima dos dentes (VINTER *et al.*, 1993; RANCITELLI *et al.*, 2015; MAESTRE-FERRIN *et al.*, 2010; LEE *et al.*, 2010). Os septos secundários são adquiridos, resultantes da pneumatização irregular do assoalho do SM e podem desenvolver-se após perda de dentes (VINTER *et al.*, 1993; MAESTRE-FERRIN *et al.*, 2010; LEE *et al.*, 2010; RANCITELLI *et al.*, 2015). As principais conclusões de alguns estudos (SCHRIBER *et al.*, 2017; CHAN *et al.*, 2011) defendem que ambos são comuns, sendo vistos em 50% do dentado em região posterior de maxila e em segmentos edêntulos. Quando encontrados na maxila desdentada são mais curtos do que aqueles encontrados em dentados, podendo haver septo maior do que 25 mm de altura (WHYTE *et al.*, 2019). Tanto o septo primário como o secundário podem ser encontrados acima de uma região edêntula (LEE *et al.*, 2010). A prevalência de septos encontrada na região anterior (acima do pré-molar) varia de 17,5% a 70% (MAESTRE-FERRIN *et al.*, 2010; LEE *et al.*, 2010), na região média (acima do primeiro e segundo molares) de 41% a 65% (LEE *et al.*, 2010) e na região posterior (na distal do segundo molar) entre 22,5% a 22,7% (VELÁSQUEZ-PLATA *et al.*, 2002; LEE *et al.*, 2010; IWANAGA *et al.*, 2019). Outros estudos revelaram, também, que septos em casos de indivíduos edêntulos é mais prevalente (27,7%) do que nos casos dentados (14,0% a 19,3%) (LEE *et al.*, 2010; IWANAGA *et al.*, 2019). Os estudos clínicos e anatômicos mostraram que a altura dos septos é maior nos casos de dentados do que em casos edêntulos. A altura média dos septos em casos dentados foi reportada a 12,2 mm, enquanto os casos desdentados (total e parcialmente edêntulos) têm uma altura média de septos de 8,06 mm (LEE *et al.*, 2010; IWANAGA *et al.*, 2019).

WHYTE *et al.* (2019) defendem que a presença de septos aumenta o risco de perfuração da mucosa durante um procedimento de levantamento de seio e a presença de septo está associada à mucosa sinusal mais fina (WHYTE *et al.*, 2019).

#### **1.2.4 Membrana sinusal**

O revestimento mucoso do SM, também conhecido como membrana sinusal ou membrana de Schneiderian ou Schneideriana, consiste em uma camada de tecido conjuntivo

recoberta por um epitélio colunar pseudoestratificado ciliado (MISCH, 2000). O espessamento normal da membrana Schneideriana é de aproximadamente 1 mm e, segundo Rancitelli *et al.* (2015), o revestimento da mucosa é considerado normal até 4 mm (RANCITELLI *et al.*, 2015). Outros estudos defendem diferentes espessamentos desta membrana, como AIMETTI *et al.* (2008) que relataram uma variação de 0,3 a 1,3 mm. Contudo, os valores médios mais elevados, com variações entre as médias 2,16 e 3,11 mm foram encontrados na mucosa situada na região médio-sagital do SM, apresentando uma grande variabilidade entre indivíduos (JANNER *et al.*, 2011). Esta estrutura varia, também, em função da área sinusal mensurada. Deve-se ter cuidado na medida do espessamento em zonas espessadas por inflamações originadas por sinusites e de algumas infecções alérgicas, muito presente nos fumantes (JANNER *et al.*, 2011).

### **1.2.5 Tamanho**

Embora existam alguns dados contraditórios, as principais conclusões defendem que a altura dos SM aumenta continuamente até os 18 anos de idade, enquanto a largura e o comprimento (dimensão anteroposterior) atingem proporções de adultos até os 12 anos de idade. Há uma maior velocidade no aumento do tamanho dos SM entre zero e quatro anos, seguido de um aumento gradual entre quatro a oito anos. Após os oito anos, há uma diferença de gênero maior nas mulheres e um lento aumento do tamanho em homens até os 18 anos (LORKIEWICZ-MUSZYNSKA *et al.*, 2015), continuando até a terceira década nos homens e até a segunda década nas mulheres. O volume médio do SM totalmente desenvolvido é maior nos homens do que nas mulheres, porém, na maioria dos estudos a diferença não é significativa. Estes volumes médios variam de acordo com a etnia e alguns estudos defendem ser maiores em japoneses e coreanos (LORKIEWICZ-MUSZYNSKA *et al.*, 2015; BHUSHAN *et al.*, 2016; WHYTE *et al.*, 2019). Apesar da expansão inferior do SM que se segue à perda de um dente maxilar posterior, especialmente o primeiro molar, a maioria dos estudos não demonstrou alteração do volume sinusal com estado de dentição (presença ou ausência de pré-molares ou molares) e uma diminuição do volume com o avanço da idade. As medidas dos SM adultos variam significativamente entre diferentes estudos; estas dimensões variam de 38-45 mm de comprimento, 25-35 mm de largura e 36-45 mm de altura. O volume médio de SM de estudos múltiplos é de 15 cm<sup>3</sup> com um intervalo de 10-25 cm<sup>3</sup> (WHYTE *et al.*, 2019).

A relação vertical entre o assoalho do SM e os ápices das raízes maxilares varia de acordo com a idade e com tamanho e grau de pneumatização do SM (LORKIEWICZ-MUSZYŃSKA *et al.*, 2015). Ocasionalmente, existe apenas uma camada de muco ou osso cortical no assoalho do SM e isto aumenta o risco de fístula oroantral ou infecção no SM. Por conseguinte, a identificação do grau de proximidade e do espessamento da mucosa e cortical óssea entre o ápice da raiz e o assoalho do SM é crítico para o procedimento cirúrgico (KANG *et al.*, 2015; ESTRELA *et al.*, 2016). A inflamação crônica da mucosa sinusal durante a infância pode resultar em crescimento prejudicado dos seios paranasais. Estudos relatam diminuição do volume do SM e aumento da espessura óssea das paredes do seio com a sinusite crônica pediátrica de longa data (BORNSTEIN *et al.*, 2014; WHYTE *et al.*, 2019).

#### **1.2.6 Exames de imagem na avaliação do Seio Maxilar**

Exames radiográficos convencionais, incluindo periapicais e radiografias panorâmicas, são normalmente utilizadas para o estudo da relação anatômica entre os ápices das raízes dos molares e o assoalho do SM (LOPES *et al.*, 2016). No entanto, nestes dois exames imaginológicos as imagens têm limitações que podem impedir a correta interpretação da relação entre as lesões periapicais (HASSAN, 2010), até mesmo as radiografias panorâmicas podem não ser suficientes para exibir variações anatômicas no SM, uma vez que apresentam um baixo nível de confiabilidade para detectar septos sinusais (HUNGERBÜHLER *et al.*, 2019).

Neste contexto, a Tomografia Computadorizada (TC) é o padrão de ouro na avaliação de imagens de seios paranasais por poder captar a morfologia, dimensões e anormalidade dos seios (SAHLSTRAND-JOHNSON *et al.*, 2011; SARILITA *et al.*, 2021). Além de mensurar as dimensões anatômicas destas estruturas (FARAH *et al.*, 2006; SAHLSTRAND-JOHNSON *et al.*, 2011; LORKIEWICZ-MUSZYŃSKA *et al.*, 2015), fornece informação valiosa sobre a presença e localização destas estruturas avaliadas em todos os planos (FURTADO *et al.*, 2021). Segundo Maestre-Ferrin *et al.* (2010), a TC foi um método eficaz para analisar o planejamento pré-operatório dos procedimentos de elevação do SM (MAESTRE-FERRIN *et al.*, 2010). As imagens tridimensionais (3D) de TC delimitam claramente o desenvolvimento dos SM, no entanto, os resultados normais devem ser compreendidos e reconhecidos para que as TC possam ser interpretadas com precisão (LORKIEWICZ-MUSZYŃSKA *et al.*, 2015). O contorno interno de cada seio é diferente, portanto, a obtenção de um cálculo fiel do volume usando métodos baseados em TC depende

da habilidade manual e experiência do radiologista, uma vez que qualquer mapeamento impreciso do delineamento do seio pode influenciar o índice de volume calculado automaticamente (PRZYSTAŃSKA *et al.*, 2018). O cálculo volumétrico dos seios paranasais pode ser realizado manualmente, semiautomatizado (KIRMEIER *et al.*, 2011) ou automatizado (HUMPHRIES *et al.*, 2020). As medições volumétricas na reconstrução 3D são possibilitadas pelas diferentes intensidades da escala de cinza do *voxel* do tecido segmentado no seio (SARILITA *et al.*, 2021).

