



EGAS MONIZ SCHOOL
of HEALTH & SCIENCE

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
EGAS MONIZ

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

ANÁLISE RADIOGRÁFICA DO CANAL DA ARTÉRIA ALVEOLAR ANTRAL EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÓNICO

Trabalho submetido por

Raquel Sofia Silva Alves

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2025

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

ANÁLISE RADIOGRÁFICA DO CANAL DA ARTÉRIA ALVEOLAR ANTRAL EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Trabalho submetido por

Raquel Sofia Silva Alves

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

Prof. Doutor João Gaspar

e coorientado por

Mestre Leonel Lima

setembro de 2025

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Doutor João Gaspar, e ao meu coorientador Mestre Leonel Lima, que me acompanharam na reta final do meu percurso académico, agradeço por toda a ajuda e exigência na realização deste projeto.

Ao Prof. Doutor Luís Proença, pela sua disponibilidade e ajuda fundamental na análise estatística da investigação.

Ao Prof. Doutor Eduardo Guerreiro, pela generosidade, pela disponibilidade para ajudar e ensinar e pelo contributo indispensável na formatação da tese.

Ao Prof. Doutor António Mano Azul e ao Prof. Pedro Trancoso, por me terem permitido integrar e experienciar estes dois anos na Equipa de Cirurgia e Medicina Oral. O meu sincero obrigado pelo apoio e ensinamentos partilhados.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz que será sempre a minha segunda casa.

Aos meus pais e aos meus irmãos, pelo apoio incondicional e por acreditarem sempre em mim. Sem vocês nada seria possível.

Ao João, pelo amor, paciência, por me ajudar sempre a retirar algo positivo de cada situação e por celebrar comigo cada conquista.

Às minhas amigas de sempre, Débora, Joana e Leonor, que mesmo longe nunca me fizeram sentir a distância.

A todos os meus amigos da faculdade, em especial, à Luna, à Mariana, ao Gui, ao Ricardo, à Constança, à Inês, à Clara e à Catarina, por tornarem estes 5 anos mais bonitos.

À minha madrinha de praxe Margarida, ao meu padrinho Gonçalo e às minhas afilhadas Ana, Nádia, Leonor e Carolina, que irão ser sempre família.

E por fim, à minha parceira de box e colega de casa, Isa, com quem partilhei a minha vida. Obrigada por estares sempre lá, vou sentir saudades dos nossos trabalhos a 4 mãos.

Resumo

Objetivos: Avaliar a prevalência e as características morfométricas do canal da artéria alveolar antral (CAAA) em tomografias computadorizadas de feixe cônico (CBCT), destacando a sua variabilidade anatômica e relevância clínica.

Materiais e Métodos: Foi realizada uma análise retrospectiva de CBCT de pacientes adultos da Clínica Dentária Egas Moniz. Para cada canal identificado, registaram-se o diâmetro e a distância ao pavimento do seio maxilar, considerando lado, sexo e região dentária. Os dados foram analisados por estatística descritiva e comparativa.

Resultados: Foi possível identificar o CAAA em pelo menos um dos seios em 78,4% dos pacientes. O diâmetro médio foi de cerca de 1,6 mm. A distância ao pavimento revelou um gradiente antero-posterior, sendo maior nos pré-molares e menor nos molares. Apenas na comparação entre os dentes 16 e 26 se verificou diferença significativa, com menor distância do canal ao pavimento no lado direito. Quanto ao sexo, não se observaram diferenças relevantes no lado direito, mas no lado esquerdo os homens exibiram diâmetros superiores.

Conclusões: O CAAA apresenta grande variabilidade anatômica, confirmando que valores médios populacionais não são clinicamente aplicáveis. O CBCT constitui ferramenta indispensável para a avaliação individualizada, permitindo maior segurança e previsibilidade em procedimentos cirúrgicos da região posterior da maxila.

Palavras-chave: Canal da artéria alveolar antral; CBCT; Seio maxilar; Cirurgia oral.

Abstract

Objectives: To evaluate the prevalence and morphometric characteristics of the alveolar antral artery canal (CAAA) using cone-beam computed tomography (CBCT), emphasizing its anatomical variability and clinical relevance.

Materials and Methods: A retrospective analysis of CBCT scans from adult patients at Egas Moniz Dental Clinic was performed. For each identified canal, diameter and distance to the sinus floor were measured according to side, sex, and dental region. Data were analyzed using descriptive and comparative statistics.

Results: The CAAA was identified in at least one maxillary sinus in 78.4% of patients. The mean diameter was approximately 1.6 mm. The distance to the sinus floor showed an anteroposterior gradient, being greater in the premolar region and smaller in the molar region. A significant difference was observed only between teeth 16 and 26, with a shorter canal-to-floor distance on the right side. Regarding sex, no relevant differences were found on the right side, whereas on the left side men presented larger diameters.

Conclusions: The AAAC displays considerable anatomical variability, confirming that population mean values are not clinically applicable. CBCT is therefore an indispensable tool for individualized assessment, ensuring greater safety and predictability in surgical procedures involving the posterior maxilla.

Keywords: Alveolar antral artery canal; CBCT; Maxillary sinus; Oral surgery.

Índice

I. Introdução.....	13
1. Anatomia.....	13
1.1. Anatomia e Vascularização do Seio Maxilar.....	13
1.2. Seio Maxilar e Canal da Artéria Alveolar Antral.....	15
1.3. Artéria Alveolar Antral: Caracterização e Importância Clínica.....	15
2. Cirurgia do Seio Maxilar e Riscos Associados à AAA.....	17
2.1. Procedimentos Cirúrgicos na Região do Seio Maxilar.....	17
2.2. Hemorragia Intraoperatória: Causas e Prevenção.....	18
2.3. Técnicas de controlo de sangramento.....	19
3. Meios Complementares de Diagnóstico.....	20
3.1. Evolução dos Meios Complementares de Diagnóstico.....	20
3.2. CBCT.....	21
3.2.1. Princípios Básicos de Funcionamento do CBCT.....	22
3.2.2. Vantagens e Limitações do CBCT.....	23
3.2.3. CBCT em Cirurgia Oral.....	24
4. Contextualização, Justificação e Relevância do Estudo.....	24
II. Objetivos do Estudo.....	27
III. Materiais e métodos.....	29
1. Considerações éticas.....	29
2. Tipo de estudo.....	29
3. Amostra.....	29
3.1. Cálculo da Amostra.....	29
3.2. Critérios de Inclusão e Exclusão.....	30
3.3. Caracterização da amostra.....	31
4. Metodologia de investigação.....	32
5. Metodologia Estatística.....	33
IV. Resultados.....	35
1. Análise Descritiva.....	35
2. Análise Inferencial.....	38

2.1. Testes de Normalidade.....	38
2.2. Testes Comparativos	41
V. Discussão.....	43
1. Discussão dos resultados.....	43
2. Limitações da Investigação	47
3. Perspetivas futuras	48
VI. Conclusão.....	49
VII. Bibliografia	51
VIII. Anexos	59

Índice de figuras

Figura 1. Imagem intra-oral de acesso ao seio maxilar. Fotografia cedida pelo Prof. Doutor João Gaspar.....	14
Figura 2. Imagem representativa da AAA. Fotografia cedida pelo Prof. Doutor João Gaspar.	17
Figura 3. Técnica de elevação do seio maxilar através da abordagem de janela lateral. Fotografia cedida pelo Prof. Doutor João Gaspar.....	18
Figura 4. Fluxograma representativo da seleção da amostra	30
Figura 5. Ilustração dos cortes reconstruídos perpendicularmente ao plano oclusal e medição das distâncias entre a margem inferior externa do CAAA e o pavimento do seio maxilar.	32
Figura 6. Ilustração da medição do diâmetro do CAAA no presente estudo imagiológico.....	33

Índice de tabelas

Tabela 1. Distribuição da amostra por sexo.....	31
Tabela 2. Estatísticas descritivas da idade dos participantes.....	31
Tabela 3. Frequência de identificação do canal da AAA segundo o lado (n = 227).....	35
Tabela 4. Distribuição da zona de maior diâmetro do canal no lado direito (n = 147). 36	
Tabela 5. Distribuição da zona de maior diâmetro do canal no lado esquerdo (n = 140).	36
Tabela 6. Diâmetro do canal da AAA por lado (mm).....	36
Tabela 7. Diâmetro do canal da AAA por lado e sexo (mm).....	37
Tabela 8. Distância do canal ao pavimento do seio maxilar por região dentária – lado direito (mm).	37
Tabela 9. Distância do canal ao pavimento do seio maxilar por região dentária – lado esquerdo (mm).	38
Tabela 10. Testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) para as distâncias – lado direito (zonas 14 a 18).....	39
Tabela 11. Testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) – lado esquerdo (zonas 24 a 28).....	39
Tabela 12. Testes de normalidade para o diâmetro do canal (mm).....	40
Tabela 13. Testes de normalidade para o diâmetro do canal segundo o sexo.....	40
Tabela 14. Teste de postos com sinais de Wilcoxon: comparação entre diâmetro direito (D) e esquerdo (E).....	41
Tabela 15. Diferenças entre distâncias homólogas do canal ao pavimento do seio maxilar (teste t emparelhado).	42
Tabela 16. Comparação dos diâmetros do canal por sexo (teste t para amostras independentes).....	42

Lista de abreviaturas

2D – Bidimensional

3D – Tridimensional

AAA – Artéria Alveolar Antral

ALADA – *As Low As Diagnostically Acceptable* (tão baixo quanto diagnosticamente aceitável)

ALARA – *As Low As Reasonably Achievable* (tão baixo quanto razoavelmente possível)

CAAA – Canal da Artéria Alveolar Antral

CBCT – Cone-Beam Computed Tomography (Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico)

DP – Desvio Padrão

DRT – Dose Reduction Technique (Técnica de Redução de Dose)

DVT – *Digital Volume Tomography* (Tomografia Volumétrica Digital)

FOV – *Field of View* (campo de visão)

IBM – *International Business Machines*

KS – Teste de Kolmogorov–Smirnov

MISE – *Minimally Invasive Sinus Elevation* (elevação sinusal minimamente invasiva)

ROI – *Region of Interest* (região de interesse)

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

STROBE – *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*

SW – Teste de Shapiro–Wilk

TAC – Tomografia Axial Computadorizada

TC – Tomografia Computadorizada Convencional

I. Introdução

1. Anatomia

1.1. Anatomia e Vascularização do Seio Maxilar

O seio maxilar, também denominado antro de Highmore, é a maior cavidade pneumática dos seios paranasais e localiza-se no interior do corpo da maxila. Apresenta uma conformação piramidal, com a base voltada medialmente para a parede lateral da cavidade nasal e o ápice orientado lateralmente, em direção ao processo zigomático. A sua morfologia tridimensional evidencia ampla variabilidade interindividual, influenciada por fatores como idade, sexo, padrão de crescimento facial e presença ou ausência de dentes posteriores (Iwanaga et al., 2019; Lev & Artzi, 2020).

O processo de pneumatização inicia-se por volta da 10.^a semana de vida intrauterina e prolonga-se até à adolescência, altura em que o seio atinge o seu volume definitivo (Iwanaga et al., 2019; Lev & Artzi, 2020). Em adultos, o volume médio do seio maxilar situa-se entre 12 e 15 cm³, sendo geralmente superior nos indivíduos do sexo masculino. Um estudo de Tanaka et al. (2021), baseado em tomografias computadorizadas de feixe cónico, revelou valores médios de aproximadamente 16,8cm³ nos homens e 13,1cm³ nas mulheres, verificando-se uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$). Este estudo confirma que o volume do seio maxilar é consistentemente superior no sexo masculino, com uma diferença relativa de cerca de 22%, fator que deve ser considerado no planeamento cirúrgico.

