

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA LOCALIZAÇÃO DO CANAL MANDIBULAR: ESTUDO RETROSPECTIVO.

Trabalho submetido por
Jéssica Alexandra Pessanha Feliciano
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

julho de 2024

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA LOCALIZAÇÃO DO CANAL MANDIBULAR: ESTUDO RETROSPETIVO.

Trabalho submetido por
Jéssica Alexandra Pessanha Feliciano
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira

e coorientado por
Prof.^a Doutora Iman Bugaighis

julho de 2024

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira, e à minha coorientadora Prof.^a Doutora Iman Bugaighis, por toda a ajuda, disponibilidade e exigência durante a realização deste projeto.

Ao Prof. Doutor Luís Proença, pela simpatia, disponibilidade e ajuda essencial na análise estatística desta tese.

Ao Prof. Doutor António Mano Azul e ao Prof. Pedro Trancoso por me terem permitido experienciar este ano incrível na equipa de Cirurgia e Medicina Oral.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz que foi e será sempre a minha segunda casa e a todos os que comigo se cruzaram durante estes anos e que os tornaram mais especiais.

Aos meus pais, que me proporcionaram estes cinco anos incríveis, obrigado por toda a ajuda, paciência e apoio. Sem vocês nada seria possível.

Ao Bruno, pelo amor, paciência e pelo apoio incondicional ao longo deste percurso.

Aos meus melhores amigos, Diana, Rita e Gonçalo, que foram o meu braço direito durante estes anos. Obrigado por terem tornado estes anos indescritíveis e por estarem sempre aqui para tudo. Que seja sempre assim.

Como não poderia faltar, à Box 15 e à correria diária, um grande obrigado.

RESUMO

Objetivos: Com a realização deste estudo pretendeu-se avaliar qual a localização da Mandibular Buccal Shelf (MBS) mais segura para inserção de micro-implantes (MI) e qual a angulação máxima e comprimento dos MI possíveis, sem interferir com o canal mandibular (CM).

Materiais e métodos: Amostra constituída por CBCT de 96 pacientes (58 mulheres e 38 homens) com idade média de $25,54 \pm 10,20$. Foram realizadas medições bilaterais em quatro zonas da MBS: tangente a cada uma das superfícies distais do 2º molar inferior (7D); da cúspide disto-vestibular dos 2º molares inferiores (7CD), do sulco vestibular dos 2º molares inferiores (7S) e da cúspide mesio-vestibular dos 2º molares inferiores (7M). Inicialmente mediu-se a largura transversal da MBS superficialmente para determinar o seu ponto médio. Foi medida a angulação máxima desse ponto até ao CM, relativamente ao plano vertical verdadeiro. Mediu-se com essa angulação a distância do ponto médio da MBS ao CM. Além da estatística descritiva, foram realizados testes t pareados e não pareados, com um nível de significância $p < 0,05$.

Resultados: Diferenças significativas entre idade e sexo, além de assimetria bilateral, foram observadas em relação a várias variáveis ($p < 0,05$). A largura transversal da MBS e a distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM aumentaram progressivamente em direção posterior, contrariamente à medição angular, que diminuiu progressivamente em direção posterior, indicando que quanto mais posteriormente mais vertical é a relação do CM com o ponto médio da MBS.

Conclusão: Com base na amostra estudada, a localização ideal para a inserção de MI na MBS, na ausência de terceiros molares inclusos, é a região tangente à superfície distal do segundo molar. No entanto, devido à variabilidade nos resultados obtidos, recomenda-se o uso do CBCT para a sua inserção, diminuindo o risco de provocar lesões no NAI.

Palavras-chave: Micro-implantes; Canal mandibular; *Buccal shelf* mandibular; CBCT.

ABSTRACT

Objectives: This study aimed to evaluate the safest location on the Mandibular Buccal Shelf (MBS) for the insertion of mini-implants (MI) and to determine the maximum possible angulation and length of the MI without interfering with the mandibular canal (MC).

Materials and methods: The sample consisted of CBCT images of 96 patients (58 females and 38 males) with an average age of 25.54 ± 10.20 years. Measurements were taken in four zones of the MBS bilaterally: tangent to each of the distal surface of the second lower molars (7D), distobuccal cusp tip of the second lower molars (7CD), buccal groove of the second lower molars (7S) and mesiobuccal cusp tip of the second lower molars (7CM). Initially, the superficial transverse width of the MBS was measured to determine its midpoint. The maximum angulation from this midpoint to the MC was measured relative to the true vertical plane. The distance from the MBS midpoint to the MC was then measured at this angulation. Descriptive statistics in addition to paired and unpaired t-tests were undertaken at $p < 0.05$.

Results: Significant differences in age and sex, as well as bilateral asymmetry, were observed in relation to several variables ($p < 0.05$). The transverse width of the MBS and the distance from the MBS midpoint to the nearest point on the MC progressively decreased in the posterior direction. This indicates that the further posterior the location, the more vertical the relationship between the MC and the MBS midpoint.

Conclusions: Based on the sample studies, the optimal location for MI insertion in the MBS, in the absence of impacted third molars, is adjacent to the distal surface of the second molar. However, due to the variability in the results obtained, the use of CBCT is recommended for insertion to minimize the risk of injury to the IAN.

Keywords: *Mini implants; Mandibular canal; Mandibular buccal shelf; CBCT*

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contextualização e justificação do trabalho	15
1.2	Objetivos do estudo	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	Revisão Bibliográfica	17
1.3.1	Anatomia	17
1.3.1.1	Mandíbula: o seu desenvolvimento	17
1.3.1.2	Mandíbula e Canal Mandibular	18
1.3.1.3	Nervo Alveolar Inferior	18
1.3.2	Meios Complementares de Diagnóstico	19
1.3.2.1	Evolução dos Meios Complementares de Diagnóstico	19
1.3.2.2	CBCT.....	21
1.3.2.2.1	Princípios Básicos de Funcionamento do CBCT	21
1.3.2.2.2	Vantagens do CBCT	23
1.3.2.2.3	CBCT em Ortodontia.....	23
1.3.3	Ortodontia.....	24
1.3.3.1	Evolução Histórica da Ancoragem	24
1.3.3.2	Dispositivos de Ancoragem Temporária.....	26
1.3.3.2.1	Micro-implantes	26

1.3.3.2.1.1	Seleção dos Micro-implantes.....	28
1.3.3.2.1.2	Localizações anatômicas para colocação de Micro-implantes .	29
1.3.3.2.1.2.1	Mandibular Buccal Shelf.....	30
1.3.3.2.1.3	Aplicações clínicas dos Micro-implantes	31
1.3.3.2.1.4	Contraindicações	32
1.3.3.2.1.5	Colocação de Micro-implantes	32
1.3.3.2.1.6	Complicações associadas aos Micro-implantes.....	34
1.3.3.2.1.7	Taxa de Sucesso dos Micro-implantes.....	34
1.3.4	Estudos Precedentes	35
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
2.1	Métodos de Pesquisa Bibliográfica.....	41
2.2	Considerações éticas	41
2.3	Financiamento.....	41
2.4	Tipo de Estudo	42
2.5	Cálculo da Amostra.....	42
2.6	Amostra.....	42
2.6.1	Caracterização da amostra	43
2.7	Metodologia de investigação	46
2.8	Determinação do erro intra-examinador	49
2.9	Questões da Investigação	49
2.10	Metodologia Estatística.....	50

3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
3.1	Resultados.....	51
3.1.1	Determinação do erro intra-examinador.....	51
3.1.2	Análise descritiva	51
3.1.3	Análise diferencial.....	53
3.1.3.1	Diferenças entre sexos	53
3.1.3.2	Diferenças entre faixas etárias.....	59
3.1.3.3	Comparação entre o lado direito e o lado esquerdo.....	60
3.2	Discussão	62
3.2.1	Escolha da Investigação.....	62
3.2.2	Seleção da amostra em estudo	63
3.2.3	Escolha do Método de Investigação	64
3.2.4	Discussão dos Resultados.....	66
3.3	Limitações da Investigação.....	71
3.4	Perspetivas futuras	72
4	CONCLUSÃO	73
4.1	Relevância clínica	73
5	BIBLIOGRAFIA.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração dos princípios básicos de funcionamento do CBCT.....	22
Figura 2. Ilustração MI.....	27
Figura 3. Fotografias intra-orais de MI colocados na MBS. Imagens cedidas pelo Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira.....	30
Figura 4. Fotografias intra-orais de MI colocados na MBS. Imagens cedidas pelo Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira.....	31
Figura 5. Fluxograma representativo da seleção da amostra.....	43
Figura 6. Representação da distribuição da amostra por sexo.....	44
Figura 7. Representação da distribuição da amostra por faixa etária.	45
Figura 8. Representação da distribuição da amostra por sexo e faixa etária.	45
Figura 9. Imagens da metodologia de orientação utilizada no estudo. Vista Coronal (1); Vista Axial (2); Vista Sagital (3); Reconstrução 3D com planos Coronal, Axial e Sagital (4,5,6).	46
Figura 10. Plano sagital do CBCT com ilustração das quatro zonas analisadas posteriormente no plano coronal para recolha de dados.	47
Figura 11. Ilustração do método de recolha de dados da amostra do estudo. A: Largura transversal da MBS superficialmente; B: Ponto médio da medida inicial; C: Angulação máxima do ponto anterior até ao CM, relativamente à vertical verdadeira; D: Distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM.	48
Figura 12. Ilustração em CBCT do método de recolha de dados da amostra do estudo. A: Largura transversal da MBS superficialmente; B: Ponto médio da medida inicial; C: Angulação máxima do ponto anterior até ao CM, relativamente à vertical verdadeira; D: Distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM.	48
Figura 13. Ilustração do CM realizado manualmente através do software Planmeca Romexis ®.....	49
Figura 14. Distribuição das medições da largura transversal da MBS realizadas na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior direito, por Sexo.	53
Figura 15. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona tangente à superfície distal do segundo molar inferior direito, por Sexo.	54

Figura 16. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona da cúspide distal do segundo molar inferior direito por Sexo.	55
Figura 17. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona do sulco vestibular do segundo molar inferior direito por Sexo.	56
Figura 18. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior direito por Sexo.	57
Figura 19. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona tangente à superfície distal do segundo molar inferior esquerdo por Sexo.	57
Figura 20. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona do sulco vestibular do segundo molar inferior esquerdo por Sexo.	58
Figura 21. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior esquerdo por Sexo.	59
Figura 22. Distribuição das medições do ângulo realizado no ponto médio da MBS, em relação á vertical verdadeira, e sem interferir com o CM, por faixa etária.	60

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Comparação da dose efetiva de diferentes meios complementares de diagnóstico. Adaptado de Abdelkarim (2019).	21
Tabela 2. Classificação dos MI	29
Tabela 3. Resumo dos locais de colocação de MI, tamanho dos MI e suas indicações Adaptado de Park (2020).	32
Tabela 4. Resumo de estudos retrospectivos precedentes.	39
Tabela 5. Distribuição da amostra por sexo.	44
Tabela 6. Distribuição da amostra por faixa etária.	44
Tabela 7. Distribuição dos indivíduos da amostra por sexo e faixa etária.	45
Tabela 8. Representação das medições válidas e omissas em cada localização.	47
Tabela 9. Medidas descritivas e comparativas das oito zonas analisadas, quatro zonas do lado direito e quatro zonas do lado esquerdo.	52
Tabela 10. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição da largura transversal da MBS na zona da cúspide mesial do segundo molar direito. Análise com base no sexo.	53
Tabela 11. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona tangente à superfície distal do segundo molar inferior direito. Análise com base no sexo.	54
Tabela 12. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona da cúspide distal do segundo molar direito. Análise com base no sexo.	55
Tabela 13. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona do sulco vestibular do segundo molar direito. Análise com base no sexo.	56
Tabela 14. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona da cúspide mesial do segundo molar direito. Análise com base no sexo.	56
Tabela 15. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona tangente à superfície distal do segundo molar esquerdo. Análise com base no sexo.	57

Tabela 16. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona do sulco vestibular do segundo molar esquerdo. Análise com base no sexo.	58
Tabela 17. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona da cúspide mesial do segundo molar esquerdo. Análise com base no sexo	58
Tabela 18. Média, desvio padrão, máximo e mínimo das medições do ângulo realizado no ponto médio da MBS, em relação à vertical verdadeira e sem interferir com o CM, na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior esquerdo. Análise com base na faixa etária.	59
Tabela 19. Tabela de Teste T de Student para amostras pareadas, de modo a avaliar diferenças significativas entre o lado direito e esquerdo.....	61
Tabela 20. Diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo na largura transversal da MBS, na zona da cúspide distal do segundo molar inferior.	61
Tabela 21. Diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo na largura transversal da MBS, na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior	61
Tabela 22. Diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo na angulação possível de realizar em relação à vertical verdadeira, sem interferir com o canal mandibular, na zona da cúspide distal do segundo molar inferior.	62
Tabela 23. Diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo na angulação possível de realizar em relação à vertical verdadeira, sem interferir com o canal mandibular, na zona do sulco vestibular do segundo molar inferior.	62
Tabela 24. Diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo na angulação possível de realizar em relação à vertical verdadeira, sem interferir com o canal mandibular, na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D: Bidimensional

3D: Tridimensional

AAOMR: Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial

ALADA - *As Low As Diagnostically Acceptable* - “tão baixo quanto diagnosticamente aceitável”

ALARA - *As Low AS Reasonably Achievable* - “tão baixo quanto razoavelmente possível”

ATM: Articulação Temporo-Mandibular

CAI: Canal Alveolar Inferior

CBCT: *Cone Beam Computed Tomography* - Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

CM: Canal Mandibular

CNNs: *Convolutional Neural Networks* – Redes Neurais Convolucionais

FOV: *Field of view* - Campo de Visão

IA: Inteligência Artificial

MBS: *Mandibular buccal shelf*

MC: *Meckel's cartilage* – Cartilagem de Meckel

MI: Micro-implantes

NAI: Nervo Alveolar Inferior

ROI: *Region of interest* - Área de interesse

TAC: Tomografia Axial Computadorizada

TAD(s): *Temporary Anchorage Device(s)* - Dispositivo(s) de Ancoragem Temporária

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e justificação do trabalho

A ortodontia moderna enfrenta constantemente o desafio de desenvolver e implementar novas técnicas, materiais e abordagens, com o intuito de melhorar a eficácia dos tratamentos ortodônticos (Escobar-Correa et al., 2021). Com o passar dos anos, é notável a crescente evolução ao nível dos sistemas de ancoragem ortodôntica, o que tem permitido um avanço significativo no que concerne às possibilidades terapêuticas. Tradicionalmente, a ancoragem ortodôntica pode ser obtida através de meios de ancoragem intra-orais e extra-orais, no entanto, ambos apresentam limitações que podem levar à perda de ancoragem e consequentemente ao insucesso do tratamento (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; Mohammed et al., 2018).

De modo a reforçar a ancoragem e a tornar mais previsível o resultado dos tratamentos ortodônticos, surgiram os dispositivos de ancoragem temporária (TADs), que têm sido frequentemente utilizados na prática clínica, possibilitando obter ancoragem absoluta, sem que haja qualquer movimento das unidades de ancoragem (Park, 2020).

A utilização de MI tem se tornado cada vez mais usual devido à sua facilidade de colocação e remoção, baixo custo e necessidade mínima ou mesmo inexistente de cooperação por parte do paciente (Landin et al., 2015). Os MI podem ser colocados em inúmeras localizações, tanto intra-alveolares como extra-alveolares, sendo a escolha do local correto um fator extremamente importante para o sucesso geral do tratamento. Mais recentemente, começou a inserir-se MI na *Mandibular Buccal Shelf* (MBS), sendo esta considerada uma localização extra-alveolar (Matias et al., 2021; Nucera et al., 2017).

A MBS localiza-se na zona posterior do corpo mandibular, vestibular às raízes do primeiro e segundo molares inferiores. Esta área apresenta geralmente quantidade e qualidade óssea adequadas para a colocação de MI, no entanto, variações ao nível da altura e espessura óssea podem afetar a sua colocação e estabilidade primária (Escobar-Correa et al., 2021). Geralmente os MI colocados na MBS são inseridos numa posição quase vertical, paralela à raiz dos molares. Contudo, quando a área da MBS não é tão favorável, pode ser necessário angulação para a sua inserção (Park, 2020).

Diversos fatores influenciam o sucesso ou a falha dos MI, podendo ser relacionados com o paciente (idade, sexo, padrão esquelético, higiene oral e hábitos como tabagismo), com o MI (diâmetro e forma do dispositivo) ou com o tratamento (técnica/ ângulo de inserção, forças aplicadas ao MI e local de inserção) (Alharbi et al., 2018; Escobar-Correa et al., 2021).

Antes da colocação dos MI na MBS é fundamental avaliar minuciosamente a posição do Canal Mandibular (CM), para evitar lesões no Nervo Alveolar Inferior (NAI) (Eto et al., 2023). Sendo o CM um canal intraósseo, as radiografias são um meio complementar de diagnóstico essencial para a sua localização e avaliação. Geralmente são utilizadas na prática clínica radiografias panorâmicas que, por serem radiografias bidimensionais (2D), apresentam limitações inerentes (Kaasalainen et al., 2021). Em contrapartida, o *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT), uma técnica radiográfica tridimensional (3D), permite avaliar minuciosamente a posição do CM, sendo considerado o *gold standart* para a sua análise (Velasco-Torres et al., 2017). Este meio complementar de diagnóstico, através da sua capacidade de reconstrução dimensional, permite exibir e organizar dados 3D, existindo *softwares* para simular colocação de implantes, realizar medições e marcar manualmente o CM, o que pode ser uma ferramenta útil para estimar a posição do CM em relação à área da MBS e o espaço disponível para a colocação do MI, sem interferir com o CM, diminuindo a probabilidade de provocar lesões ao nível do NAI (Karatas & Toy, 2014; Lahoud et al., 2022).

1.2 Objetivos do estudo

1.2.1 Objetivo geral

Com a realização deste estudo pretende-se determinar qual a localização da MBS mais segura para inserção de MI.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar qual a angulação máxima que se pode efetuar na inserção dos MI em diferentes áreas da MBS, sem interferir com o CM;
- Avaliar qual o comprimento dos MI seguro de inserir, sem interferir com o CM, em diferentes áreas da MBS;

- Avaliar se a idade e o sexo do paciente interferem com a largura transversal da MBS;
- Avaliar se a idade e sexo do paciente interferem com a posição do CM na MBS;
- Avaliar a simetria relativamente à largura transversal da MBS e à posição do CM nesta área.

1.3 Revisão Bibliográfica

1.3.1 Anatomia

1.3.1.1 Mandíbula: o seu desenvolvimento

A mandíbula desenvolve-se bilateralmente dentro dos processos mandibulares do primeiro arco braquial. Cada processo mandibular embrionário contém um núcleo cartilágneo, a Cartilagem de Meckel (MC), e esta ao longo do seu percurso é acompanhada pela divisão mandibular do nervo trigémeo, bem como pela artéria e veia alveolar inferior (Graber et al., 2023). Por volta da 6ª semana de gestação, lateralmente à MC, na membrana pericondral, surge um centro de ossificação, a partir do qual se forma posteriormente grande parte da mandíbula. O osso mandibular forma-se assim maioritariamente por meio de um processo de ossificação intra-membranosa, isto é, pela formação de osso a partir da secreção da matriz óssea diretamente no interior de tecido conjuntivo, sem formação de cartilagem intermediária (Graber et al., 2023; Proffit et al., 2013). À medida que ocorre ossificação do corpo da mandíbula e o feixe neuro-vascular alveolar inferior é envolvido por osso mandibular, a MC acaba por degenerar, desaparecendo por completo por volta da 24ª semana de gestação (Graber et al., 2023).