A TC provou ser uma modalidade de diagnóstico por imagem inestimável para muitas aplicações clínicas maxilo-faciais. Desde a sua introdução em 1972, ocorreram várias melhorias como diminuição do tempo de aquisição e melhoria da qualidade de imagem (PROKOP *et al.*, 2003; MUPPARAPU *et al.*, 2016). O menor tempo de aquisição reduz artefatos de movimento causados pela respiração, deglutição e movimentos do paciente. Em meados da década de 1990, a introdução da TC multidetectores (TCMD) levou a varreduras de resolução espacial submilimétrica. A TCMD transformou as imagens de TC transaxial de corte transversal em uma verdadeira imagem tridimensional. As imagens são obtidas a uma alta resolução e cortes mais finos como dados de volume, levando a uma reconstrução multiplanar e imagens quase isotrópicas a uma alta taxa de aquisição (ROGALLA *et al.*, 2009). Uma das outras grandes vantagens da TCMD em relação ao detector único de TC é o aumento da eficiência e flexibilidade da utilização do meio de contraste (IMHOF *et al.*, 2003). A TCMD pode delinear anomalias ósseas, de tecido mole e do espaço aéreo bem como as calcificações. Podem ser adicionadas varreduras com contraste para demonstrar lesões vasculares ou permeabilidade vascular anormal em neovascularidade inflamatória ou neoplásica (IMHOF *et al.*, 2003). Na região maxilo-facial, a TCMD oferece uma caracterização superior dos tecidos moles em comparação com as imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e é útil para o diagnóstico de sinusite, alterações no SM (SCUDERI *et al.*, 1993; JUN *et al.*, 2005), cistos e tumores odontogênicos e não-odontogênicos, lesões fibro-ósseas, inflamação, malignidade, lesões metastáticas, anomalias de desenvolvimento e trauma maxilo-facial (IMHOF *et al.*, 2003; DEVENNEY-CAKIR *et al.*, 2011; GOHEL *et al.*, 2018).

Relatada pela primeira vez na literatura por Mozzo *et al.* (1998), a TCFC foi uma técnica proposta e muito utilizada durante a última década na avaliação da região buco-maxilo-facial (MOZZO *et al.*, 1998; OZ *et al.*, 2011). Desde a introdução da TCFC na prática clínica, os estudos com o assoalho do SM tornaram-se mais populares. Esta abordagem

requer o conhecimento das estruturas circundantes que podem ser vistas nas imagens TCFC (IWANAGA *et al.*, 2019). Um escâner de TCFC usa um tipo diferente de aquisição do que a TCMD. Em vez de captar uma imagem como fatias separadas, a TCFC produz um feixe de raios X em forma de cone que permite capturar a imagem em um único giro. O volume resultante pode ser reformatado para fornecer múltiplas perspectivas de imagens reconstruídas, tais como sagital, coronal e axial que são semelhantes às imagens tradicionais da TCMD (SCARFE *et al.*, 2006). A TCFC emprega *voxels* isotrópicos que permitem a investigação de dimensões cruzadas e transições entre planos que não sejam planos ortogonais. Estruturas curvas, tais como arcos dentários, também podem ser examinadas utilizando *voxels* isotrópicos (SCARFE *et al.*, 2008). Além disso, os custos são mais baixos do que os para o TCMD (SCARFE *et al.*, 2006; AKTUNA BELGIN *et al.*, 2019).

O volume do SM é explorado em Otorrinolaringologia, Odontologia, Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Pediatria, Radiologia e campos forenses. Uma fiel avaliação anatômica do SM é de grande importância clínica para o diagnóstico patológico e no plano de tratamento para prevenir complicações cirúrgicas (GULEC *et al.*, 2015, PRZYSTAŃSKA *et al.*, 2018; BEZADA-CARRASCO *et al.*, 2021). Estas atenções são dadas devido à proximidade do SM com as estruturas vizinhas vitais e à função no sistema respiratório (SARILITA *et al.*, 2021). Como resultado, uma grande quantidade de investigação quantitativa do SM tem sido conduzida utilizando dissecação cadavérica, radiografias convencionais, TCFC e ressonância magnética (RM) (DUERINCKX *et al.*, 1991; SCUDERI *et al.*, 1993; SAHLSTRAND-JOHNSON *et al.*, 2011; LORKIEWICZ-MUSZYŃSKA *et al.*, 2015; BHUSHAN *et al.*, 2016; PRZYSTAŃSKA *et al.*, 2018; SARILITA *et al.*, 2021). Atualmente, a 3D permitiu uma análise morfométrica abrangente do SM (AKTUNA *et al.*, 2019; SARILITA *et al.*, 2021).

Outros estudos têm relatado complicações intraoperatórias e pós-operatórias, tais como lesão arterial, perfuração da membrana sinusal e sinusite (BARONE *et al.*, 2006; STARCH-JENSEN *et al.*, 2018; JENSEN *et al.*, 2018). Sobre os fatores de risco anatômicos para complicação intraoperatória, tais como perfuração da membrana do SM, Testori *et al.* (2020) relataram o espessamento da membrana do seio, a presença de septos sinusais e contorno sinusal (TESTORI *et al.*, 2020), enquanto Akay *et al.* (2020) e Lee *et al.* (2020) sinalizaram o volume do seio e a presença de septo e espessamento da membrana sinusal como fatores de risco (AKAY *et al.*, 2020; LEE *et al.*, 2020). Num estudo anterior, Testori *et al.* (2019) relataram que o espessamento da membrana sinusal, desvio de septo nasal,



história prévia de sinusite e obstrução natural dos óstios foram fatores de risco anatômicos para a sinusite maxilar no pós-operatório (TESTORI *et al.*, 2019). Além disso, o complexo osteomeatal, composto por estruturas, tais como o septo nasal, concha bolhosa, concha nasal média, processo uncinado e células de Haller, afeta o espessamento da membrana sinusal, que é um fator de risco para perfuração da membrana do SM e sinusite maxilar pós-operatória (TESTORI *et al.*, 2020).

As descrições anatômicas e de desenvolvimento do SM podem ser de grande importância clínica. A pneumatização dos seios nas crianças e o padrão de desenvolvimento normal podem servir como referência para avaliar o desenvolvimento normal ou anormal do SM (SCUDERI *et al.*, 1993). Valores normais e índices clínicos podem ser utilizados no diagnóstico, avaliação pré-operatória e planejamento do tratamento. É necessária a compreensão das alterações do SM por meio de radiografias para, assim, identificar anomalias sinusais (JUN *et al.*, 2005; LORKIEWICZ-MUSZYŃSKA *et al.*, 2015).

## 2. ARTIGO CIENTÍFICO

### **ANATOMO-TOMOGRAPHIC STUDY OF THE MAXILLARY SINUS: WHICH CHARACTERISTICS CAN INFLUENCE ITS VOLUME?**

#### 2.1 INTRODUCTION

The formation of the maxillary sinus begins in the 10th week of intrauterine development, during the primary process of extension, which is filling the air to increase volume. In the 20th week of pregnancy, when secondary pneumatization occurs, the maxillary sinus extends to the maxilla, measuring approximately 6-8 cm<sup>3</sup> at birth (JUN *et al.*, 2005; GULEC *et al.*, 2005; TALO YILDIRIM *et al.*, 2017). Subsequently, it continues to develop both laterally and inferiorly during rapid growth, from birth to 3 years of age and the second from 7 to 12 years of age (GULEC *et al.*, 2005). The consecutive inferior growth is related to its invasion into the alveolar process, following the eruption of the permanent teeth, until finally extending 4 to 5 mm inferiorly to the nasal floor, presenting an average volume of 15 cm<sup>3</sup> between eighteen and twenty years of age (GULEC *et al.*, 2005; SCHRIBER *et al.*, 2019).

The paranasal sinuses' development co-occurs with the cranium bones, which are more extensive in the vertical and more minor in the horizontal direction. A relationship between the size of the facial bones and the maxillary sinus, which is the first paranasal sinus to be formed, is suggested (LORKIEWICZ-MUSZYŃSKA *et al.*, 2015). The maxillary sinus may reflect the development of bony structures, which must be associated with determining the shape of the face's middle third. It is suggested that the maxillary sinus must play a crucial role in forming facial contours (JUN *et al.*, 2005).

