



**CATÓLICA**  
**FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA**

---

VISEU

## ***3D PALATAL SOFT TISSUE VOLUMES: PILOT STUDY***

*Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa  
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária*

**Doina Targon**

Viseu, 2025



CATÓLICA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

---

VISEU

## ***3D PALATAL SOFT TISSUE VOLUMES: PILOT STUDY***

*Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa  
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária*

Doina Targon

Orientador: Professor Doutor Tiago Miguel Santos Marques

Co-Orientador: Professor Doutor Danilo Fernandes

Co-Orientador: Mestre Filipe Miguel Soares Framegas de Araújo

Viseu, 2025

## Membros do Júri das Provas Públicas

**Presidente:** Doutora Patrícia Sofia Soares Couto

(Professora Auxiliar da Faculdade de Medicina Dentária do Centro Regional de Viseu da Universidade Católica Portuguesa)

**Arguente:** Doutora Helena Cristina Morais Coelho Teixeira Salgado

(Professora Auxiliar da Faculdade de Medicina Dentária do Centro Regional de Viseu da Universidade Católica Portuguesa)

**Orientador:** Doutor Tiago Miguel Santos Marques

(Professor Auxiliar da Faculdade de Medicina Dentária do Centro Regional de Viseu da Universidade Católica Portuguesa)

Data das provas públicas: 18 / 07 / 2025

Classificação: \_\_\_\_\_

Validação e confirmação pelos serviços escolares:

\_\_\_\_\_



*"Liberdade é ter um caminho onde escolher a manhã que se deseja.*

*E eu escolho sempre a que me leva para onde quero ser."*

**(Sophia de Mello Breyner Andresen)**



## DEDICATÓRIA

*...Aos que são minha vida:*

*Mãe,*

*Por seres o exemplo de luta da minha vida.*

*Pai,*

*Por seres a minha segurança e abrigo,  
Por resolveres todos os problemas, sempre.*

*Irmã,*

*Por estares sempre lá,*

*Quando mais precisei.*

*Paulo,*

*Por seres a minha âncora e alma-metade,*

*O porto onde descanso*

*E a força que me sustém.*

*Vocês serão sempre casa,*

*Para onde sempre irei voltar,*

*Em qualquer circunstância da minha vida.*



## **AGRADECIMENTOS**

**Ao meu orientador**, Prof. Doutor Tiago Miguel Santos Marques e **aos meus coorientadores**, Doutor Danilo Fernandes e Mestre Filipe Miguel Soares Framegas de Araújo, agradeço a procura constante pela excelência no ensino bem como a disponibilidade e dedicação ao longo desta investigação.

Em especial ao meu orientador cuja paixão pela Periodontologia me contagiou profundamente. Pessoa extremamente proativa e de disponibilidade infinita, serei eternamente grata por todos os ensinamentos que me transmitiu nestes cinco anos.

**A todos os professores da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa de Viseu (FMD – UCP)**, que contribuíram para a minha formação pessoal e profissional ao longo do curso deixo o meu sincero agradecimento.

**Aos meus sogros, cunhados e sobrinha**, que sempre me transmitiram força e acreditaram em mim, o meu profundo reconhecimento.

**Aos amigos e colegas**, que partilharam comigo esta aventura e que agora vibram comigo nesta conquista deixo o meu carinho e gratidão.

**À cidade de Viseu** que durante cinco anos me acolheu, me fez feliz e deixou um pouco de si em mim. Hei de voltar sempre que a saudade apertar.



## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A Periodontologia dedica-se à prevenção, diagnóstico e tratamento das doenças dos tecidos de suporte dentário. A recessão gengival, frequente em periodontite avançada, compromete a estética, provoca desconforto e expõe as raízes dentárias. Para corrigir esta situação recorre-se a enxertos gengivais, cuja eficácia depende da quantidade e qualidade do tecido conjuntivo disponível. Conhecer previamente a espessura e o volume da mucosa palatina é essencial para otimizar o planeamento cirúrgico, melhorar resultados e reduzir complicações.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Foram avaliados 80 pacientes (45 do sexo feminino e 35 do masculino). Obtiveram-se ficheiros STL (estereolitografia) e DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), que foram integrados no software CoDiagnostiX, garantindo a sobreposição entre modelos ósseo e gengival. Posteriormente, no Geomagic Control X definiram-se cinco pontos na margem gengival desde o canino até ao 2.º molar, traçando-se linhas horizontais (0mm, 3mm e 8mm) e verticais que delimitaram oito regiões de interesse (ROI) por hemiarcada. Os dados recolhidos foram organizados no Excel e analisados estatisticamente no software SPSS®.

**RESULTADOS:** A maior espessura média da mucosa palatina verificou-se no ROI entre o 1.º e o 2.º pré-molar, com  $3,23 \pm 0,53$  mm à esquerda e  $3,22 \pm 0,60$  mm à direita. O maior volume foi registado no ROI entre o 1.º e o 2.º molar. Globalmente, os homens apresentaram valores superiores e os pacientes mais jovens valores mais baixos. Observou-se ainda um aumento progressivo da espessura com a idade.

**CONCLUSÃO:** Foi desenvolvida uma metodologia digital para avaliar com precisão os tecidos moles palatinos. O palato é uma estrutura simétrica, cuja mucosa palatina apresenta variações de espessura e volume conforme a região anatómica, o sexo e a idade. A área entre o primeiro e o segundo pré-molares é a mais indicada para colheita de enxertos, devido à sua espessura e acessibilidade. Apesar do maior volume disponível na região dos molares, a sua menor espessura e proximidade a estruturas nobres limitam a sua aplicação clínica rotineira.