Internamente, o seio maxilar está revestido pela membrana de Schneider, um epitélio respiratório pseudoestratificado ciliado, com espessura fisiológica compreendida entre 0,3 e 0,8 mm. Esta mucosa participa ativamente na limpeza e proteção do espaço sinusal, podendo apresentar alterações de espessura em situações inflamatórias, traumáticas ou iatrogénicas (Iwanaga et al., 2019). A cavidade sinusal é delimitada por cinco paredes anatómicas: (1) a parede superior, que corresponde ao pavimento da órbita e é habitualmente delgada, com espessura média inferior a 2 mm; (2) a parede inferior, correspondente ao pavimento sinusal, em estreita relação com os processos alveolares da maxila e, por conseguinte, com as raízes dos dentes posteriores superiores; (3) a parede anterior, que forma a face anterior da maxila; (4) a parede posterior, que contacta com a fossa infratemporal e a fossa pterigopalatina; (5) a parede medial, que separa o seio da cavidade nasal e contém o óstio sinusal, uma abertura estreita e localizada superiormente,

cuja posição desfavorável compromete a drenagem natural, sendo esta assegurada pela ação dos cílios vibráteis (Lev & Artzi, 2020; Sérgio Batista et al., 2011). Na **Figura 1** encontra-se representado o interior do seio maxilar.



Figura 1. Imagem intra-oral de acesso ao seio maxilar. Fotografia cedida pelo Prof. Doutor João Gaspar.

Os septos intra-sinusais, também conhecidos como septos de Underwood, são finas lâminas ósseas que se projetam das paredes internas do seio maxilar, podendo dividir parcial ou totalmente a sua cavidade. Classificam-se em primários, formados durante o desenvolvimento embrionário, e secundários, originados após a perda de dentes e subsequente pneumatização do seio. A sua frequência e forma variam entre indivíduos e podem diferir entre populações de distintas origens geográficas. Observa-se maior prevalência destes septos na região do segundo molar superior, com estudos a reportarem uma ocorrência global entre 20% e 35% dos casos, sendo a maioria unilaterais. A altura média descrita varia aproximadamente entre 2 e 4 mm, embora alguns septos possam exceder os 6 mm, o que aumenta a sua relevância clínica. A presença destas estruturas modifica a arquitetura interna do seio maxilar e pode dificultar procedimentos cirúrgicos, como a elevação do pavimento sinusal. Nestes casos, é fundamental adaptar a abordagem cirúrgica, por exemplo, criando janelas ósseas adicionais ou reposicionando a osteotomia, de forma a contornar a barreira criada pelo septo e minimizar o risco de perfuração da membrana de Schneider (Bozhikova & Uzunov, 2020).

A vascularização do seio maxilar é garantida principalmente por ramos da artéria maxilar, entre os quais se destacam a artéria alveolar superior posterior, a artéria infraorbitária e a artéria nasal lateral posterior (Bathla et al., 2018). Estes vasos formam uma rede de anastomoses intraósseas e extraósseas que percorrem as paredes do seio, com

variações individuais na sua distribuição. Entre estas, sobressai a artéria alveolar antral (AAA), resultante da anastomose entre a artéria alveolar superior posterior e a artéria infraorbitária (Elia et al., 2005). Estas particularidades anatómicas são clinicamente relevantes, pelo potencial risco de hemorragia durante o procedimento cirúrgico. Estudos anatómicos e imagiológicos demonstram que a posição, o diâmetro e o padrão destas estruturas vasculares variam significativamente entre indivíduos (Testori et al., 2019).

1.2. Seio Maxilar e Canal da Artéria Alveolar Antral

O canal da artéria alveolar antral (CAAA) é uma estrutura óssea localizada na parede lateral do seio maxilar, que aloja a AAA. Pode apresentar diferentes trajetórias dentro do seio maxilar, sendo a posição mediolateral intra-sinusoidal a mais frequente. A presença deste canal constitui uma particularidade anatómica relevante na avaliação pré-operatória, uma vez que o seu percurso define a localização da artéria, cuja integridade deve ser preservada para prevenir complicações hemorrágicas durante intervenções cirúrgicas na região maxilar (Staněk et al., 2023).

1.3. Artéria Alveolar Antral: Caracterização e Importância Clínica

A AAA é uma anastomose entre a artéria alveolar superior posterior e a artéria infraorbitária, localizada na parede anterolateral do seio maxilar e apresentando um trajeto variável. Esta anastomose fornece suprimento sanguíneo à membrana de Schneider, à parede do seio maxilar e ao periósteo (Staněk et al., 2023; Varela-Centelles et al., 2016).

Esta artéria apresenta, na maioria dos casos, um trajeto intraósseo, podendo, contudo, assumir um percurso intra-sinusal ou superficial. Entre estes, o padrão intraósseo é o mais frequente (representado na **Figura 2**) sendo identificado em aproximadamente 57,7% dos casos (Kalabalik & Akcay, 2020).

O diâmetro da AAA é um parâmetro anatómico de particular relevância clínica. Valores médios próximos de 1 mm têm sido descritos em diferentes populações, embora com variações subtis. Na população turca, foi registada uma média de aproximadamente

1,10 mm, com desvio-padrão de 0,25 mm, revelando relativa uniformidade (Ciftci et al., 2023). Num estudo realizado num centro de cuidados terciários, observaram-se valores médios de 1,24 mm no seio maxilar direito e 1,10 mm no esquerdo (Subedi et al., 2023). Numa população tailandesa, o valor médio foi ligeiramente inferior, de 1,05 mm, com desvio-padrão de 0,34 mm (Laovoravit et al., 2021), sugerindo assim diferenças entre grupos étnicos. Alguns trabalhos apontam ainda possíveis variações associadas ao género e à idade, embora nem sempre estatisticamente significativas (Ciftci et al., 2023).

A posição da AAA apresenta variações dependentes do estado dentário e deve ser analisada em relação a diferentes estruturas anatómicas. Após a perda dentária, a pneumatização do seio maxilar conduz a um aumento da distância da AAA ao pavimento sinusal. Em contrapartida, a reabsorção do rebordo alveolar reduz a altura óssea disponível, resultando numa diminuição da distância da AAA à crista óssea. Assim, nos indivíduos dentados verifica-se o padrão inverso: a artéria tende a situar-se mais próxima do pavimento sinusal e mais distante da crista óssea. Estas diferenças confirmam que o estado dentário exerce influência direta sobre a posição da AAA, aspeto determinante para o planeamento e execução de procedimentos cirúrgicos na região maxilar (Ciftci et al., 2023; Kalabalik & Akcay, 2020; Kolte et al., 2021; Laovoravit et al., 2021; Mustakim et al., 2024; Staněk et al., 2023).

A AAA constitui um potencial ponto de hemorragia intraoperatória em procedimentos como a elevação do seio maxilar, sobretudo quando apresenta maior diâmetro e trajeto intraósseo (Valente et al., 2015). A utilização de imagiologia pré-operatória, como a tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) é fundamental para determinar a localização e o calibre da artéria, permitindo um planeamento cirúrgico preciso e a redução do risco de lesões vasculares (Rahpeyma & Khajehahmadi, 2014).

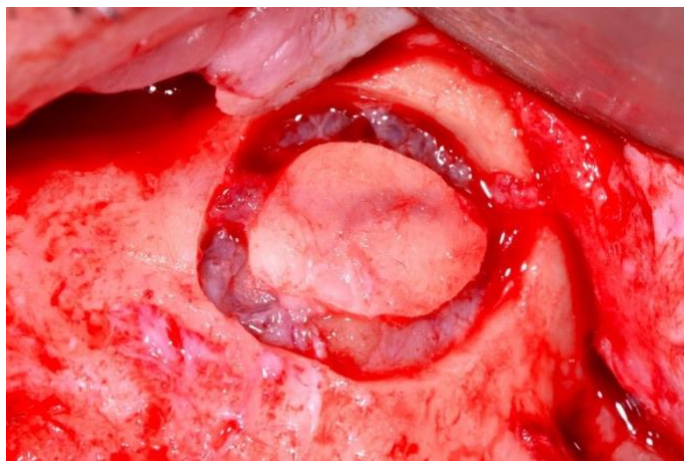


Figura 2. Imagem representativa da AAA. Fotografia cedida pelo Prof. Doutor João Gaspar.

2. Cirurgia do Seio Maxilar e Riscos Associados à AAA

Devido ao seu calibre e posicionamento anatómico, a AAA constitui uma fonte relevante de possível hemorragia intraoperatória em cirurgias do seio maxilar. A sua lesão pode originar hemorragia significativa, podendo resultar numa realização mais lenta do procedimento cirúrgico, na redução do suprimento sanguíneo, na mobilização do enxerto, num aumento do risco de perfurações da membrana ou até mesmo na suspensão da cirurgia (Varela-Centelles et al., 2020).

2.1. Procedimentos Cirúrgicos na Região do Seio Maxilar

Os procedimentos cirúrgicos no seio maxilar abrangem técnicas de elevação sinusal, tratamento de patologias e resseções tumorais.

A elevação do seio maxilar, procedimento indicado para aumentar a altura óssea na zona posterior da maxila e permitir a colocação de implantes dentários, pode ser realizada pela abordagem da janela lateral (representado na **Figura 3**), pela via transalveolar/crestal ou pela técnica de elevação minimamente invasiva do seio maxilar (*Minimally Invasive Sinus Elevation* – MISE), que apresenta menor risco de perfuração da membrana sinusal e de complicações pós-operatórias (Lyu et al., 2023; Pizzolante et al., 2024).

As patologias do seio maxilar, como infeções odontogénicas e quistos, podem ser tratadas através de procedimentos como o Caldwell-Luc, marsupialização, enucleação ou curetagem, de acordo com as características da lesão (Andri, 2011; Vasca et al., 2023).

Nos casos de tumores malignos, como o carcinoma espinocelular, a escolha entre maxilectomia transfacial, transoral ou endoscópica, com ou sem dissecação cervical, depende da extensão tumoral. As abordagens endoscópicas modulares permitem intervenções menos invasivas e melhor preservação tecidual (Spinato et al., 2022).

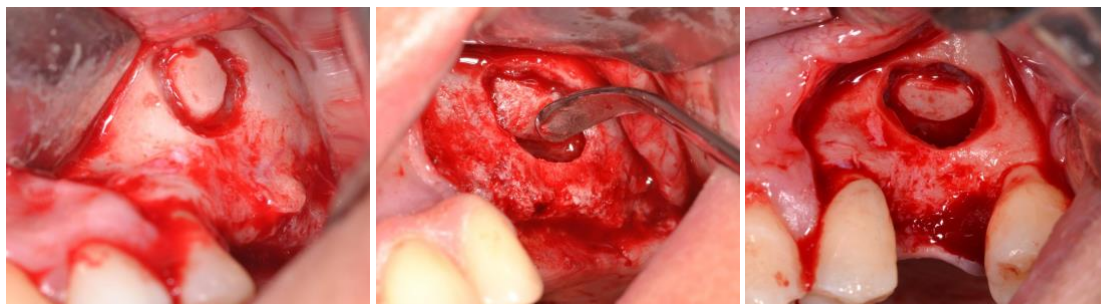


Figura 3. Técnica de elevação do seio maxilar através da abordagem de janela lateral. Fotografia cedida pelo Prof. Doutor João Gaspar.

2.2. Hemorragia Intraoperatória: Causas e Prevenção

A hemorragia da AAA durante procedimentos cirúrgicos na região do seio maxilar ocorre frequentemente devido à sua manipulação inadvertida (Rahpeyma & Khajehahmadi, 2014). Este risco é particularmente elevado em presença de variações anatómicas, como septos sinusais ou trajetos intraósseos da AAA, que dificultam a execução do procedimento e aumentam a probabilidade de hemorragia proveniente desta artéria (Valentini, 2023).