In addition, a thin cortical structure in the maxillary sinuses, known as bony septa, is often on the sidewalls and floor. It may divide the sinus into two or more spaces. When they develop before birth, they are known as primary septa. The secondary septa appear after dental extractions, resulting from pneumatization of the maxillary sinus floor (SAKHDARI *et al.*, 2016; HUNGERBÜHLER *et al.*, 2019).

Sinus septa are thin, fragile, sickle-shaped bony projections inside the maxillary sinus. When located on the sinus floor, they present a greater chance of surgical complications because they firmly adhere to the Schneiderian sinus membrane, and alternative surgical access is recommended (SAKHDARI *et al.*, 2016; HUNGERBÜHLER

*et al.*, 2019). This structure was first classified in three groups as: anterior, middle and posterior septa, based on their location in relation to the teeth (UNDERWOOD *et al.*, 1910). However, recently another classification used to assess septa is orientation, which can be sagittal, mediolateral, or transversal (TALO YILDIRIM *et al.*, 2017). In studies that used three-dimensional exams, the prevalence of bony septa in the maxillary sinus ranged from 25% to 70% (MAESTRE-FERRÍN *et al.*, 2010; SAKHDARI *et al.*, 2016).

Different studies have already measured the size, growth, and development of the maxillary sinus through dry skulls (UNDERWOOD, 1910), panoramic radiographs (OKTAY, 1992), cone beam computed tomography (CBCT) (GULEC *et al.*, 2005; OKŞAYAN *et al.*, 2017; SCHRIBER *et al.*, 2019), multidetector computed tomography or multidetector CT (MDCT) (JUN *et al.*, 2005; LORKIEWICZ-MUSZYŃSKA *et al.*, 2015; KOO and LI, 2016; PRZYSTAŃSKA *et al.*, 2018) and magnetic resonance (BARGHOUTH *et al.*, 2002). It is still controversial in the literature which factors are directly associated with the maxillary sinus volume due to the difficulty of following its development in individuals who do not present abnormalities in the bones of the face. In addition, measuring the maxillary sinus volume in clinical practice is difficult due to its location within the middle third of the face (OKŞAYAN *et al.*, 2017). So, we aimed to investigate the relationship between the maxillary sinus volume with gender, side, posterior tooth absence, sinus membrane thickening, bony septa, and vertical and sagittal skeletal patterns in MDCT exams.

## 2.2 MATERIALS AND METHODS

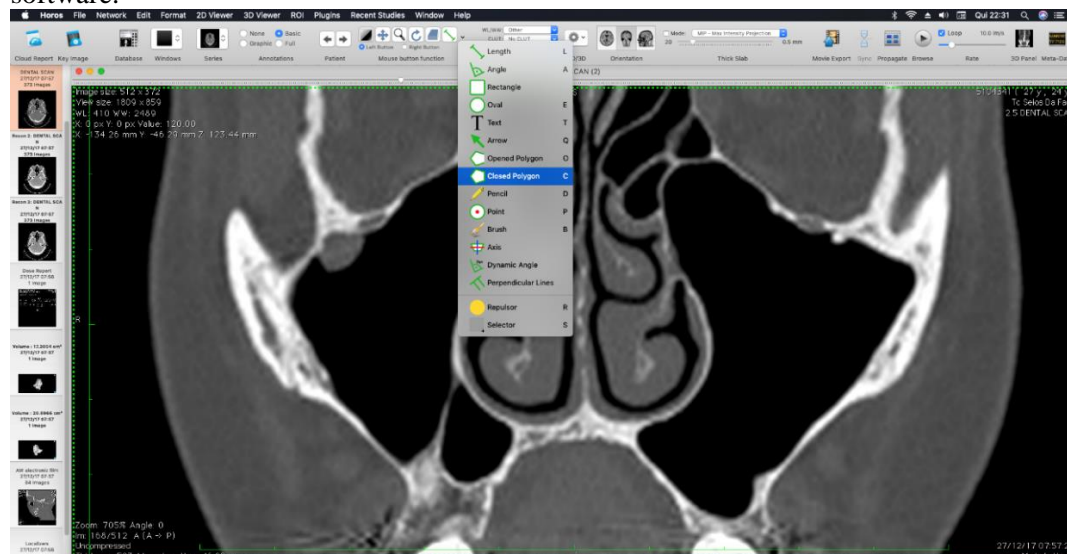
Observational research with MDCT exams was performed, which was previously approved by the Local Research Ethics Committee (n° 43745915.9.0000.5024) (Annex A). The sample size calculation was undertaken by using Statcalc software (version: 7.2.4.0; Epi InfoTM, Division of Health Informatics & Surveillance [DHIS], Center for Surveillance, Epidemiology & Laboratory Services [CSELS]). Based on a population size of 300 subjects from School of Dentistry database, Federal University of Bahia (UFBA), an expected frequency of 50%, an acceptable margin of error of 5%, and a 99% confidence level, this calculation showed that at least 207 subjects were necessary for the investigation.

The MDCT images from individuals over 18 years old of both genders were acquired as part of preoperative planning for orthognathic surgery. The images were acquired on a 64-channel device (Light Speed VCT; GE Healthcare Bio-Sciences, Piscataway, NJ, USA),

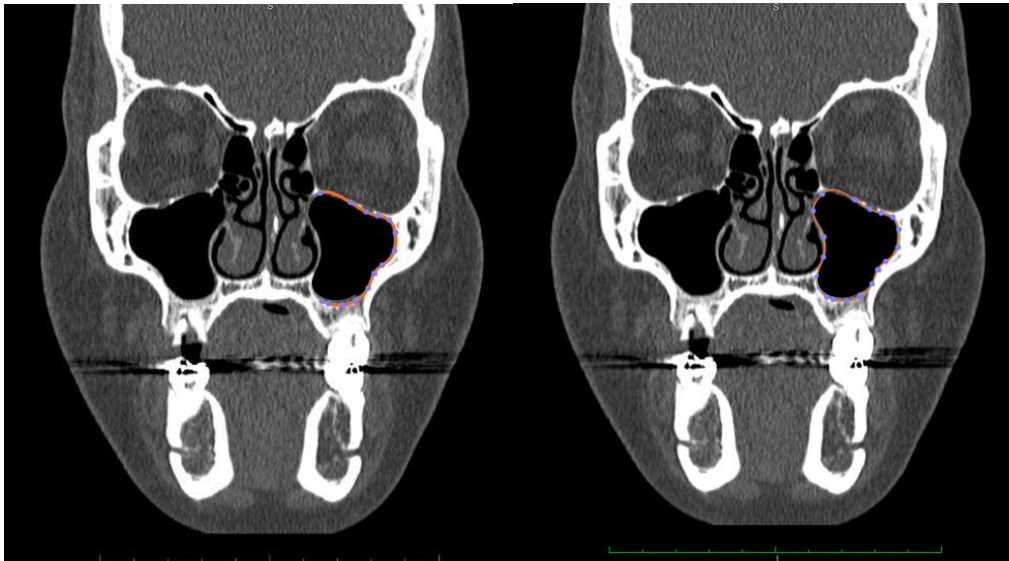
operating at 120 kV and 200 mA, with a thickness/increment of 0.6 mm and Field of View (FOV) of 32 cm (full face). A total of 300 individuals were selected and submitted to a qualitative visual assessment of the maxillary sinus's anatomical variations in coronal, sagittal, and axial slices. It excluded images with poor quality, trauma or fracture in the face, pathological lesions in the maxilla, cleft lip and palate syndromes, previous facial surgery, and severe asymmetries. After the exclusion criteria, the final sample consisted of 211 individuals (422 maxillary sinus). Horos DICOM Viewer software (Horos Project, Geneva, Switzerland) was used to measure the volume of the maxillary sinuses. Bony septa and sinus membrane thickening were classified as absent or present. present. The normal mucosa's thickening would be above 2–3 mm according to Janner et al. (2011). At the same time, loss of one or more teeth in the posterior region of the maxilla (except for the third molars) was considered.

All the analyses were performed by a previously trained investigator with experience evaluating MDCT images. The zoom tool and brightness and contrast adjustments were allowed. Each maxillary sinus was delimited in the coronal slice every 3 mm. For this purpose, the “closed polygon” tool was selected, and images corresponding to the maxillary sinus contour were traced with a pointer in the innermost part of the sinus cortex [Figure 1 and 2]. Then, the “calculate volume” tool was applied to generate the maxillary sinus volume measurement automatically [Figure 3]. After 30 days, 25% of the randomized sample was re-assessed to calculate intraexaminer reproducibility, by the same examiner.