O osso mandibular é o osso do complexo craniofacial que apresenta maior potencial de crescimento pós-natal. Após o nascimento, o ramo mandibular torna-se mais proeminente especialmente em altura e, simultaneamente, o corpo mandibular aumenta em comprimento, fornecendo o espaço necessário para o desenvolvimento e erupção da dentição inferior (Graber et al., 2023; Proffit et al., 2013).

1.3.1.2 Mandíbula e Canal Mandibular

A mandíbula humana é um osso ímpar, possui um corpo e duas porções laterais, os ramos mandibulares, e é o único osso móvel da cabeça. No corpo, numa posição lateral, ao nível dos pré-molares, localiza-se o forâmen mentoniano e, na face medial do ramo, localiza-se o forâmen mandibular (Zagalo et al., 2010). Bilateralmente na mandíbula existe um ducto intraósseo, o CM, que inicia o seu percurso no forâmen mandibular, se estende obliquamente para baixo e para a frente no ramo da mandíbula e para a frente horizontalmente no corpo mandibular, terminando no forâmen mentoniano. Por vezes, o canal antes de atravessar o forâmen mentoniano, estende-se a uma zona mais anterior, formando-se uma ansa anterior (Aksoy et al., 2018; Juodzbaly et al., 2010).

Num estudo de Ozturk et al. (2012), verificou-se que na dimensão vestibulo-lingual o CM, na área dos molares, estava em contacto com a cortical óssea lingual ou passava muito próximo desta e na área dos pré-molares geralmente apresenta uma curvatura acentuada de vestibular para lingual até passar pelo forâmen mentoniano.

O CM pode apresentar variações anatómicas como, por exemplo, a presença de canais bífidos e canais trifidos, o que torna fundamental o Médico Dentista conhecer a sua localização exata e configuração, antes de proceder a qualquer procedimento cirúrgico, de modo a evitar lesões no NAI (Komal et al., 2020; Muñoz et al., 2017).

1.3.1.3 Nervo Alveolar Inferior

O NAI é um ramo do nervo mandibular, que por sua vez é o terceiro ramo do nervo trigêmeo e fornece inervação aos molares e pré-molares mandibulares e estruturas adjacentes. Entra na mandíbula através do forâmen mandibular, segue o seu trajeto no interior do CM e termina no forâmen mentoniano, onde se divide em nervo mentoniano e nervo incisivo. O nervo mentoniano emerge para inervar o lábio inferior, o mento e a gengiva, e o nervo incisivo continua o seu percurso dentro do osso mandibular inervando os dentes anteriores inferiores (Aksoy et al., 2018; Muñoz et al., 2017; Velasco-Torres et al., 2017).

Durante a realização de procedimentos cirúrgicos como tratamentos endodônticos, colocação de implantes e extração de molares em regiões mandibulares posteriores ao forâmen mentoniano, o risco de provocar lesões ao nível do NAI aumenta, podendo

resultar em dor neuropática e parestesia parcial ou total na área do queixo (Aksoy et al., 2018).

O NAI é ao longo do CM acompanhado pela veia e artéria alveolar inferior, constituindo o feixe neuro-vascular alveolar inferior (Aksoy et al., 2018; Juodzbals et al., 2010; Komal et al., 2020). O NAI localiza-se geralmente numa posição inferior aos vasos sanguíneos, podendo as complicações intraoperatórias ser provocadas por lesão direta ou indireta do nervo. As lesões podem manifestar-se como parestesia, disestesia, analgesia ou anestesia, e podem ser reversíveis ou permanentes (caso os sintomas persistam por mais de 6 meses). Assim sendo, antes de realizar qualquer procedimento cirúrgico próximo do NAI, é importante analisar radiograficamente a posição do CM (Aksoy et al., 2018; Komal et al., 2020; Velasco-Torres et al., 2017).

Na prática clínica é comum, dada a sua ampla disponibilidade e baixo custo, utilizar radiografias panorâmicas para avaliar a sua localização. No entanto, sabe-se que a radiografia *gold standart* para a sua análise terá de ser 3D, a Tomografia Axial Computorizada ou o CBCT (Aksoy et al., 2018; Velasco-Torres et al., 2017).

1.3.2 Meios Complementares de Diagnóstico

Atualmente em Medicina Dentária, as radiografias são consideradas meios complementares de diagnóstico de extrema importância. Podem ser adquiridas por técnicas 2D, como radiografias intraorais, cefalométricas e panorâmicas, ou por técnicas 3D, como Tomografia Axial Computadorizada (TAC) e Tomografia Computadorizada de Feixe Cónico (CBCT) (Kaasalainen et al., 2021; Scarfe et al., 2012; Velasco-Torres et al., 2017).

1.3.2.1 Evolução dos Meios Complementares de Diagnóstico

A descoberta dos Raio-X por Wilhelm Conrad Röntgen em 1895, foi um marco de extrema importância na evolução da medicina. Após esta descoberta, em 1931, Broadbent e Hofrath, introduziram a radiografia cefalométrica e desenvolveram métodos padronizados para as adquirir (Karatas & Toy, 2014; Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017). Mais tarde, na década de 1960, introduziu-se a radiografia panorâmica, o que aumentou significativamente o uso de radiologia pelos médicos dentistas, contudo, sendo

um método 2D, apresentava algumas limitações (Gupta et al., 2015; Kaasalainen et al., 2021).

Em 1972, o britânico Greoffrey Humbold Hounsfield introduziu um método radiológico 3D, a Tomografia Axial Computadorizada (TAC), todavia, o seu elevado custo, acesso limitado, baixa resolução e a elevada exposição do paciente à radiação, contribuíram para a sua substituição na área da medicina dentária (Kaasalainen et al., 2021; Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017). Assim, no final da década de 1970, começou a desenvolver-se o CBCT, quando surgiu o Dynamic Spatial Reconstructor na Unidade de Pesquisa em Biodinâmica na Mayo Clinic e, em 1982, foi adaptado para potencialmente ser utilizado a nível clínico. Em 1995 foi utilizado pela primeira vez na Medicina Dentária quando os coinventores italianos, Attilio Tacconi e Piero Mozzo, desenvolveram o sistema NewTom DVT 9000, um CBCT específico para a região maxilo-facial. O seu lançamento a nível comercial ocorreu anos mais tarde, sendo introduzido na Europa em 1999 e nos Estados Unidos em 2001, juntamente com equipamentos semelhantes desenvolvidos por Arai et al. em 1999, no Japão (Gupta et al., 2015; Kaasalainen et al., 2021).

Ao longo dos anos, os fabricantes foram melhorando significativamente componentes de *hardware* e *software*, o que permitiu reduzir a dose de radiação emitida, seguindo-se o princípio de radiação ALARA (As Low AS Reasonably Achievable) “tão baixo quanto razoavelmente possível”. Contudo, seguindo este princípio, continuavam a ser obtidas imagens com qualidade superior à necessária para o diagnóstico clínico, o que disputou o desenvolvimento do conceito ALADA (As Low As Diagnostically Acceptable) “tão baixo quanto diagnosticamente aceitável”. Este segundo princípio é especialmente relevante em pacientes em idades mais jovens, mais suscetíveis a efeitos adversos provocados pela radiação (Abdelkarim, 2019; American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, 2013; Jaju & Jaju, 2014).

Embora as doses efetivas do CBCT sejam inferiores às de TC convencional, continuam a ser mais elevadas do que as de imagens panorâmicas e cefalométricas (Tabela 1), porém, uma nova tecnologia chamada DRT (Técnica de redução de dose) permite ao clínico configurar o CBCT no modo DRT, resultando em doses mais próximas às de radiografias 2D (Abdelkarim, 2019).

Técnica de Imagem	Taxa de Dose Efetiva reportada na literatura [μSv]
Radiografia panorâmica	6-38
Radiografia cefalométrica	2-10
CBCT	5,3-1025
TC	1000-2000

Tabela 1. Comparação da dose efetiva de diferentes meios complementares de diagnóstico. Adaptado de Abdelkarim (2019).

A evolução de CBCT de pequeno volume (SV-CBCT) permite obter imagens 3D da área de interesse nos três planos ortogonais, com excelente resolução sub-milimétrica e significativa redução na dose de radiação. Além disso, SV-CBCT ajuda na marcação do NAI e a transferir a localização deste para vistas seccionais para a colocação precisa de MI (Landin et al., 2015).

1.3.2.2 CBCT

O CBCT é um método de imagem radiográfico que permite obter imagens 3D com resolução sub-milimétrica de elevada qualidade, apresentando inúmeras vantagens comparativamente a TC convencional como, por exemplo, menor dose de radiação efetiva, menor custo associado e scan rápido, que varia de 5 a 40 segundos, proporcionando conforto ao paciente e diminuindo artefactos por este provocados (Karatas & Toy, 2014; Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017). Por sua vez, a clareza das imagens obtidas através do CBCT é afetada pelo ruído da imagem, pelo baixo contraste dos tecidos moles e pela presença de artefactos (Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017).

1.3.2.2.1 Princípios Básicos de Funcionamento do CBCT

A imagem do CBCT é obtida através de uma plataforma composta por dois componentes: uma fonte e um detetor de radiação, que giram uma única vez, de forma sincronizada e em lados opostos, 360 graus em redor de um fulcro, fixado no centro da área de interesse (ROI) (Figura 1). Durante a rotação, a fonte de raio-x emite radiação contínua ou pulsada, direccionada para ROI, sendo cada vez mais utilizada a radiação

pulsada por permitir reduzir o tempo efetivo de exposição e a dose de radiação (Kaasalainen et al., 2021; Scarfe et al., 2012). Por sua vez, a radiação transmitida através do paciente atinge o detector de radiação, sendo obtidas imagens de projeção única, em intervalos de graus específicos. O conjunto dessas imagens permite a programas informáticos, que incorporam algoritmos sofisticados, gerar um conjunto de dados volumétricos 3D, que podem ser utilizados para fornecer imagens de reconstrução primária nos três planos ortogonais (axial, sagital e coronal) (Scarfe et al., 2012; Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017).

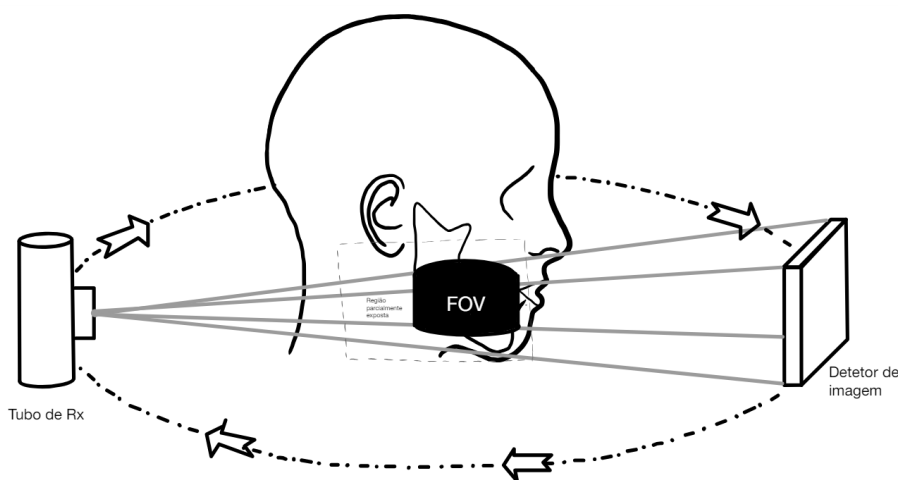


Figura 1. Ilustração dos princípios básicos de funcionamento do CBCT.

Um dos principais parâmetros selecionados antes de realizar o CBCT é o tamanho do campo de visão (FOV), que depende do tamanho e do formato do detector, da geometria de projeção e da capacidade de colimar o feixe (Kaasalainen et al., 2021). Os aparelhos CBCT podem ser classificados em três categorias diferentes de acordo com o tamanho do FOV: FOV grande [superior a 15 cm de altura], FOV médio [10 a 15 cm de altura] e FOV pequeno [inferior a 10 cm de altura]. Deve ser escolhido o tamanho mais adequado de acordo com a área de interesse a analisar, restringindo ao máximo o FOV ao ROI, de modo a minimizar a exposição do paciente à radiação (Kaasalainen et al., 2021; Scarfe et al., 2012).

Outro parâmetro que pode ser modificado consoante as necessidades clínicas é o tamanho do *voxel*, que está diretamente relacionado com a resolução espacial observada. Quanto menor o tamanho do *voxel*, maior a resolução. No entanto, tamanhos de *voxel* menores, requerem doses de radiação mais elevadas para restringir a relação sinal-ruído. No CBCT o tamanho do *voxel* é isotrópico, ou seja, aproximadamente igual nos três eixos

ortogonais, o que permite obter medidas precisas em qualquer plano (Kaasalainen et al., 2021; Scarfe et al., 2012).

1.3.2.2.2 Vantagens do CBCT

O CBCT permite limitar o feixe de raio-x, isto é, ao permitir selecionar o FOV, direcionando a radiação para a área de interesse, evita exposição excessiva de radiação por parte do paciente e permite melhor qualidade de imagem. Além disso, por apresentar *voxels* isotrópicos, enquanto a TC convencional apresenta *voxels* anisotrópicos, permite obter maior precisão de imagem (Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017). Por outro lado, a sua capacidade de reconstrução dimensional permite exibir e organizar dados 3D em computadores pessoais, existindo vários *softwares* para simular colocação de implantes e realizar medições, uma ferramenta útil em distintas situações (Karatas & Toy, 2014). Certos *softwares* disponíveis permitem ainda a marcação manual do CM em diferentes localizações, obtendo uma representação virtual deste, no entanto, sendo uma marcação totalmente manual, apresenta limitações inerentes. As Redes Neurais Convolucionais (CNNs) e a Inteligência Artificial (AI) parecem superar limitações anteriormente referidas, permitindo a segmentação automática precisa do CM, o que pode auxiliar os clínicos na avaliação pré-cirúrgica do CM (Lahoud et al., 2022).

1.3.2.2.3 CBCT em Ortodontia

Atualmente, o CBCT é utilizado em diversas áreas da Medicina Dentária: Endodontia, Periodontologia, Cirurgia Oral, Implantologia, Distúrbios da ATM, Medicina Dentária Forense e Ortodontia (Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017).

Em ortodontia recorre-se usualmente a radiografias 2D, no entanto, o CBCT apresenta vantagens na elaboração do diagnóstico e plano de tratamento, o que leva alguns profissionais a defender que deveria ser utilizado em todos os casos ortodônticos. A Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial (AAOMR) e a Sociedade Britânica de Ortodontia recomendam o uso do CBCT apenas em casos em que as imagens 2D não forneçam informação suficiente, sendo útil por exemplo em casos de fissura palatina, dentes impactados, dentes supranumerários e no planeamento de cirurgias ortognáticas (American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, 2013; Colceriu-Simon et al., 2019; Kaasalainen et al., 2021; Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017). No

entanto, os ortodontistas podem utilizá-los também para analisar as vias aéreas, estimar a idade do paciente, avaliar padrões de crescimento e inclinação e torque dos dentes, detetar assimetrias, avaliar a ATM e avaliar a espessura óssea para movimentação dentária e colocação segura de MI (Venkatesh & Venkatesh Elluru, 2017).

A partir do CBCT é possível construir imagens em vista panorâmica e cefalométrica, desde que este inclua todas as áreas de interesse, o que permite fazer a sua análise sem necessidade de radiografias panorâmicas e telerradiografias adicionais. Vários estudos afirmam que a vista cefalométrica obtida a partir do CBCT é equivalente à radiografia cefalométrica convencional em termos de identificação de pontos de referência, análise cefalométrica e diagnóstico. Por outro lado, vistas panorâmicas sintetizadas a partir do CBCT têm vantagens relativamente às convencionais no que diz respeito, por exemplo, à distorção e sobreposição de imagens (Abdelkarim, 2019).

Sendo que a maioria dos pacientes submetidos a tratamento ortodôntico são crianças, é necessário ter especial atenção aos níveis de radiação utilizados, pois esta faixa etária é mais suscetível a efeitos adversos. Comparativamente à idade adulta, mesmo que os parâmetros de exposição utilizados sejam os mesmos, a dose efetiva de radiação para as crianças será sempre maior, neste sentido, o risco de cancro por unidade de dose de radiação será também maior. Assim sendo, ao ser necessário a realização de CBCT nestas idades, é recomendado o uso de um avental de chumbo com gola para proteção da tiroide, de modo a reduzir os riscos da radiação ionizante (Abdelkarim, 2019).

1.3.3 Ortodontia

1.3.3.1 Evolução Histórica da Ancoragem

A ancoragem dentária é definida como a resistência ao movimento dentário indesejado, sendo o seu controlo essencial para o sucesso dos tratamentos ortodônticos. Tradicionalmente, pode recorrer-se a ancoragem intra-oral, fornecida por dentes ou outras estruturas orais, como palato, ou ancoragem extra-oral, obtida utilizando aparelhos extra-orais como, por exemplo, arcos e máscaras faciais (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; Arango et al., 2022; Nosouhian et al., 2015; Papadopoulos & Tarawneh, 2007). Estas técnicas biomecânicas tradicionais de ancoragem nem sempre são suficientemente eficientes pois estão dependentes de diversos fatores. Recorrendo a aparelhos extra-orais, a ancoragem depende da colaboração do paciente, que nem sempre é conseguida e, por

outro lado, recorrendo a aparelhos intraorais, depende do número de unidades de ancoragem dentária e do suporte periodontal do paciente, o que pode comprometer o tratamento (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; Mohammed et al., 2018; Nosouhian et al., 2015).

Como alternativa aos métodos tradicionais de ancoragem, e devido às suas limitações, Gainsforth e Higley, em 1945, realizaram a primeira tentativa de ancoragem esquelética com recurso a dispositivos implantáveis. Nos anos seguintes, foram realizados estudos sobre a aplicação imediata de forças ortodônticas, a integração óssea dos implantes e a resposta dos tecidos moles a diferentes materiais. Em 1997, Kanomi descreveu MI específicos para uso ortodôntico e, em 1998, apresentou-se um MI com cabeça semelhante a um *bracket* (Graber et al., 2023; Kalra et al., 2013; Papadopoulos & Tarawneh, 2007; Park, 2020).

Inicialmente, os dispositivos implantáveis usados para ancoragem ortodôntica, baseavam-se na recomendação comum de incorporar tempo de cicatrização para alcançar osteointegração antes de realizar forças ortodônticas, no entanto, a sua difícil remoção no final do tratamento é um fator negativo a ter em consideração. Assim, ao longo do tempo questionou-se acerca da vantagem e da necessidade da osteointegração destes dispositivos, surgindo o conceito de retenção mecânica. Após vários estudos, concluiu-se que os MI podiam suportar forças imediatamente, sem necessidade de osteointegração, diminuindo o tempo total de tratamento e tornando a remoção dos MI mais simples e minimamente invasiva (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; Park, 2020).

Atualmente, os dispositivos de ancoragem temporária (TADs) têm sido cada vez mais utilizados na prática clínica, demonstrando ser uma excelente alternativa face a dispositivos de ancoragem tradicionais, pois têm apresentado resultados particularmente promissores. Permitem transmitir diretamente ao osso as forças aplicadas, sendo possível obter ancoragem absoluta ou esquelética, isto é, sem que haja qualquer movimento das unidades de ancoragem (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; C. C. H. Chang et al., 2018; Kalra et al., 2013; Park, 2020).