**Palavras-Chave:** Palato; Recessão gengival; Tecido Conjuntivo; Imagem tridimensional; Periodontite.



## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Periodontology is dedicated to the prevention, diagnosis, and treatment of diseases affecting the supporting tissues of the teeth. Gingival recession, common in advanced periodontitis, compromises aesthetics, causes discomfort, and exposes the tooth roots. To address this condition, gingival grafts are used, and their effectiveness depends on the quantity and quality of the available connective tissue. Knowing the thickness and volume of the palatal mucosa in advance is essential to optimise surgical planning, improve outcomes, and reduce complications.

**MATERIALS AND METHODS:** A total of 80 patients were evaluated (45 female and 35 male). STL files (stereolithography) and DICOM files (Digital Imaging and Communications in Medicine) were obtained and integrated into the CoDiagnostiX software, ensuring the alignment between bone and gingival models. Subsequently, in Geomagic Control X, five points were defined on the gingival margin from the canine to the second molar, and horizontal (0 mm, 3 mm, and 8 mm) and vertical lines were drawn to delimit eight regions of interest (ROI) per arch. The collected data were organized in Excel and statistically analyzed using SPSS® software.

**RESULTS:** The greatest mean palatal mucosal thickness was recorded in the ROI between the first and second premolars, with  $3.23\pm 0.53$  mm on the left and  $3.22\pm 0.60$  mm on the right. The largest volume was registered in the ROI between the first and second molars. Overall, male patients showed higher values, while younger patients exhibited lower measurements. A progressive increase in thickness with age was also observed.

**CONCLUSION:** A digital methodology was developed to accurately assess palatal soft tissues. The palate is a symmetrical structure, and its mucosa presents variations in thickness and volume depending on the anatomical region, sex, and age. The area between the first and second premolars is the most suitable for graft harvesting due to its thickness and accessibility. Although the molar region offers greater tissue volume, its reduced thickness and proximity to vital anatomical structures limit its routine clinical use.

**Keywords:** Palate; Gingival Recession; Connective Tissue; Three-Dimensional Imaging; Periodontitis.



## ÍNDICE GERAL

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	xvii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xix
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS</b> .....	xxi
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Periodontologia .....	3
1.2. Periodontite .....	3
1.3. Peri-implantite .....	4
1.4. Recessão Gengival .....	4
1.4.1. Etiologia da Recessão Gengival .....	5
1.4.2. Tipos de Recessões.....	6
1.4.3. Tratamento da Recessão Gengival .....	8
1.4.3.1. Abordagem Restauradora .....	9
1.4.3.2. Abordagem Cirúrgica.....	9
1.4.3.2.1. Enxertos de Tecidos Moles .....	9
1.4.3.2.2. Técnica Padrão-Ouro .....	10
1.4.3.2.3. Zonas Dadoras .....	10
1.4.3.2.4. Fatores que Afetam o Sucesso Cirúrgico .....	11
1.4.3.2.5. Complicações após o Enxerto .....	11
1.5. Planeamento e Diagnóstico.....	12
1.6. <i>Scanners</i> Intraorais .....	13
1.6.1. TRIOS.....	14
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	15
2.1. Objetivos .....	17
2.2. Hipóteses Nulas .....	17
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	19

3.1.	Desenho do Estudo.....	21
3.2.	Caracterização dos Dados a Recolher .....	21
3.2.1.	Introdução ao Estudo .....	21
3.2.2.	Critérios de Inclusão .....	22
3.2.3.	Anonimização dos Dados .....	22
3.2.4.	Confidencialidade e Ética.....	22
3.3.	Instrumentos de Recolha e Análise de Dados .....	23
3.4.	Análise Estatística .....	31
4.	<b>RESULTADOS</b> .....	35
5.	<b>DISCUSSÃO</b> .....	53
5.1.	Tecnologia .....	55
5.2.	Espessura Palatina .....	56
5.2.1.	Região Anterior .....	57
5.2.2.	Região Média.....	58
5.2.3.	Região Posterior .....	59
5.3.	Volume .....	60
5.4.	Sexo e Idade .....	61
5.5.	Fatores Anatómicos .....	63
5.5.1.	Anatomia do Palato.....	63
5.5.2.	Rugas Palatinas.....	63
5.6.	Justificação da Faixa 3–8 mm da Margem Gengival .....	64
5.7.	Limitações do Estudo .....	65
5.8.	Estratégias para Superar as Limitações Identificadas .....	66
5.9.	Originalidade do Estudo .....	66
6.	<b>CONCLUSÃO</b> .....	67
6.1.	Conclusões .....	69
7.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	71

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Classificação das recessões gengivais de Cairo (14). .....	7
<b>Tabela 2:</b> Quadro comparativo entre métodos convencionais e digitais para avaliação de tecidos moles. ....	13
<b>Tabela 3:</b> Critérios de inclusão. ....	22
<b>Tabela 4:</b> Regiões de interesse (ROIs) na hemiarcada esquerda. ....	31
<b>Tabela 5:</b> Regiões de interesse (ROIs) na hemiarcada direita. ....	31
<b>Tabela 6:</b> Caracterização do sexo e idade da amostra. ....	37
<b>Tabela 7:</b> Comparação das espessuras dos diferentes ROI entre hemiarcadas. ....	37
<b>Tabela 8:</b> Resultados da comparação das espessuras entre os ROI da hemiarcada esquerda. ....	40
<b>Tabela 9:</b> Resultados da comparação das espessuras entre os ROI da hemiarcada direita. ....	41
<b>Tabela 10:</b> Comparação das espessuras dos diferentes ROI na hemiarcada esquerda entre mulheres e homens. ....	42
<b>Tabela 11:</b> Comparação das espessuras dos diferentes ROI na hemiarcada direita entre mulheres e homens. ....	43
<b>Tabela 12:</b> Comparação das espessuras dos diferentes ROI na hemiarcada esquerda entre faixas etárias. ....	44
<b>Tabela 13:</b> Comparação das espessuras dos diferentes ROI na hemiarcada direita entre faixas etárias. ....	45
<b>Tabela 14:</b> Resultados da correlação de Pearson entre a idade e as espessuras dos diferentes ROI nas duas hemiarcadas. ....	46
<b>Tabela 15:</b> Comparação das espessuras médias dos diferentes ROI. ....	46
<b>Tabela 16:</b> Comparação da espessura média dos diferentes ROI entre mulheres e homens. ....	47
<b>Tabela 17:</b> Comparação da espessura média dos diferentes ROI entre faixas etárias. ....	48
<b>Tabela 18:</b> Resultados da correlação de Pearson entre a idade e a espessura média dos diferentes ROI. ....	48
<b>Tabela 19:</b> Quadro Síntese Final dos Resultados da Investigação. ....	49