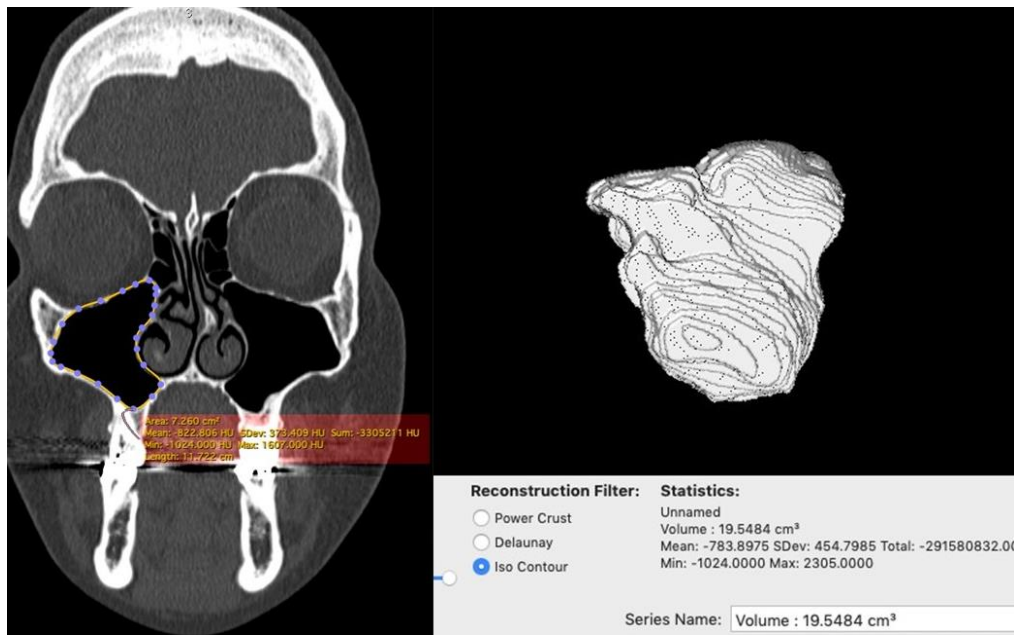
**Figure 1.** Coronal reconstruction showing the “closed polygon” in the Horos DICOM Viewer software.



**Figure 2.** Delimitation of the left maxillary sinus in coronal MDCT slice.



**Figure 3.** Final 3D reconstruction showing the volume of the maxillary sinus delimited in the coronal MDCT slice.



According to Steiner's analysis (STEINER, 1953), the sagittal skeletal pattern was determined by the angle formed by points A, nasion, and B (ANB angle), classified as Class I ( $0^{\circ}$ - $4.5^{\circ}$ ), Class II ( $>4.5^{\circ}$ ), and Class III ( $<0^{\circ}$ ) [Figure 4]. The vertical skeletal pattern was formed by the angle between the sella, nasion, gonium, and gnathion (SN.GoGn angle) landmarks [Figure 5]. The individuals were classified as hypodivergent ( $<28^{\circ}$ ), normodivergent ( $28^{\circ}$  and  $36^{\circ}$ ), and hyperdivergent ( $>36^{\circ}$ ) (AHMED *et al.*, 2016).

**Figure 4.** Determination of ANB angle for sagittal skeletal pattern analysis.



**Figure 5.** Determination of SN GoGn angle for vertical skeletal pattern analysis.



Data were analyzed using IBM SPSS Statistics for Windows, version 22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). The intraclass correlation coefficient (ICC) was determined to assess

intraexaminer reproducibility based on the Koo and Li (2016) classification, i.e., poor ( $<0.5$ ), moderate ( $0.51$  to  $0.75$ ), good ( $0.76$  to  $0.9$ ), and excellent ( $> 0.91$ ) (KOO and LI, 2016). The t-test was used to analyze maxillary sinus volume according to sex, age, side, posterior tooth absence, sinus membrane thickening, and bony septa. A one-way analysis of variance (ANOVA) with Tukey's post-hoc test was applied to compare sagittal and vertical patterns. Pearson's correlation coefficient was also used to verify the association between maxillary sinus volume, age, and skeletal patterns. The significance level was set at 5% for all analyses.

### 2.3 RESULTS

The final sample consisted of 211 individuals, including 125 women and 86 men, with a mean age of  $32.58 (\pm 12.86)$  years. The ICC values demonstrated excellent intraexaminer reproducibility ( $0.998$ ) in measuring the maxillary sinus volume. Comparisons of maxillary sinus volume with gender, side, posterior tooth absence, sinus membrane thickening, bony septa, and vertical and sagittal skeletal patterns are summarized in Table 1.

The mean maxillary sinus volume for males ( $21.57 \pm 6.14 \text{ cm}^3$ ) was slightly higher than that for females ( $19.40 \pm 5.49 \text{ cm}^3$ ). The maxillary sinus volume was very similar between the sides of the right ( $20.20 \pm 6.04 \text{ cm}^3$ ) and left ( $20.35 \pm 5.67 \text{ cm}^3$ ). Individuals with all posterior teeth had a slightly larger volume ( $20.46 \pm 5.84 \text{ cm}^3$ ) in comparison to the cases of posterior tooth absence ( $19.95 \pm 5.88 \text{ cm}^3$ ). The maxillary sinus with membrane thickening had a slightly larger volume ( $20.71 \pm 5.68 \text{ cm}^3$ ) than the normal maxillary sinus ( $19.98 \pm 5.96 \text{ cm}^3$ ). In the same way, bony septa were associated with a maxillary sinus with larger volumes ( $21.27 \pm 5.73 \text{ cm}^3$ ) in comparison to the sinus without ( $19.40 \pm 5.84 \text{ cm}^3$ ). Therefore, for all those variables, no statistically significant differences were observed ( $p > 0.05$ ).

Class III individuals had a greater volume ( $21.45 \pm 5.53 \text{ cm}^3$ ) than Classes I ( $20.02 \pm 5.89 \text{ cm}^3$ ) and II ( $19.70 \pm 5.96 \text{ cm}^3$ ). A statistically significant difference was found between Classes III and II ( $p = 0.05$ ) (Table 1). The hypodivergent pattern showed the most significant volume of the maxillary sinus ( $20.78 \pm 5.74 \text{ cm}^3$ ), followed by the normo- ( $20.15 \pm 6.13 \text{ cm}^3$ ) and hyperdivergent ( $20.15 \pm 5.71 \text{ cm}^3$ ) patterns. No statistically significant differences were observed between the vertical skeletal patterns ( $p = 0.67$ ).

**Table 1.** Mean and standard deviation (cm<sup>3</sup>) of maxillary sinus volume associated with gender, side, posterior tooth absence, sinus membrane thickening, bony septa, and vertical and sagittal skeletal patterns.

	<b>N</b> <b>(%)</b>	<b>Mean</b>	<b>Standard deviation</b>	<b>p-value</b>
<b>Gender</b>				0.06
<b>Female</b>	59.7	19.40	5.49	
<b>Male</b>	40.3	21.57	6.14	
<b>Side</b>				0.37
<b>Right</b>	50	20.20	6.04	
<b>Left</b>	50	20.35	5.67	
<b>Posterior tooth absence</b>				0.92
<b>Absence</b>	63.0	20.46	5.84	
<b>Presence</b>	37.0	19.95	5.88	
<b>Sinus membrane thickening</b>				0.47
<b>Absence</b>	59.5	19.98	5.96	
<b>Presence</b>	40.5	20.71	5.68	
<b>Bony septa</b>				0.89
<b>Absence</b>	53	19.40	5.84	
<b>Presence</b>	47	21.27	5.73	
<b>Vertical skeletal pattern</b>				0.67
<b>Hypodivergent</b>	19.9	20.78	5.74	
<b>Normodivergent</b>	34.1	20.15	6.13	
<b>Hyperdivergent</b>	46.0	20.15	5.71	
<b>Sagittal skeletal pattern</b>				0.05 *
<b>Class I</b>	42.2	20.02	5.89	
<b>Class II *</b>	32.7	19.70*	5.96	
<b>Class III *</b>	25.1	21.45*	5.53	

\*Statistically significant difference.



According to Pearson's correlation coefficient, it was possible to identify statistically significant result to negative linear correlation for maxillary sinus volume with sagittal skeletal pattern ( $r=-0.107/ p=0.029$ ). No significant differences were observed with age ( $r=-0.076/ p=0.109$ ) and the vertical skeletal pattern ( $r=-0.078/ p=0.108$ ) (Table 2).