1.3.3.2 Dispositivos de Ancoragem Temporária

Os TADs são dispositivos colocados temporariamente no osso com a finalidade de melhorar a ancoragem ortodôntica e que são removidos após cumprirem o seu propósito. Em contrapartida, os implantes endósseos convencionais podem ser utilizados como ancoragem, mas não são considerados TADs, uma vez que não são removidos no final do tratamento ortodôntico, tendo como finalidade a reabilitação oral (Singh et al., 2010).

Consoante o local onde são colocados, os TADs podem ser inter-radiculares, quando colocados, principalmente, entre raízes dentárias, ou extra-alveolares ou extra-radiculares, quando colocados longe das raízes, nas áreas infra-zigomáticas da maxila e na MBS. Os locais extra-alveolares geralmente apresentam maior densidade óssea, contribuindo para o aumento da estabilidade primária dos MI (Ghosh, 2018; Park, 2020; Vargas et al., 2020)

Estes dispositivos permitem, comparativamente aos dispositivos de ancoragem convencionais, melhor previsibilidade em casos complexos e menor necessidade de colaboração por parte do paciente, sendo especialmente indicada a sua utilização quando a ancoragem dentária é insuficiente, como em casos de hipodontia ou doença periodontal (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; Park, 2020).

1.3.3.2.1 Micro-implantes

Os MI são os TADs mais frequentemente utilizados, sendo dispositivos de tamanho reduzido que têm demonstrado boa aceitação por parte dos pacientes. Com recurso a estes dispositivos, casos que outrora poderiam ser resolvidos apenas utilizando mecânica ortodôntica tradicional, podem atualmente ser tratados de forma mais eficaz, com resultados mais previsíveis e num menor período de tempo, devendo a sua aplicação como ancoragem ser ponderada sempre que os benefícios da sua utilização superem os riscos associados (Baumgaertel et al., 2008; Nucera et al., 2017).

Os MI são formados por uma cabeça, um colar ou perfil transmucoso, e por um corpo com espiras (Figura 2). A cabeça do MI é a parte que fica clinicamente exposta após o MI inserido e onde são colocados dispositivos ortodônticos, como elásticos ou molas, podendo apresentar diversos designs, incorporando sulcos, túneis, botões e bolas, devendo idealmente ser compatível com os sistemas de *brackets edgewise* atuais. O colar

ou perfil transmucoso é a parte do MI que conecta a cabeça do MI à sua porção intraóssea, e deve ser liso e polido, de altura apropriada, em geral 1-2 mm, de modo a evitar acumulação de placa bacteriana e consequente inflamação gengival. O corpo é a parte do MI que fica colocado dentro do osso e tem espiras desenhadas para uma inserção por auto-rosqueamento ou auto-perfuração (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

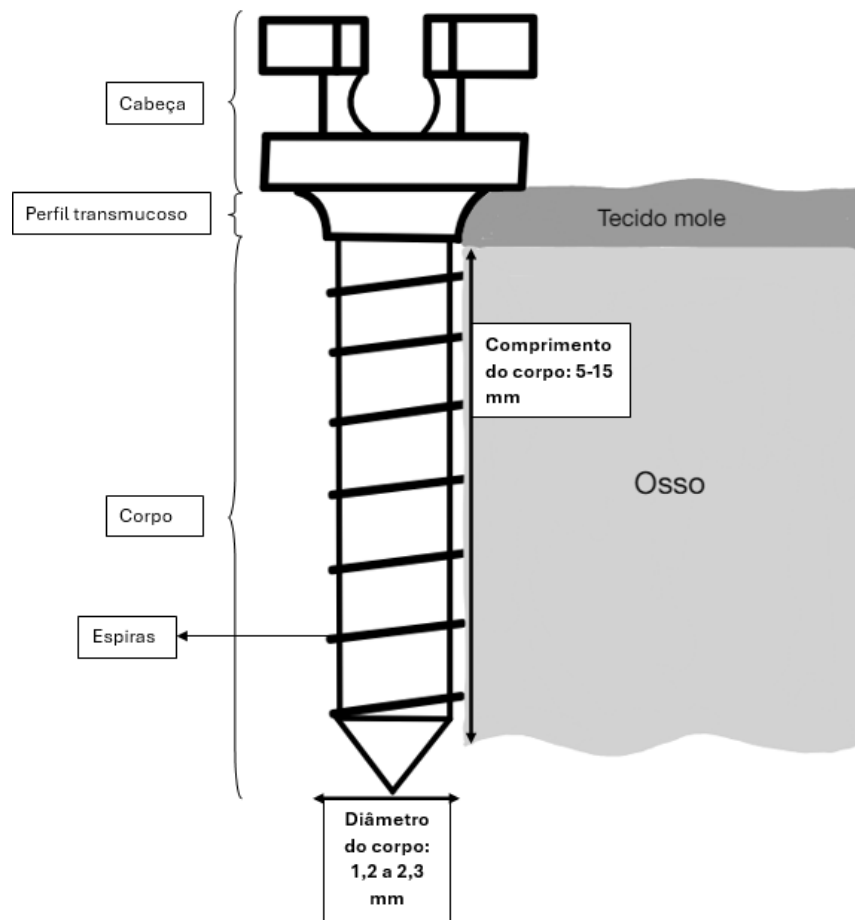


Figura 2. Ilustração MI.

Os MI podem assim apresentar propriedades auto-perfurantes ou auto-rosqueantes. Os auto-rosqueantes, ao apresentarem uma ponta arredondada sem capacidade de corte, requerem perfuração prévia da mucosa e osso cortical, já os auto-perfurantes, sendo finos e afiados, têm a capacidade de criar o seu próprio trajeto dentro do osso durante a sua colocação, não exigindo perfuração prévia. Essencialmente, a pré-perfuração prévia é recomendada se o MI apresentar menos de 1,3 mm de diâmetro, for constituído por titânio puro ou o local de inserção for espesso, como por vezes acontece na zona da MBS. De

forma alternativa, a auto-perfuração é recomendada se o MI tiver mais de 1,3 mm de diâmetro, for constituído por liga de titânio e o local de inserção for mais fino. (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; Ghosh, 2018; Park, 2020).

1.3.3.2.1.1 Seleção dos Micro-implantes

Atualmente, existe uma grande variedade de MI a serem comercializados, como tal, de modo a realizar um tratamento ortodôntico bem-sucedido, é necessário selecioná-los de forma adequada, tendo em conta fatores primários como a escolha do material, comprimento e diâmetro do MI, e fatores secundários, como o design da cabeça do MI, local de colocação, técnica de inserção, cargas aplicadas e tipo de movimento dentário desejado (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; Park, 2020).

Relativamente ao material, os MI podem ser constituídos por titânio puro, liga de titânio tipo IV ou tipo V, ou aço inoxidável. Tanto o aço inoxidável como as ligas de titânio têm potencial para serem utilizados na crista infra-zigomática e na MBS, com uma taxa de sucesso geral de 93,7%, sendo ambos capazes de obedecer aos requisitos biomecânicos básicos. No entanto, o aço inoxidável continua a ser o material de eleição na MBS, apresentando maior resistência à fratura (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; C. H. Chang et al., 2019; Ghosh, 2018; Papadopoulos & Tarawneh, 2007). Os MI normalmente são fabricados com uma superfície lisa ou com tratamento de superfície adicional, de modo a evitar promover a osteointegração, facilitando a sua posterior remoção (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

Tanto o comprimento como o diâmetro são referentes ao corpo do MI que, após colocação, se situará dentro do osso, abaixo dos tecidos moles. O seu comprimento geralmente varia de 5 a 15 mm e o seu diâmetro de 1,2 a 2,3mm, conforme os fabricantes (Figura 2). A sua seleção deve ser baseada na proximidade a estruturas anatómicas, bem como na disponibilidade óssea. Em geral, quanto maior o diâmetro, maior a estabilidade primária e a taxa de sucesso associada, no entanto, se a inserção for inter-radicular, maior será a probabilidade de danificar raízes dentárias (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

Os TADs projetados para a MBS incluem os *BIORAY*®¹, fabricados em aço inoxidável, e os *OrthoBoneScrew*®² com dimensões 2x12 mm, disponíveis em titânio ou aço inoxidável. No entanto, MI em aço inoxidável continuam a ser os de eleição para esta área (C. C. H. Chang et al., 2018).

Classificação dos Micro-implantes	
Design da cabeça do MI	Botão ou suporte
Diâmetro	1,2 a 2,3 mm
Comprimento	5 a 15 mm
Design do corpo	Cônico ou cilíndrico
Perfil transmucoso	0 a 3 mm (geralmente 1-2 mm)
Técnica de Inserção	Auto-perfurante ou auto-rosqueante
Orientação da rosca	Inserção de perfuração à direita ou à esquerda
Liga utilizada na fabricação	Liga de titânio, titânio puro ou aço inoxidável

Tabela 2. Classificação dos MI

1.3.3.2.1.2 Localizações anatómicas para colocação de Micro-implantes

Os MI colocados em zonas inter-radiculares são os mais comumente utilizados. No entanto, na região posterior da mandíbula apresentam frequentemente problemas de estabilidade. Ao realizar movimentos dentários com MI inter-radiculares pode ser necessário removê-los e reposicioná-los, de modo a prosseguir com o tratamento e possibilitar o movimento pretendido, sendo necessário antecipar o movimento dentário, de modo a evitar qualquer interferência das raízes dentárias com o MI. Neste tipo de MI o espaço entre raízes deve ser o suficiente para evitar danos, sendo o requisito mínimo de espaço 0,5 mm mesial e distal ao implante ou 1 mm a mais do que o diâmetro do implante (Aleluia et al., 2021; Baumgaertel et al., 2008; Sreenivasagan & Sivakumar, 2021)

¹ Mason, Irvine, CA, EUA

² Newton's A Ltd., Hsinchu City, Taiwan

Os MI extra-alveolares permitem maior versatilidade nos movimentos ortodônticos, podendo ser colocados em diferentes localizações, tanto na maxila como na mandíbula. Na maxila os locais de inserção são o osso palatino, osso cortical externo na região da crista infra-zigomática e processo alveolar palatino posterior. Na mandíbula, são a área retromolar, o ramo e a MBS (Aleluia et al., 2021).

1.3.3.2.1.2.1 Mandibular Buccal Shelf

A MBS está localizada bilateralmente na zona posterior do corpo da mandíbula, vestibular às raízes do primeiro e segundo molares. É considerada um local adequado para a colocação de MI devido à quantidade e qualidade óssea disponível, à distância das raízes dentárias e à consequente estabilidade dos dispositivos (Eto et al., 2023; Nucera et al., 2017; Sreenivasagan & Sivakumar, 2021).

A técnica da *buccal shelf* recomenda a inserção de MI na mandíbula lateralmente aos primeiros e segundos molares, aproximadamente 5 a 7 mm abaixo da crista alveolar, perpendicular ao plano oclusal e paralelo à inclinação axial dentária, de modo a que o dispositivo de ancoragem não interfira no deslocamento dos dentes (Aleluia et al., 2021). Para facilitar a higiene e contribuir para o mínimo de irritação nos tecidos moles circundantes ao MI é aconselhável que a cabeça do MI permaneça pelo menos 5 mm acima do nível dos tecidos moles (C. H. Chang et al., 2021). Assim, antes da colocação de MI nesta área, e devido a variações morfológicas entre pacientes, é importante determinar a quantidade de osso presente e a extensão de gengiva pela qual o MI será inserido, bem como o “planalto ósseo”. Em pacientes que apresentem um planalto ósseo bem definido e gengiva aderida, a colocação dos MI é facilitada, permitindo geralmente posicionar MI numa posição quase vertical e paralela a raiz dos molares, já em casos em que a área da MBS não é tão favorável, pode ser necessário angulação para a sua inserção (Park, 2020).



Figura 3. Fotografias intra-orais de MI colocados na MBS. Imagens cedidas pelo Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira.

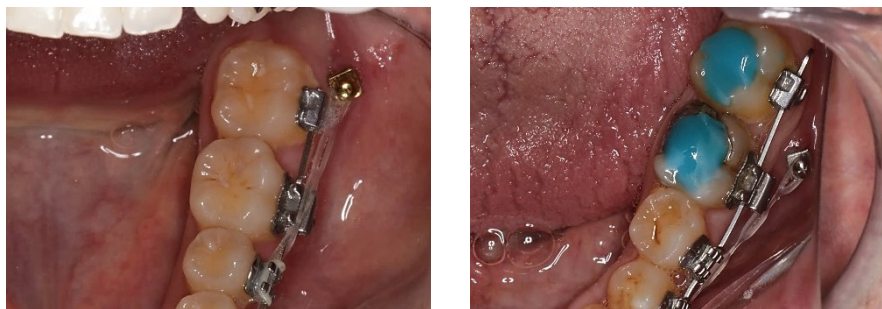


Figura 4. Fotografias intra-orais de MI colocados na MBS. Imagens cedidas pelo Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira.

1.3.3.2.1.3 Aplicações clínicas dos Micro-implantes

Os MI podem ser utilizados para correções verticais em pacientes que apresentem mordida aberta anterior, para intrusão de segmentos posteriores maxilares, mandibulares ou ambos. Podem ainda ser utilizados em pacientes com mordida profunda, auxiliando na intrusão dos incisivos maxilares, dos incisivos mandibulares, ou de ambos. Podem contribuir para a correção de planos oclusais inclinados, sendo a ancoragem esquelética considerada uma excelente abordagem, principalmente quando os pacientes necessitam de poucos milímetros de intrusão posterior ou uma quantidade considerável de intrusão anterior (Baumgaertel et al., 2008; C. C. H. Chang et al., 2018; Mohan & Jain, 2023; Proffit et al., 2013).

Estes dispositivos podem também auxiliar correções no sentido ântero-posterior, em casos de encerramento de espaços edêntulos, por exemplo, em pacientes com má oclusão Classe II completa e trespasse horizontal aumentado, em que esteja indicada a extração de primeiros ou segundos pré-molares superiores e que, como tal, necessitem da retrusão dos dentes anteriores maxilares. Podem ainda ser apropriados em pacientes que apresentem ambos os maxilares severamente protuídos, cuja sua principal queixa seja incompetência labial e perfil desagradável, e que se recusem à utilização de aparelhos extra-orais. Por outro lado, podem ser utilizados em pacientes que devido à agenesia de incisivos laterais, necessitem de mesializar setores posteriores para encerramento de diastemas. A ancoragem com recurso a estes dispositivos é ainda benéfica em pacientes que necessitem de distalização molar para correção de apinhamento dentário e na correção de más oclusões classe II de Angle (Baumgaertel et al., 2008).

Localização	Tamanho do implante	Indicações
MBS	2,0 x 12 mm	• Retração da dentição mandibular • Correção da mordida cruzada anterior • Tracionar dentes mandibulares impactados
Crista Infra-zigomática	2,0 x 12 mm	• Retração da dentição maxilar • Tracionar dentes maxilares impactados
Ramo mandibulares	2,0 x 14 mm	• Posicionar verticalmente os molares mandibulares impactados

Tabela 3. Resumo dos locais de colocação de MI, tamanho dos MI e suas indicações Adaptado de Park (2020).

Em casos protéticos que necessitem de movimentação de apenas um único dente, sem a utilização de aparelho fixo completo, estes dispositivos podem ser uma ferramenta útil (Baumgaertel et al., 2008).

Os MI colocados na MBS especificamente, permitem obter tratamentos conservadores de Classe III (camuflagem), distalização de molares em casos de apinhamento severo do arco mandibular, verticalização de molares e pré-molares, intrusão de dentes posteriores, correções de assimetrias do plano oclusal, de desvios da linha média, como ancoragem a um braço de alavanca na tração de caninos inferiores impactados e na preparação para cirurgia ortognática (Park, 2020).

1.3.3.2.1.4 Contraindicações

O uso de MI está contraindicado em pacientes com higiene oral inadequada, cicatrização problemática, distúrbios hemorrágicos, distúrbios e patologias ósseas, defesas imunitárias comprometidas e crianças com dentição decídua e mista precoce (H. Chang & Tseng, 2014).

1.3.3.2.1.5 Colocação de Micro-implantes

A escolha apropriada do local para colocação do MI é um fator que pode influenciar o sucesso do tratamento pretendido (Alharbi et al., 2018; Baumgaertel et al., 2008).

À estabilidade mecânica que os MI apresentam logo após a sua colocação dá-se o nome de estabilidade primária e esta depende de vários fatores: características anatômicas ósseas como densidade, profundidade e espessura do osso cortical; características dos tecidos moles e proximidade a freios e estruturas anatômicas como raízes dentárias, nervos e vasos sanguíneos. Por sua vez, a estabilidade primária depende também de fatores como a morfologia dos MI, número de roscas, comprimento, forma das roscas ativas e ainda do método de colocação (Nucera et al., 2017; Park, 2020).

Quanto à densidade óssea, Misch em 1988 descreveu quatro densidades ósseas encontradas na maxila e na mandíbula:

- D1: Osso cortical denso, que se localiza principalmente na mandíbula anterior, MBS e região média do palato (Misch, 2008);
- D2: Osso cortical denso a poroso na crista óssea e osso trabecular grosso no interior, localizando-se principalmente na maxila anterior, região palatina média e mandíbula posterior (Misch, 2008)
- D3: Osso cortical poroso mais fino na crista óssea e osso trabecular fino no interior, encontrando-se em zonas posterior na mandíbula e na maxila (Misch, 2008)
- D4: Quase não tem osso cortical na crista e é composto quase na totalidade por osso trabecular fino, sendo localizado principalmente na região da tuberosidade (Misch, 2008).

Regiões D1 e D2 têm sido consideradas adequadas para a inserção de MI, sendo zonas que alcançam maior estabilidade. Por outro lado, regiões D4 não são consideradas adequadas pois demonstram taxas de falha elevadas (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; Chugh et al., 2013).

O local de colocação e o tipo de mucosa são fatores relativos ao paciente que afetam a estabilidade dos MI. Idealmente o local de inserção deve apresentar gengiva aderida queratinizada suficiente, diminuindo o desconforto para o paciente e evitando o crescimento excessivo dos tecidos moles. É ainda recomendado 1 mm de osso alveolar ao redor do MI, de modo a preservar a saúde periodontal (Alharbi et al., 2018; Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018).

1.3.3.2.1.6 Complicações associadas aos Micro-implantes

Podem ocorrer complicações tanto durante a inserção dos MI, durante a aplicação das forças ortodônticas ou durante a sua remoção. Essas complicações podem ser: inflamação, infecção e irritação dos tecidos moles circundantes ao MI, perda de estabilidade ou fratura do MI, bem como lesões nas raízes dentárias, ligamento periodontal, nervos e vasos sanguíneos (Alkadhimi & Al-Awadhi, 2018; Kalra et al., 2013; Papadopoulos & Tarawneh, 2007). Assim, o médico dentista deve conhecer a anatomia da região, assim como, por exemplo, possíveis variações na posição e percurso do CM, de modo a evitar complicações peri e pós-operatórias (Eto et al., 2023)

1.3.3.2.1.7 Taxa de Sucesso dos Micro-implantes

A taxa de sucesso dos MI é relatada na literatura como sendo de aproximadamente 84%, no entanto, há uma diferença significativa quanto à taxa de sucesso, consoante o local onde os MI são colocados, sendo que MI colocados na MBS apresentam uma taxa de sucesso superior a MI interradiculares. Os MI extra-alveolares apresentam taxas de falha relativamente baixas: 7,2% para dispositivos inseridos na MBS, em comparação com 7% em dispositivos inseridos na crista infrazigomática (Arqub et al., 2021; C. H. Chang et al., 2019; Eto et al., 2023; Kolge et al., 2019).