Uma compreensão detalhada da anatomia da AAA é essencial para prevenir hemorragias intraoperatórias. Isso inclui conhecer o diâmetro da artéria e o seu trajeto em relação ao local da intervenção, informação que pode ser obtida através de CBCT, permitindo um mapeamento preciso da artéria para o cirurgião antecipar dificuldades e reduzir riscos (Bourdarie, 2016). O mapeamento pré-operatório permite ao cirurgião antecipar dificuldades e reduzir riscos (Bourdarie, 2016), avaliando o potencial de hemorragia em cada paciente, considerando variações anatómicas individuais e historial clínico (Valente et al., 2015).

Técnicas cirúrgicas como o uso de instrumentos piezoelétricos permitem cortes precisos que incluem a artéria dentro do desenho da osteotomia, minimizando o risco de hemorragia intraoperatória (Valente et al., 2015).

Além disso, o conhecimento aprofundado dos princípios de coagulação e a disponibilidade de materiais hemostáticos complementam a preparação do cirurgião, reforçando a prevenção de complicações hemorrágicas (Kumar, 2016).

2.3. Técnicas de controlo de sangramento

O controlo da hemorragia intraoperatória pode ser alcançado através de diferentes técnicas, que variam desde métodos convencionais, tais como compressão mecânica, suturas e anestésicos locais com vasoconstritor, até abordagens complementares com agentes farmacológicos (Rahmani et al., 2024).

A compressão mecânica e a sutura constituem medidas fundamentais e frequentemente utilizadas como primeira linha no controlo de hemorragias, sendo eficazes em situações de sangramento ligeiro a moderado. Adicionalmente, a utilização de anestésicos locais vasoconstritores pode reduzir o fluxo sanguíneo no local cirúrgico, contribuindo para a minimização da hemorragia (Akolkar et al., 2017; Rahmani et al., 2024).

No âmbito farmacológico, os agentes hemostáticos tópicos, como esponjas de gelatina, celulose oxidada e ácido tranexâmico, são utilizadas para promover a hemostase (Rahmani et al., 2024).

Por fim, as colas biológicas e os dispositivos hemostáticos, como o HemCon®, constituem alternativas adicionais em casos mais complexos ou em situações em que os métodos convencionais se mostram insuficientes, proporcionando um controlo eficaz da hemorragia (Kumar, 2016; Malmquist et al., 2008).

3. Meios Complementares de Diagnóstico

Na prática da Medicina Dentária, as radiografias constituem meios complementares de diagnóstico de grande relevância. Estas podem ser obtidas através de técnicas bidimensionais (2D), como as radiografias intraorais, cefalométricas e panorâmicas, ou por técnicas tridimensionais (3D), entre as quais se destacam a Tomografia Axial Computorizada (TAC) e a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (CBCT) (Kaasalainen et al., 2021; Scarfe et al., 2012; Velasco-Torres et al., 2017).

3.1. Evolução dos Meios Complementares de Diagnóstico

A descoberta dos raios X por Wilhelm Conrad Röntgen, em 1895, constituiu um marco na evolução da medicina. Posteriormente, em 1931, Broadbent e Hofrath introduziram a radiografia cefalométrica, estabelecendo métodos padronizados para a sua obtenção (Karatas & Toy, 2014; Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017). Na década de 1960, a introdução da radiografia panorâmica contribuiu para a disseminação da radiologia na prática de Medicina Dentária, embora as limitações inerentes às imagens 2D permanecessem (Gupta et al., 2015; Kaasalainen et al., 2021).

Em 1972, Geoffrey Humbold Hounsfield desenvolveu a TAC, permitindo a obtenção de imagens 3D. Contudo, o elevado custo, o acesso restrito, a limitada resolução e a maior exposição à radiação condicionaram a sua aplicação em Medicina Dentária (Kaasalainen et al., 2021; Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017). No final da década de 1970, iniciou-se o desenvolvimento do CBCT, com o Dynamic Spatial Reconstructor na Unidade de Pesquisa em Biodinâmica da Mayo Clinic, adaptado para utilização clínica em 1982. A primeira aplicação em Medicina Dentária ocorreu em 1995, com o desenvolvimento do sistema NewTom DVT 9000 por Attilio Tacconi e Piero Mozzo, concebido especificamente para a região maxilofacial. O lançamento comercial ocorreu anos mais tarde, em 1999 na Europa e em 2001 nos Estados Unidos, acompanhado por equipamentos semelhantes desenvolvidos por Arai et al. no Japão em 1999 (Gupta et al., 2015; Kaasalainen et al., 2021).

Ao longo das décadas, os avanços no hardware e software dos equipamentos permitiram reduzir a dose de radiação, em conformidade com o princípio ALARA (As

Low As Reasonably Achievable; “tão baixa quanto razoavelmente possível”). Contudo, este princípio ainda resultava em imagens de qualidade superior à necessária para o diagnóstico clínico, conduzindo ao desenvolvimento do conceito ALADA (As Low As Diagnostically Acceptable; “tão baixa quanto diagnosticamente aceitável”), de particular relevância em pacientes jovens, mais suscetíveis aos efeitos adversos da radiação (Abdelkarim, 2019; Jaju & Jaju, 2014).

O CBCT consolidou-se como uma ferramenta essencial em várias áreas da Medicina Dentária, graças à sua capacidade de fornecer informações anatómicas detalhadas (Lübbers et al., 2024). O desenvolvimento de software específico permitiu, também, uma visualização mais precisa das estruturas dentárias, apoiando diagnósticos mais rigorosos e planeamentos clínicos individualizados (Jain et al., 2019).

Embora as doses efetivas do CBCT sejam inferiores às da TAC convencional, continuam a ser superiores às de radiografias panorâmicas e cefalométricas. A implementação da técnica de redução de dose (DRT) permite ao clínico configurar o CBCT para obtenção de doses mais próximas das radiografias 2D (Abdelkarim, 2019).

3.2. CBCT

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cónico (CBCT) é atualmente um método de imagem radiográfico tridimensional amplamente utilizado que permite obter imagens com resolução submilimétrica de elevada qualidade. Em comparação com a Tomografia Computadorizada (TC) convencional, apresenta vantagens significativas, como a menor dose de radiação efetiva, o custo mais reduzido e a rapidez do exame, que pode variar entre 5 e 40 segundos. Estes fatores contribuem para maior conforto do paciente e para a diminuição de artefactos relacionados com o movimento. No entanto, a clareza das imagens obtidas pode ser afetada pelo ruído, pelo baixo contraste dos tecidos moles e pela presença de artefactos, limitações que permanecem associadas à técnica (Karatas & Toy, 2014; Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017).

3.2.1. Princípios Básicos de Funcionamento do CBCT

O CBCT permite a obtenção de imagens 3D de alta resolução através da captura de múltiplas projeções de raios X. O sistema baseia-se numa fonte de radiação e num detetor que se deslocam sincronizadamente numa rotação completa de 360 graus em torno de um fulcro situado no centro da região de interesse (ROI). Durante esta rotação, a fonte emite radiação contínua ou pulsada, sendo esta última preferida por reduzir tanto o tempo de exposição como a dose de radiação recebida pelo paciente (Kaasalainen et al., 2021; Rozylo-Kalinowska, 2020; Scarfe et al., 2012).

As imagens 2D obtidas, designadas dados brutos, são processadas por softwares específicos que aplicam algoritmos avançados de reconstrução, originando um volume tridimensional. Este volume pode ser visualizado nos planos axial, sagital e coronal, com resolução espacial isotrópica submilimétrica, assegurando imagens de elevada qualidade diagnóstica e mínima distorção (Rozylo-Kalinowska, 2020; Scarfe et al., 2012).

O CBCT é constituído por três componentes principais: a fonte de raios X, o detetor de ecrã plano e o posicionador, responsável por guiar o movimento coordenado dos dois primeiros em torno do paciente. O posicionador mantém a trajetória da fonte dentro de um arco esférico, otimizando a amostragem e reduzindo discrepâncias angulares durante a aquisição (Kaasalainen et al., 2021; Scarfe et al., 2012).

Dois parâmetros críticos influenciam a qualidade e segurança do exame: o campo de visão (FOV) e o tamanho do voxel. O FOV, determinado pelo detetor, geometria do feixe e capacidade de colimação, deve ser adaptado à região de interesse, podendo ser classificado como grande (>15 cm), médio (10–15 cm) ou pequeno (<10 cm). Limitar o FOV à ROI contribui para a redução da dose de radiação. O voxel, por sua vez, define a resolução espacial da imagem. Voxels menores proporcionam maior definição, mas requerem doses de radiação mais elevadas para manter a relação sinal-ruído. A isotropia do voxel em CBCT permite medições precisas em qualquer eixo ortogonal, aumentando a confiabilidade do diagnóstico (Kaasalainen et al., 2021; Scarfe et al., 2012).

3.2.2. Vantagens e Limitações do CBCT

Uma das principais vantagens do CBCT reside na possibilidade de restringir o feixe de radiação através da seleção do FOV, o que concentra a exposição na área de interesse, reduzindo a dose recebida pelo paciente e simultaneamente aumentando a qualidade da imagem obtida. Outro aspeto determinante é a utilização de voxels isotrópicos, ao contrário dos voxels anisotrópicos característicos da TC convencional, permitindo uma maior precisão na análise tridimensional das estruturas anatómicas (Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017).

Além disso, a capacidade de reconstrução volumétrica possibilita a manipulação e organização dos dados em softwares específicos, que oferecem ferramentas úteis para a simulação da colocação de implantes e realização de medições fiáveis em diferentes cenários clínicos (Karatas & Toy, 2014).

O CBCT apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. A qualidade das imagens pode ser afetada por artefactos, incluindo ruído, endurecimento do feixe, movimento do paciente e artefactos metálicos, que comprometem a precisão na análise das estruturas ósseas (Ge et al., 2025; Wang et al., 2013).

A avaliação de tecidos moles é limitada, tornando o CBCT inadequado para análises detalhadas destas estruturas (Weiss & Read-Fuller, 2019).

A quantificação da atenuação de raios X é imprecisa, afetando a padronização das medidas de densidade óssea (Xu et al., 2023).

Embora a dose de radiação seja inferior à da tomografia computadorizada convencional, permanece superior à das radiografias 2D, sendo necessário cuidado, especialmente em populações vulneráveis, como crianças. Além disso, o CBCT envolve custos mais elevados, acessibilidade limitada e requer formação específica para utilização adequada, fatores que podem restringir a sua disponibilidade em determinados contextos clínicos (Singh, 2021; Thirunavukkarasu et al., 2022).

Embora o CBCT tenha demonstrado ser mais eficaz do que a tomografia computadorizada convencional (CT) na identificação do trajeto da AAA, nem sempre é

possível detetar esta artéria, especialmente quando o seu diâmetro é inferior a 0,5 mm (Varela-Centelles et al., 2020).

3.2.3. CBCT em Cirurgia Oral

O CBCT constitui uma ferramenta indispensável em cirurgia oral, pela sua capacidade de fornecer imagens 3D de elevada resolução, permitindo uma análise detalhada das estruturas anatómicas e um planeamento cirúrgico mais preciso (Pandey et al., 2024; Weiss & Read-Fuller, 2019).

Na implantologia, o CBCT possibilita a avaliação rigorosa da proporção óssea, bem como a definição da posição ideal para a colocação de implantes, minimizando complicações intra e pós-operatórias (Sofia et al., 2024).

De igual modo, revela-se essencial na cirurgia de dentes impactados, ao permitir a determinação exata da sua localização e orientação, contribuindo para uma abordagem mais segura (Becker et al., 2010).