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Classificação das recessões gengivais de Miller .....	6
<b>Figura 2:</b> (A) Recessão gengival vestibular no canino superior esquerdo, (B) o nível de inserção clínica vestibular foi de 3 mm, (C) a junção amelocementária interproximal não era detetável: o diagnóstico final foi de recessão do tipo RT1 .....	8
<b>Figura 3:</b> (A) Recessão gengival vestibular no canino superior esquerdo, (B) o nível de inserção clínica vestibular foi de 4 mm, (C) o nível de inserção clínica interproximal foi de 3 mm: o diagnóstico final foi de recessão do tipo RT2 (14).....	8
<b>Figura 4:</b> (A) Recessão gengival vestibular no incisivo lateral superior esquerdo, (B) o nível de inserção clínica vestibular foi de 6 mm, (C) o nível de inserção clínica interproximal foi de 8 mm: o diagnóstico final foi de recessão do tipo RT3 .....	8
<b>Figuras 5:</b> A); B); C); D); E) e F) - Diferentes etapas do processo de alinhamento entre o modelo STL e as imagens DICOM no CoDiagnostiX®, com recurso ao assistente de inteligência artificial (AI Assistant), desde a ativação da ferramenta, seleção de opções e tipologia de ficheiro até à fusão automática inicial e avaliação preliminar da correspondência.....	24
<b>Figura 6:</b> Ambiente de trabalho no CoDiagnostiX® durante a fase de validação final do alinhamento entre as imagens DICOM e o modelo STL, com visualização multiplanar e tridimensional combinada.....	25
<b>Figura 7:</b> Sobreposição do modelo ósseo (verde) e do modelo digital da arcada maxilar (azul) no software Geomagic Control X® (Versão 2022.1).....	26
<b>Figura 8:</b> Primeira linha horizontal junto à margem gengival com os cinco pontos de referência assinalados (hemiarcada direita) .....	26
<b>Figura 9:</b> Representação das três linhas de referência horizontais (hemiarcada direita). .....	27
<b>Figura 10:</b> Representação das quatro áreas de estudo da hemiarcada direita. ....	27
<b>Figura 11:</b> Representação das 8 áreas de estudo na arcada superior (direita e esquerda).....	28
<b>Figura 12:</b> Representação da alteração da coloração do modelo confirmando a atribuição da referência.....	29

<b>Figura 13:</b> A) Arcada completa com as oito regiões de interesse (ROIs) delimitadas por cores distintas. B) Quatro ROIs correspondentes à hemiarcada esquerda. C) Quatro ROIs correspondentes à hemiarcada direita.....	30
<b>Figura 14:</b> Valores médios da espessura máxima entre os diferentes ROI nas hemiarcadas direita e esquerda .....	38
<b>Figura 15:</b> Valores médios da espessura média entre os diferentes ROI e em cada hemiarcada. ....	39
<b>Figura 16:</b> Valores médios do volume entre os diferentes ROI em cada hemiarcada .....	39

## LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS

**AI:** *Artificial Intelligence* (Inteligência Artificial)

**CBCT:** *Cone Beam Computed Tomography* (Tomografia Computorizada de Feixe Cónico)

**3D:** Três dimensões/ tridimensional

**DICOM:** *Digital Imaging and Communications in Medicine* (formato de imagem médica)

**FMD – UCP:** Faculdade de Medicina Dentária – Universidade Católica Portuguesa

**ROI:** *Region of Interest* (Região de Interesse)

**SIO:** *Scanners Intraorais*

**SPSS:** *Statistical Package for the Social Sciences*

**STL:** *Stereolithography* (formato de ficheiro digital para modelos 3D)



# **1.INTRODUÇÃO**



## 1.1. Periodontologia

O objetivo central dos cuidados periodontais é alcançar e manter um periodonto saudável. Tradicionalmente, um periodonto saudável foi considerado o oposto das definições de doença periodontal, alinhando-se à visão da Organização Mundial da Saúde, que define saúde como a ausência de doença. Especificamente, a saúde periodontal caracteriza-se pela ausência de inflamação, ausência de sangramento gengival e uma profundidade de sondagem reduzida (1).

Existem diversas definições de saúde periodontal, baseadas em sinais e sintomas clínicos como profundidade de sondagem periodontal, perda de inserção clínica e sangramento à sondagem. Para facilitar a comparação entre estudos clínicos, é essencial que a definição de saúde periodontal seja uniforme. Em 2018 a Federação Europeia de Periodontologia e a Academia Americana de Periodontologia definiram a saúde periodontal como a ausência de inflamação clinicamente detetável, com base principalmente na profundidade de sondagem e no sangramento à sondagem, promovendo uma maior uniformidade entre os estudos e tratamentos (1). Em 2017, uma nova classificação passou a dividir a periodontite em estádios, que indicam a gravidade e graus e que avaliam o risco de progressão (2).