Quanto ao material, tanto os MI de aço inoxidável como de liga de titânio apresentaram taxas de sucesso que superaram os 92%, sendo ambos adequados para a maioria das aplicações clínicas (C. H. Chang et al., 2019).

Fatores como o diâmetro e o comprimento do MI desempenham um papel fundamental no que concerne à estabilidade dos MI. Foi estabelecido que MI com um diâmetro superior a 1,4 mm têm taxas de sucesso mais elevadas na mandíbula e que o risco de fratura do MI diminui com o aumento do seu diâmetro. Por outro lado, um comprimento do MI superior a 8 mm proporciona taxa de sucesso mais elevada e aumento da retenção mecânica. A quantidade óssea vestibular suficiente e a distância as raízes dentárias permitem melhorar a taxa de sucesso dos MI (Escobar-Correa et al., 2021; Liu et al., 2019).

1.3.4 Estudos Precedentes

Existem diversos estudos realizados anteriormente que analisaram a área da MBS para colocação de MI. Um estudo de Eto et al., realizado em 2023, foi o mais recente encontrado na literatura, em que foram avaliados fatores como a espessura e a altura ósseas da MBS, a espessura e a altura ósseas sem interferir com o CAI, bem como possíveis diferenças associadas a idade e padrões faciais verticais (hipodivergente, normodivergente, hiperdivergente). Nesse estudo foram analisados quatro locais da MBS, sendo as medições realizadas na zona da raiz mesial e distal do primeiro e segundo molares inferiores. Concluiu-se que a espessura e altura ósseas aumentaram progressivamente em direção posterior, bem como a espessura óssea em relação ao CAI, já a altura óssea em relação ao CAI diminuiu progressivamente em direção posterior e que o local ideal para colocação de MI na MBS é a raiz distal dos segundos molares, independentemente do padrão facial, sexo e idade.

Aproximadamente dois anos antes do estudo de Eto et al. (2023), em 2021, Gandhi et al. (2021) realizou um estudo semelhante em que analisou a largura e espessura ósseas da MBS, comparando os parâmetros ósseos entre estágios de crescimento (em crescimento ou não crescimento), padrões faciais verticais (hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente) e sexos. Nesse estudo as medições foram realizadas em três zonas: raiz distal do primeiro molar, raiz mesial do segundo molar e raiz distal do segundo molar. Concluiu-se que, a largura da MBS aumentou e a altura diminuiu progressivamente para distal desde a raiz distal do primeiro molar até à raiz distal do segundo molar em todos os três padrões faciais, independentemente da idade ou do sexo.

Em 2018, Elshebiny et al. realizaram também um estudo em que o NAI foi traçado digitalmente e MI foram colocados virtualmente, realizando-se medições adjacentes à cúspide disto-vestibular do primeiro molar e às cúspides mesio-vestibular e disto-vestibular do segundo molar. Os autores concluíram que a largura do osso cortical foi geralmente maior na zona da cúspide disto-vestibular do segundo molar, a 8 mm da junção cimento-esmalte, e que a maior profundidade de inserção foi também na zona da cúspide disto-vestibular do segundo molar, local onde os MI apresentaram maior proximidade ao NAI.

A informação resumida dos estudos anteriormente referidos encontra-se na Tabela

4.

Ano	Autores	Objetivos	Metodologia	Resultados
2023	Eto et al.	Avaliar quantitativamente a espessura e altura óssea da MBS em 4 locais potencialmente elegíveis para a colocação de MI. Comparar a espessura e a altura óssea e as mudanças na posição do Canal alveolar inferior (CAI). Avaliar as diferenças relacionadas à idade entre os padrões faciais verticais (hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente) e o sexo.	Amostra constituída por 205 CBCT, sendo 110 de indivíduos do sexo feminino e 95 do sexo masculino. 80% caucasianos. A amostra foi dividida em grupos consoante a idade, o padrão facial vertical e o sexo. As medições foram realizadas na zona das raízes mesial e distal dos primeiros e segundos molares, sendo avaliada a espessura e altura óssea da MBS e a sua relação ao NAI. Medições realizadas apenas do lado esquerdo. As medições da espessura óssea foram realizadas a 6 e a 11 mm de uma linha horizontal verdadeira apical à JAC, começando da tangente da superfície da raiz até ao ponto mais vestibular do osso cortical. A altura óssea da MBS foi avaliada traçando linhas verticais verdadeiras a 4 e a 5 mm vestibularmente à JAC, que intercetaram a	A espessura e a altura óssea aumentaram progressivamente em direção posterior ($p<0,001$). A espessura óssea em relação ao CAI aumentou em direção posterior, já a altura óssea diminui nessa direção, nos três padrões verticais faciais e em ambos os sexos ($p<0,001$). As mulheres apresentaram significativamente menos espessura e altura óssea da MBS em relação ao CAI ($p<0,002$). Pacientes com idade superior a 40 anos de idade apresentaram menor altura óssea na área do segundo molar ($p<0,003$). Pacientes hipodivergentes apresentam maior altura e espessura óssea e menor

			cortical externa da mandíbula em dois pontos. A distância entre eles foi determinada como o comprimento do osso na direção vertical. Foi avaliada a posição do CAI. A altura óssea foi a menor distância entre a linha que passa no ponto mais alto do canal até à linha horizontal verdadeira que interceptou a JAC. A espessura até ao canal foi medida entre a linha horizontal verdadeira traçada no ponto mais vestibular do canal e o fim da cortical óssea vestibular.	altura óssea em relação ao CAI. O local ideal para a inserção de MI na MBS é a raiz distal dos segundos molares, independentemente do padrão facial, sexo e idade.
--	--	--	--	---

2021	Gandhi et al.	O objetivo principal do estudo foi analisar quantitativamente a largura e altura da MBS em 3 locais diferentes, para a colocação de MI. Comparar os parâmetros ósseos da MBS entre diferentes estágios de crescimento (crescimento ou não crescimento), tipos faciais (hipodivergente, normodivergente e hiperdivergente) e sexos (masculino ou feminino).	Neste estudo retrospectivo de CBCT, a amostra foi constituída por 678 indivíduos, que foram divididos em grupos consoante o estágio de crescimento, tipo facial e sexo. As medições foram realizadas bilateralmente nas seguintes zonas: (1) raiz distal do primeiro molar; (2) raiz mesial do segundo molar mandibular; (3) raiz distal do segundo molar. As raízes dos molares mandibulares foram utilizadas como referência para medir a largura, e o teto do canal alveolar inferior foi utilizado para medir a altura da área da MBS.	Não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) na largura da MBS entre indivíduos do sexo feminino e masculino. A largura da MBS aumentou e a altura diminuiu ($p < 0,0001$) para distal desde a raiz do primeiro molar para a raiz distal do segundo molar em todos os 3 tipos faciais, independentemente da idade ou sexo.
2018	Elshebiny et al.	Avaliar anatomicamente a MBS como local de inserção de MI, em pacientes caucasianos.	Amostra constituída por 30 CBCT de pacientes caucasianos, sendo 18 do sexo masculino e 12 do sexo feminino, com idade média de $14,5 \pm 2$ anos. Todas as medições foram realizadas adjacentes à cúspide disto-vestibular do primeiro molar e às cúspides mesio-vestibular e disto-vestibular do segundo molar.	A largura do osso cortical foi geralmente maior na zona da cúspide disto-vestibular o segundo molar a 8 mm da junção cimento-esmalte. A maior profundidade de inserção foi também na zona da cúspide disto-vestibular do segundo molar, local onde os MI

			A profundidade óssea foi medida 4 e a 8 mm da junção cimento-esmalte. O NAI foi digitalmente traçado e MI (1,6x10 mm) foram virtualmente colocados na MBS e analisou-se posteriormente a profundidade de inserção e relação com o nervo.	apresentaram maior proximidade ao NAI.
--	--	--	--	---

Tabela 4. Resumo de estudos retrospectivos precedentes.

Os estudos precedentes avaliaram a largura transversal da MBS e a altura e espessura óssea disponíveis até ao CM, no entanto, nenhum estudo analisado avaliou a distância ao CM considerando a angulação que por vezes é necessário efetuar aquando da inserção dos MI.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Métodos de Pesquisa Bibliográfica

Para a realização da presente investigação e revisão bibliográfica, foi realizada pesquisa com recurso às bases de dados digitais *PubMed*, *Cochrane*, *SciELO* e *Google Académico*, tendo sido analisados artigos em inglês e português. Foi ainda realizada pesquisa em revistas especializadas na área da ortodontia, particularmente no *Angle Orthodontics*, no *Progress in Orthodontics* e no *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*.

As palavras-chave utilizadas durante a pesquisa foram: *mini-implants*, *temporary anchorage device*, *mandibular buccal shelf*, *CBCT* e *mandibular canal*.

No decorrer da pesquisa bibliográfica verificou-se a existência de vários estudos sobre variações do CM, bem como estudos de avaliação anatómica da MBS para inserção de MI. Estudos analisados avaliaram ainda a posição do CM na zona da MBS, no entanto não foram encontrados estudos sobre a angulação possível a realizar na inserção de MI em várias áreas da MBS, sem interferir com o CM. Até onde se sabe, existe uma escassez de literatura avaliando variações anatómicas na região da MBS em caucasianos.

2.2 Considerações éticas

O presente estudo foi submetido primeiramente à Comissão Científica do Instituto Universitário Egas Moniz, onde foi aprovado, sendo posteriormente submetido, no dia 30 de novembro de 2023, à Comissão de Ética do mesmo Instituto, com o número de processo interno 1296, onde foi igualmente aprovado (Anexo 1).

Os pacientes cujo processo clínico foi consultado para o estudo, sendo pacientes da Clínica Universitária Egas Moniz, assinaram nas suas primeiras consultas um Consentimento Informado. Os nomes e restantes informações pessoais dos pacientes, que não as variáveis em estudo, foram mantidas em anónimo. Nenhuma imagem radiográfica foi obtida apenas para fins de pesquisa.

2.3 Financiamento

Não foi necessário qualquer financiamento para a realização deste estudo.

2.4 Tipo de Estudo

O presente estudo retrospectivo 3D insere-se na categoria de investigação primária de metodologia quantitativa. É uma investigação epidemiológica, atribuindo-se-lhe um carácter observacional, seguindo-se, no desenvolvimento deste estudo, diretrizes da *Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology* (STROBE) (Von Elm et al., 2014).

2.5 Cálculo da Amostra

Tendo como base o cálculo de amostra realizado por Matias et al., em 2021, o tamanho da amostra deste estudo transversal foi calculado com um nível de confiança de 95% ($\alpha = 0,05$) e ($\beta = 0,2$), de modo a alcançar um poder de amostra de 80%, para detetar uma diferença mínima de 1,15 mm com um desvio padrão de 1,07 mm na largura transversal da MBS (Matias et al., 2021). O cálculo da amostra demonstrou serem necessários 30 pacientes no total.

2.6 Amostra

Analizou-se todos os processos clínicos de pacientes que tenham realizado CBCT como meio complementar de diagnóstico na Clínica Universitária Egas Moniz, no período de 01/01/2023 a 31/03/2024, perfazendo um total de 1431 processos clínicos analisados. Aplicaram-se critérios de inclusão e de exclusão, viabilizando-se uma amostra final constituída por 96 indivíduos.

Utilizaram-se como critérios de inclusão para a seleção da amostra: (1) CBCT realizado em pacientes da Clínica Universitária Egas Moniz; (2) Dentição permanente completa (presença ou ausência de terceiros molares); (3) CBCT que apresente área da MBS na totalidade, bilateralmente; (4) Não sindrómicos.

Como critérios de exclusão considerou-se a presença de contenção ortodôntica inferior, indicadora de utilização prévia de aparelho ortodôntico inferior, bem como pacientes com aparelho ortodôntico inferior colocado. Foram ainda excluídos da amostra pacientes cujas imagens radiográficas apresentassem indícios de doença periodontal. Excluiu-se ainda, exames radiográficos em que não fosse visível o forâmen mentoniano,

utilizado posteriormente para orientação do CBCT e imagens radiográficas que apresentaram fraca qualidade, impedindo a análise de alguma das variáveis em estudo.

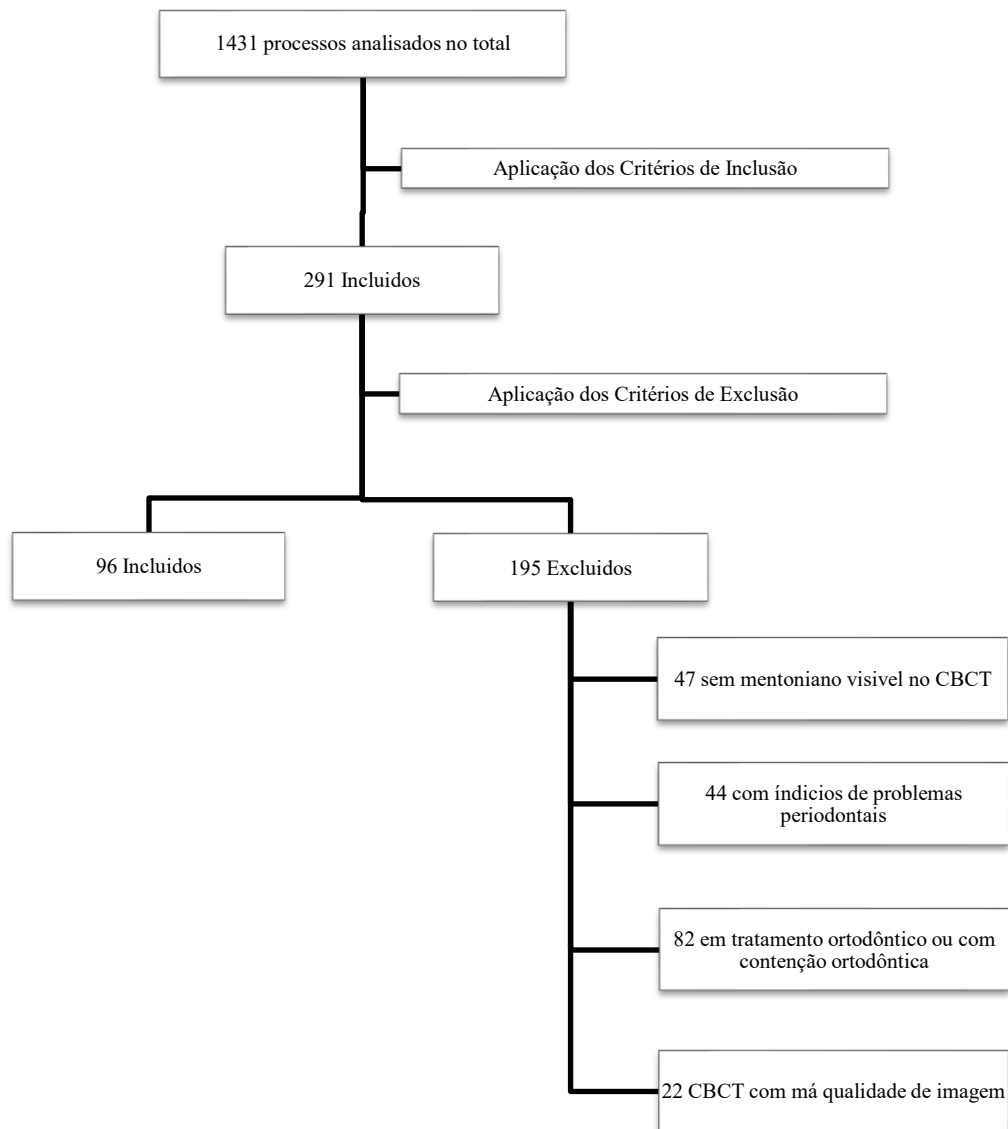


Figura 5. Fluxograma representativo da seleção da amostra.

2.6.1 Caracterização da amostra

A amostra do presente estudo foi constituída por 96 pacientes no total, dos quais 58 (60,4%) do sexo feminino e os restantes 38 (39,6%) do sexo masculino (Tabela 5).

		Distribuição	
		n	%
Sexo	Feminino	58	60,4
	Masculino	38	39,6
	Total	96	100

Tabela 5. Distribuição da amostra por sexo.

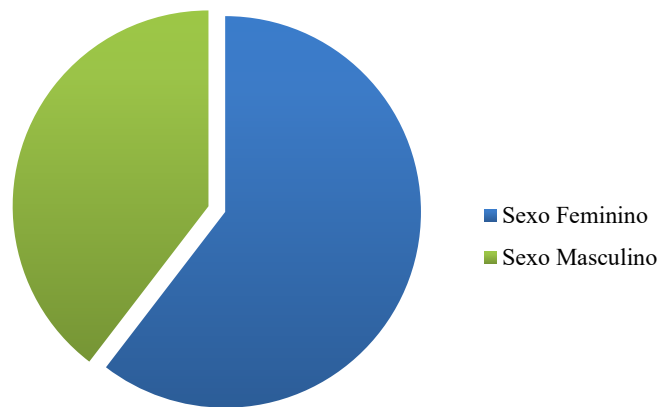


Figura 6. Representação da distribuição da amostra por sexo.

A idade média foi de $25,54 \pm 10,20$, com uma idade mínima de 12 anos e uma idade máxima de 73 anos. Dividiu-se a amostra em duas faixas etárias, de modo a formar dois grupos com aproximadamente o mesmo número de indivíduos: uma faixa etária com idade inferior ou igual a 22 anos, constituída por 47 indivíduos (49%) e outra com idade superior a 22 anos, constituída por 49 indivíduos (51%) (Tabela 6).

		Distribuição	
		n	%
Faixa etária	≤ 22 anos	47	49
	> 22 anos	49	51
	Total	96	100

Tabela 6. Distribuição da amostra por faixa etária.



Figura 7. Representação da distribuição da amostra por faixa etária.

Em ambas as faixas etárias é de notar o predomínio do sexo feminino. Dos 47 indivíduos que apresentaram idade ≤ 22 anos, 28 eram do sexo feminino (59,6%) e 19 do sexo masculino (40,4%), e dos 49 que apresentaram idade > 22 anos, 30 eram do sexo feminino (61,2%) e 19 do sexo masculino (38,8%) (Tabela 7).

		Faixa etária	
		≤ 22 anos	> 22 anos
Feminino	n	28	30
	%	59,6	61,2
Masculino	n	19	19
	%	40,4	38,8

Tabela 7. Distribuição dos indivíduos da amostra por sexo e faixa etária.