Para além do diagnóstico, o CBCT contribui para a melhoria dos resultados clínicos, uma vez que a elevada precisão das imagens favorece procedimentos menos invasivos e com maior previsibilidade (Becker et al., 2010). O seu papel é igualmente relevante no acompanhamento pós-operatório, nomeadamente na implantologia, ao possibilitar a monitorização da osteointegração e a deteção precoce de complicações como infeções ou desalinhamento dos implantes (Sofia et al., 2024).

4. Contextualização, Justificação e Relevância do Estudo

O seio maxilar constitui uma das regiões anatómicas mais relevantes em cirurgia oral, particularmente em procedimentos como a elevação do seio maxilar e a reabilitação com implantes na zona posterior da maxila. A AAA, que percorre a parede lateral do seio, assume especial importância clínica, uma vez que a sua lesão pode originar hemorragias significativas, comprometendo o sucesso da cirurgia (Turkyilmaz et al., 2024).

O CBCT tem vindo a afirmar-se como o método de eleição para a avaliação 3D destas estruturas anatómicas, oferecendo elevada resolução espacial e capacidade de identificar a AAA com maior precisão do que as técnicas 2D. Esta vantagem é determinante para o planeamento individualizado, permitindo reduzir riscos intraoperatórios e otimizar resultados clínicos (Ketabi et al., 2023; Varela-Centelles et al., 2020).

Apesar dos progressos, os dados disponíveis na literatura sobre a prevalência, diâmetro e localização da AAA continuam limitados e apresentam variações consideráveis entre estudos. Assim, torna-se pertinente a realização de investigações adicionais que contribuam para um melhor conhecimento anatómico desta estrutura. O presente trabalho insere-se nesse objetivo.

II. Objetivos do Estudo

Objetivo Geral

Este estudo tem como objetivo geral avaliar a prevalência do canal da AAA em CBCT de pacientes adultos na Clínica Dentária Egas Moniz.

Objetivos Específicos

- Determinar a frequência de deteção do canal da AAA nas tomografias analisadas.
- Avaliar a proporção de casos em que o canal é identificável bilateralmente, unilateralmente ou ausente em ambos os lados.
- Identificar as localizações anatómicas onde o CAAA apresenta maior prevalência, considerando as cinco regiões estudadas em cada seio maxilar (pré-molares e molares).
- Calcular o valor médio do diâmetro da AAA no total da amostra analisada.
- Estimar a média das distâncias entre o canal e o pavimento do seio maxilar em cada uma das localizações avaliadas (zonas dos dentes: 18, 17, 16, 15, 14, 24, 25, 26, 27 e 28).

III. Materiais e métodos

1. Considerações éticas

O presente estudo foi inicialmente aprovado pela Comissão Científica do Instituto Universitário Egas Moniz e, posteriormente, pela Comissão de Ética da mesma instituição, em 18 de dezembro de 2024, sob o processo interno 1521 (**Anexo 1**).

Todos os pacientes incluídos no estudo eram utentes da Clínica Universitária Egas Moniz e tinham previamente assinado um consentimento informado no âmbito da sua primeira consulta. Foram salvaguardados o anonimato e a confidencialidade dos dados, sendo recolhidas apenas as variáveis necessárias à investigação.

2. Tipo de estudo

O presente estudo, de natureza retrospectiva, enquadra-se na investigação primária de tipo quantitativo. Trata-se de uma investigação epidemiológica de carácter observacional, centrada na análise de imagens radiográficas obtidas previamente. A estruturação metodológica do estudo seguiu os princípios recomendados para estudos observacionais, de acordo com as diretrizes *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE).

3. Amostra

Foram analisados, de forma aleatória, processos clínicos de pacientes que realizaram CBCT como exame complementar de diagnóstico na Clínica Universitária Egas Moniz, no período compreendido entre 1 de janeiro de 2020 e 31 de outubro de 2024.

3.1. Cálculo da Amostra

A determinação da dimensão da amostra foi efetuada com base nos resultados reportados no estudo de Apostolakis & Bissoon (2014), considerando um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5%. Nestas circunstâncias foi identificado um número mínimo de 227 elementos amostrais (scans) a incluir no presente estudo.

3.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos exames CBCT de pacientes da Clínica Universitária Egas Moniz que apresentassem, em pelo menos um dos seios maxilares, a região anatômica de interesse totalmente visível e com qualidade de imagem adequada à análise.

Como critérios de exclusão consideraram-se exames CBCT que não incluíssem os seios maxilares, com qualidade insuficiente, com patologia que impedisse a medição ou com seios previamente enxertados (representado na **Figura 4**). Nos casos com múltiplos exames por paciente, apenas foi considerado aquele com melhor resolução.

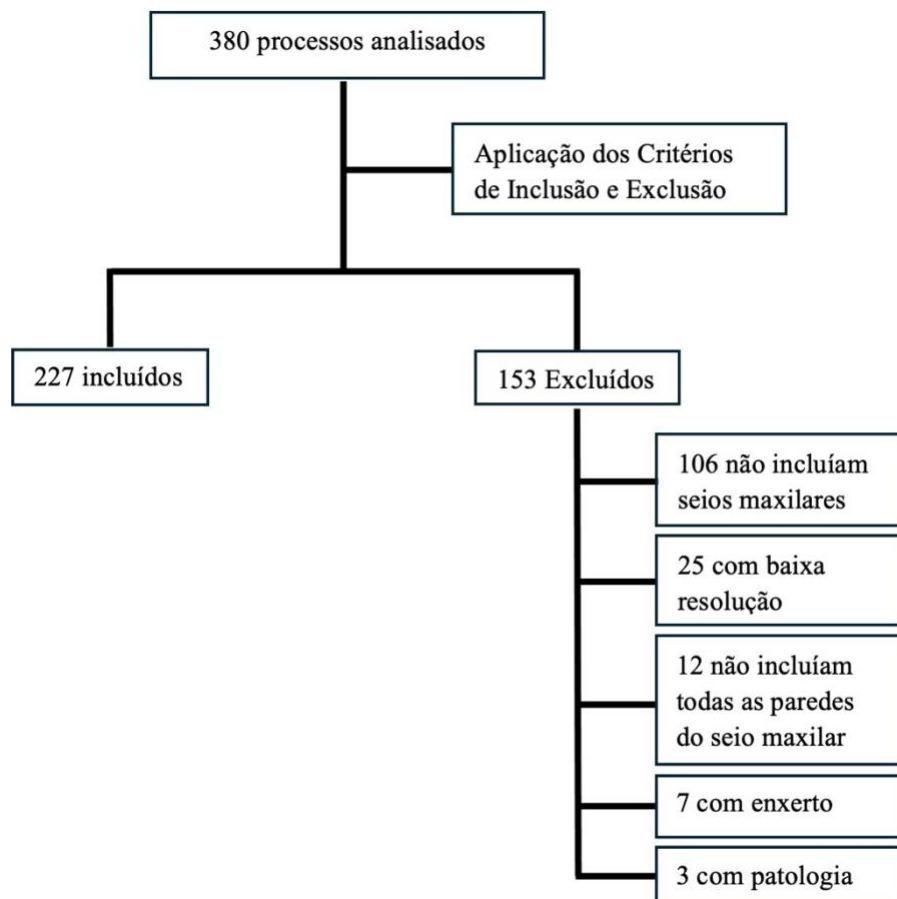


Figura 4. Fluxograma representativo da seleção da amostra.

3.3. Caracterização da amostra

A amostra do estudo realizado foi constituída por 227 pacientes no total, dos quais 147 (64.8%) eram do sexo feminino e os restantes 80 (35.2%) do sexo masculino (**Tabela 1**).

Tabela 1. Distribuição da amostra por sexo.

Sexo	n	%
Feminino	147	64.8
Masculino	80	35.2
Total	227	100.0

As idades variaram entre 18 e 87 anos, com média de 46,29 anos (DP= 16,94), refletindo uma variabilidade moderada. O intervalo de confiança a 95% para a média situou-se entre 44,08 e 48,51 anos, reforçando a precisão da estimativa da média. A mediana da idade foi 49 anos, evidenciando uma distribuição equilibrada da variável, corroborada pela assimetria próxima de zero (-0,049), que sugere uma distribuição quase simétrica dos valores (**Tabela 2**).

Tabela 2. Estatísticas descritivas da idade dos participantes.

Medida	Valor
Média	46,29 anos
Desvio padrão	16,94
Idade mínima	18 anos
Idade máxima	87 anos

4. Metodologia de investigação

O presente estudo foi conduzido na Clínica Universitária Egas Moniz, situada no Monte de Caparica, Almada, Portugal. A recolha de dados foi realizada entre fevereiro e maio de 2025, com base na análise de processos clínicos e registos radiográficos dos indivíduos incluídos. Todas as imagens tomográficas foram adquiridas utilizando o mesmo equipamento – Planmeca Viso® G3 – e posteriormente analisadas no software Planmeca Romexis® 4, garantindo uniformidade nos parâmetros de aquisição e interpretação imagiológica.

A investigação foi conduzida em duas fases distintas: numa primeira fase, todos os CBCT foram avaliados segundo os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, com o intuito de selecionar os exames elegíveis para análise. Na segunda fase, os seios maxilares direito e esquerdo foram avaliados separadamente, de forma a permitir uma análise individual e comparativa entre ambos os lados.

Para cada seio maxilar, foi medida a distância vertical entre a margem inferior externa do CAAA e o pavimento do seio maxilar, utilizando cortes reconstruídos perpendicularmente ao plano oclusal (como ilustrado na **Figura 5**). As medições foram realizadas nas regiões correspondentes aos três molares e dois pré-molares de cada quadrante maxilar. No caso do CAAA não ser visível numa determinada região anatómica, não se procedia à medição nesse local.



Figura 5. Ilustração dos cortes reconstruídos perpendicularmente ao plano oclusal e medição das distâncias entre a margem inferior externa do CAAA e o pavimento do seio maxilar.

Adicionalmente, em cada seio foi determinado o maior diâmetro do canal, definido como a maior distância entre as suas corticais internas (ilustrado na **Figura 6**). Foi ainda registada a zona anatómica (molar ou pré-molar) onde esse valor máximo foi observado, permitindo a caracterização da localização mais expressiva da dimensão do canal.

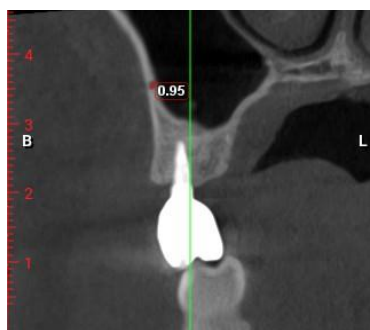


Figura 6. Ilustração da medição do diâmetro do CAAA no presente estudo imagiológico.

A identificação das regiões dentárias foi realizada com base na sua correspondência anatômica previsível. Nos casos em que os dentes estavam presentes, as posições foram determinadas diretamente pela observação das suas localizações. Nos casos com ausência dentária, a estimativa das regiões correspondentes foi efetuada com base na relação proporcional entre os espaços interdentários e na utilização de referências anatômicas fixas, como a tuberosidade maxilar, a fossa canina e o pavimento da cavidade nasal. Esta abordagem permitiu manter a consistência das medições mesmo na presença de edentulismo parcial ou total.

5. Metodologia Estatística

Os dados recolhidos foram inicialmente organizados no software Microsoft Excel® (versão 6.0 para Windows®) e, posteriormente, submetidos a análise estatística utilizando o programa IBM SPSS Statistics® (versão 29.0).