**Table 2.** Correlation between maxillary sinus volume and age, ANB, and SN.GoGn angles.

Variables	Maxillary sinus volume	
	Correlation Coefficient ( <i>r</i> )	p-value
Age (years)	- 0.076	0.109
Vertical skeletal pattern	- 0.078	0.108
Sagittal skeletal pattern	- 0.107*	0.029**

\* Correlation is significant at the 0.05 level.

\*\* Statistically significant.

## 2.4 DISCUSSION

The shape and size of the maxillary sinus can be easily observed in MDCT, and there have been many attempts to obtain its volumetric information, as it is the best index for measuring the paranasal sinuses (BARGHOUTH *et al.*, 2002). In the present study, the volumetric analysis of the maxillary sinus allowed us to identify significant differences between Class II and III individuals. It is essential for implant planning, sinus lifts, dental extractions (MONSOUR and DUDHIA, 2008), and skeletal anchorage devices in orthodontics (TAVARES *et al.*, 2020). Additionally, the dimension and volume of the maxillary sinus are significant findings to be evaluated in orthodontic treatment planning, especially in cases with extractions, as the teeth are moved mesially and distally; in the intrusion of upper molars and premolars due to the alveolar extension of the sinus; and during the angulation of impacted maxillary teeth, as the impaction depth is affected by the dimensions of the maxillary sinus (OKŞAYAN *et al.*, 2017).

In this study, despite the cone-beam computed tomography (CBCT) emits a lower radiation dose than MDCT [PAUWELS, 2015], a large FOV was necessary and justified for

orthodontic/surgical planning since orthognathic patients with jaw deformities are traditionally referred to radiology departments for an MDCT scan of the skull for treatment planning. This preoperative scan enables surgeons to perform facial measurements to evaluate the deformity and guides the design and fabrication of the surgical splints used during surgery (SUN *et al.*, 2013). In addition, according to Gaia *et al.* (2014), linear measurements obtained from MDCT (0.6 mm resolution) and CBCT (0.25 mm resolution) images are precise and accurate (GAIA *et al.*, 2014). Furthermore, a common critique of CBCT is that it cannot accurately measure soft tissue. In orthognathic surgery, soft tissue measurements and predictions are essential for preoperative analysis and treatment planning (WEISS *et al.*, 2019).

Methodologically, this investigation chose MDCT images because they are considered gold standard exams in the morphometric evaluation of the maxillary sinus. It overcomes the overlap, distortion, and magnification observed in two-dimensional radiographs; in addition, it allows good visualization and distinction between bone tissue, adjacent mucosa and air (JUN *et al.*, 2005; LORKIEWICZ-MUSZYŃSKA *et al.*, 2015). Studies using computed tomography (CT) images commonly have used three-dimensional (3D) reconstructions to quantitatively measure the volume of the maxillary sinus and software combined with an imaging tool (JUN *et al.*, 2005; PRZYSTAŃSKA *et al.*, 2018).

Volumetric measurements depend on the manual skill and experience of the observer and in this study the examiner had excellent ICC. Therefore, any inaccurate mapping of the sinus outline may influence the automatically calculated volume index (PRZYSTAŃSKA *et al.*, 2018). Some authors estimate that a mathematical calculation finds the maxillary sinus volume based on three linear measurements (higher width, height, and length) (MONSOUR and DUDHIA, 2008). However, these linear measurements may differ from the anatomical values since the maxillary sinus is a complex anatomical structure that does not have uniform boundaries. A previous study (PRZYSTAŃSKA *et al.*, 2018) identified an excellent correlation between manual and automatic methods for volumetric evaluation of the maxillary sinus. This suggests that manual delimitation, followed by automatic volume calculation, is the most accurate since it prevents the volume from being underestimated in mucosal thickening. For this reason, the semiautomatic method was performed in this investigation.

According to the present study, no significant differences were observed in the maxillary sinus volume according to gender and side. This finding corroborates with other

studies (OKTAY, 1992; BARGHOUTH *et al.*, 2002; MONSOUR and DUDHIA, 2008). On the other hand, other studies (GULEC *et al.*, 2020; TAVARES *et al.*, 2020; SHRESTHA *et al.*, 2021) found a significantly higher maxillary sinus volume in males, probably because of the greater proportions of the male face.

Previous CT-based studies have shown that several anatomic structures may influence the vertical and sagittal skeletal patterns (ESENLIK and SABUNCUOGLU, 2012; SADEK *et al.*, 2016; TAWFIK *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2017; NUCERA *et al.*, 2019; TAVARES *et al.*, 2020). In this context, when evaluating the relationship between the maxillary sinus volume and the different vertical skeletal patterns, the increase in the gonial angle found in hyperdivergent patients in the present study indicates a decrease in the sinus volume. This result was also seen in the work by Okşayan *et al.* (2017), where the hypodivergent group showed significantly bigger volumes than the hyperdivergent group in the right maxillary sinus length parameter ( $p < 0.05$ ) (OKŞAYAN *et al.*, 2017). Based on the sagittal skeletal pattern, Shrestha *et al.* (2021) found that the maxillary sinus volume in Class II individuals was significantly larger than in Class III individuals. In the present study, class II and III pattern exhibited a statistically significant difference in relation to Class I, as well as the mean value of the maxillary sinus was numerically higher for Class III individuals compared to Class II malocclusion. Considering that this last result was not statistically significant, some factors may have influenced, such as: the small sample of that study or other factors, e.g., airway space proportions and ethnic and racial differences in the population.

In our study, there was no significant association between maxillary sinus volume and status of the posterior maxillary dentition (complete or incomplete), in agreement with a previous study (SCHRIBER *et al.*, 2019). However, Velasco-Torres *et al.* (2017) found the total maxillary sinus volume to be significantly smaller in fully and partially edentulous patients than in dentate subjects. This finding was influenced by age, as older patients had a smaller volume, regardless of gender and edentulism status (VELASCO-TORRES *et al.*, 2017). Our study sample was from preoperative planning for an orthognathic surgery image database. Therefore, we did not have individuals with full edentulism to compare with full dentate to assess the maxillary sinus volume, since a sample was from younger patients and most of these tooth absences were punctual. More studies are needed to verify the tooth absence in the shape and size of the maxillary sinus.

The prevalence of bony septa in the maxillary sinus ranged from 25% to 70% (MAESTRE-FERRÍN *et al.*, 2010; SAKHDARI *et al.*, 2016). In our study, 47% of the maxillary sinus presented with bony septa, without a significant difference in the maxillary sinus volume. The correct identification of the bony septa is essential for safer surgical interventions and implant placement, as previous studies have shown that the presence of septa increases the risk of perforation during a sinus lift procedure and is associated with thinner sinus mucosa, especially in cases where the longitudinal or incomplete (secondary) arrangement may indicate a more complicated procedure during membrane elevation compared to the transverse structure of the bony septa (SCHRIBER *et al.*, 2019; TAVARES *et al.*, 2020).

In the present study, the maxillary sinus volume was not influenced by the presence or absence of membrane thickening. However, only sinus membrane thickening was evaluated. The maxillary sinus membrane could be affected by odontogenic inflammatory conditions (GOLLER-BULUT *et al.*, 2015), which were not assessed in our study. Other sinus conditions, such as mucous retention pseudocysts or sinus opacification, were not registered. Future studies are necessary to verify the influence of pathological conditions on the maxillary sinus volume.

Among the study's limitations was a cross-sectional radiological study using a convenience CT sample. The fact that we used an image database of patients who would undergo orthognathic surgery planning limited the sample size, especially with no clinical information about the respiratory or metabolic conditions of the individuals. In addition, only volumetric measurements of the maxillary sinus were performed. Further multicentric studies using larger samples for each skeletal pattern, different ethnicity, respiratory or metabolic conditions, smokers patients and with a history of sinusitis are necessary.

## CONCLUSION

In conclusion, maxillary sinus volume was influenced by the sagittal skeletal pattern and was higher in Class III individuals. The parameters of gender, age, side, posterior tooth absence, sinus membrane thickening, bony septa and vertical skeletal pattern seem to have no relation between the maxillary sinus volume.