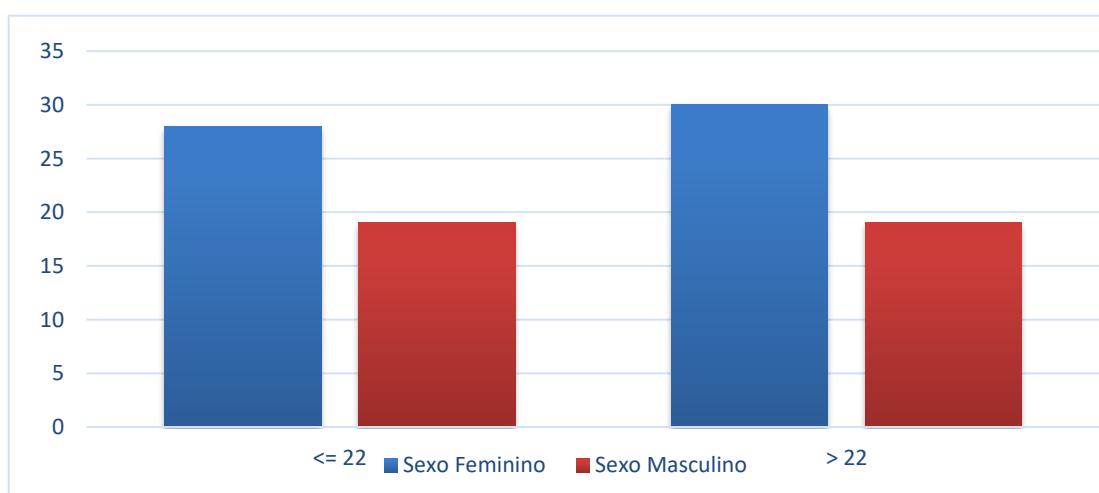


Figura 8. Representação da distribuição da amostra por sexo e faixa etária.

2.7 Metodologia de investigação

Este estudo foi realizado na Clínica Universitária Egas Moniz, localizada no Monte .da Caparica, Almada, Portugal, sendo a recolha de informação nos processos clínicos e registos radiográficos dos indivíduos em estudo realizada entre o mês de dezembro de 2023 e o mês de abril de 2024.

Todas as imagens radiográficas foram obtidas a partir do mesmo aparelho, Planmeca Viso³ e analisadas posteriormente no software Planmeca Romexis ®⁴, com condições padronizadas de luminosidade. Com recurso a este *software*, a mandíbula foi sequencialmente orientada nos planos sagital, coronal e posteriormente no plano axial, utilizando como ponto de referência os forâmens mentonianos em todos os três planos ortogonais, conforme ilustrado na Figura 8.

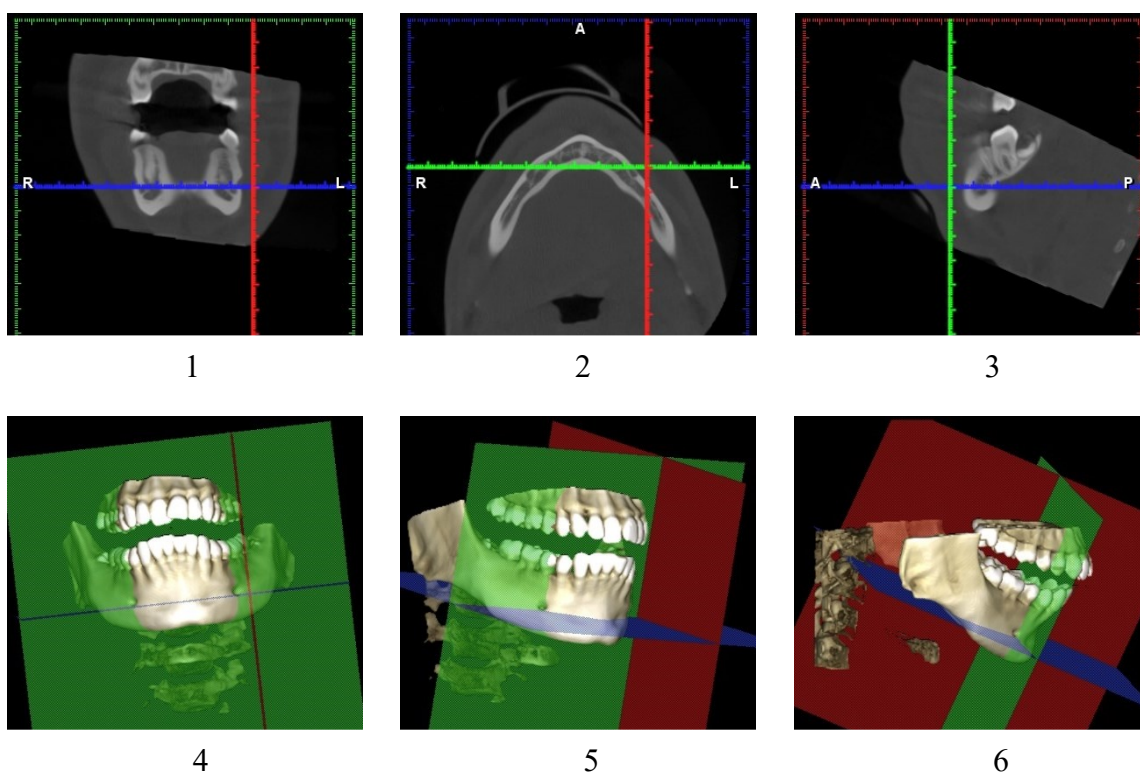


Figura 9. Imagens da metodologia de orientação utilizada no estudo. Vista Coronal (1); Vista Axial (2); Vista Sagital (3); Reconstrução 3D com planos Coronal, Axial e Sagital (4,5,6).

³ Planmeca, Helsínquia, Finlândia

⁴ Planmeca, Helsínquia, Finlândia

	Direito				Esquerdo			
	7D	7CD	7S	7CM	7D	7CD	7S	7CM
Válidos	70	96	96	96	61	96	96	96
Omissos	26	0	0	0	35	0	0	0

Tabela 8. Representação das medições válidas e omissas em cada localização.

As medições foram realizadas no plano coronal, em quatro zonas da MBS, bilateralmente: tangente à superfície distal do 2º molar inferior (7D); cúspide disto-vestibular do 2º molar inferior (7CD), sulco vestibular do 2º molar inferior (7S) e cúspide mesio-vestibular do 2º molar inferior (7CM). Todavia, em alguns casos, devido à presença do 3º molar na zona da MBS, não foi possível realizar a medição da zona tangente à superfície distal do 2º molar inferior (Tabela 8).

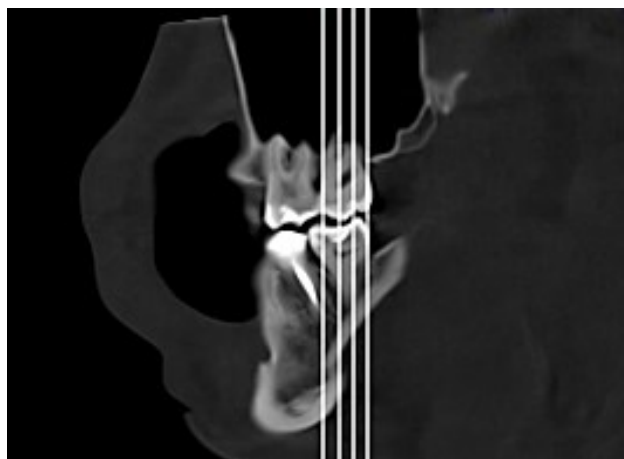


Figura 10. Plano sagital do CBCT com ilustração das quatro zonas analisadas posteriormente no plano coronal para recolha de dados.

Em cada uma das localizações começou-se por medir a largura transversal da MBS, superficialmente, de seguida encontrou-se o ponto médio da medida inicial, mediu-se a angulação máxima desse ponto até ao CM, relativamente à vertical verdadeira, e, por último, mediu-se com essa angulação, a distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM (Figuras 10 e 11). A largura transversal da MBS foi definida como a distância vestibulo-lingual do ponto ósseo mais vestibular da plataforma, ao ponto ósseo mais próximo da zona do dente em questão.

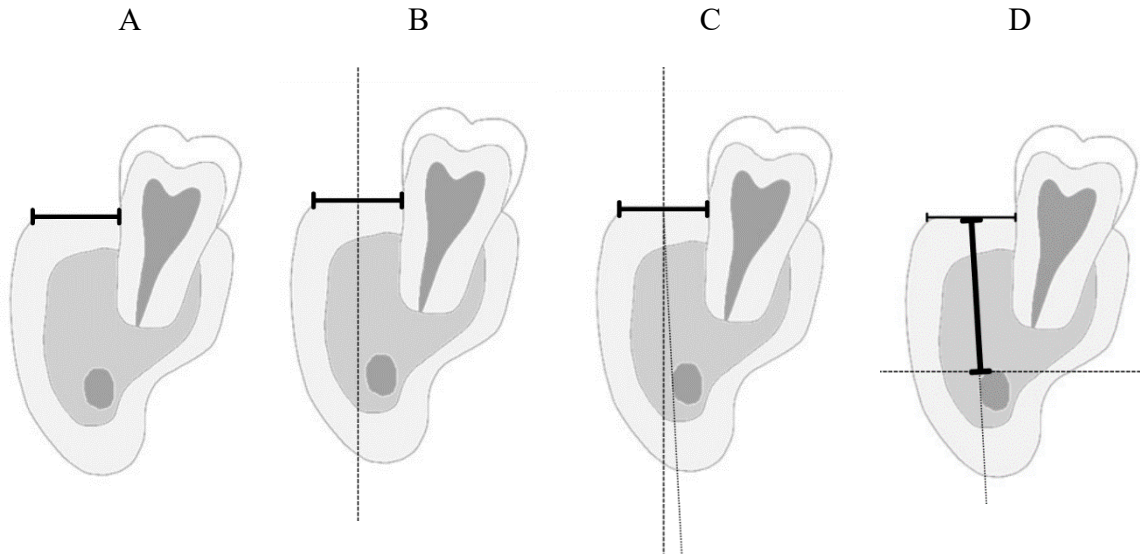


Figura 11. Ilustração do método de recolha de dados da amostra do estudo. A: Largura transversal da MBS superficialmente; B: Ponto médio da medida inicial; C: Angulação máxima do ponto anterior até ao CM, relativamente à vertical verdadeira; D: Distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM.

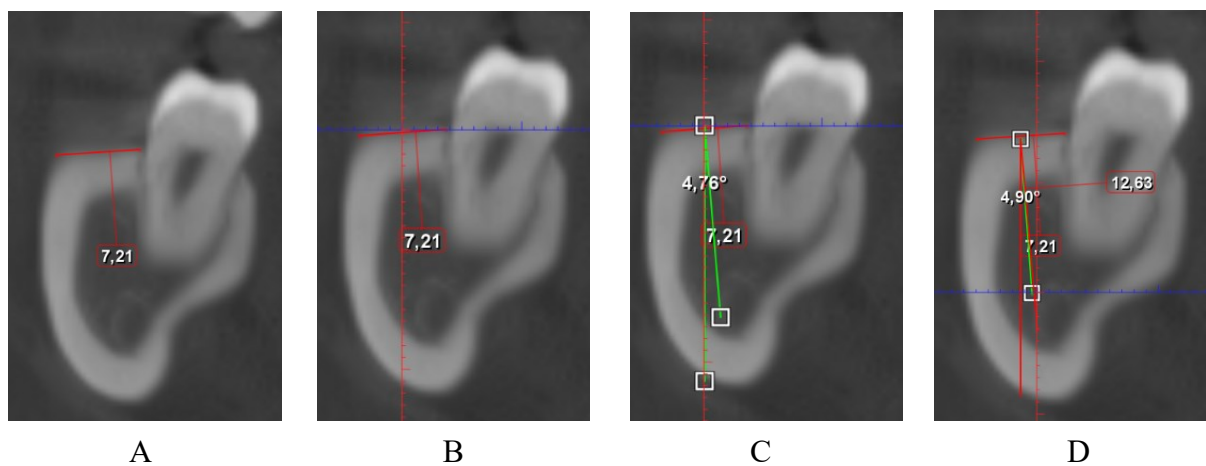


Figura 12. Ilustração em CBCT do método de recolha de dados da amostra do estudo. A: Largura transversal da MBS superficialmente; B: Ponto médio da medida inicial; C: Angulação máxima do ponto anterior até ao CM, relativamente à vertical verdadeira; D: Distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM.

Em casos de dúvida quanto à posição do CM, desenhou-se manualmente o CM através de uma ferramenta do software *Planmeca Romexis*®⁵, com o intuito de confirmar a sua localização.

⁵ Planmeca, Helsínquia, Finlândia

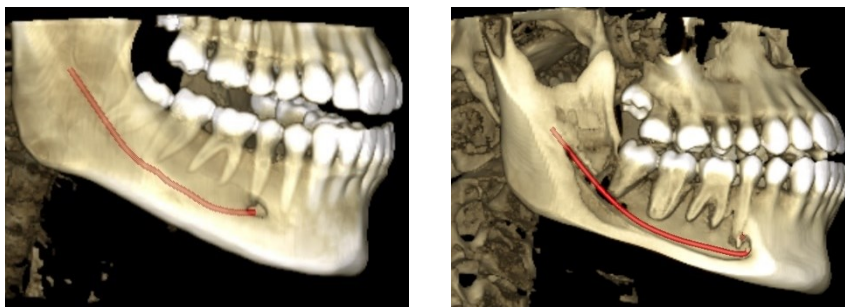


Figura 13. Ilustração do CM realizado manualmente através do *software Planmeca Romexis*®.

2.8 Determinação do erro intra-examinador

De modo a determinar o erro intra-examinador associado às medições, após duas semanas de terminar todas as medições, repetiu-se medições correspondentes a 10% da amostra, repetindo-se a análise de 10 casos, perfazendo um total de 240 medições repetidas.

2.9 Questões da Investigação

Problema 1: Será que a largura óssea da MBS e a posição do CM nessa área variam consoante a idade do indivíduo?

Hipótese nula (H0): A largura óssea da MBS e a posição do CM nessa área não variam consoante a idade do indivíduo.

Hipótese alternativa (H1): A largura óssea da MBS e a posição do CM nessa área variam consoante a idade do indivíduo.

Problema 2: Será que a largura óssea da MBS e a posição do CM nessa área variam consoante o sexo do indivíduo?

Hipótese nula (H0): A largura óssea da MBS e a posição do CM nessa área não variam consoante o sexo do indivíduo.

Hipótese alternativa (H1): A largura óssea da MBS e a posição do CM nessa área variam consoante o sexo do indivíduo.

Problema 3: Será que a largura óssea da MBS e a posição do CM são simétricas no lado direito e esquerdo dos indivíduos?

Hipótese nula (H0): A largura óssea da MBS e a posição do CM são simétricas no lado direito e esquerdo dos indivíduos.

Hipótese alternativa (H1): A largura óssea da MBS e a posição do CM não são simétricas no lado direito e esquerdo dos indivíduos.

2.10 Metodologia Estatística

Os dados recolhidos foram registados no programa *Microsoft Excel*®⁶ para *Windows*®⁷ e posteriormente analisados estatisticamente com recurso ao programa *Statistical Package for the Social Sciences* (IBM SPSS)⁸ versão 29.0.

Utilizaram-se metodologias de análise estatística descritiva e inferencial. Foi utilizado o Teste t-Student, sendo a normalidade e homogeneidade de variâncias, pressupostos de aplicação do Teste t-Student, previamente avaliados e validados com recurso aos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respetivamente.

Foi estabelecido um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

⁶ Microsoft Corporation, Redmond, Washington, EUA

⁷ Microsoft Corporation, Redmond, Washington, EUA

⁸ Armonk, NI, EUA

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados

Ao longo deste capítulo apresenta-se os principais resultados do tratamento estatístico dos dados recolhidos. Primeiramente observamos uma análise descritiva dos dados, em que para cada localização são analisados valores como média, desvio padrão e máximo e mínimo. Posteriormente é realizada uma análise diferencial de modo a analisar diferenças estatisticamente significativas entre sexos, faixas etárias e entre os lados direito e esquerdo.

3.1.1 Determinação do erro intra-examinador

O coeficiente de correlação revelou valores entre 0,927 e 0,996, o que segundo a classificação de Koo & Li, demonstra reprodutibilidade excelente intra-examinador para todas as medições realizadas.

3.1.2 Análise descritiva

A Tabela 9 apresenta os valores da média, desvio padrão e os valores máximo e mínimo de cada medição realizada durante o presente estudo. Com base nesta tabela, conseguimos analisar que a média dos valores da largura transversal da MBS aumenta progressivamente em direção posterior ($7CM < 7S < 7CD < 7D$), tanto nos valores relativos ao lado direito ($7,22mm < 7,27mm < 7,34mm < 7,59mm$), como ao lado esquerdo ($6,74mm < 6,94mm < 7,05mm < 7,29mm$). O valor máximo encontrado para a largura transversal da MBS foi de 12 mm, na zona tangente à superfície distal do segundo molar inferior direito, e o valor mínimo foi de 2,88 mm, na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior direito.

Quanto às medições angulares realizadas, conseguimos analisar que a média de valores da angulação possível de efetuar, em relação à vertical verdadeira, sem interferir com o CM, diminui progressivamente em direção posterior ($7CM > 7S > 7CD > 7D$), tanto nos valores relativos ao lado direito ($10,86^\circ > 9,36^\circ > 7,04^\circ > 4,37^\circ$), como ao lado esquerdo ($9,37^\circ > 7,85^\circ > 6,19^\circ > 4,85^\circ$). O valor mínimo de angulação foi igual em todas as zonas analisadas, sendo de zero graus. Na zona tangente à superfície distal do segundo molar, o ângulo máximo possível de efetuar, sem interferir com o CM, foi de $17,6^\circ$ no

lado esquerdo e 17° do lado direito. Na zona da cúspide distal do segundo molar foi de 21,75° do lado esquerdo e 19,86° do lado direito. Na zona do sulco vestibular foi de 12,36° do lado esquerdo e 23,74° do lado direito. Na zona da cúspide mesial do segundo molar foi de 25,32° do lado esquerdo e 29,74° do lado direito (Tabela 9).

Relativamente à medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, conseguimos analisar que a média dos valores aumenta progressivamente em direção posterior (7CM < 7S < 7CD < 7D), tanto no lado direito (12,72mm < 12,87mm < 13,01mm < 13,70mm), como no lado esquerdo (12,56 mm < 12,78mm < 13,09mm < 13,70mm). O valor máximo observado foi de 19,58 mm, na zona tangente à superfície distal do segundo molar inferior esquerdo, e o valor mínimo de 6,3 mm, na zona da cúspide distal do segundo molar inferior direito (Tabela 9).

O desvio padrão é particularmente elevado nos valores referentes às medidas angulares, variando de 4,32 a 7,01, o que indica que no que concerne a estas medições houve valores dispersos e com elevada variação em comparação com o valor médio (Tabela 9).

		Largura da MBS (mm)				Ângulo ao Canal (graus)				Distância ao canal (mm)			
		Média	DP	Máx	Min	Média	DP	Máx	Min	Média	DP	Máx	Min
D	7D	7,59	1,57	12	5	4,37	4,86	17	0	13,70	2,29	19,35	8,6
	7CD	7,34	1,69	11,78	3,63	7,04	6,07	19,86	0	13,01	2,33	18,90	6,30
	7S	7,27	1,66	12,74	4,5	9,36	6,73	23,74	0	12,87	2,11	18,01	9,05
	7CM	7,22	1,83	11,88	2,88	10,86	7,01	29,74	0	12,72	2,02	17,57	9,01
E	7D	7,29	1,33	11,68	4,15	4,85	4,32	17,6	0	13,74	2,48	19,58	9,45
	7CD	7,05	1,20	9,14	3,95	6,19	5,28	21,75	0	13,09	2,31	17,56	9,46
	7S	6,94	1,23	10,18	4,52	7,85	6,02	12,36	0	12,78	2,33	17,31	6,75
	7CM	6,74	1,46	10,62	3,63	9,37	6,68	25,32	0	12,56	2,40	17,36	10,15

Tabela 9. Medidas descritivas e comparativas das oito zonas analisadas, quatro zonas do lado direito e quatro zonas do lado esquerdo.