Procedeu-se à aplicação de estatística descritiva, com determinação de medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio-padrão), bem como dos valores extremos (mínimo e máximo), com vista à caracterização das variáveis quantitativas. A normalidade da distribuição das variáveis foi avaliada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Para a comparação entre dois grupos independentes, foram aplicados o teste t de Student, nos casos em que se confirmou a distribuição normal, e o teste de Mann-Whitney U, quando essa condição não foi verificada.

O nível de significância estatística adotado foi de 5% ($p < 0,05$), considerando-se diferenças estatisticamente significativas sempre que $p < 0,05$.

.

IV. Resultados

Ao longo deste capítulo são apresentados os resultados decorrentes do tratamento estatístico da amostra recolhida. Numa primeira fase, procede-se à análise descritiva dos dados, fornecendo uma visão global das variáveis analisadas. Posteriormente, realiza-se a análise inferencial, com o intuito de verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre sexos, grupos etários e entre os lados direito e esquerdo.

1. Análise Descritiva

Como representado na **Tabela 3**, foi possível identificar o CAAA em pelo menos um dos seios maxilares em 78,4% dos pacientes. Em ambos os lados foi identificado em 48,0% dos pacientes ($n = 109$). Em 16,7% ($n = 38$) observou-se apenas no lado direito e em 13,7% ($n = 31$) apenas no lado esquerdo. Em 21,6% ($n = 49$) dos casos não foi possível identificar o canal em nenhum dos lados.

Tabela 3. Frequência de identificação do canal da AAA segundo o lado ($n = 227$).

Lado	n	%
Nenhum dos lados	49	21,6
Direito (D)	38	16,7
Esquerdo (E)	31	13,7
Ambos (D/E)	109	48,0
Total	227	100

No lado direito ($n = 147$), a região mais frequentemente associada ao maior diâmetro do canal foi a do dente 18 (42,2%), seguida da região do dente 17 (23,1%). As regiões dos pré-molares apresentaram percentagens mais baixas (dente 14: 19,7%; dente 15: 9,5%), como apresentado na **Tabela 4**.

Tabela 4. Distribuição da zona de maior diâmetro do canal no lado direito (n = 147).

Zona dentária	n	%
14	29	19,7
15	14	9,5
16	8	5,4
17	34	23,1
18	62	42,2
Total	147	100,0

No lado esquerdo (n = 140), o maior diâmetro foi observado sobretudo na região do dente 28 (29,3%) e na do dente 27 (25,7%). Os pré-molares (24 e 25) representaram 20,7% e 13,6%, respetivamente (**Tabela 5**).

Tabela 5. Distribuição da zona de maior diâmetro do canal no lado esquerdo (n = 140).

Zona dentária	n	%
24	29	20,7
25	19	13,6
26	15	10,7
27	36	25,7
28	41	29,3
Total	140	100,0

Como apresentado na **Tabela 6**, o diâmetro médio do canal da AAA foi de 1,67 mm no lado direito (DP = 0,45; variação: 0,60–3,15 mm) e de 1,64 mm no lado esquerdo (DP = 0,43; variação: 0,50–3,30 mm).

Tabela 6. Diâmetro do canal da AAA por lado (mm).

Lado	Média	DP	Mínimo	Máximo
Direito	1,67	0,45	0,60	3,15
Esquerdo	1,64	0,43	0,50	3,30

Quando analisados por sexo, no lado direito observou-se um diâmetro médio de 1,65 mm (DP = 0,48; intervalo: 0,60–3,15 mm) no sexo feminino e de 1,69 mm (DP = 0,40; intervalo: 0,81–2,74 mm) no sexo masculino.

No lado esquerdo, os valores médios foram de 1,58 mm (DP = 0,39; intervalo: 0,50–2,29 mm) para as mulheres e de 1,75 mm (DP = 0,47; intervalo: 0,85–3,30 mm) para os homens (**Tabela 7**).

Tabela 7. Diâmetro do canal da AAA por lado e sexo (mm).

Lado	Sexo	Média	DP	Mínimo	Máximo
Direito	Feminino	1,65	0,48	0,60	3,15
Direito	Masculino	1,69	0,40	0,81	2,74
Esquerdo	Feminino	1,58	0,39	0,50	2,29
Esquerdo	Masculino	1,75	0,47	0,85	3,30

A **Tabela 8** mostra que, no lado direito, a distância do canal ao pavimento do seio maxilar apresentou valores médios de 10,70 mm na região do dente 14 (DP = 4,86; 1,80–22,95 mm) e de 8,84 mm no dente 15 (DP = 4,68; 2,40–18,00 mm).

Na região do dente 16, a média foi de 9,39 mm (DP = 4,73), com limites entre 0,75 e 21,30 mm.

Os menores valores médios observaram-se nos dentes posteriores: 7,19 mm no dente 17 (DP = 3,73; 1,20–21,30 mm) e 7,60 mm no dente 18 (DP = 3,28; 2,25–21,15 mm).

Tabela 8. Distância do canal ao pavimento do seio maxilar por região dentária – lado direito (mm).

Região dentária	Média	DP	Mínimo	Máximo
14	10,70	4,86	1,80	22,95
15	8,84	4,68	2,40	18,00
16	9,39	4,73	0,75	21,30
17	7,19	3,73	1,20	21,30
18	7,60	3,28	2,25	21,15

Nota: DP = desvio-padrão.

A **Tabela 9** mostra que, no lado esquerdo, as maiores médias registaram-se nas regiões dos dentes 24 e 25, com 11,26 mm (DP = 3,56; 3,90–18,90 mm) e 11,07 mm (DP = 5,13; 4,05–25,65 mm), respetivamente.

Na região do dente 26, a média foi de 10,68 mm (DP = 4,14), variando entre 3,90 e 18,00 mm.

Já nas zonas posteriores, os valores médios foram inferiores: 7,33 mm no dente 27 (DP = 3,78; 1,80–21,60 mm) e 6,88 mm no dente 28 (DP = 3,01; 1,50–13,50 mm).

Tabela 9. Distância do canal ao pavimento do seio maxilar por região dentária – lado esquerdo (mm).

Região dentária	Média	DP	Mínimo	Máximo
24	11,26	3,56	3,90	18,90
25	11,07	5,13	4,05	25,65
26	10,68	4,14	3,90	18,00
27	7,33	3,78	1,80	21,60
28	6,88	3,01	1,50	13,50

2. Análise Inferencial

2.1. Testes de Normalidade

Antes da aplicação dos testes comparativos, foi avaliada a distribuição das variáveis através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Esta análise permitiu verificar se os pressupostos de normalidade estavam cumpridos, determinando assim a adequação do uso de testes paramétricos ou não paramétricos nas comparações subsequentes.

Na **Tabela 10** apresentam-se os resultados dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk aplicados às distâncias entre o CAAA e o pavimento do seio maxilar nas zonas 14 a 18 (lado direito).

Observou-se que as distribuições correspondentes às zonas 14 e 16 não apresentaram desvios significativos da normalidade, com valores de p superiores a 0.05 em ambos os testes. Na zona 18, os resultados foram discrepantes: o teste de Kolmogorov-Smirnov não rejeitou a normalidade ($p = 0.092$), enquanto o teste de Shapiro-Wilk apontou um desvio significativo ($p = 0.001$). A zona 15 apresentou um resultado

limítrofe, com o Kolmogorov-Smirnov a não rejeitar a normalidade ($p = 0.142$), mas com o Shapiro-Wilk a indicar um desvio estatisticamente significativo ($p = 0.049$). Já a zona 17 revelou ausência de normalidade em ambos os testes (KS: $p = 0.005$; SW: $p < 0.001$).

Tabela 10. Testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) para as distâncias – lado direito (zonas 14 a 18).

Região dentária	Kolmogorov-Smirnov D (gl)	p	Shapiro-Wilk W (gl)	p
18	0.095 (75)	.092	0.939 (75)	.001
17	0.132 (67)	.005	0.928 (67)	< .001
16	0.113 (32)	.200*	0.947 (32)	.122
15	0.134 (33)	.142	0.935 (33)	.049
14	0.066 (42)	.200*	0.984 (42)	.799

Nota: O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado com correção de Lilliefors; valores “.200” indicam $p \geq .200$.*

Na avaliação da normalidade das variáveis correspondentes às zonas do lado esquerdo (24 a 28), os resultados encontram-se sintetizados na **Tabela 11**. O teste de Kolmogorov-Smirnov (com correção de Lilliefors) apresentou valores de significância acima de .05 em todas as zonas (com “.200*” nas zonas 24, 25 e 27), não rejeitando a normalidade. Já o teste de Shapiro-Wilk confirmou a normalidade nas zonas 24, 25, 26 e 28 ($p > .05$) e indicou desvio significativo na zona do dente 27 ($p = .002$).

Tabela 11. Testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) – lado esquerdo (zonas 24 a 28).

Região dentária	Kolmogorov-Smirnov D (gl)	p	Shapiro-Wilk W (gl)	p
24	0.079 (36)	.200*	0.984 (36)	.876
25	0.109 (35)	.200*	0.941 (35)	.060
26	0.174 (19)	.134	0.948 (19)	.371
27	0.106 (50)	.200*	0.920 (50)	.002
28	0.107 (55)	.179	0.970 (55)	.191

Nota: Teste de Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors; valores “.200” indicam $p \geq .200$.*

Na análise da normalidade das distribuições do diâmetro do CAAA (**Tabela 12**), verificou-se que tanto para o lado direito (D) como para o lado esquerdo (E) os resultados dos testes de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk apresentaram valores de significância inferiores a 0.05. Estes valores indicam que, em ambos os casos, a hipótese nula de normalidade deve ser rejeitada, sugerindo que as distribuições não seguem uma curva normal.

Tabela 12. Testes de normalidade para o diâmetro do canal (mm).

Diâmetro	Kolmogorov-Smirnov D (gl)	<i>p</i>	Shapiro-Wilk W (gl)	<i>p</i>
Diâmetro (D)	.101 (147)	< .001	.976 (147)	.011
Diâmetro (E)	.099 (140)	.002	.972 (140)	.006

Na análise da normalidade do diâmetro do canal segundo o sexo (**Tabela 13**), verificou-se que no diâmetro direito (D) a distribuição foi significativamente diferente da normalidade no grupo feminino, de acordo com os testes de Kolmogorov-Smirnov ($p = .002$) e Shapiro-Wilk ($p = .036$). Já no grupo masculino, ambos os testes apresentaram valores não significativos ($p > .05$), indicando distribuição compatível com a normalidade.

Para o diâmetro esquerdo (E), observou-se novamente que, no grupo feminino, os dois testes rejeitaram a hipótese de normalidade (Kolmogorov-Smirnov, $p < .001$; Shapiro-Wilk, $p = .007$). No grupo masculino, os resultados não foram significativos ($p > .05$), sugerindo distribuição normal.

Tabela 13. Testes de normalidade para o diâmetro do canal segundo o sexo.

Grupo	KS Estatística	gl	KS <i>p</i>	SW Estatística	gl	SW <i>p</i>
D (F)	.123	87	.002	.969	87	.036
D (M)	.121	60	.030	.977	60	.324
E (F)	.150	87	< .001	.959	87	.007
E (M)	.082	53	.200*	.964	53	.115

Nota: KS = Kolmogorov-Smirnov (com correção de Lilliefors); SW = Shapiro-Wilk; gl = graus de liberdade; “.200*” indica $p \geq 0.200$.

2.2. Testes Comparativos

Após a análise descritiva e a verificação da normalidade, procederam-se os testes comparativos, com o objetivo de identificar diferenças estatisticamente significativas entre grupos.