## REFERÊNCIAS

1. AHMED, M.; SHAIKH, A.; FIDA, M. Diagnostic performance of various cephalometric parameters for the assessment of vertical growth pattern. **Dental Press J Orthod**, v. 21, p. 41-49, Jul-Aug. 2016.
2. AIMETTI, M.; ROMAGNOLI, R.; RICCI, G.; MASSEI, G. Maxillary sinus elevation: the effect of macrolacerations and microlacerations of the sinus membrane as determined by endoscopy. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 21(6), 581–589, 2001.
3. AKAY, G.; YAMAN, D.; KARADAĞ, Ö.; GÜNGÖR, K. Evaluation of the relationship of dimensions of maxillary sinus drainage system with anatomical variations and sinusopathy: cone-beam computed tomography findings. **Med Princ Pract.**, v. 29, n. 4, p. 354–63, 2020.
4. AKTUNA BELGIN, C.; COLAK, M.; ADIGUZEL, O.; AKKUS, Z.; ORHAN, K. Three-dimensional evaluation of maxillary sinus volume in different age and sex groups using CBCT. **Eur Arch Otorhinolaryngol**, v. 276, p. 1493-9, 2019.
5. BARGHOUTH, G.; PRIOR, J.O.; LEPORI, D.; DEVOISIN, B.; SCHNYDER, P.; GUDINCHET, F. Paranasal sinuses in children: Size evaluation of maxillary, sphenoid, and frontal sinuses by magnetic resonance imaging and proposal of volume index percentile curves. **Eur Radiol**, v. 12, n. 6, p. 1451–8, Jun. 2002.
6. BARONE, A.; SANTINI, S.; SBORDONE, L.; CRESPI, R.; COVANI, U. A clinical study of the outcomes and complications associated with maxillary sinus augmentation. **Int J Oral Maxillofac Implants.**, v. 21, p. 81–5, 2006.
7. BEZADA-CARRASCO, R.; SUÁREZ-PONCE, D.; ALVITEZ-TEMOCHE, D.; AYALA, G.; WATANABE R, SALCEDO-MONCADA D, *et al.* Forensic evaluation of Highmore antrum sexual dimorphism by cone beam computed tomography: A retrospective study of a Peruvian population. **J Int Soc Prev Community Dent.**; v. 11, n. 1, p. 13–8, 2021.
8. BHUSHAN, B.; RYCHLIK, K.; SCHROEDER, J.W. Development of the maxillary sinus in infants and children. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol** 2016; v. 91, p. 146–51.
9. BORNSTEIN, M.M.; SCARFE, W.C.; VAUGHN, V.M.; JACOBS, R. Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines,

- indications, and radiation dose risks. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 29, p. 55-77, 2014.
10. BÜYÜKKURT, M.C.; TOZOĞLU, S.; YAVUZ, M.S; ARAS, M.H. Simulation of sinus floor augmentation with symphysis bone graft using three-dimensional computerized tomography. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 39, n. 8, p.788–792.
  11. CHAN, H.L.; WANG, H.L. Sinus pathology and anatomy in relation to complications in lateral window sinus augmentation. **Implant Dent**, v. 20, p. 406–12, 2011.
  12. DEVENNEY-CAKIR, B.; SUBRAMANIAM, R.M.; REDDY, SM, *et al.* Cystic and cysticappearing lesions of the mandible: review. **AJR Am J Roentgenol**; v. 196, n. 6, p. WS66–77, 2011.
  13. DUERINCKX, A., HALL, T. R., WHYTE, A. M., LUFKIN, R., & KANGARLOO, H. Paranasal sinuses in pediatric patients by MRI: normal development and preliminary findings in disease. **European journal of radiology**, v. 13, n. 2, p. 107-112, 1991.
  14. ESENLİK, E.; SABUNCUOĞLU, F.A. Alveolar and symphysis regions of patients with skeletal class ii division 1 anomalies with different vertical growth patterns. **Eur J Dent**, v. 6, n. 2, p. 123–32, Apr. 2012.
  15. ESTRELA, C.; HOLLAND, R.; ESTRELA, C.R.; ALENCAR, A.H.; SOUSA-NETO, M.D.; PECORA, J;D. Characterization of successful root canal treatment. **Braz Dent J.**, v. 25, n. 1, p. 3–11, 2014.
  16. ESTRELA, C.; NUNES, C.A.; GUEDES, O.A.; ALENCAR. A.H.; ESTRELA, C.R.; SILVA, R.G.; PECORA, J.D.; SOUSA-NETO, M.D. Study of anatomical relationship between posterior teeth and maxillary sinus floor in a subpopulation of the Brazilian central region using cone-beam computed tomography - part 2. **Braz Dent J.**, v. 27, n. 1, p. 9–15, 2016.
  17. FARAH, G. & NAFIS, A. F. Morphometric analysis of developing maxillary sinuses in human fetuses. **Int. J. Morphol.**, v. 24, n. 3, p. 303- 308, 2006.
  18. FAVATO, M.N.; VIDIGAL, B.C.; COSSO, M.G *et al.* Impact of human maxillary sinus volume on grafts dimensional changes used in maxillary sinus augmentation: a multislice tomographic study. **Clin Oral Implants Res**, v. 26, n.12, p. 1450–1455, 2015.
  19. FURTADO, M.D.D.; MARTINS-JÚNIOR P.A.; ALVES, T. K. C.; SANTOS R. P.M.; D.C.O, COUTINHO; ARANHA NETO, I.S.; VIDIGAL B.C.L.; OLIVEIRA G. A.A; ALVES E SILVA M.R.M. *et al.* "Prevalence and characterization of maxillary sinus

- septa in a brazilian population." **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 13, n.7, p. 642-647, 2021.
20. GAIA, B.F.; PINHEIRO LR, UMETSUBO OS, COSTA FF, CAVALCANTI MGP. Validity of three-dimensional computed tomography measurements for Le Fort I osteotomy. **Int J of Oral and Maxillofac Surg**, v. 43, p. 197–203, Feb. 2014.
21. GOHEL, A.; ODA, M.; KATKAR, A.S.; SAKAI, O. Multidetector Row Computed Tomography in Maxillofacial Imaging. **Dent Clin North Am.**, v. 62, n. 3, p. 453-465, Jul. 2018.
22. GOLLER-BULUT, D.; SEKERCI, A.E.; KOSE, E.; SISMAN, Y. Cone-beam computed tomographic analysis of maxillary premolars and molars to detect the relationship between periapical and marginal bone loss and mucosal thickness of maxillary sinus. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 20, n. 5, p. 572-9, Sep. 2015.
23. GULEC, M.; TASSOKER, M.; MAGAT, G.; LALE, B.; OZCAN, S.; ORHAN, K. Three-dimensional volumetric analysis of the maxillary sinus: a cone-beam computed tomography study. **Folia morphologica**, v. 79, n. 3, p. 557–562, Mar. 2020.
24. HASSAN, B.A. Reliability of periapical radiographs and orthopantomograms in detection of tooth root protrusion in the maxillary sinus: correlation results with cone beam computed tomography. **J Oral Maxillofac Res**, v.1, n.1, 2010.
25. HUMPHRIES, S.M.; CENTENO, J.P.; NOTARY, A.M.; GEROW, J.; CICCETTI, G.; KATIAL, R.K.; BESWICK, D.M.; RAMAKRISHNAN, V.R.; ALAM, R.; LYNCH, D.A. Volumetric assessment of paranasal sinus opacification on computed tomography can be automated using a convolutional neural network. **Int Forum Allergy Rhinol**, v. 10, p. 1218-25, 2020.
26. HUNGERBÜHLER, A.; ROSTETTER, C.; LÜBBERS, H.T.; RÜCKER, M.; STADLINGER, B. Anatomical characteristics of maxillary sinus septa visualized by cone beam computed tomography. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 48, n. 3, p. 382–387, Mar. 2019.
27. IMHOF, H.; CZERNY, C.; DIRISAMER, A. Head and neck imaging with MDCT. **Eur J Radiol**, v. 45, n.1, p. S23–31.
28. IOANNIDOU, E. AND DEAN, J. W. Osteotome sinus floor elevation and simultaneous, non-submerged implant placement: case report and literature review. **J Periodontol**, v. 71, p. 1613-1619, 2000.