A definição de sucesso em Periodontologia poderá no futuro ser revista com base numa nova abordagem de medicina de precisão, que tenha em consideração o genoma, o ambiente e o estilo de vida de cada indivíduo (3,4).

## 1.2. Periodontite

A periodontite é uma doença crónica que destrói os tecidos de suporte dos dentes, causando sangramento gengival, bolsas periodontais e mobilidade dentária (2,5–7). Manifesta-se pela perda de inserção clínica e óssea, podendo levar à perda dentária e complicações sistémicas se não tratada (6–8). Com um impacto significativo na saúde pública, é a principal causa de perda dentária e a doença inflamatória crónica não transmissível mais comum, afetando cerca de 50% da população mundial em formas leves e com prevalência global de 11,2% em 2010 e 7,4% em 2015 (8).

A doença é causada por bactérias gram-negativas e a acumulação de placa nas áreas interproximais é o principal fator etiológico, tornando essas zonas mais suscetíveis a lesões gengivais, periodontais e cáries (9).

### **1.3. Peri-implantite**

A peri-implantite é uma condição que surge em torno dos implantes dentários, caracterizada por inflamação causada por infecções bacterianas. Embora os implantes sejam uma solução eficaz para a reabilitação do edentulismo, considerando que apresentam uma taxa de sobrevivência de 97% e que entre 12 a 18 milhões de implantes são colocados anualmente, eles não substituem perfeitamente dentes afetados por doenças periodontais (4,10).

As doenças peri-implantares encontram-se em crescimento, afetando cerca de 22% dos pacientes. É essencial gerir a mucosite peri-implantar para prevenir as peri-implantites. A manutenção de uma espessura e largura adequadas do tecido queratinizado ao redor dos implantes é um fator importante para a prevenção destas doenças. Este tecido atua como barreira biológica contra bactérias e exige algumas semanas de cicatrização para se formar (10).

Estudos demonstram que uma largura de 2 mm de tecido queratinizado é benéfica para a saúde dos tecidos peri-implantares, enquanto menos de 2 mm está associado a um maior risco de complicações biológicas. Os enxertos autólogos utilizados para aumentar os tecidos moles, são eficazes na manutenção da saúde peri-implantar, proporcionando um aumento tanto na largura quanto na espessura do tecido queratinizado. Técnicas como os enxertos gengivais livres e enxertos de tecido conjuntivo também são exercidas para melhorar a qualidade e a largura dos tecidos moles ao redor dos implantes (10).

O uso de enxertos gengivais livres resulta na redução da inflamação da mucosa, melhora o conforto do paciente e facilita o controle da placa em implantes sem tecido queratinizado. Embora os resultados do uso de enxertos gengivais sejam frequentemente avaliados por métodos visuais ou sondagem peri-implantar, um estudo específico observou que o aumento de tecido mole com enxertos de matriz de colagénio é comparável ao alcançado com enxertos autólogos de tecido conjuntivo subepitelial, apesar dessa pesquisa ter sido realizada em cães (10).

### **1.4. Recessão Gengival**

A recessão gengival é uma característica clínica comum nos casos avançados de periodontite, especialmente em indivíduos com biótipos periodontais finos e recortados (6,7). Esta condição é definida pela migração da margem gengival em

direção apical à junção amelocementária, podendo ocorrer com ou sem perda interdental de tecido mole e duro (11,12).

A recessão gengival é uma condição amplamente prevalente cuja incidência tende a aumentar significativamente com a idade. Na faixa etária intermediária, entre 30 e 39 anos, a ocorrência atinge aproximadamente 37,8% dos indivíduos afetando cerca de 8,6% dos dentes. Em contrapartida na população mais idosa, entre 80 e 90 anos, a frequência é de 90,4%, com envolvimento médio de mais da metade dos dentes (13).

#### 1.4.1. Etiologia da Recessão Gengival

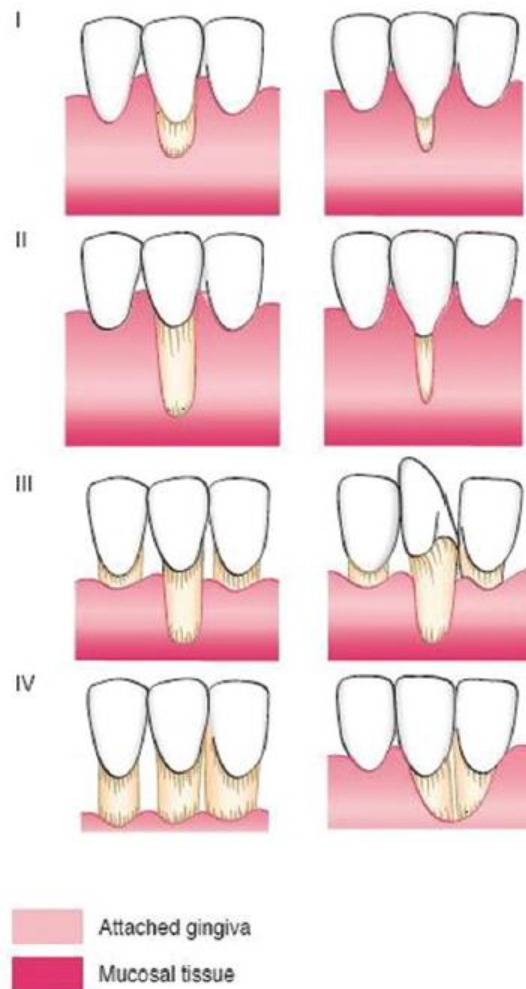
Diferentes fatores etiológicos associados à recessão gengival foram identificados na literatura e podem ser categorizados em quatro grupos: fatores anatómicos, patológicos, traumáticos e iatrogénicos (6,11). Esses fatores podem inter-relacionar-se, contribuindo para o desenvolvimento de defeitos na gengiva. Frequentemente mais de um fator etiológico está presente e a presença de qualquer um deles pode aumentar o risco de recessão gengival (6).