Na comparação entre os diâmetros direito (D) e esquerdo (E), o teste de postos com sinal de Wilcoxon não revelou diferenças estatisticamente significativas entre as duas medidas ($Z = -0.380$, $p = 0.704$). Como apresentado na **Tabela 14**, observaram-se 54 casos em que o diâmetro esquerdo foi inferior ao direito, 52 casos em que foi superior e 3 empates. Os empates correspondem a situações em que as duas medidas apresentaram exatamente o mesmo valor, não sendo contabilizados para o cálculo dos postos positivos ou negativos. Estes resultados indicam que a distribuição das diferenças entre os diâmetros não evidencia uma tendência sistemática para valores maiores em nenhum dos lados, sugerindo equivalência entre as duas medidas.

Tabela 14. Teste de postos com sinais de Wilcoxon: comparação entre diâmetro direito (D) e esquerdo (E).

	N	Posto médio	Soma de classificações
Classificações negativas ^a	54	54.74	2956.00
Classificações positivas ^b	52	52.21	2715.00
Empates ^c	3	—	—
Total	109		

Nota: a Diâmetro (E) < Diâmetro (D); b Diâmetro (E) > Diâmetro (D); c Diâmetro (E) = Diâmetro (D). $Z = -0.380$; $p = 0.704$ (bilateral).

A análise das distâncias homólogas do canal ao pavimento do seio maxilar, na **Tabela 15**, mostrou valores médios semelhantes entre os lados direito e esquerdo para os pares 18–28, 17–27, 15–25 e 14–24, não se verificando diferenças estatisticamente significativas nestas comparações ($p > 0.05$).

No par 16–26 observou-se uma diferença estatisticamente significativa, com distância média inferior no lado direito (M = 8,40 mm; DP = 2,75) em relação ao lado esquerdo (M = 11,72 mm; DP = 3,92), $t(8) = -2,38$, $p = 0.045$, $d = -0,79$.

Tabela 15. Diferenças entre distâncias homólogas do canal ao pavimento do seio maxilar (teste t emparelhado).

Par	Dente	M (DP) lado direito	M (DP) lado esquerdo	t	gl	p	d de Cohen
1	18–28	7.33 (2.87)	7.01 (2.89)	0.57	27	.570	0.11
2	17–27	7.09 (4.44)	7.47 (4.18)	-0.44	25	.665	-0.09
3	16–26	8.40 (2.75)	11.72 (3.92)	-2.38	8	.045*	-0.79
4	15–25	8.87 (4.24)	9.96 (4.93)	-0.94	13	.365	-0.25
5	14–24	11.09 (4.58)	11.23 (3.74)	-0.17	15	.870	-0.04

*Nota: Valores apresentados como Média (DP). Diferenças testadas com t de Student para amostras emparelhadas. M = média; t = valor do teste t; gl = graus de liberdade; p = significância; d de Cohen = tamanho do efeito. * $p < 0.05$.*

Na análise do diâmetro do canal (**Tabela 16**), não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre sexos no lado direito, com valores médios semelhantes entre mulheres (M = 1,65 mm; DP = 0,48) e homens (M = 1,69 mm; DP = 0,40), $t(145) = -0,62$, $p = 0.535$, $d = -0,10$.

No lado esquerdo, verificou-se diferença estatisticamente significativa, com média inferior no sexo feminino (M = 1,58 mm; DP = 0,39) em comparação com o sexo masculino (M = 1,75 mm; DP = 0,47), $t(138) = -2,31$, $p = 0.022$, $d = -0,40$.

Tabela 16. Comparação dos diâmetros do canal por sexo (teste t para amostras independentes).

Variável	Sexo	n	M (DP)	t	gl	p	d de Cohen
Diâmetro (D)	F	87	1.65 (0.48)	-0.62	145	.535	-0.10
	M	60	1.69 (0.40)				
Diâmetro (E)	F	87	1.58 (0.39)	-2.31	138	.022*	-0.40
	M	53	1.75 (0.47)				

*Nota: Diferenças testadas com t de Student para amostras independentes. * $p < 0.05$.*

V. Discussão

1. Discussão dos resultados

Neste estudo, procedeu-se à caracterização radiográfica do CAAA através de CBCT, avaliando a sua frequência de identificação, dimensões e relação com o pavimento do seio maxilar. Para além da análise inferencial, destinada a explorar eventuais diferenças entre lados homólogos e entre sexos, a caracterização da amostra e a análise descritiva das variáveis assumem particular relevância, fornecendo o enquadramento indispensável para a adequada interpretação dos resultados.

A amostra do presente estudo integrou 227 indivíduos, com idades compreendidas entre 18 e 87 anos ($M = 46,29$; $DP = 16,94$), representando uma faixa etária ampla da população adulta. A análise da distribuição por sexo revelou maior proporção de participantes do sexo feminino (64,8%), em contraste com 35,2% do sexo masculino. Esta caracterização demográfica constitui o enquadramento de base para a interpretação dos resultados.

A maior proporção de pacientes do sexo feminino (64,8%), que corresponde a quase dois terços da amostra total, é relevante do ponto de vista descritivo, uma vez que ajuda a contextualizar a população analisada e permite verificar se a composição por sexo pode ou não constituir um fator de influência nos resultados. A literatura demonstra que esta predominância feminina não é um fenómeno isolado, mas antes um padrão recorrente em estudos com recurso a CBCT. Staněk et al. (2023), ao avaliarem o CAAA em 148 pacientes, reportaram 62,8% de mulheres na amostra. De forma semelhante, a amostra clínica incluída no trabalho de Varela-Centelles et al. (2020), que avaliou 466 seios maxilares, apresentou também 57,5% de participantes do sexo feminino. Já Ketabi et al. (2023), em 335 pacientes analisados, encontraram uma distribuição mais equilibrada, ainda que com ligeira maioria feminina (51,6%).

Apesar da variação entre percentagens, em nenhum destes trabalhos a maior representação do sexo feminino foi considerada estatisticamente significativa ou identificada como variável com impacto relevante na caracterização do canal. Tanto em Staněk et al. (2023) como em Varela-Centelles et al. (2020), a predominância feminina é mencionada apenas como dado demográfico, sem associação a diferenças morfométricas. Do mesmo modo, Ketabi et al. (2023) não atribuíram à composição por

sexo qualquer influência na visibilidade do canal em CBCT. Deste modo, a predominância feminina observada na presente investigação encontra-se em consonância com a literatura existente e deve ser entendida como reflexo da composição das populações clínicas estudadas, não representando, de acordo com os dados disponíveis, um fator condicionante na interpretação dos resultados anatómicos do CAAA.

Quando comparada com a literatura, a dimensão desta amostra (227 pacientes que correspondem a 454 seios avaliados) revela-se superior à de diversos estudos prévios, conferindo ao presente trabalho maior consistência estatística e representatividade. Por exemplo, Apostolakis & Bissoon (2014) avaliaram 156 pacientes e Mardinger et al. (2007) analisaram 208 seios maxilares num estudo baseado em TC. Assim, a dimensão e a abrangência etária da amostra utilizada neste trabalho podem contribuir para uma maior robustez das análises realizadas, ainda que a extrapolação dos resultados deva ser feita com cautela e sempre no contexto das limitações metodológicas inerentes a este tipo de investigação.

No presente estudo, o CAAA foi identificado em 78,4% dos indivíduos, estando visível bilateralmente em 48,0% e unilateralmente em 30,4%. Contrariamente, em 21,6% dos pacientes, não foi possível identificar o CAAA em nenhum dos seios. Estes resultados confirmam que a identificação do canal é possível na maioria dos casos, ainda que não universal, refletindo variações anatómicas interindividuais e a influência de fatores técnicos inerentes ao exame.

Entre os trabalhos que apresentam resultados de forma diretamente comparável, Apostolakis & Bissoon (2014) detetaram o canal em 82,1% dos pacientes avaliados em CBCT, valor muito próximo do registado neste estudo. Outros autores, contudo, expressaram a prevalência em função do número de seios maxilares analisados. Shetty et al. (2021) identificaram o canal em 62,3% dos seios, enquanto a meta-análise de Varela-Centelles et al. (2020) estimou uma prevalência média de 78,1% dos seios avaliados em CBCT. Apesar da diferença na unidade de análise, estes valores situam os resultados do presente trabalho dentro do intervalo reportado na literatura para exames CBCT, reforçando a sua consistência com a evidência existente. A presença do canal na maioria dos pacientes e a sua ausência em cerca de um quinto da amostra sublinham a necessidade de avaliação individualizada.

Na amostra analisada, o maior diâmetro do CAAA foi registado nas regiões molares, em particular nos terceiros molares. Este resultado contrasta com o de outros estudos, como o de Tofangchiha et al. (2022), que, numa amostra de 245 exames CBCT, identificaram o segundo pré-molar como a região de maior calibre e o primeiro molar como a de menor calibre. Isto demonstra que a região de maior calibre do canal não é uniforme entre estudos, o que sublinha a necessidade de interpretar os resultados em função da diversidade de dados disponíveis na literatura.

O diâmetro médio do CAAA foi de 1,65 mm no lado direito e 1,58 mm no lado esquerdo, com uma amplitude global entre 0,75 mm e 3,30 mm. Estes resultados encontram-se dentro da amplitude documentada em estudos prévios com CBCT. Apostolakis & Bissoon (2014) reportaram um diâmetro médio de 1,1 mm e máximo de 2,6 mm. Kolte et al. (2021) observaram médias entre 0,9 e 1,3 mm, enquanto Staněk et al. (2023) descreveram valores habitualmente inferiores a 1,5 mm, mas também canais acima de 2 mm. De forma semelhante, Rahpeyma & Khajehahmadi (2014) registaram diâmetros geralmente abaixo de 2 mm, embora tenham identificado casos próximos de 3 mm. Na comparação por sexo, não se observaram diferenças significativas no lado direito, mas no lado esquerdo o diâmetro foi superior nos homens ($p = 0,022$). A avaliação do diâmetro do CAAA assume importância direta no contexto cirúrgico. Embora a maioria dos canais apresente diâmetros inferiores a 2 mm, a presença de diâmetros superiores, ainda que pouco frequente, encontra-se documentada e foi também registada na presente amostra, com um valor máximo de 3,30 mm. Este dado é clinicamente relevante, uma vez que canais mais largos correspondem a vasos de maior calibre, com potencial risco de hemorragia intraoperatória importante em procedimentos cirúrgicos que envolvam o seio maxilar. Estudos prévios reforçam esta associação. Apostolakis & Bissoon (2014) salientaram que canais com diâmetro superior a 2 mm, embora raros, representam risco acrescido de sangramento. De forma semelhante, Rahpeyma & Khajehahmadi (2014) destacaram que a avaliação prévia em CBCT permite identificar variações do diâmetro e planear o local da osteotomia de forma a reduzir complicações. Assim, a observação de diâmetros médios em torno de 1,6 mm e máximos próximos de 3 mm nesta amostra, reforça a necessidade de uma análise individualizada em CBCT antes da cirurgia. O reconhecimento de que, em alguns casos, os diâmetros se apresentam significativamente maiores em função do sexo, e de que existem canais de calibre superior a 2 mm, deve alertar para a possibilidade de maior risco hemorrágico. A integração desta avaliação no

planeamento permite antecipar cenários de maior vulnerabilidade vascular, adotar estratégias hemostáticas adequadas e, em última análise, aumentar a segurança e previsibilidade dos procedimentos cirúrgicos na região posterior da maxila.