3.1.3 Análise diferencial

3.1.3.1 Diferenças entre sexos

Foram analisadas diferenças entre sexo em todas as medições realizadas, no entanto, apenas algumas apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Quanto à largura transversal da MBS, as diferenças com base no sexo foram estatisticamente significativas apenas na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior direito ($p = 0,011$). Nesta zona, conforme podemos analisar na tabela 10, a largura transversal da MBS demonstrou ser, em média, significativamente superior no sexo masculino ($7,75 \pm 1,91$ mm) do que no sexo feminino ($6,83 \pm 1,53$ mm).

Na figura 13 conseguimos analisar que aparentemente a largura transversal da MBS no sexo masculino tem uma distribuição mais variada comparativamente ao sexo feminino e verificamos ainda a presença de dois *outliers* no sexo feminino, isto é, presença de dois valores atípicos em comparação com os restantes.

	MBS	Sexo	Média	DP	Máximo	Mínimo	
Direito	7CM	F	6,83	1,53	11,88	2,88	P = 0,011
		M	7,75	1,91	11,74	4,24	

Tabela 10. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição da largura transversal da MBS na zona da cúspide mesial do segundo molar direito. Análise com base no sexo.

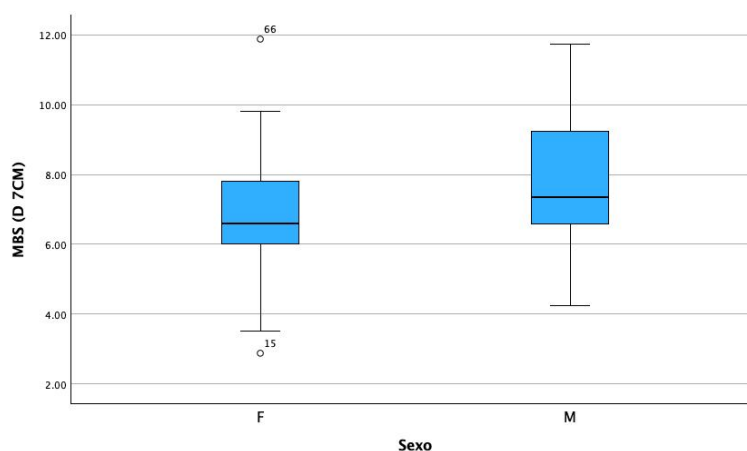


Figura 14. Distribuição das medições da largura transversal da MBS realizadas na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior direito, por Sexo.

Nos valores correspondentes à angulação possível de realizar, em relação à vertical verdadeira, sem interferir com o CM, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$), quanto ao sexo. No que diz respeito à medição da distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) em todas as localizações, exceto na zona da cúspide distal do segundo molar inferior esquerdo.

Como podemos analisar na Tabela 11, na zona tangente à superfície distal do segundo molar inferior direito, a medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM demonstrou ser, em média, significativamente superior no sexo masculino ($14,79 \pm 2,01$ mm) do que no sexo feminino ($13,22 \pm 2,04$ mm), apesar do valor mínimo (8,6 mm) ter sido analisado no sexo masculino. O valor máximo foi analisado no sexo feminino (19,35 mm). Na figura 14 conseguimos analisar que, para esta localização, o sexo masculino apresenta maior variabilidade nas medidas, apresentado valores mais dispersos comparativamente ao sexo feminino. Conseguimos visualizar ainda um *outlier* no sexo feminino, que neste caso significa que uma pessoa do sexo feminino apresenta uma medida significativamente mais elevada que as restantes.

	Medida Canal	Sexo	Média	DP	Máximo	Mínimo	
Direito	7D	F	13,22	2,04	19,35	8,6	P = 0,003
		M	14,79	2,01	19,03	2,01	

Tabela 11. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona tangente à superfície distal do segundo molar inferior direito. Análise com base no sexo.

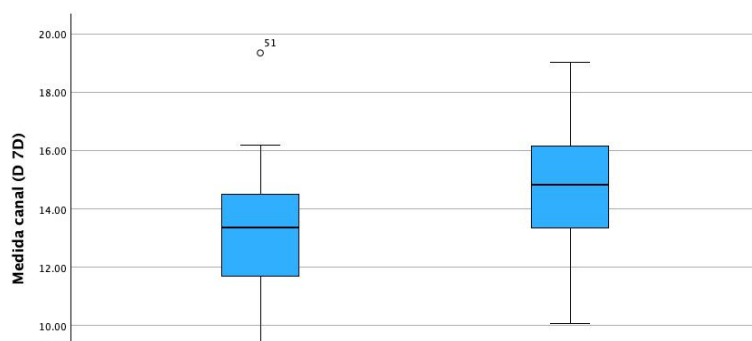


Figura 15. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona tangente à superfície distal do segundo molar inferior direito, por Sexo.

Tendo por base a Tabela 12, verificamos que na zona da cúspide distal do segundo molar direito, a medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, demonstrou ser, em média, significativamente superior no sexo masculino ($14,58 \pm 2,02$ mm) do que no sexo feminino ($13,21 \pm 2,36$ mm). Na figura 15 conseguimos analisar que, para esta localização, o sexo feminino apresenta maior variabilidade nas medidas, apresentando valores mais dispersos comparativamente ao sexo masculino. Conseguimos visualizar ainda que ambos os grupos apresentam *outliers*, no sexo feminino um *outlier* inferior e no sexo masculino um *outlier* superior, o que indica que aparentemente o valor mínimo referente ao sexo feminino e o valor máximo referente ao sexo masculino são valores atípicos comparativamente aos restantes.

	Medida Canal	Sexo	Média	DP	Máximo	Mínimo	
Direito	7CD	F	13,21	2,36	18,9	6,3	P = 0,005
		M	14,58	2,02	20,21	9,8	

Tabela 12. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona da cúspide distal do segundo molar direito. Análise com base no sexo.

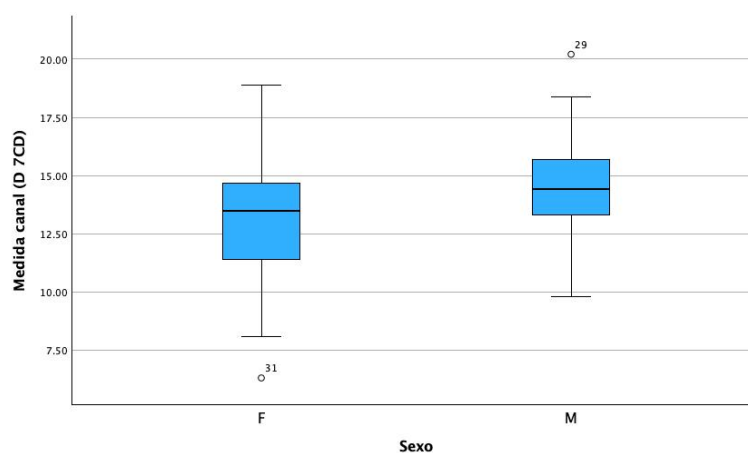


Figura 16. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona da cúspide distal do segundo molar inferior direito por Sexo.

Na Tabela 13 conseguimos verificar que, na zona do sulco vestibular do segundo molar inferior direito, a medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM demonstrou ser, em média, significativamente superior no sexo masculino ($14,09 \pm 2,06$ mm) do que no sexo feminino ($12,90 \pm 2,04$ mm). Na figura 16 verificamos que nesta localização o sexo masculino apresenta maior variabilidade nas medidas, apresentando

valores mais dispersos do que o sexo feminino. Verificamos ainda, que tanto o grupo do sexo feminino, como o do sexo masculino, apresentam *outliers*.

	Medida Canal	Sexo	Média	DP	Máximo	Mínimo	
Direito	7S	F	12,90	2,04	18,01	9,05	P = 0,006
		M	14,09	2,06	18,80	9,30	

Tabela 13. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona do sulco vestibular do segundo molar direito. Análise com base no sexo.

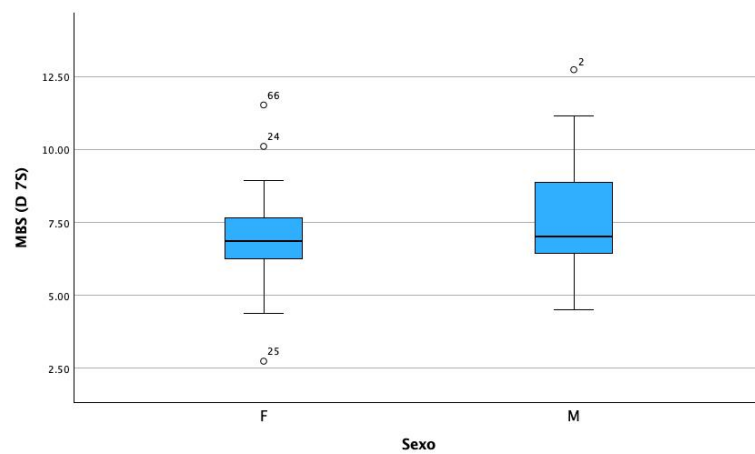


Figura 17. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona do sulco vestibular do segundo molar inferior direito por Sexo.

Consoante o que analisamos na Tabela 14, na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior direito, a medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, demonstrou ser, em média, significativamente superior no sexo masculino ($13,83 \pm 2,06$ mm) do que no sexo feminino ($12,58 \pm 1,9$ mm).

	Medida Canal	Sexo	Média	DP	Máximo	Mínimo	
Direito	7CM	F	12,58	1,9	17,57	9,01	P = 0,003
		M	13,83	2,06	18,45	10,10	

Tabela 14. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona da cúspide mesial do segundo molar direito. Análise com base no sexo.

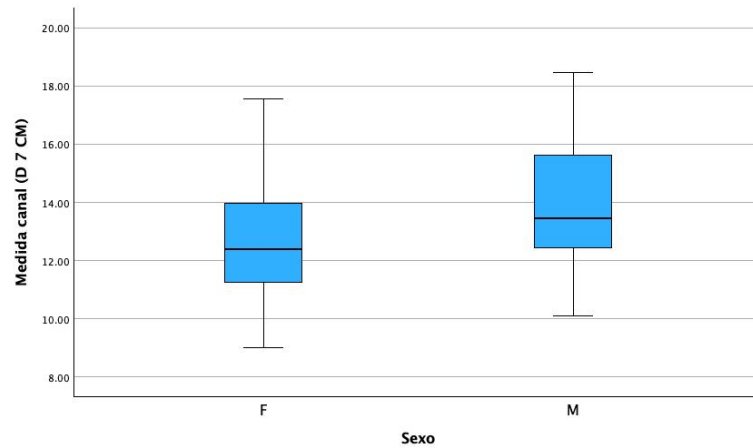


Figura 18. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior direito por Sexo.

Na Tabela 15 verificamos que, na zona da cúspide distal do segundo molar inferior esquerdo, a medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, demonstrou ser, em média, significativamente superior no sexo masculino ($14,66 \pm 2,30$ mm) do que no sexo feminino ($13,30 \pm 2,49$ mm).

	Medida Canal	Sexo	Média	DP	Máximo	Mínimo	P = 0,032
Esquerdo	7D	F	13,30	2,49	18,92	9,45	
		M	14,66	2,3	19,68	10,8	

Tabela 15. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona tangente à superfície distal do segundo molar esquerdo. Análise com base no sexo.

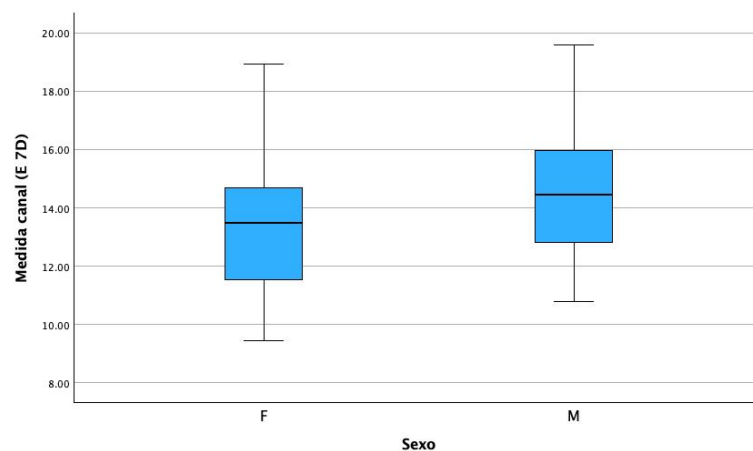


Figura 19. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona tangente à superfície distal do segundo molar inferior esquerdo por Sexo.

Como podemos analisar na Tabela 16, na zona do sulco vestibular do segundo molar esquerdo, a medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, demonstrou ser, em média, significativamente superior no sexo masculino ($13,93 \pm 2,15$ mm) do que no sexo feminino ($12,93 \pm 2,38$ mm).

	Medida Canal	Sexo	Média	DP	Máximo	Mínimo	
Esquerdo	7S	F	12,93	2,38	18,45	6,75	P = 0,041
		M	13,93	2,15	19,48	10,48	

Tabela 16. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona do sulco vestibular do segundo molar esquerdo. Análise com base no sexo.

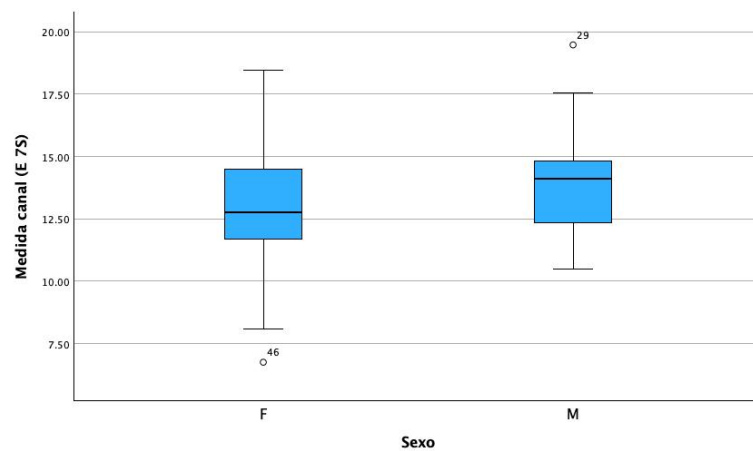


Figura 20. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona do sulco vestibular do segundo molar inferior esquerdo por Sexo.

Na Tabela 17 conseguimos observar que na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior esquerdo, a medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM demonstrou ser, em média, significativamente superior no sexo masculino ($13,67 \pm 2,08$ mm) do que no sexo feminino ($12,68 \pm 2,33$ mm).

	Medida Canal	Sexo	Média	DP	Máximo	Mínimo	
Esquerdo	7CM	F	12,68	2,33	17,36	7,21	P = 0,028
		M	13,67	2,08	18,59	10,39	

Tabela 17. Média, desvio padrão, máximo e mínimo da medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, na zona da cúspide mesial do segundo molar esquerdo. Análise com base no sexo

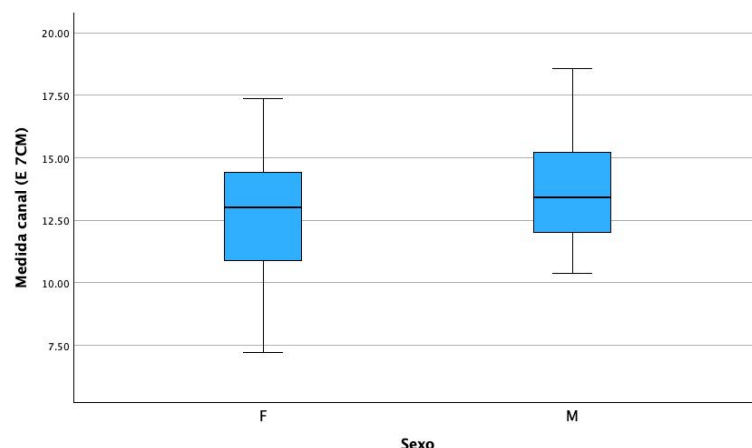


Figura 21. Distribuição das medições do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, realizadas na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior esquerdo por Sexo.

3.1.3.2 Diferenças entre faixas etárias

Quanto à faixa etária, apenas foram observadas diferenças estatisticamente significativas na medição referente ao ângulo realizado no ponto médio da MBS, em relação à vertical verdadeira e sem interferir com o CM, na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior esquerdo.

Na tabela 18 conseguimos analisar que nesta zona a medida angular demonstrou ser, em média, significativamente superior para a faixa etária > 22 anos ($9,63 \pm 6,47$ graus), comparativamente à faixa etária ≤ 22 anos ($6,99 \pm 5,57$ graus). Desta tabela, retiramos ainda que nesta localização o valor mínimo de angulação foi de zero graus para ambas as faixas etárias e que o valor máximo foi superior para a faixa etária > 22 anos (25,32 graus), em comparação com a faixa etária ≤ 22 anos (19,03 graus).

	Ângulo Canal	Faixa etária	Média	DP	Máximo	Mínimo	
Esquerdo	7CM	≤ 22 anos	6,99	5,57	19,03	0	P = 0,035
		> 22 anos	9,63	6,47	25,32	0	

Tabela 18. Média, desvio padrão, máximo e mínimo das medições do ângulo realizado no ponto médio da MBS, em relação à vertical verdadeira e sem interferir com o CM, na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior esquerdo. Análise com base na faixa etária.

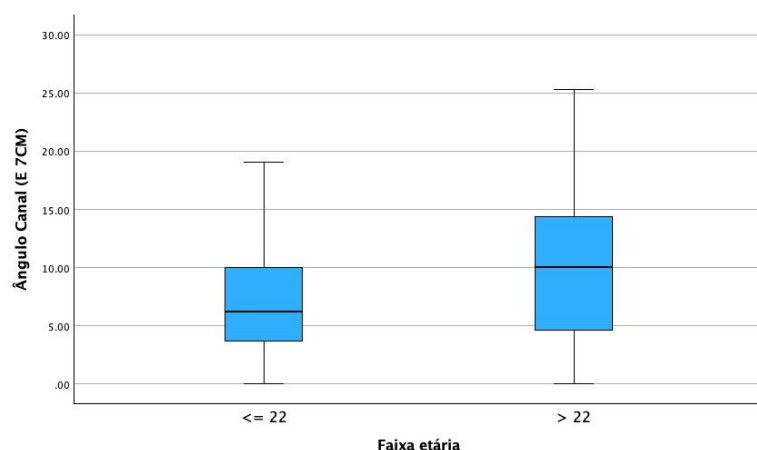


Figura 22. Distribuição das medições do ângulo realizado no ponto médio da MBS, em relação à vertical verdadeira, e sem interferir com o CM, por faixa etária.

3.1.3.3 Comparação entre o lado direito e o lado esquerdo

Na Tabela 19 analisamos valores como diferença média, desvio padrão, intervalo de confiança de 95% (limites inferior e superior) da diferença e valor p bilateral de significância estatística. Quanto à média, valores positivos indicam que o primeiro grupo comparado tem valores médios superiores ao segundo, enquanto valores negativos indicam que o segundo grupo comparado tem médias superiores ao primeiro.

Assim quanto à largura transversal da MBS, encontram-se diferenças estatisticamente significativas entre o lado direito e o lado esquerdo, nas zonas da cúspide distal ($P = 0,002$) e mesial ($P = 0,043$) dos segundos molares inferiores (Tabela 19).

Referente aos valores da angulação possível de efetuar, em relação à vertical verdadeira, sem interferir com o CM, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o lado direito e esquerdo nas zonas da cúspide distal ($P = 0,009$), do sulco ($P < 0,001$) e da cúspide mesial ($P < 0,001$) dos segundos molares inferiores (Tabela 19).