- Fatores anatómicos: falta de gengiva aderida, inserções musculares próximas à margem gengival, mau posicionamento dentário, ou espessura inadequada das paredes ósseas alveolares e proeminências radiculares (11).
- Fatores patológicos: presença de periodontite ou infeção viral (11).
- Fatores iatrogénicos: restaurações inadequadas que invadem o espaço biológico (11).
- Fatores traumáticos: escovagem dentária agressiva ou uso de piercings labiais (11).

Diversos indicadores de risco associados à recessão gengival foram identificados na literatura, com a idade sendo o mais frequentemente relacionado. Outros fatores incluem o sexo, o tabagismo, um elevado nível de escolaridade e a escovagem dentária traumática. Essas variáveis destacam a importância de considerar múltiplos aspetos na avaliação do risco de recessão gengival (6).

### 1.4.2. Tipos de Recessões

A classificação de Miller (Fig. 1), enfrentou críticas pela dificuldade em distinguir as classes I e II, pela falta de clareza na avaliação da perda de tecidos interdentais para as classes III e IV e pela influência incerta do posicionamento dentário (14).



**Figura 1:** Classificação das recessões gengivais de Miller (15).

Considerando as características ideais de um sistema de classificação (utilidade, abrangência, exclusividade e simplicidade), foi desenvolvida a classificação de Cairo em 2011 para recessões gengivais, baseada na avaliação da perda de inserção clínica nos sítios vestibulares e interproximais (14):

**Tabela 1:** Classificação das recessões gengivais de Cairo (14).

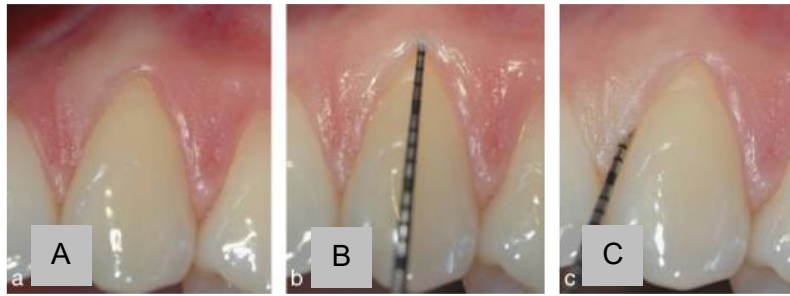
<b>Tipo de Recessão</b>	<b>Descrição</b>	<b>Critério de Avaliação</b>	<b>Imagem</b>
<b>RT1</b>	Recessão gengival sem perda de inserção interproximal.	Junção amelocementária interproximal não é visível clinicamente nos lados mesial e distal do dente.	2a–c
<b>RT2</b>	Recessão gengival com perda de inserção interproximal igual ou menor que a perda de inserção vestibular.	Perda de inserção interproximal $\leq$ perda de inserção vestibular.	3a–c
<b>RT3</b>	Recessão gengival com perda de inserção interproximal maior que a perda de inserção vestibular.	Perda de inserção interproximal $>$ perda de inserção vestibular.	4a–c

**Nota:** Nos casos em que ambos os lados interproximais apresentam perda de inserção, o tipo de recessão é definido com base no lado com maior perda.

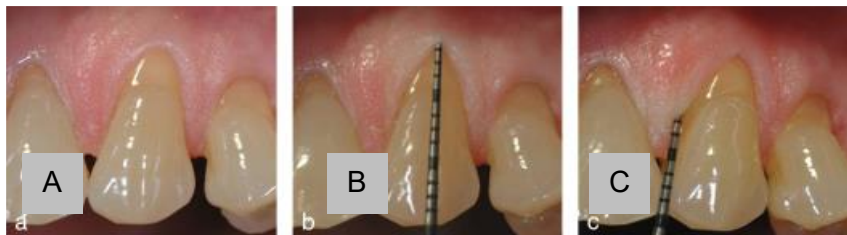
Nesta classificação, as recessões gengivais sem perda de inserção interproximal são classificadas como Classe RT1 (Fig.2), associadas à escovagem traumática em tecido saudável, enquanto as recessões com perda de inserção clínica são divididas nas classes RT2 e RT3 (Fig. 3 e 4), relacionadas com a doença periodontal (14).

Os defeitos de Classe RT2 têm inserção interproximal igual ou inferior à do sítio vestibular, associando-se a perda óssea horizontal, enquanto os defeitos de Classe RT3 apresentam maior perda de inserção interproximal, relacionados com defeitos intraósseos interproximais (14).

Este diagnóstico diferencial é uma ferramenta valiosa para os clínicos, permitindo a seleção do tratamento mais adequado para cada caso (14).



**Figura 2:** (A) Recessão gengival vestibular no canino superior esquerdo, (B) o nível de inserção clínica vestibular foi de 3 mm, (C) a junção amelocementária interproximal não era detetável: o diagnóstico final foi de recessão do tipo RT1 (14).



**Figura 3:** (A) Recessão gengival vestibular no canino superior esquerdo, (B) o nível de inserção clínica vestibular foi de 4 mm, (C) o nível de inserção clínica interproximal foi de 3 mm: o diagnóstico final foi de recessão do tipo RT2 (14).



**Figura 4:** (A) Recessão gengival vestibular no incisivo lateral superior esquerdo, (B) o nível de inserção clínica vestibular foi de 6 mm, (C) o nível de inserção clínica interproximal foi de 8 mm: o diagnóstico final foi de recessão do tipo RT3 (14).