Na amostra analisada, o CAAA apresentou-se, em média, mais afastado do pavimento na região dos pré-molares e mais próximo nos molares posteriores. As distâncias variaram entre 0,75 mm e 25,65 mm, demonstrando marcada variabilidade anatômica. As médias oscilaram entre 7,19 mm (dente 17) e 10,70 mm (dente 14) no lado direito e entre 6,88 mm (dente 28) e 11,26 mm (dente 24) no lado esquerdo. Na análise de lados homólogos, apenas o par 16–26 evidenciou diferença significativa, com menor distância no lado direito (8,40 mm) em comparação com o esquerdo (11,72 mm; $p = 0,045$). Os resultados obtidos estão em consonância com o descrito em estudos CBCT de diferentes populações. Jung et al. (2011) encontraram a menor distância do canal ao pavimento do seio maxilar no primeiro molar ($7,58 \pm 3,19$ mm) e a maior no primeiro pré-molar ($9,20 \pm 3,22$ mm), confirmando o padrão de maiores distâncias nos pré-molares e menores nos molares. Danesh-Sani et al. (2017) reportaram uma média global de 8,16 mm, valor próximo da ordem de grandeza observada na presente amostra. Em contrapartida, Apostolakis & Bissoon (2014) observaram um padrão inverso, com valores médios mais baixos nas regiões anteriores (5,9 mm) e mais elevados nas posteriores (9,6 mm), num intervalo que variou de 0 a 28,5 mm; os autores destacaram que esta grande amplitude inviabiliza o recurso a médias como guia clínico, reforçando a necessidade de avaliação individual.

A menor distância do canal na região molar evidencia maior vulnerabilidade desta área a lesões vasculares durante intervenções cirúrgicas na parede lateral ou no interior do seio maxilar, enquanto as distâncias mais elevadas nos pré-molares oferecem maior margem de segurança anatômica. A diferença significativa observada entre os dentes 16 e 26, com menor distância no lado direito, é um achado particularmente relevante. Esta assimetria demonstra que não é fiável extrapolar a anatomia de um lado para o outro, reforçando a necessidade de avaliação bilateral em CBCT. A ausência desta análise pode conduzir a erros de planeamento em diferentes contextos clínicos, com risco acrescido de lesão vascular.

Por fim, a ampla amplitude das distâncias, desde valores inferiores a 1 mm até superiores a 25 mm, confirma, em concordância com a literatura, que valores médios não

podem ser utilizados como referência clínica. Apenas a avaliação individualizada com CBCT assegura a correta identificação do trajeto do canal e a adaptação das abordagens cirúrgicas, contribuindo para a redução de complicações hemorrágicas e aumento da previsibilidade em múltiplos procedimentos da região posterior da maxila.

Em síntese, a análise desenvolvida demonstra que, embora existam tendências comuns na literatura, como a maior proximidade do canal nas regiões molares e os diâmetros geralmente inferiores a 2 mm, a presente amostra confirma a presença de variações anatómicas relevantes e de diferenças pontuais entre estudos. A integração destes resultados com a evidência publicada reforça não apenas a utilidade do CBCT na caracterização do CAAA, mas também a necessidade de interpretar os dados obtidos à luz das especificidades metodológicas e populacionais de cada investigação.

2. Limitações da Investigação

Algumas limitações devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A natureza retrospectiva do estudo, baseada em exames CBCT realizados para diferentes finalidades clínicas, implica um potencial viés de seleção e restringe a representatividade da amostra. O facto de todos os exames terem origem na clínica universitária Egas Moniz pode limitar também a generalização dos resultados a outras populações. Para além disso, não foi efetuada padronização prévia das características anatómicas dos indivíduos incluídos, nomeadamente no que respeita ao estado dentário e ao grau de pneumatização dos seios maxilares, variáveis que podem influenciar a morfologia do CAAA.

Do ponto de vista técnico, os parâmetros de aquisição dos exames não foram uniformizados, podendo ter existido variações no campo de visão, voxel e tempo de exposição, o que influencia a resolução e a qualidade da imagem. Acresce que os exames podem ter sido obtidos por diferentes operadores, com potencial impacto adicional na consistência da aquisição.

As medições foram realizadas por um único examinador, sem calibração formal com avaliadores mais experientes, impossibilitando a avaliação da reprodutibilidade intra e interobservador. Apesar da aplicação de critérios consistentes, a identificação do canal e a definição dos pontos de referência anatómicos permanecem suscetíveis a variabilidade do observador e à resolução do exame.

Finalmente, trata-se de um estudo exclusivamente imagiológico, sem validação intraoperatória das dimensões registadas. A ausência de correlação clínica direta não invalida a relevância dos resultados, mas impõe que sejam interpretados à luz desta limitação.

3. Perspetivas futuras

Tendo em conta as limitações identificadas, futuras investigações deverão procurar ampliar a amostra, de forma a avaliar possíveis variações demográficas e geográficas. A padronização de variáveis anatómicas, como o estado dentário e o grau de pneumatização do seio maxilar, permitirá também compreender melhor a influência destes fatores na morfologia do CAAA. Do ponto de vista metodológico, a adoção de protocolos uniformes de aquisição CBCT e a inclusão de múltiplos examinadores calibrados poderá contribuir para aumentar a fiabilidade e a reprodutibilidade das medições.

A integração de dados imagiológicos com observações intraoperatórias constituiria um passo essencial para validar as dimensões registadas e aferir a sua real expressão clínica. Finalmente, o desenvolvimento de métodos avançados de análise tridimensional, incluindo a aplicação de inteligência artificial e algoritmos de segmentação automática, representa uma via promissora para caracterizar esta estrutura de forma mais precisa e objetiva no futuro.

VI. Conclusão

Este estudo confirma que o CAAA é uma estrutura de grande variabilidade anatômica, cuja caracterização exige uma avaliação individualizada. Mais do que médias populacionais, é a análise caso a caso que garante a segurança e previsibilidade dos procedimentos cirúrgicos na região posterior da maxila.

A prevalência de identificação do CAAA foi de 78,4%, sustentando que a sua detecção é expectável na maioria dos exames, embora não universal. Este resultado alerta para a importância de reconhecer que a não visualização do canal no CBCT não exclui a possibilidade da sua presença e, consequentemente, do risco associado à sua lesão durante procedimentos cirúrgicos.

Neste estudo, a amplitude de variação do diâmetro oscilou entre 0,50 mm e 3,30 mm, evidenciando a sua grande relevância clínica: calibres mais expressivos aumentam significativamente o risco hemorrágico e condicionam a abordagem cirúrgica. Estes resultados sublinham, de forma integrada, a importância do CBCT não apenas na detecção da artéria, mas também na avaliação precisa das suas dimensões, consolidando-o como ferramenta indispensável para um planeamento individualizado, seguro e baseado em evidência.

VII. Bibliografia

- Abdelkarim, A. (2019). Cone-Beam Computed Tomography in Orthodontics. *Dentistry Journal*, 7(3), 89. <https://doi.org/10.3390/dj7030089>
- Akolkar, A. R., Kulkarni, D. G., Gangwani, K. D., Shetty, L., Channe, S. P., & Sarve, P. H. (2017). Bleeding Control Measures during Oral and Maxillofacial Surgical Procedures: A Systematic Review. *Journal of Dental Research and Reviews*, 4(4), 79–89. https://doi.org/10.4103/jdrr.jdrr_54_17
- Andri, M. (2011). Endoscopic surgery of maxillary sinuses in oral surgery and implantology. In C. Iancu (Ed.), *Advances in endoscopic surgery*. InTech. <https://doi.org/10.5772/22758>
- Apostolakis, D., & Bissoon, A. K. (2014). Radiographic evaluation of the superior alveolar canal: Measurements of its diameter and of its position in relation to the maxillary sinus floor: a cone beam computerized tomography study. *Clinical Oral Implants Research*, 25(5), 553–559. <https://doi.org/10.1111/clr.12119>
- Bathla, S., Fry, R., & Majumdar, K. (2018). Maxillary sinus augmentation. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 22(6), 468-473. https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_236_18
- Becker, A., Chaushu, S., & Casap-Caspi, N. (2010). Cone-beam Computed Tomography and the Orthosurgical Management of Impacted Teeth. *The Journal of the American Dental Association*, 141(suppl 3), 14S-18S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0360>
- Bourdarie, A. (2016). Prévention et gestion du risque hémorragique de l'artère alvéolo-antrale lors de la chirurgie du sinus maxillaire. *HAL Archives Ouvertes*. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01932393>
- Bozhikova, E., & Uzunov, N. (2022). Morphological aspects of the maxillary sinus. In B. Singh Gendeh (Ed.), *Paranasal Sinuses: Anatomy and Conditions*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99250>

- Ciftci, R., Tasdemir, R., & Cihan, Ö. F. (2023). Anatomical Evaluation of the Alveolar Antral Artery in the Turkish Population: A Cone-Beam Computed Tomography Study. *Cureus*, 15(3), e44163. <https://doi.org/10.7759/cureus.44163>
- Danesh-Sani, S. A., Movahed, A., ElChaar, E. S., Chong Chan, K., & Amintavakoli, N. (2017). Radiographic Evaluation of Maxillary Sinus Lateral Wall and Posterior Superior Alveolar Artery Anatomy: A Cone-Beam Computed Tomographic Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 19(1), 151–160. <https://doi.org/10.1111/cid.12426>
- Elian, N., Wallace, S., Cho, S.-C., Jalbout, Z. N., & Froum, S. (2005). Distribution of the maxillary artery as it relates to sinus floor augmentation. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 20(5), 784–787.
- Ge, W., Liu, Z., Cui, H., Yuan, X., & Yang, Y. (2025). A comprehensive dual energy method for CBCT metal artifact reduction. *Physics in Medicine & Biology*, 70(1), 015015. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/ad9db1>
- Gupta, M., Mishra, P., Srivastava, R., & Jyoti, B. (2015). Cone beam computed tomography: A new vision in dentistry. *Digital Medicine*, 1(1), 7–16. <https://doi.org/10.4103/2226-8561.166361>
- Iwanaga, J., Wilson, C., Lachkar, S., Tomaszewski, K. A., Walocha, J. A., & Tubbs, R. S. (2019). Clinical anatomy of the maxillary sinus: Application to sinus floor augmentation. *Anatomy & Cell Biology*, 52(1), 17-24. <https://doi.org/10.5115/acb.2019.52.1.17>
- Jain, S., Choudhary, K., Nagi, R., Shukla, S., Kaur, N., & Grover, D. (2019). New evolution of cone-beam computed tomography in dentistry: Combining digital technologies. *Imaging Science in Dentistry*, 49(3), 179-190. <https://doi.org/10.5624/isd.2019.49.3.179>
- Jaju, P., & Jaju, S. (2014). Clinical utility of dental cone-beam computed tomography: Current perspectives. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 6, 29-43. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S41621>

- Jung, J., Yim, J.-H., Kwon, Y.-D., Al-Nawas, B., Kim, G.-T., Choi, B.-J., & Lee, D.-W. (2011). A radiographic study of the position and prevalence of the maxillary arterial endosseous anastomosis using cone beam computed tomography. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 26(6), 1273–1278.
- Kaasalainen, T., Ekholm, M., Siiskonen, T., & Kortensniemi, M. (2021). Dental cone beam CT: An updated review. *Physica Medica*, 88, 193–217. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.07.007>
- Kalabalik, F., & Akcay, H. (2020). Evaluation of the alveolar antral artery position in the lateral sinus wall using cone-beam computed tomography. *Annals of Clinical and Analytical Medicine*, 11(04), 371–374. <https://doi.org/10.4328/ACAM.20084>
- Karatas, O. H., & Toy, E. (2014). Three-dimensional imaging techniques: A literature review. *European Journal of Dentistry*, 8(1), 132–140. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.126269>
- Ketabi, A.-R., Hassfeld, S., Lauer, H.-C., & Piwowarczyk, A. (2023). Comparative diagnosis of the alveolar antral artery canal in the lateral maxillary sinus wall in corresponding panoramic radiography and cone-beam computed tomography. *International Journal of Implant Dentistry*, 9(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s40729-023-00497-9>
- Kolte, R., Kolte, A., Rahate, P., & Bawankar, P. (2021). Association of location and diameter of alveolar antral artery to crest of alveolar bone in dentate and partially edentulous patients – A cone-beam computed tomography study. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 25(1), 55–61. https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_603_19
- Kumar, S. (2016). Local hemostatic agents in the management of bleeding in oral surgery. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(1), 35–41.
- Laovoravit, V., Kretapirom, K., & Pornprasertsuk-Damrongsri, S. (2021). Prevalence and morphometric analysis of the alveolar antral artery in a group of Thai population by cone beam computed tomography. *Oral Radiology*, 37(3), 452–462. <https://doi.org/10.1007/s11282-020-00478-3>