Quanto à medida correspondente à distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, não se encontraram diferenças estatisticamente significativas entre o lado direito e o lado esquerdo, em nenhuma das localizações (Tabela 19).

	Média	DP	Intervalo de Confiança 95% da diferença		Significância
			Inf.	Sup.	Valor p bilateral (two-sided)
MBS (D7D) -MBS (E7D)	0,3	1,31	-0,04	0,64	0,085
Ângulo canal (D7D-E7D)	0,67	4,31	-0,47	1,8	0,244
Medida canal (D7D-E7D)	-0,01	2,13	-0,56	0,55	0,977
MBS (D7CD) -MBS (E7CD)	0,48	1,45	0,18	0,77	0,002
Ângulo canal (D7CD-E7CD)	1,30	4,78	0,33	2,27	0,009
Medida canal (D7CD-E7CD)	-0,14	1,90	-0,52	0,25	0,477
MBS (D7S) -MBS (E7S)	0,23	1,27	-0,03	0,48	0,084
Ângulo canal (D7S-E7S)	2,16	4,75	1,20	3,13	< 0,001
Medida canal (D7S-E7S)	-0,61	2,10	-0,49	0,36	0,776
MBS (D7CM) -MBS (E7CM)	0,39	1,87	0,01	0,77	0,043
Ângulo canal (D7CM-E7CM)	2,17	5,35	1,11	3,23	< 0,001
Medida canal (D7CM-E7CM)	-0,02	1,76	-0,37	0,34	0,925

Tabela 19. Tabela de Teste T de Student para amostras pareadas, de modo a avaliar diferenças significativas entre o lado direito e esquerdo.

Conforme podemos analisar nas tabelas 20-24, em todas as medições em que houve diferenças estatisticamente significativas entre o lado direito e o lado esquerdo, os valores médios foram superiores no lado direito.

		MBS			
		Média	DP	Máx	Min
D	7CD	7,34	1,69	11,78	3,63
E	7CD	7,05	1,20	9,14	3,95

Tabela 20. Diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo na largura transversal da MBS, na zona da cúspide distal do segundo molar inferior.

		MBS			
		Média	DP	Máx	Min
D	7CM	7,22	1,83	11,88	2,88
E	7CM	6,74	1,46	10,62	3,63

Tabela 21. Diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo na largura transversal da MBS, na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior

		Ângulo Canal			
		Média	DP	Máx	Min
D	7CD	7,04	6,07	19,86	0
E	7CD	6,19	5,28	21,75	0

Tabela 22. Diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo na angulação possível de realizar em relação à vertical verdadeira, sem interferir com o canal mandibular, na zona da cúspide distal do segundo molar inferior.

		Ângulo Canal			
		Média	DP	Máx	Min
D	7S	9,36	6,73	23,74	0
E	7S	7,85	6,02	12,36	0

Tabela 23. Diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo na angulação possível de realizar em relação à vertical verdadeira, sem interferir com o canal mandibular, na zona do sulco vestibular do segundo molar inferior.

		Ângulo Canal			
		Média	DP	Máx	Min
D	7CM	10,86	7,01	29,74	0
E	7CM	9,37	6,68	25,32	0

Tabela 24. Diferenças entre o lado direito e o lado esquerdo na angulação possível de realizar em relação à vertical verdadeira, sem interferir com o canal mandibular, na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior.

3.2 Discussão

3.2.1 Escolha da Investigação

A ortodontia enfrenta o constante desafio de desenvolver e implementar novas técnicas, materiais e abordagens, visando melhorar a eficácia dos tratamentos ortodônticos (Escobar-Correa et al., 2021). A utilização de MI como ancoragem esquelética tem se tornado cada vez mais usual na ortodontia moderna, em especial devido à necessidade mínima ou mesmo inexistência de colaboração por parte dos pacientes (Landin et al., 2015). Os MI implementados na MBS apresentam desafios específicos principalmente devido à proximidade ao CM, o que é por vezes uma preocupação dos médicos dentistas aquando da sua inserção.

Estudos precedentes analisados, apesar de estudarem a largura transversal da MBS em diferentes localizações e a altura e espessura óssea até ao CM, não foi tido em conta a angulação possível de efetuar em cada uma das localizações, sem que houvesse interferência com o CM. Neste sentido, o presente estudo retrospectivo surge com o objetivo de colmatar essa limitação de estudos anteriores, pretendendo-se analisar a localização mais segura para a inserção de MI, a angulação máxima a efetuar durante a sua inserção e o comprimento dos MI que pode ser inserido sem interferir com o CM, em cada uma das localizações analisadas. Pretendeu-se ainda verificar se existem diferenças estatisticamente significativas entre o lado direito e o lado esquerdo e possíveis associações entre a idade e o sexo com a largura transversal da MBS e a posição do CM na MBS.

3.2.2 Seleção da amostra em estudo

Na presente investigação optou-se por constituir a amostra por CBCT realizados em pacientes do Instituto Universitário Egas Moniz devido à maior facilidade de acesso aos mesmos. Analisaram-se todos os processos clínicos de pacientes que realizaram CBCT no período de 01/01/2023, data em que o atual aparelho utilizado para o estudo foi disponibilizado na Clínica, até 31/03/2024, data em que se decidiu finalizar a recolha dos dados para prosseguir para a análise estatística dos mesmos.

Os critérios de inclusão e de exclusão da amostra foram estabelecidos tendo como ponto de partida estudos anteriores, considerando como critério de inclusão a presença da dentição permanente completa que engloba critérios de exclusão utilizados por Gandhi et al. (2021) e Eto et al. (2023), como a extração de primeiros e segundos molares mandibulares e presença de implantes ou pontes a substituir os primeiros e segundos molares. Todavia, nos estudos realizados por Gandhi et al. (2021) e Eto et al. (2023), considerou-se como critério de exclusão a presença de dentes impactados na área de interesse, fator que não foi considerado no presente estudo e que levou a limitações abordadas posteriormente. Neste estudo, assim como no estudo de Gandhi et al. (2021), considerou-se relevante excluir CBCT com indícios de doença periodontal, devido à possível perda óssea significativa na área em análise, o que poderia influenciar os resultados. Pacientes síndrómicos foram também excluídos por possíveis alterações esqueléticas significativas.

Num estudo de Elshebiny et al. (2018) foram considerados CBCT de pacientes que se apresentaram pela primeira vez na consulta de ortodontia. Eto et al. (2023), excluíram-se indivíduos com tratamento ortodôntico prévio, como tal, considerámos que seria relevante excluir da amostra pacientes com aparelho ortodôntico ou que tenham qualquer indício de realização de tratamentos ortodônticos anteriormente.

Na presente investigação analisou-se assim um número total de amostra de 96 pacientes o que, segundo o cálculo da amostra realizado e anteriormente referido, demonstrou ser um número adequado para a investigação em questão. Outros estudos semelhantes utilizaram amostras bastante diferentes, variando de 30 CBCT visualizados no estudo de Elshebiny et al. (2018) a 678 CBCT analisados no estudo de Gandhi et al. (2021).

Na amostra do presente estudo é de notar a predominância de indivíduos jovens, sendo a idade média de $25,54 \pm 10,20$, o que pode estar associado aos critérios utilizados para a seleção da amostra. Ao utilizar como critério de inclusão a presença de todos os dentes inferiores, a probabilidade de excluir pacientes com idades mais avançadas aumenta, podendo ser esta a justificação para a predominância de indivíduos jovens. Dividiu-se a amostra em duas faixas etárias de modo a avaliar estatisticamente dois grupos com aproximadamente o mesmo número de indivíduos: uma faixa etária com idade inferior ou igual a 22 anos, constituída por 47 indivíduos (49%) e outra com idade superior a 22 anos, constituída por 49 indivíduos (51%).

Na amostra deste estudo houve uma predominância de indivíduos do sexo feminino (60,4% da amostra) em comparação com o sexo masculino e uma possível justificação para esta discrepância pode ser a prevalência mais elevada de periodontite no sexo masculino (aproximadamente 57%) do que no sexo feminino (aproximadamente 39%), visto que a presença de doença periodontal era um dos critérios de exclusão da amostra (Ioannidou, 2017). Outra possível justificação para essa diferença pode ser o facto de que, geralmente, as mulheres procuram mais cuidados de saúde oral do que os homens.

3.2.3 Escolha do Método de Investigação

O presente estudo retrospectivo foi desenvolvido tendo por base estudos anteriormente realizados (Elshebiny et al., 2018; Eto et al., 2023; Gandhi et al., 2021).

No estudo realizado por Elshebiny et al. (2018) as medições foram executadas bilateralmente adjacentes à cúspide disto-vestibular do primeiro molar, e às cúspides mesio-vestibular e disto-vestibular do segundo molar. Por outro lado, Gandhi et al. (2021) realizaram as medições bilateralmente, a distal do primeiro molar, raiz mesial do segundo molar e raiz distal do segundo molar. Eto et al. (2023) efetuaram medições nas zonas das raízes mesial e distal dos primeiros e segundos molares.

Neste estudo foram avaliadas quatro áreas distintas da MBS, bilateralmente, todas na zona dos segundos molares inferiores, não sendo considerado pertinente para o estudo avaliar a área dos primeiros molares inferiores, pois em estudos precedentes esta área apresentou características menos favoráveis, como menor altura óssea em relação ao CAI e menor largura óssea vestibulo-lingual da MBS, comparativamente à área dos segundos molares inferiores (Gandhi et al., 2021). Todavia, no presente estudo considerou-se relevante considerar a área tangente à superfície distal dos segundos molares inferiores, visto não ter sido analisada em nenhum estudo. Além disso, neste estudo utilizou-se como pontos de referência das áreas a analisar a coroa dentária e não as raízes, considerando, além da zona tangente à superfície distal dos segundos molares, as zonas das cúspides mesial e distal dos segundos molares e a zona do sulco vestibular destes dentes.

Neste estudo, antes de realizar qualquer medição o CBCT foi orientado sequencialmente no plano sagital, no plano coronal e posteriormente no plano axial utilizando como principal ponto de referência os forâmens mentonianos. No estudo de Gandhi et al. (2021), como no estudo de Eto et al. (2023), a orientação foi efetuada tendo como referência pontos do primeiro e segundo molares mandibulares. No entanto, para o presente estudo considerámos que forâmens mentonianos seriam referências mais estáveis, por se encontrarem numa área óssea não dependente da posição dentária.

Quanto às medições realizadas, em cada uma das quatro localizações da MBS analisadas, começou-se por medir a largura transversal da MBS (distância vestibulo-lingual do ponto ósseo mais vestibular da plataforma, ao ponto ósseo mais próximo da zona do dente em questão), superficialmente, de seguida encontrou-se o ponto médio da medida inicial, mediu-se a angulação máxima desse ponto até ao CM, relativamente à vertical verdadeira, e, por último, mediu-se com essa angulação, a distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM. Em casos de dúvida quanto à posição do CM, desenhou-se manualmente o CM através de ferramentas do *software* utilizado.

No presente estudo a largura transversal da MBS foi medida superficialmente enquanto, por exemplo no estudo de Gandhi et al. (2023), começaram por marcar um ponto de referência na superfície radicular na junção do terço coronal com o terço apical e foi medida a distância horizontal desse ponto ao ponto mais vestibular da cortical vestibular. Ao decidir a metodologia considerámos que em termos de largura transversal da MBS os valores iriam ser proporcionalmente equivalentes a esta metodologia, todavia medir superficialmente facilitaria as seguintes etapas realizadas.

No presente estudo a distância até ao canal foi medida desde o ponto médio da largura transversal da MBS até ao CM com a angulação possível de realizar sem interferir com o mesmo, enquanto no estudo de Gandhi et al. (2023), Eto et al. (2021) e Elshebiny et al. (2018) a distância ao canal foi medida sempre na vertical, não considerando qualquer tipo de angulação. Assim, este método específico foi utilizado com o objetivo de relacionar a angulação a efetuar com a distância até ao canal, em cada localização, visando obter conclusões que orientem a prática clínica dos ortodontias sobre as localizações mais seguras da MBS para a colocação de MI.

3.2.4 Discussão dos Resultados

A anatomia mandibular pode variar entre indivíduos, sendo extremamente importante na inserção de MI conhecer possíveis variações anatómicas. Com recurso a imagens 3D é possível analisar com maior precisão a posição do CM, a largura transversal da MBS e a altura óssea disponível até ao CM, podendo ser uma ferramenta muito útil na avaliação individual da MBS para inserção de MI (Eto et al., 2023; Landin et al., 2015; Park, 2020).

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que a largura transversal da MBS e a distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM aumentaram progressivamente em direção posterior ($7CM < 7S < 7CD < 7D$), contrariamente à angulação possível de efetuar, em relação à vertical verdadeira, sem interferir com o CM, que diminuiu progressivamente em direção posterior ($7CM > 7S > 7CD > 7D$). Verificou-se diferenças estatisticamente significativas quanto ao sexo, quanto à faixa etária e na comparação entre o lado direito e o lado esquerdo, em algumas localizações.

A espessura óssea da MBS é um fator determinante na estabilidade inicial dos MI, sendo que espessura óssea reduzida pode estar associada a um risco acrescido de falha dos MI. Assim, para que a instalação dos MI seja realizada na MBS de forma segura, idealmente esta zona deve apresentar uma extensão vestibular óssea mínima de 5 mm (Aleluia et al., 2021). No presente estudo, a zona tangente à superfície distal dos segundos molares inferiores foi a que apresentou média de valores mais elevada, apresentando o valor mínimo mais próximo dos 5 mm, demonstrando assim ser a zona com largura transversal óssea mais adequada da MBS para a estabilidade inicial dos MI.

Este estudo revelou que a largura transversal da MBS aumentou progressivamente em direção posterior ($P < 0,05$), tanto nos valores relativos ao lado direito como ao lado esquerdo dos indivíduos, o que se encontra em concordância com estudos relativamente recentes, realizados por Eto et al. e Mohan & Jain em 2023 e com os estudos realizados por Gandhi et al. em 2021, Vargas et al. em 2020, Kolge et al. em 2019 e por Elshebiny et al. em 2018, e ainda com outros estudos menos recentes presentes na literatura.

Relativamente à medição do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, conseguimos verificar que a média dos valores aumentou progressivamente em direção posterior, o que não vai de encontro aos resultados dos estudos realizados por Gandhi et al. (2021) e por Eto et al. (2023), em que analisaram que a altura óssea em relação ao canal diminuiu em direção posterior. Por outro lado, no estudo realizado por Elshebiny et al. (2018), os MI foram virtualmente posicionados de forma perpendicular ao plano oclusal, correspondendo a uma orientação aproximadamente vertical. Constatou-se que os MI estavam mais próximos do CM em posições mais posteriores. Esses resultados corroboram os do presente estudo, onde observamos que, em regiões mais posteriores, o CM se encontra numa posição mais vertical, estando, consequentemente, mais próximo de um MI inserido verticalmente.

Ao analisar a angulação possível de efetuar, em relação à vertical de referência, sem interferir com o CM, verificámos que a angulação diminuiu progressivamente em direção posterior, isto é, em zonas mais posteriores o canal está numa posição mais vertical relativamente ao ponto médio da largura transversal da MBS. Indiretamente, isto não vai de encontro ao estudo de Eto et al. (2023) pois, nesse estudo, além da diminuição da altura óssea em relação ao CM detetada progressivamente em direção posterior, analisou-se que a espessura óssea aumentou nessa direção. Tanto com o aumento da espessura óssea,

como com a diminuição da altura óssea, seria de esperar um aumento da angulação e não uma diminuição, como aconteceu neste estudo.

No presente estudo, a largura transversal da MBS demonstrou ser apenas na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior direito significativamente superior no sexo masculino do que no sexo feminino ($P = 0,011$). Isso indica que, de maneira geral, não há dimorfismo sexual quanto à largura transversal da MBS, confirmando estudos anteriores que não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os sexos (Eto et al., 2023; Gandhi et al., 2021; Mohan & Jain, 2023).

Neste estudo verificou-se ainda que, em comparação com o sexo masculino, pacientes do sexo feminino apresentaram uma distância menor relativamente ao CM em todas as localizações, exceto na tangente à superfície distal do segundo molar inferior esquerdo, o que sugere a presença de dimorfismo sexual. Esta informação está em concordância com o estudo de Eto et al. (2023), que relatou que pacientes do sexo feminino apresentaram altura ($P < 0,01$) e espessura óssea ($P < 0,05$) significativamente menores. Além disso, no estudo de Gandhi et al. (2021), mulheres em crescimento apresentaram altura óssea significativamente menor ($P < 0,01$) nos tipos faciais hiperdivergentes e normodivergentes, em comparação com homens em crescimento, tanto na raiz distal do primeiro molar, como nas raízes distal e mesial do segundo molar e, da mesma forma, mulheres em não crescimento apresentaram menos altura óssea ($P < 0,0001$) do que homens em não crescimento, nos três tipos faciais, nas três localizações referidas anteriormente.

A MBS varia anatomicamente durante o processo de crescimento o que torna crucial conhecer possíveis variações relacionadas à idade, de modo a alcançar estabilidade adequada da ancoragem esquelética e evitar lesões nos tecidos (Arango et al., 2022). Assim, tornou-se imprescindível avaliar neste estudo possíveis variações relacionadas à idade. A análise foi realizada por faixas etárias e não foram encontradas diferenças significativas estatisticamente quanto à largura transversal da MBS, enquanto no estudo de Gandhi et al (2021), mulheres e homens em crescimento apresentaram largura óssea da MBS significativamente maior ($P < 0,002$) do que mulheres e homens não em crescimento, na localização da raiz distal do primeiro molar em diferentes tipos faciais. No estudo de Eto et al. (2023), analisou-se que na região do primeiro molar inferior, região essa não avaliada neste estudo, pacientes com mais de 40 anos

apresentaram maior largura óssea da MBS a 6 mm da junção cimento-esmalte, em comparação aos dois grupos mais jovens dessa amostra ($P < 0,001$).

Quanto à medição angular realizada, é de notar diferenças significativas na zona da cúspide mesial do segundo molar inferior esquerdo, em que se detetou que as angulações foram superiores para a faixa etária > 22 anos, comparativamente à faixa etária ≤ 22 anos ($P = 0,035$). Não é possível comparar esta informação com estudos anteriores pois nenhum estudo realizou medições angulares com os mesmos pontos de referência.

Ainda em relação à faixa etária, neste estudo não foram encontradas diferenças significativas quanto à distância disponível até interferir com o NAI, já no estudo realizado por Eto et al. (2023), pacientes de 20 a 40 anos apresentaram altura óssea até ao CAI significativamente maiores em algumas regiões quando comparados a outros grupos etários ($P < 0,041$) e no estudo realizado por Gandhi et al. (2021), a altura óssea foi significativamente menor ($P < 0,0002$) em mulheres e homens em crescimento, quando comparado com mulheres e homens em não crescimento, nas três localizações estudadas (raiz distal do primeiro molar, raiz mesial do segundo molar e raiz distal do segundo molar).

A assimetria é natural e comum nos seres vivos, sendo influenciada por fatores genéticos, ambientais ou até mesmo pelo acaso (Wang et al., 2020).