### 1.4.3. Tratamento da Recessão Gengival

A recessão gengival compromete simultaneamente a saúde, a função e a estética do sorriso, sendo uma preocupação comum entre pacientes e profissionais de saúde. Esta condição pode originar hipersensibilidade dentária, abrasão radicular, acumulação de biofilme, inflamação gengival, cárie radicular e comprometimento da mastigação, afetando inclusive o processo digestivo (11).

O tratamento da recessão gengival visa o recobrimento radicular, o alívio da hipersensibilidade, a melhoria estética e a prevenção de complicações futuras. Ao

longo dos anos, têm sido desenvolvidos diversos procedimentos terapêuticos, entre os quais se incluem técnicas restauradoras e técnicas cirúrgicas periodontais. As opções terapêuticas devem ser selecionadas com base em fatores como o tipo e profundidade da recessão, o fenótipo gengival, as condições anatómicas locais, os hábitos do paciente (nomeadamente tabagismo), e as expectativas estéticas (11).

#### **1.4.3.1. Abordagem Restauradora**

Em muitos casos, especialmente quando há lesões cervicais não cariosas associadas à recessão gengival, pode ser indicado o recurso a materiais restauradores. Estas lesões decorrem frequentemente de escovagem traumática, interferências oclusais ou erosão ácida e resultam em concavidades radiculares. A sua restauração pode ser efetuada com cimentos de ionómero de vidro modificados por resina ou resinas compostas, oferecendo algum alívio sintomático. No entanto, a intervenção restauradora isolada não reposiciona a margem gengival, podendo comprometer a estética e manter o desequilíbrio do complexo gengival em relação aos dentes adjacentes (11).

#### **1.4.3.2. Abordagem Cirúrgica**

As técnicas cirúrgicas visam o recobrimento radicular efetivo e previsível. Contudo, existe grande variabilidade nos resultados clínicos, influenciada por fatores como a técnica utilizada, as características do tecido gengival, a profundidade da recessão, e a saúde sistémica do paciente. Procedimentos como os retalhos posicionados coronalmente, com ou sem enxerto, são amplamente utilizados na prática clínica (11).

Entre as abordagens cirúrgicas, destaca-se o uso de enxertos de tecidos moles, considerado o método mais eficaz para casos de recessão moderada a severa (11).

##### **1.4.3.2.1. Enxertos de Tecidos Moles**

O enxerto de tecidos moles é uma componente crucial na cirurgia plástica periodontal e de implantes. Um fator crítico para o sucesso cirúrgico é a quantidade e a qualidade do tecido transplantado, juntamente com outros fatores como o aporte sanguíneo adequado e a gestão correta do retalho (16). A procura por estética e estabilidade dos

tecidos moles tem impulsionado o desenvolvimento de técnicas previsíveis e menos onerosas para tratar estas condições (17).

#### **1.4.3.2.2. Técnica Padrão-Ouro**

Revisões sistemáticas e meta-análises apontam o retalho coronalmente avançado em combinação com o enxerto de tecido conjuntivo subepitelial como a abordagem cirúrgica mais eficaz para o tratamento de recessões únicas ou múltiplas. Esta técnica é amplamente reconhecida como padrão-ouro pela Federação Europeia de Periodontologia e pela Associação Americana de Periodontologia (12).

Embora existam alternativas viáveis, como o uso de derivados da matriz do esmalte ou matrizes dérmicas acelulares, os resultados obtidos com enxertos autólogos continuam superiores em termos de recobrimento radicular e ganho de tecido queratinizado (12).

Estudos clínicos demonstram que, após cinco anos, os pacientes submetidos a enxertos de tecido conjuntivo apresentam menor índice de recidiva da recessão e maior estabilidade dos tecidos moles. Além disso, verificou-se uma maior espessura tecidual e uma resposta estética mais favorável, fatores que reforçam a sua utilização preferencial em contextos clínicos exigentes (12).

#### **1.4.3.2.3. Zonas Dadoras**

A mucosa palatina é o local preferido para enxertos gengivais, devido à sua disponibilidade e facilidade de aquisição, podendo ser utilizada para cobrir recessões gengivais, aumentar a espessura da mucosa e elevar a altura do tecido queratinizado. Os enxertos gengivais livres são retirados da camada superficial do palato duro, que possui uma maior quantidade de tecido conjuntivo fibroso, enquanto os enxertos de tecido conjuntivo subepitelial provêm de uma camada mais profunda, composta principalmente por tecido submucoso (18).

É fundamental a cautela durante a remoção do enxerto do palato, a fim de evitar lesões nas estruturas neurovasculares da região, o que pode resultar em complicações como hemorragia e parestesia (19). A artéria palatina maior é a principal responsável pela irrigação sanguínea do palato duro. Ela percorre anteriormente a região, adjacente à crista alveolar, seguindo até o forame incisivo em direção à parede

medial da cavidade nasal, onde finaliza irrigando o septo nasal anterior e inferior. Esta artéria é acompanhada por ramos do nervo palatino maior, que promovem a inervação sensitiva do palato duro e da gengiva. Devido à presença destas estruturas anatómicas delicadas, é essencial que a colheita do enxerto palatino seja realizada com precisão, a fim de prevenir complicações graves (20).

#### **1.4.3.2.4. Fatores que Afetam o Sucesso Cirúrgico**

Vários autores defendem que a espessura dos tecidos moles pode variar entre indivíduos e dentro da cavidade oral, dependendo de diversos fatores, como raça, idade, fatores genéticos, peso corporal, fenótipos periodontais, tamanho do arco e género. A hemorragia e a parestesia são complicações frequentes após a colheita de enxerto de tecido conjuntivo. Por isso, é essencial selecionar uma zona onde se possa obter uma quantidade adequada de tecido, sem causar riscos significativos para a saúde (18,20).