- Lev, D., & Artzi, Z. (2020). The Anatomy of the Maxilla and the Mandible: Related Structures and Inserted Muscles. In Z. Artzi (Ed.), *Bone Augmentation by Anatomical Region* (1st ed., pp. 1–16). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119427926.ch1>
- Lübbbers, H.-T., Bornstein, M. M., Dagassan-Berndt, D., Filippi, A., Suter, V. G. A., & Dula, K. (2024). Revised consensus guidelines for the use of cone-beam computed tomography/ digital volume tomography: Results from a consensus process organized by the Swiss Association of Dentomaxillofacial Radiology. *Swiss Dental Journal*, 134(4), 86–115. <https://doi.org/10.61872/sdj-2024-04-07>
- Lyu, M., Xu, D., Zhang, X., & Yuan, Q. (2023). Maxillary sinus floor augmentation: A review of current evidence on anatomical factors and a decision tree. *International Journal of Oral Science*, 15(1), 41. <https://doi.org/10.1038/s41368-023-00248-x>
- Malmquist, J. P., Clemens, S. C., Oien, H. J., & Wilson, S. L. (2008). Hemostasis of Oral Surgery Wounds With the HemCon Dental Dressing. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 66(6), 1177–1183. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.12.023>
- Mardinger, O., Abba, M., Hirshberg, A., & Schwartz-Arad, D. (2007). Prevalence, diameter and course of the maxillary intraosseous vascular canal with relation to sinus augmentation procedure: A radiographic study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 36(8), 735–738. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2007.05.005>
- Mustakim, K. R., Jung, S. Y., Eo, M. Y., Seo, M. H., & Kim, S. M. (2024). Morphometric Assessment of Alveolar Antral Artery Using Medical Computed Tomography. *Journal of Craniofacial Surgery*, 35(1), e103–e106. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000009901>
- Pandey, Dr. A., Vijayavargiya, Dr. D., Jena, Dr. P., Yalavarthy, Dr. P., Nalluri, Dr. L., & Vairagade, Dr. S. P. (2024). Application of CBCT in Oral Medicine: A Review. *Academia Journal of Medicine*, 7(1), 49–53. <https://doi.org/10.62245/ajm.v7.i1.8>
- Pizzolante, T., Saggiomo, A. P., Principi, M., Jorida, J., Mema, M., Jolla, E., & Rastelli, S. (2024). Minimal invasive sinus elevation (MISE), a different approach for

- maxillary sinus lift surgery. *Oral & Implantology*, 16(3), 140–145.
<https://doi.org/10.11138/oi.v16i3.64>
- Rahmani, F., Nikeghbal, D., Zarehgar, S., Mohammadikhah, M., Aryanezhad, S. S., Mahmoudi Anzabi, R., Zareanshahraki, M., & Goodarzi, A. (2024). Managing Local Bleeding in Dentoalveolar Surgery: Practical Techniques and Best Practices: A Narrative Review: Best Practices in Managing Local Bleeding in Dentoalveolar Surgery. *Galen Medical Journal*, 13(SP1), e3686.
<https://doi.org/10.31661/gmj.v13iSP1.3686>
- Rahpeyma, A., & Khajehahmadi, S. (2014). Alveolar Antral Artery: Review of Surgical Techniques Involving this Anatomic Structure. *Iranian Journal of Otorhinolaryngology*, 26(2). <https://doi.org/10.22038/ijorl.2014.2138>
- Rozylo-Kalinowska, I. (2020). Dental Cone-Beam Computed Tomography (CBCT). In I. Rozylo-Kalinowska, *Imaging Techniques in Dental Radiology* (pp. 65–77). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41372-9_6
- Scarfe, W., Li, Z., Aboelmaaty, W., Scott, S., & Farman, A. G (2012). Maxillofacial cone beam computed tomography: Essence, elements and steps to interpretation. *Australian Dental Journal*, 57(Suppl.1), 46–60. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01657.x>
- Sérgio Batista, P., Do Rosário Junior, A. F., & Wichnieski, C. (2011). Contribuição para o estudo do seio maxilar. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 52(4), 235–239.
<https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2011.04.003>
- Shetty, S. R., Bayatti, S. W. A., Marei, H., Shetty, R., Abdelmagyd, H. A., & Luke, A. M. (2021). Cone-beam computed tomography characterization of the intraosseous vascular canal in the lateral wall of the maxillary antrum. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 47(1), 34–39.
<https://doi.org/10.5125/jkaoms.2021.47.1.34>
- Singh, D. (2021). Cone-beam computed tomography: A new era in clinical orthodontics. *International Journal of Health Sciences*, 5(Suppl. 1), 411–427.
<https://doi.org/10.53730/ijhs.v5nS1.5677>

- Sofia, R., Abecasis, P., Jaureguy, S., & Miravé, A. M. (2024). Importance of CBCT in implantology in the pre- and post-surgical phase. Preprint. Public Health and Healthcare. <https://doi.org/10.20944/preprints202410.0741.v1>
- Spinato, G., Fabbris, C., Franz, L., Schiavo, G., Fior, A., Nocini, R., Favero, V., & Rizzo, P. B. (2022). Surgical approaches to the maxilla, maxillary sinus, pterygopalatine fossa, and infratemporal fossa for malignant tumors. In N. Mat Lazim, Z. I. Mohd Ismail, & B. Abdullah (Eds.), *Head and Neck Surgery: Surgical landmark and dissection guide* (pp. 275–293). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-3854-2_11
- Staněk, J., Machálková, K., Staňková, M., Zapletalová, J., & Kocurová, T. (2023). Alveolar antral artery: Cone beam computed tomography study and clinical context. *PeerJ*, 11, e16439. <https://doi.org/10.7717/peerj.16439>
- Subedi, G., Lamichhane, S., Rijal, A. H., Humagain, M., Bhusal, S., & Timilsina, S. (2023). Prevalence of Alveolar Antral Artery in Patients Visiting Tertiary Care Center: A Cone-beam Computed Tomography Study. *Journal of Nepalese Society of Periodontology and Oral Implantology*, 7(2), 66–70. <https://doi.org/10.3126/jnspoi.v7i2.60887>
- Tanaka, L. E. B., Franco, A., Abib, R. F., Manhães-Junior, L. R. C., & Lopes, S. L. P. D. C. (2021). Age- and sex-related changes of the volume of maxillary sinuses quantified via cone beam computed tomography. *Research, Society and Development*, 10(14), e312101422220. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22220>
- Testori, T., Weinstein, T., Taschieri, S., & Wallace, S. S. (2019). Risk factors in lateral window sinus elevation surgery. *Periodontology 2000*, 81(1), 91–123. <https://doi.org/10.1111/prd.12286>
- Thirunavukkarasu, R., Mani, B., Nirupama, C., Muralidharan, D., Tamizhmani, J., & Prasanth, C. (2022). CBCT in orthodontics: A boon for the millennial generation. *International journal of health sciences*, 6(S1), 676–686. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS1.4814>

- Tofangchiha, M., Hematzadeh, S., Vali, M. E., Ghonche, M. R. A., Mirzadeh, M., Reda, R., & Testarelli, L. (2022). Anatomical localization of posterior superior alveolar artery: A retrospective study by cone-beam computed tomography. *Dental and Medical Problems*, 59(3), 407–412. <https://doi.org/10.17219/dmp/145894>
- Turkyilmaz, I., Feldman, D. Z., & Suer, B. T. (2024). Imaging techniques in dental implant planning: Understanding the paradigm shift from periapical radiograph to cone beam computed tomography (CBCT). *Primary Dental Journal*, 13(4), 50–52. <https://doi.org/10.1177/20501684241272282>
- Valente, N. A., Harogiannis, K., & Andreana, S. (2015). Alveolar antral artery management during sinus elevation: A case report of a novel approach with review of the literature. *International Journal of Contemporary Dental and Medical Reviews*, 2015, Article ID 100215. <https://doi.org/10.15713/INS.IJCDMR.67>
- Valentini, P. (2023). Prevention and management of intra-operative complications inmaxillary sinus augmentation using the lateral approach: A review. *Bulletin of Stomatology and Maxillofacial Surgery*, 19(2), 16–26. <https://doi.org/10.58240/1829006X-2023.19.2-16>
- Varela-Centelles, P., Loira, M., González-Mosquera, A., Romero-Mendez, A., Seoane, J., García-Pola, M. J., & Seoane-Romero, J. M. (2020). Study of factors influencing preoperative detection of alveolar antral artery by CBCT in sinus floor elevation. *Scientific Reports*, 10(1), 10820. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67644-9>
- Varela-Centelles, P., Loira-Gago, M., Gonzalez-Mosquera, A., Seoane-Romero, J., Garcia-Martin, J., & Seoane, J. (2016). Distance of the alveolar antral artery from the alveolar crest: Related factors and surgical considerations in sinus floor elevation. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugia Bucal*, 21(6), e699-e706. <https://doi.org/10.4317/medoral.21475>
- Vasca, E., Riviş, M., Popovici, R. A., Fluieras, R., Nica, D., Chioran, D., Todor, S. A., & Domocoş, D. (2023). Treatment approaches for maxillary sinus cysts. *Medicine in Evolution*, 29(1), 100–109. <https://doi.org/10.70921/medev.v29i1.1041>

- Velasco-Torres, M., Padial-Molina, M., Avila-Ortiz, G., Garcia-Delgado, R., Catena, A., & Galindo-Moreno, P. (2017). Inferior alveolar nerve trajectory, mental foramen location and incidence of mental nerve anterior loop. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 22(2), e242-e249. <https://doi.org/10.4317/medoral.21905>
- Venkatesh, E., & Venkatesh Elluru, S. (2017). Cone beam computed tomography: Basics and applications in dentistry. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(3), S102-S121. <https://doi.org/10.17096/jiufd.00289>
- Wang, L., Chen, K. C., Shi, F., Liao, S., Li, G., Gao, Y., Shen, S. G., Yan, J., Lee, P. K. M., Chow, B., Liu, N. X., Xia, J. J., & Shen, D. (2013). Automated segmentation of CBCT image using spiral CT atlases and convex optimization. In C. Salinesi, M. C. Norrie, & Ó. Pastor (Eds.), *Advanced information systems engineering* (Vol. 7908, pp. 251–258). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40760-4_32
- Weiss, R., & Read-Fuller, A. (2019). Cone Beam Computed Tomography in Oral and Maxillofacial Surgery: An Evidence-Based Review. *Dentistry Journal*, 7(2), 52. <https://doi.org/10.3390/dj7020052>
- Xu, S., Hu, Y., Li, B., Inscoe, C. R., Tyndall, D. A., Lee, Y. Z., Lu, J., & Zhou, O. (2023). Volumetric computed tomography with carbon nanotube X-ray source array for improved image quality and accuracy. *Communications Engineering*, 2(1), 71. <https://doi.org/10.1038/s44172-023-00123-x>

VIII. Anexos

Anexo 1. Aprovação da Comissão de Ética do Instituto Universitário Egas Moniz.