Neste estudo, encontraram-se diferenças significativas em algumas medições, comparando o lado direito com o lado esquerdo. Quanto à largura transversal da MBS, nas zonas da cúspide distal ($P = 0,002$) e mesial ($P = 0,043$) dos segundos molares inferiores, os valores foram significativamente superiores do lado direito do que do lado esquerdo. Nas zonas da cúspide distal ($P = 0,009$), do sulco vestibular ($P < 0,001$) e da cúspide mesial ($P < 0,001$) dos segundos molares inferiores, os valores da angulação possível de realizar, sem interferir com o CM, foram também significativamente superiores do lado direito, em comparação com o lado esquerdo. Quanto à medida correspondente à distância do ponto médio da MBS ao ponto mais próximo do CM, não se encontraram diferenças estatisticamente significativas entre o lado direito e o lado esquerdo, em nenhuma das localizações.

Devido à presença de terceiros molares inferiores impactados em alguns dos indivíduos que constituíram a amostra, não foi possível realizar algumas medições na área

mais a distal da MBS, tangente à superfície distal dos segundos molares, sendo analisadas nesses casos apenas três localizações. Em estudos precedentes analisados a área em questão não foi examinada o que justifica não terem encontrado este impedimento nas medições efetuadas (Eto et al., 2023; Gandhi et al., 2021). Além do mais, sendo na presente investigação analisada a área tangente à superfície distal dos segundos molares inferiores, uma área mais próxima ao terceiro molar inferior do que as analisadas em estudos precedentes, considera-se que poderia ter sido relevante utilizar como critério de exclusão a presença de terceiros molares impactados. No entanto, a utilização desse critério iria diminuir significativamente o tamanho da amostra.

Para facilitar a higiene e minimizar a irritação nos tecidos moles circundantes ao MI, é recomendável que a cabeça do MI permaneça pelo menos 5 mm acima do nível dos tecidos moles (C. H. Chang et al., 2021). Considerando que os OrthoBoneScrew®⁹ 2x12 possuem um comprimento de 15,8, com base na recomendação mencionada anteriormente, seriam inseridos aproximadamente 9/10 mm do MI a nível ósseo.

No presente estudo, os valores de distância ao CM apresentaram uma grande variabilidade, oscilando entre 19,58 mm, na área tangente à superfície distal dos segundos molares inferiores esquerdos, e 6,30 mm, na área da cúspide disto-vestibular dos segundos molares inferiores direitos. Os valores mínimos encontrados variaram de 6,30 mm, na área da cúspide disto-vestibular dos segundo molares direitos, a 10,15 mm, na área da cúspide mesio-vestibular dos segundos molares inferiores esquerdos, indicando que a zona da MBS não é totalmente segura para a inserção de MI, independentemente da área da MBS em que sejam colocados.

Quanto à angulação, verificou-se uma significativa variabilidade nos valores encontrados, variando de 29,74 graus, na área da cúspide mesio-vestibular dos segundos molares direitos, a zero graus, valor mínimo encontrado em todas as localizações. Embora a média de valores sugira que a angulação do MI seja mais segura em zonas mais anteriores, o facto de ter sido encontrado um valor mínimo de angulação de zero graus em todas as localizações não permite inferir sobre qual a angulação possível de realizar em cada área. Assim sendo, quando necessário efetuar angulação aquando da inserção dos MI é aconselhável analisar a posição do CM individualmente para cada indivíduo.

⁹ Newton's A Ltd., Hsinchu City, Taiwan

A zona tangente à superfície distal do segundo molar, na ausência de terceiros molares impactados, parece ser a área mais segura para a inserção de MI, exibindo valores médios mais elevados de distância ao CM. Esta localização apresenta ainda, em média, uma largura transversal da MBS mais favorável. No entanto, o valor mínimo encontrado na área foi de 8,6 à direita e 9,45 à esquerda, o que não permite considerá-la uma área completamente segura, dado que o comprimento usualmente inserido a nível ósseo é de 10 mm.

As imagens radiográficas são importantes em diversos procedimentos dentários, sendo que, para a avaliação de estruturas como o NAI as radiografias 3D são a ferramenta de diagnóstico mais adequada. Conforme podemos verificar no presente estudo, independentemente da área da MBS na zona dos segundos molares inferiores em que o clínico deseje inserir o MI, é aconselhável a realização de um CBCT localizado de modo a avaliar de forma minuciosa a posição do CM e evitar possíveis lesões no NAI.

3.3 Limitações da Investigação

1. O estudo foi realizado apenas em pacientes da Clínica Universitária Egas Moniz, limitando a capacidade de tomar ilações sobre a população em geral com base nos resultados deste estudo;
2. Os parâmetros de aquisição de imagem (tempo de aquisição, tamanho do *voxel*, campo de visão) não foram controlados e o operador que realizou os CBCT pode não ter sido sempre o mesmo, podendo haver variações quanto à qualidade das imagens;
3. Parâmetros como a densidade óssea e características dos tecidos moles, ambos fatores importantes na estabilidade dos MI, não foram avaliados;
4. Apesar do baixo erro intra-examinador, as medições foram realizadas por um único examinador, não tendo sido realizada calibração do investigador com um profissional experiente a realizar as medições no programa em questão;
5. Presença de terceiros molares em alguns pacientes, o que impediu de realizar a medição tangente à superfície distal do segundo molar inferior em todos os CBCT;

3.4 Perspetivas futuras

Para estudos futuros considera-se relevante expandir a amostra, incluir o padrão esquelético e diferentes más oclusões dos pacientes, bem como diferentes raças. Seria também uma mais-valia para esses estudos considerar fatores radiográficos como densidade óssea e espessura óssea cortical, fatores clínicos, como higiene oral do paciente e espessura do tecido gengival da região, e fatores sistémicos dos pacientes. Além disso, visto que uma das limitações do presente estudo foi a presença de terceiros molares inferiores que impediram de realizar algumas medições tangente à superfície distal dos segundos molares inferiores, seria importante num próximo estudo incluir na amostra apenas CBCT sem a presença de terceiros molares inferiores ou, caso presentes, que pelo menos não interfiram com nenhuma medição em estudo. Seria ainda interessante realizar um estudo em que fosse utilizado Inteligência Artificial na localização do CM, de modo a comparar se existiriam diferenças significativas relativamente ao examinador humano.

4 CONCLUSÃO

Com base na amostra estudada, a localização ideal para a inserção de MI na MBS, na ausência de terceiros molares inclusos, é a região tangente à superfície distal do segundo molar, independentemente da idade, do sexo e do lado em que é inserido. Este estudo demonstrou que esta região não apresenta apenas maior largura transversal da MBS, mas também uma maior distância ao CM, sendo, portanto, considerada a zona mais segura para a colocação de MI.

No entanto, devido à variabilidade nos resultados obtidos, recomenda-se o uso do CBCT como meio complementar de diagnóstico para inserção de MI na MBS permitindo analisar detalhadamente a posição do CM e determinar a angulação viável nas diversas áreas da MBS, reduzindo assim o risco de lesões no NAI

4.1 Relevância clínica

Durante a inserção de MI na zona da MBS, por vezes, devido à presença de *brackets* colocados nos primeiros e nos segundos molares inferiores, os ortodontistas não conseguem colocar o MI na posição vertical e recorrem à angulação do MI para a sua inserção. Com base neste estudo, concluiu-se que é aconselhável a realização de uma radiografia 3D antes da inserção de MI na MBS, independentemente da necessidade de realizar angulação. Essa análise possibilitará uma avaliar de forma minuciosa a posição do CM e a disponibilidade óssea, facilitando a escolha da área e da posição ideais para a colocação do MI.

5 BIBLIOGRAFIA

- Abdelkarim, A. (2019). Cone-beam computed tomography in orthodontics. *Dentistry Journal*, 7(3), 89. <https://doi.org/10.3390/dj7030089>
- Aksoy, U., Aksoy, S., & Orhan, K. (2018). A cone-beam computed tomography study of the anatomical relationships between mandibular teeth and the mandibular canal, with a review of the current literature. *Microscopy Research and Technique*, 81(3), 308–314. <https://doi.org/10.1002/jemt.22980>
- Aleluia, R. B., Duplat, C. B., Crusoé-Rebello, I., & Neves, F. S. (2021). Assessment of the mandibular buccal shelf for orthodontic anchorage: Influence of side, gender and skeletal patterns. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 24(S1), 83–91. <https://doi.org/10.1111/ocr.12463>
- Alharbi, F., Almuzian, M., & Bearn, D. (2018). Miniscrews failure rate in orthodontics: Systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 40(5), 519–530. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjx093>
- Alkadhimi, A., & Al-Awadhi, E. A. (2018). Miniscrews for orthodontic anchorage: A review of available systems. *Journal of Orthodontics*, 45(2), 102–114. <https://doi.org/10.1080/14653125.2018.1443873>
- American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. (2013). Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 116(2), 238–257. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2013.06.002>
- Arango, E., Plaza-Ruíz, S. P., Barrero, I., & Villegas, C. (2022). Age differences in relation to bone thickness and length of the zygomatic process of the maxilla, infrazygomatic crest, and buccal shelf area. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 161(4), 510-518.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.09.038>

Arqub, S. A., Gandhi, V., Mehta, S., Palo, L., Upadhyay, M., & Yadav, S. (2021). Survival estimates and risk factors for failure of palatal and buccal mini-implants. *The Angle Orthodontist*, 91(6), 756–763. <https://doi.org/10.2319/090720-777.1>

Baumgaertel, S., Razavi, M. R., & Hans, M. G. (2008). Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(4), 621–627. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.03.022>

Chang, C. C. H., Lin, J. S. Y., & Yeh, H. Y. (2018). Extra-Alveolar bone screws for conservative correction of severe malocclusion without extractions or orthognathic Surgery. *Current Osteoporosis Reports*, 16(4), 387–394. <https://doi.org/10.1007/s11914-018-0465-5>

Chang, C. H., Lin, J. S., & Roberts, W. E. (2019). Failure rates for stainless steel versus titanium alloy infrazygomatic crest bone screws: A single-center, randomized double-blind clinical trial. *The Angle Orthodontist*, 89(1), 40–46. <https://doi.org/10.2319/012518-70.1>

Chang, C. H., Lin, L. Y., & Roberts, W. E. (2021). Orthodontic bone screws: A quick update and its promising future. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 24(S1), 75–82. <https://doi.org/10.1111/ocr.12429>

Chang, H., & Tseng, Y. (2014). Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 30(3), 111–115. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2013.11.002>

Chugh, T., Jain, A. K., Jaiswal, R. K., Mehrotra, P., & Mehrotra, R. (2013). Bone density and its importance in orthodontics. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 3(2), 92–97. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2013.01.001>

Colceriu-Şimon, I. M., Băciuţ, M., ŞtiuŃiuc, R. I., Aghiorghiesei, A., Ţărmure, V., Lenghel, M., Hedeşiu, M., & Băciuţ, G. (2019). Clinical indications and radiation doses of cone beam computed tomography in orthodontics. *Medicine and Pharmacy Reports*. <https://doi.org/10.15386/mpr-1434>

Elshebiny, T., Palomo, J. M., & Baumgaertel, S. (2018). Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. *American Journal of*

Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 153(4), 505–511.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.08.014>

Escobar-Correa, N., Ramírez-Bustamante, M. A., Sánchez-Uribe, L. A., Upegui-Zea, J. C., Vergara-Villarreal, P., & Ramírez-Ossa, D. M. (2021). Evaluation of mandibular buccal shelf characteristics in the Colombian population: A cone-beam computed tomography study. *Korean Journal of Orthodontics*, 51(1), 23–31.
<https://doi.org/10.4041/kjod.2021.51.1.23>

Eto, V. M., Figueiredo, N. C., Eto, L. F., Azevedo, G. M., Silva, A. I. V., & Andrade, I. (2023). Bone thickness and height of the buccal shelf area and the mandibular canal position for miniscrew insertion in patients with different vertical facial patterns, age, and sex. *The Angle Orthodontist*, 93(2), 185–194. <https://doi.org/10.2319/060822-412.1>

Gandhi, V., Upadhyay, M., Tadinada, A., & Yadav, S. (2021). Variability associated with mandibular buccal shelf area width and height in subjects with different growth pattern, sex, and growth status. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(1), 59–70. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.11.020>

Ghosh, A. (2018). Infra-Zygomatic Crest and Buccal Shelf - Orthodontic bone screws: A leap ahead of micro-Implants – Clinical Perspectives. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 52(4_suppl2), 127–141. https://doi.org/10.4103/jios.jios_229_18

Graber, L. W., Vig, K. W. L., Huang, G. J., & Fleming, P. S. (2023). *Orthodontics: Current principles and techniques* (7. edition). Elsevier.

Gupta, M., Mishra, P., Srivastava, R., & Jyoti, B. (2015). Cone beam computed tomography: A new vision in dentistry. *Digital Medicine*, 1(1), 7. <https://doi.org/10.4103/2226-8561.166361>

Ioannidou, E. (2017). The Sex and Gender Intersection in Chronic Periodontitis. *Frontiers in Public Health*, 5, 189. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00189>

Jaju, P., & Jaju, S. (2014). Clinical utility of dental cone-beam computed tomography: Current perspectives. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 29 (6), 29-43. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S41621>

Juodzbaly, G., Wang, H.-L., & Sabalys, G. (2010). Anatomy of mandibular vital structures. Part I: mandibular Canal and inferior alveolar neurovascular bundle in relation with dental implantology. *Journal of Oral and Maxillofacial Research*, 1(1). <https://doi.org/10.5037/jomr.2010.1102>

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>

Kalra, A., Jaggi, N., Jasoria, G., Shamim, W., Rathore, S., & Manchanda, M. (2013). Miniscrew implants as temporary anchorage devices in orthodontics: A comprehensive review. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(5), 993–999. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1439>

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>

Kolge, N. E., Patni, V. J., & Potnis, S. S. (2019). Tomographic mapping of buccal shelf area for optimum placement of bone screws: A three-dimensional cone-beam computed tomography evaluation. *APOS Trends in Orthodontics*, 9, 241–245. https://doi.org/10.25259/APOS_20_2019

Komal, A., Bedi, R. S., Wadhwani, P., Aurora, J. K., & Chauhan, H. (2020). Study of normal anatomy of mandibular canal and its variations in indian population using CBCT. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 19(1), 98–105. <https://doi.org/10.1007/s12663-019-01224-x>

Kumar, M., Shanavas, M., Sidappa, A., & Kiran, M. (2015). Cone beam computed tomography—Know its secrets. *Journal of International Oral Health: JIOH*, 7(2), 64–68.

Lahoud, P., Diels, S., Niclaes, L., Van Aelst, S., Willems, H., Van Gerven, A., Quirynen, M., & Jacobs, R. (2022). Development and validation of a novel artificial intelligence driven tool for accurate mandibular canal segmentation on CBCT. *Journal of Dentistry*, 116, 103891. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103891>

Landin, M., Jadhav, A., Yadav, S., & Tadinada, A. (2015). A comparative study between currently used methods and Small Volume-Cone Beam Tomography for surgical placement of mini-implants. *The Angle Orthodontist*, 85(3), 446–453. <https://doi.org/10.2319/042214-298.1>

Liu, H., Wu, X., Tan, J., & Li, X. (2019). Safe regions of miniscrew implantation for distalization of mandibular dentition with CBCT. *Progress in Orthodontics*, 20(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0297-6>

Matias, M., Flores-Mir, C., Almeida, M. R. D., Vieira, B. D. S., Freitas, K. M. S. D., Nunes, D. C., Ferreira, M. C., & Ursi, W. (2021). Miniscrew insertion sites of infrazygomatic crest and mandibular buccal shelf in different vertical craniofacial patterns: A cone-beam computed tomography study. *Korean Journal of Orthodontics*, 51(6), 387–396. <https://doi.org/10.4041/kjod.2021.51.6.387>

Misch, C. E. (Ed.). (2008). *Contemporary implant dentistry* (3rd. ed). St. Louis, MO: Elsevier Mosby.

Mohammed, H., Wafaie, K., Rizk, M. Z., Almuzian, M., Sosly, R., & Bearn, D. R. (2018). Role of anatomical sites and correlated risk factors on the survival of orthodontic miniscrew implants: A systematic review and meta-analysis. *Progress in Orthodontics*, 19(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0225-1>

Mohan, R., & Jain, R. K. (2023). Mandibular Buccal Shelf Characteristics of South Indian Population with Different Skeletal Patterns- A retrospective cone beam computed tomographic study. *Journal of clinical and diagnostic research*. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2023/59569.17745>

Muñoz, G., Dias, F. J., Weber, B., Betancourt, P., & Borie, E. (2017). Anatomic relationships of mandibular canal. A cone beam CT study. *International Journal of Morphology*, 35(4), 1243–1248. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000401243>

Nosouhian, S., Rismanchian, M., Sabzian, R., Shadmehr, E., Badrian, H., & Davoudi, A. (2015). A Mini-review on the Effect of Mini-implants on Contemporary Orthodontic Science. *Journal of International Oral Health: JIOH*, 7(1), 83–87.

- Nucera, R., Lo Giudice, A., Bellocchio, A. M., Spinuzza, P., Caprioglio, A., Perillo, L., Matarese, G., & Cordasco, G. (2017). Bone and cortical bone thickness of mandibular buccal shelf for mini-screw insertion in adults. *The Angle Orthodontist*, 87(5), 745–751. <https://doi.org/10.2319/011117-34.1>
- Ozturk, A., Potluri, A., & Vieira, A. R. (2012). Position and course of the mandibular canal in skulls. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 113(4), 453–458. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2011.03.038>
- Papadopoulos, M. A., & Tarawneh, F. (2007). The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103(5), e6–e15. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2006.11.022>
- Park, J. H. (Ed.). (2020). *Temporary Anchorage Devices in Clinical Orthodontics* (1.^a ed.). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119513636>
- Proffit, W. R., Fields, H. W., Sarver, D. M., & Ackerman, J. L. (2013). *Contemporary orthodontics* (5th ed.). St. Louis, MO: Elsevier/Mosby. ISBN: 9780323083171
- Scarfe, W., Li, Z., Aboelmaaty, W., Scott, S., & Farman, A. (2012). Maxillofacial cone beam computed tomography: Essence, elements and steps to interpretation. *Australian Dental Journal*, 57(s1), 46–60. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01657.x>
- Singh, K., Kumar, D., Jaiswal, R., & Bansal, A. (2010). Temporary anchorage devices - Mini-implants. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 1(1), 30. <https://doi.org/10.4103/0975-5950.69160>
- Sreenivasagan, S., & Sivakumar, A. (2021). CBCT comparison of buccal shelf bone thickness in adult Dravidian population at various sites, depths and angulation – A retrospective study. *International Orthodontics*, 19(3), 471–479. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2021.06.001>
- Vargas, E. O. A., Lopes De Lima, R., & Nojima, L. I. (2020). Mandibular buccal shelf and infrazygomatic crest thicknesses in patients with different vertical facial heights. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 158(3), 349–356. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.08.016>

- 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(5). <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(0). <https://doi.org/10.17096/jiufd.00289>
- Von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., & Vandenbroucke, J. P. (2014). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: Guidelines for reporting observational studies. *International Journal of Surgery*, 12(12), 1495–1499. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2014.07.013>
- Wang, Y., Metoki, A., Smith, D. V., Medaglia, J. D., Zang, Y., Benear, S., Popal, H., Lin, Y., & Olson, I. R. (2020). Multimodal mapping of the face connectome. *Nature Human Behaviour*, 4(4), 397–411. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0811-3>
- Zagalo, C., dos Santos, J., & Cavacas, A., Silva, A., Evangelista, J., Oliveira, P., & Tavares, V. s. (2010). *Anatomia da cabeça e pescoço e anatomia dentária*. (pp. 46; 180-187). Egas Moniz Publicações.

ANEXOS

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