O sucesso e os resultados a longo prazo dos enxertos de tecidos moles podem ser significativamente aprimorados por meio de um planeamento cirúrgico cuidadoso. É fundamental determinar a quantidade de tecido que pode ser recuperada e considerar adaptações potenciais na técnica cirúrgica. A quantidade de tecido obtido tem uma influência direta nos resultados do tratamento, uma vez que o enxerto de tecido mole tende a encolher durante o processo de cicatrização. Por isso, o volume do enxerto deve exceder o volume desejado em cerca de 30 a 40% (16).

#### **1.4.3.2.5. Complicações após o Enxerto**

Podem surgir várias complicações após a realização de um enxerto de tecido conjuntivo subepitelial, tais como a formação de quistos e o aparecimento de edema entre o enxerto e o retalho na zona recetora. As análises histológicas revelam frequentemente a presença de células epiteliais a revestir essas áreas, o que sugere que o epitélio residual no enxerto contribui para estas complicações pós-operatórias. Torna-se, assim, especialmente importante o conhecimento da espessura epitelial da mucosa palatina, de forma a obter um enxerto uniforme, composto maioritariamente por tecido conjuntivo e com a menor quantidade possível de epitélio residual (19).

## 1.5. Planejamento e Diagnóstico

O planejamento tridimensional (3D) tornou-se indispensável na medicina dentária moderna (21). Na Periodontologia, este recurso permite estudar a cicatrização e o sucesso do recobrimento radicular (18); na cirurgia oral e maxilofacial, melhora o diagnóstico e o planejamento, especialmente em áreas críticas onde há risco de danificar nervos e vasos. Estudos demonstram que os modelos 3D têm um impacto positivo no planejamento cirúrgico e no consentimento informado (22).

No processo de reabilitação oral, os dados pré-operatórios incluem a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e o *scanner* intraoral, combinados em modelos STL para visualizar com precisão os dentes e tecidos moles, facilitando a avaliação do tecido ósseo para implantes (21). Softwares ajudam na fusão desses modelos e no planejamento da colocação guiada de implantes, permitindo considerar variações anatômicas precocemente, minimizar riscos e aumentar a precisão (16).

A aquisição e o processamento de imagens são os primeiros passos para a criação de um modelo tridimensional. Considerando os procedimentos cirúrgicos complexos na região maxilofacial, requer-se um planejamento pré-operatório meticuloso, é importante utilizar modalidades de imagem que forneçam informações detalhadas que possam garantir um diagnóstico preciso e bons resultados clínicos (22–24).

A CBCT tem vindo a afirmar-se como uma tecnologia central na cirurgia maxilofacial, fornecendo imagens tridimensionais e multiplanares com menores custos e níveis de radiação do que a tomografia convencional (22,25). A CBCT é a principal ferramenta para criar modelos virtuais precisos dos tecidos duros (21).

Apesar disso, a maioria dos estudos nesta área continua a basear-se em imagens provenientes de tomografia convencional ou ressonância magnética. São ainda escassas as investigações que avaliem o impacto direto da CBCT no planejamento cirúrgico tridimensional, sendo predominantes os relatos de casos (22,26).

A medição da espessura do tecido mole palatino é essencial para o sucesso cirúrgico. Os métodos invasivos, como a sondagem com agulhas, limas endodônticas ou cortes histológicos, apresentam limitações quanto à reprodutibilidade e ao conforto do paciente (16,18). Em contraste, os métodos digitais não invasivos, como a CBCT e a ecografia, permitem medições tridimensionais precisas da espessura da mucosa e a

identificação de estruturas vasculares como a artéria palatina maior, favorecendo um planeamento cirúrgico mais seguro (16).

Além disso, a CBCT e os dispositivos ultrassónicos são considerados métodos não invasivos, embora a CBCT utilize radiação ionizante, o que deve ser tido em consideração na sua aplicação clínica (18).

**Tabela 2:** Quadro comparativo entre métodos convencionais e digitais para avaliação de tecidos moles.

<b>Método</b>	<b>Invasividade</b>	<b>Precisão</b>	<b>Reproduzibilidade</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>	<b>Autor</b>
<b>Sondagem transgengival</b>	Invasivo	Moderada	Variável	Técnica simples e amplamente utilizada	Desconforto e risco de lesão tecidual	(16) (18)
<b>Ultrassonografia intraoral</b>	Não invasivo	Elevada	Elevada	Sem radiação, boa correlação com métodos invasivos	Acesso limitado em regiões posteriores	(27)
<b>CBCT</b>	Não invasivo	Elevada	Elevada	Visualização tridimensional precisa, útil para planeamento cirúrgico	Exposição à radiação ionizante	(28)
<b>Scanner</b>	Não invasivo	Elevada	Elevada	Dados reproduzíveis, integração com software de planeamento	Requer equipamento e formação especializada	(29)

### 1.6. Scanners Intraorais

Tem sido sugerido que os *scanners* intraorais (SIO) podem proporcionar experiências mais agradáveis para pacientes e clínicos, reduzindo o tempo das consultas. A utilização de SIO transforma o fluxo de trabalho nos procedimentos de restauração dentária, eliminando a necessidade de impressões analógicas convencionais e minimizando o desconforto do paciente (30,31).

Independentemente da técnica selecionada, a impressão deve ser suficientemente precisa para permitir a confeção de próteses bem ajustadas. Segundo as especificações dos SIO, a exatidão é definida pela combinação de veracidade e precisão. A veracidade refere-se à correspondência entre a medição obtida e o valor real do objeto (30,31).