29. IWANAGA, J.; WILSON, C.; LACHKAR, S.; TOMASZEWSKI, K.A.; WALOCHA, J.A.; TUBBS, R.S. Clinical anatomy of the maxillary sinus: application to sinus floor augmentation. **Anat Cell Biol**, v. 52, n. 1, p. 17-24, Mar. 2019.
30. JANG, S.Y.; CHUNG, K.; JUNG, S.; PARK, H.J.; OH, H.K.; KOOK, M.S. Comparative study of the sinus septa between dentulous and edentulous patients by cone beam computed tomography. **Implant Dent**, v. 23, p. 477-81, 2014.
31. JANNER, S.F. et al. Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane: a radiographic analysis using cone beam computed tomography in patients referred for dental implant surgery in the posterior maxilla. *Clin Oral Implants Res* 22:1446–1453.
32. JUN, B.O.; SONG, S.W.; PARK, C.S.; LEE, D.H.; CHO, K.J.; CHO, J.H. The analysis of maxillary sinus aeration according to aging process; volume assessment by 3-dimensional reconstruction by high-resolucional CT scanning. **Otolaryngology--head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery**, v. 132, n. 3, p. 429–434, Mar. 2005.
33. KANG S.H.; KIM, B.S.; KIM, Y. Proximity of posterior teeth to the maxillary sinus and Buccal bone thickness: a biometric assessment using cone-beam computed tomography. **J Endod**, v. 41, n. 1, p. 1839–46, 2015.
34. KIRMEIER, R.; ARNETZL, C.; ROBL, T.; PAYER, M.; LORENZONI, M.; JAKSE, N. Reproducibility of volumetric measurements on maxillary sinuses. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 40, p. 195-9, 2011.
35. KOO, T.K.; LI, M.Y. A guideline for selecting and reporting intraclass correlation coefficients for Reliability Research. **Journal of chiropractic medicine**, v. 15, n. 2, p. 155–163., Jun. 2016.
36. KRENNMAIR, G.; ULM, C.; LUGMAYR, H.; SOLAR, P. The incidence, location, and height of maxillary septa in the edentulous and dentate maxilla. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 57, p. 667-71, 1999.
37. KROUSE, J.H. The unified airway. *Facial Plast Surg Clin North Am* 2012; 20: 55–60, 2012.
38. LANG, J. Clinical anatomy of the nose, nasal cavity, and paranasal sinuses. New York: **Thieme Medical Publishers**; 1989.
39. LAVASANI, S.A.; TYLER, C.; ROACH, S.H.; MCCLANAHAN, S.B.; AHMAD, M.; BOWLES, W.R. Cone-beam computed tomography: anatomic analysis of maxillary posterior teeth-impact on endodontic microsurgery. **J Endod**, v. 42, n. 6, p. 890–5, 2016.



40. LEE, I.H.; KIM, D.H.; KIM, S.W.; PARK, J.B.; KIM, S.W. An anatomic study on the maxillary sinus mucosal thickness and the distance between the maxillary sinus ostium and sinus floor for the maxillary sinus augmentation. **Medicina (Kaunas)**, v. 56, n. 9, p. 470, Sep. 2020.
41. LEE, W.J.; LEE, S.J.; KIM, H.S. Analysis of location and prevalence of maxillary sinus septa. **J Periodontal Implant Sci**, v. 40, p. 56-60, 2010.
42. LOPES, L.J.; GAMBIA, T.O.; BERTINATO, J.V.; FREITAS, D.Q. Comparison of panoramic radiography and CBCT to identify maxillary posterior roots invading the maxillary sinus. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 45, n. 6, p. 20160043, 2016.
43. LORKIEWICZ-MUSZYŃSKA, D.A.; KOCIEMBA, W.; REWEKANT, A.; SROKA, A.; JOŃCZYK-POTOCZNA, K.; PATELSKA-BANASZEWSKA, M.; PRZYSTAŃSKA, A. Development of the maxillary sinus from birth to age 18. Postnatal growth pattern. **International journal of pediatric otorhinolaryngology**, v. 79, n. 9, p. 1393–1400, Sep. 2015.
44. MAESTRE-FERRÍN, L.; GALÁN-GIL, S.; RUBIO-SERRANO, M.; PEÑARROCHA-DIAGO, M.; PEÑARROCHA-OLTRA, D. Maxillary sinus septa: a systematic review. **Medicina oral, patología oral y cirugía bucal**, v. 15, n. 2, p. e383-6, Mar. 2010.
45. MARIN, S.; KIRNBAUER, B.; RUGANI, P.; PAYER, M.; JAKSE, N. Potential risk factors for maxillary sinus membrane perforation and treatment outcome analysis. **Clin Implant Dent Relat Res**, v. 21, n. 1, p. 66–72, Feb. 2018.
46. MAVRODI, A.; PARASKEVAS, G. Evolution of the paranasal sinuses' anatomy through the ages. **Anat Cell Biol**, v. 46, p. 235-8, 2013.
47. MISCH, C. E. Cirurgia para Levantamento do Seio Maxilar e Enxerto Sinusal. In: MISCH, C. E. **Implantes Dentários Contemporâneos**. São Paulo: Ed. Santos, 2000. 2ª ed. p. 469-496.
48. MONSOUR, P.A.; DUDHIA, R. Implant radiography and radiology. **Australian Dent J**, v. 53, p. 11-25, Jun. 2008.
49. MOZZO, P.; PROCACCI, C.; TACCONI, A, *et al.* A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. **Eur Radiol** v. 8, p. 1558–1564, 1998.
50. MUPPARAPU, M.; NADEAU, C. Oral and maxillofacial imaging. **Dent Clin North Am**, v. 60, n. 1, p. 1–37, 2016.

51. NIMIGEAN, V.; NIMIGEAN, V.R.; MĂRU, N.; SĂLĂVĂSTRU, D.I.; BĂDIȚĂ, D.; ȚUCULINĂ MJ. The maxillary sinus floor in the oral implantology. **Rom J Morphol Embryol**, v. 49, n. 4, p. 485–9, 2008.
52. NUCERA, R.; BELLOCCHIO, A.M.; OTERI, G.; FARAH, A.J, ROSALIA, L.; GIANCARLO, C.; PORTELLI, M. Bone and cortical bone characteristics of mandibular retromolar trigone and anterior ramus region for miniscrew insertion in adults. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 155, n. 3, p. 330-338, Mar. 2019.
53. NUÑEZ-CASTRUITA, A.; LÓPEZ-SERNA, N.; GUZMÁN-LÓPEZ, S. Prenatal development of the maxillary sinus: a perspective for paranasal sinus surgery. **Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 146, p. 997-1003, 2012.
54. OKŞAYAN R.; SÖKÜCÜ O.; YEŞILDAL, S. Evaluation of maxillary sinus volume and dimensions in different vertical face growth patterns: a study of cone-beam computed tomography. **Acta Odontol Scand**. v. 75, n. 5, p. 345–349, Jul. 2017.
55. OKTAY, H. The study of the maxillary sinus areas in different orthodontic malocclusions. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics**, v. 102, n. 2, p. 143–145, Aug 1992.
56. OLIVEIRA, J.M.M.; ALONSO, M.B.C.C.; DE SOUSA AND TUCUNDUVA M.J.A.P.; FUZIY, A.; SCOCATE, A.C.R.N.; COSTA, A.L.F. Volumetric study of sphenoid sinuses: anatomical analysis in helical computed tomography. **Surg Radiol Anat**, v. 39, n. 4, p. 367–74, Sep. 2017.
57. ORHAN K, KUSAKCI SEKER B, AKSOY S, BAYINDIR H, BERBEROĞLU A, SEKER E. Cone beam CT evaluation of maxillary sinus septa prevalence, height, location and morphology in children and an adult population. **Med Princ Pract**, v. 22, p. 47-53, 2013.
58. OZ, U.; ORHAN, K.; ABE, N. Comparison of linear and angular measurements using two-dimensional conventional methods and three-dimensional cone beam CT images reconstructed from a volumetric rendering program in vivo. **Dentomaxillofac Radiol** v. 40, n. 8, p. 492–500, 2011.
59. PAUWELS, R. Cone beam CT for dental and maxillofacial imaging: dose matters. **Radiat Prot Dosimetry**, v. 165, p. 156-161, Jul. 2015.
60. PHOTHIKHUN, S.; SUPHANANTACHAT, S.; CHUENCHOMPOONUT, V.; NISAPAKULTORN, K. Cone-beam computed tomographic evidence of the association

between periodontal bone loss and mucosal thickening of the maxillary sinus. **J Periodontol**, v. 83, n. 5, p. 557–564, 2012.

61. PJETURSSON, B.E.; TAN, W.C.; ZWAHLEN, M.; LANG, N.P. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. **J Clin Periodontol**, v. 35, p. 216–40, 2008.

62. PROKOP, M. General principles of MDCT. **Eur J Radiol**, v. 45, n. 1, S4–10, 2003.

63. PRZYSTAŃSKA, A.; KULCZYK, T.; REWEKANT, A.; SROKA, A.; JOŃCZYK-POTOCZNA, K.; LORKIEWICZ-MUSZYŃSKA, D.; *et al.* Introducing a simple method of maxillary sinus volume assessment based on linear dimensions. **Anatomischer Anzeiger [Annals of anatomy]**, v. 215, p. 47–51, Sep. 2018.

64. RANCITELLI, D.; BORGONOVO, A.E.; CICCUI, M.; RE, D.; RIZZA, F.; FRIGO, A.C.; MAIORANA, C. Maxillary sinus septa and anatomic correlation with the Schneiderian membrane. **J Craniofac Surg**, v. 26, p. 1394–8, 2015.

65. ROGALLA, P.; KLOETERS, C.; HEIN, P.A. CT technology overview: 64-slice and beyond. **Radiol Clin North Am**, v. 47, n. 1, p. 1–11, 2009.

66. ROSSI MA. **Anatomia Craniofacial Aplicada à Odontologia - Abordagem Fundamental e Clínica**. 2ed. Rio de Janeiro: Ed. Santos, Mar 2017.

67. SADEK, M.M.; SABET, N.E.; HASSAN, I.T. Three-dimensional mapping of cortical bone thickness in subjects with different vertical facial dimensions. **Prog Orthod** v. 17, n. 1, Dec. 2016.

68. SAHLSTRAND-JOHNSON, P. *et al.* Computed tomography measurements of different dimensions of maxillary and frontal sinuses **BMC Med. Imaging**, v. 5, n. 11, p. 8, Apr. 2011.

69. SAKHDARI, S., PANJNOUSH, M., EYVAZLOU, A., & NIKTASH, A. Determination of the prevalence, height, and location of the maxillary sinus septa using cone-beam computed tomography. **Dental Implant**, v. 25, n. 3, p. 335–40, Jun. 2016.

70. SARILITA, E.; LITA, Y.A.; NUGRAHA, H.G.; MURNIATI, N.; YUSUF, H.Y. Volumetric growth analysis of maxillary sinus using computed tomography scan segmentation: a pilot study of Indonesian population. **Anatomy & Cell Biology**, v. 54, n.4, p. 431-435, 2021.

71. SCARFE, W.C.; FARMAN, A.G. What is cone-beam CT and how does it work? **Dent Clin North Am**, v. 52, p. 707–730, Dec. 2008.

72. SCARFE, W.C.; FARMAN, A.G.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. **J Can Dent Assoc**, v. 72, n. 1, p.75–80, 2006.
73. SCHRIBER, M., BORNSTEIN, M. M., & SUTER, V. Is the pneumatization of the maxillary sinus following tooth loss a reality? A retrospective analysis using cone beam computed tomography and a customized software program. **Clinical oral investigations**, v. 23, 3, p. 1349–1358, Mar. 2019.
74. SCHRIBER, M.; VON ARX, T.; SENDI, P.; JACOBS, R.; SUTER, V.; BORNSTEIN, M. Evaluating maxillary sinus septa using cone beam computed tomography: is there a difference in frequency and type between the dentate and edentulous posterior maxilla? **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 32, p. 1324–32, 2017.
75. SCUDERI, A. J., HARNSBERGER, H. R., & BOYER, R. S. Pneumatization of the paranasal sinuses: normal features of importance to the accurate interpretation of CT scans and MR images. **AJR. American journal of roentgenology**, v. 160, n. 5, p. 1101-1104, 1993.
76. SHRESTHA B.; SHRESTHA, R.; LIN, T.; LU, Y.; LU, H.; MAI, Z.; AI, H. Evaluation of maxillary sinus volume in different craniofacial patterns: a CBCT study. **Oral Radiol**, v. 37, n. 4, p. 647-652, Oct. 2021.
77. SPAETH, J., KRÜGELSTEIN, U., & SCHLÖNDORFF, G. The paranasal sinuses in CT-imaging: development from birth to age 25. **International journal of pediatric otorhinolaryngology**, v. 39, v. 1, p. 25-40, 1997.
78. STANDRING, S. **Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice**. 41st ed. London: Elsevier Health Sciences; 2015.
79. STARCH-JENSEN, T.; ALUDDEN, H.; DAHLIN, C.; CHRISTENSEN, A.E.; MORDENFELD, A. A systematic review and meta-analysis of long-term studies (five or more years) assessing maxillary sinus floor augmentation. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 47, p. 103–16, 2018.
80. STEINER, CC. Cephalometrics for you and me. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. V. 39, n.10, p. 729-55, Oct. 1953.
81. SUN, Y.; LUEBBERS, H.T.; AGBAJE, J.O.; SCHEPERS, S.; VRIELINCK, L.; LAMBRICHTS, I.; *et al.* Accuracy of upper jaw positioning with intermediate splint fabrication after virtual planning in bimaxillary orthognathic surgery. **J Craniofac Surg**, v. 24, p. 1871–1876, Nov. 2013.

82. TALO YILDIRIM, T.; GÜNCÜ, G.N.; COLAK, M.; NARES, S.; TÖZÜM, T.F. Evaluation of maxillary sinus septa: a retrospective clinical study with cone beam computerized tomography (CBCT). **European review for medical and pharmacological sciences**, v. 21, n. 23, p. 5306–5314, Dec. 2017.
83. TAVARES, A.; CRUSOÉ-REBELLO, I.M.; NEVES F.S. Tomographic evaluation of infra zygomatic crest for orthodontic anchorage in different vertical and sagittal skeletal patterns. **J Clin Exp Dent**, v. 12, n. 11, p. 1015–35, Nov. 2020.
84. TAWFIK, D.; EL, SHOURBAGY, E.; GHOBASHY, S. Calvarial thickness in relation to sagittal and vertical malrelations in Egyptians. **Tanta Dent J**, v. 13, n. 1, p. 34, Jul. 2016.
85. TEKE, H.Y.; DURAN, S.; CANTÜRK, N.; CANTÜRK, G. Determination of gender by measuring the size of the maxillary sinuses in computerized tomography scans. **Surg Radiol Anat**, v. 29, n. 1, p. 9–13, 2007.
86. TESTORI, T.; TAVELLI, L.; YU, S.H.; SCAINI, R.; DARNAHAL, A.; WALLACE, S.S.; *et al.* Maxillary sinus elevation difficulty score with lateral wall technique. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 35, p. 631–8, 2020.
87. TESTORI, T.; WEINSTEIN, T.; TASCHIERI, S.; WALLACE, S.S. Risk factors in lateral window sinus elevation surgery. **Periodontol.** 2000, v. 81, p. 91–123, 2019.
88. UNDERWOOD AS. An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. **J Anat Physiol**, v. 44, n. 4, p. 354–69, 1910.
89. UNDERWOOD, A.S. An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. **Journal of anatomy and physiology**, v. 44, n. 4, p. 354–369, Jul 1910.
90. VELASCO-TORRES, M.; PADIAL-MOLINA, M.; AVILA-ORTIZ, G.; GARCÍA-DELGADO, R.; O'VALLE, F.; CATENA, A.; GALINDO-MORENO, P. Maxillary sinus dimensions decrease as age and tooth loss increase. **Dental Implant**, v. 26, n. 2, p. 288-295, Apr. 2017.
91. VELÁSQUEZ-PLATA, D.; HOVEY, L.R.; PEACH, C.C.; ALDER, M.E. Maxillary sinus septa: a 3-dimensional computerized tomographic scan analysis. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 17, p. 854-60, 2002.
92. VINTER, I.; KRMPOTIC-NEMANIC, J.; HAT, J.; JALSOVEC, D. Does the alveolar process of the maxilla always disappear after tooth loss? **Laryngor- hinootologie**, v. 72, p. 605–7, 1993.
93. WEISS, R.; READ-FULLER, A. Cone beam computed tomography in oral and maxillofacial surgery: an evidence-based review. **Dent J**, v. 7, p. 52, May. 2019.

94. WHYTE, A.; BOEDDINGHAUS, R. The maxillary sinus: physiology, development and imaging anatomy. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 48, n. 8, p. 20190205, 2019.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

### **APROVAÇÃO**

Os membros do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da UFBA, em sessão ordinária no dia 31 de agosto de 2015, através do Parecer Consubstanciado nº 1.208.317, resolveram aprovar o projeto de pesquisa "AVALIAÇÃO ANATOMICA DE IMAGENS POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E RESSONÂNCIA MAGNÉTICA", da pesquisadora Iêda Margarida Crusóé Rocha Rebello, Grande área 4: Ciências da Saúde, registro no CONEP: CAAE 43745915.9.0000.5024.

Salvador, 20 de outubro de 2015.

  
**Profa. Dra. Sandra de Cássia Santana Sardinha**  
Coordenadora do CEP FOUFBA

*Profa. Dra. Sandra de Cássia Santana Sardinha  
Coord. do Comitê de Ética em  
Pesquisa em Odontologia  
FOUFBA*