Vários fatores afetam a precisão das impressões digitais, como o *hardware* e *software* dos SIO, a experiência do operador, as características dos corpos digitalizados e fatores clínicos. O hardware e o software dos SIO evoluíram significativamente nos últimos anos, tornando crucial a atualização do conhecimento sobre a precisão dos modelos mais recentes (30).

Com a chegada de novos SIO e a evolução constante dos *softwares*, há uma necessidade contínua de avaliar os modelos mais recentes em cenários desafiadores, como arcadas completas com implantes. Este cenário, por conter formas geométricas regulares, facilita a medição da veracidade e precisão (30).

### 1.6.1. TRIOS

O *scanner* intraoral TRIOS utiliza a microscopia confocal para capturar múltiplas imagens em pouco tempo. Esta tecnologia, aliada ao *design* do dispositivo, permite a obtenção de conjuntos de dados de alta qualidade, com excelentes níveis de veracidade e precisão (32).

É um sistema de ficheiros aberto que não requer o uso de pó e é baseado numa tecnologia de digitalização ótica ultrarrápida. A sua capacidade de realizar *scanners* a cores oferece vantagens significativas, como a identificação mais fácil das margens da preparação dentária (32).

O sistema TRIOS realiza a leitura automática das tonalidades dos dentes adjacentes durante a digitalização, automatizando a correspondência de tonalidades, e captura fotografias intraorais em alta-definição para documentação e comunicação clínica (32).

Durante o processo de digitalização, o sistema TRIOS elimina automaticamente objetos indesejados, como a língua, as bochechas ou os lábios, em tempo real, o que contribui para uma melhor qualidade das impressões digitais (32).

Num estudo realizado para avaliar a precisão de seis *scanners* intraorais na digitalização de um único dente pilar molar in vitro, os resultados mostraram que o *scanner* TRIOS apresentou os melhores valores de precisão, com uma média de  $4,5 \pm 0,9 \mu\text{m}$ . Este valor superou os obtidos pelos outros *scanners* analisados, como o True Definition ( $6,1 \pm 1,0 \mu\text{m}$ ), o iTero ( $7,0 \pm 1,4 \mu\text{m}$ ), o CS3500 ( $7,2 \pm 1,7 \mu\text{m}$ ), o CEREC OmniCam ( $16,2 \pm 4,0 \mu\text{m}$ ) e o PlanScan ( $26,4 \pm 5,0 \mu\text{m}$ ) (32).

## **2.OBJETIVOS**



## 2.1. Objetivos

O presente estudo, intitulado “3D Palatal Soft Tissue Volumes: Pilot Study”, tem como principais objetivos:

- Explorar a aplicação de tecnologias digitais tridimensionais avançadas, nomeadamente a CBCT e os *scanners* intraorais, na análise detalhada dos tecidos moles palatinos.
- Desenvolver e validar uma metodologia precisa, fiável e reprodutível para a avaliação tridimensional da espessura (média e máxima) e do volume da mucosa palatina.
- Quantificar e analisar as espessuras e volumes palatinos em diferentes regiões anatómicas (ROI), identificando padrões morfológicos e variações individuais relacionadas com lateralidade, sexo e idade.
- Apoiar o planeamento cirúrgico personalizado em Periodontologia e Implantologia, identificando, com base em dados objetivos, as zonas palatinas mais adequadas para a colheita de enxertos gengivais.
- Demonstrar a viabilidade clínica da fusão entre modelos ósseos e gengivais, obtidos por CBCT e *scanner* intraoral, como ferramenta digital de apoio ao diagnóstico e à prática clínica baseada em evidência.
- Contribuir para a base científica de futuras investigações, fornecendo dados preliminares que sustentem o desenvolvimento de protocolos clínicos mais eficazes, seguros e individualizados no âmbito da reabilitação oral.

## 2.2. Hipóteses Nulas

**H<sub>01</sub>** – Há diferenças de espessura e volume palatinos entre o lado esquerdo e direito no mesmo ROI?

**H<sub>02</sub>** – Existem diferenças entre os diferentes ROIs da mesma hemiarcada?

**H<sub>03</sub>** – Há diferenças de espessura e volume palatinos da mesma hemiarcada entre os sexos?

**H<sub>04</sub>** – Há diferenças de espessura e volume palatinos da mesma hemiarcada entre diferentes faixas etárias (categorias de idade)?

**H<sub>05</sub>** – Existe correlação significativa entre a idade exata do paciente (variável contínua) e a espessura e volume palatinos?

**H<sub>06</sub>** – Existem diferenças significativas na espessura média global dos tecidos moles palatinos entre os diferentes ROIs?

**H<sub>07</sub>** – Há diferenças significativas na espessura média global dos tecidos moles palatinos entre os sexos?

**H<sub>08</sub>** – Há diferenças significativas na espessura média global dos tecidos moles palatinos entre as diferentes faixas etárias?

**H<sub>09</sub>** – Existe correlação significativa entre a idade e a espessura média global dos tecidos moles palatinos?

### **3.MATERIAIS E MÉTODOS**



### 3.1. Desenho do Estudo

A presente investigação, intitulada “3D Palatal Soft Tissue Volumes: Pilot Study”, dá continuidade ao trabalho desenvolvido por Riccardo Corsi no ano letivo de 2023/2024, intitulado “3D Palatal Soft Tissue Analysis: A Pilot Study”. O objetivo foi expandir os dados previamente obtidos ampliando a amostra e aprofundando a análise estatística das espessuras e volumes dos tecidos moles palatinos.

Trata-se de um estudo piloto de pequena escala que procurou aumentar a amostra, aplicar critérios de seleção mais rigorosos e focar-se na avaliação das espessuras e volumes dos tecidos moles palatinos em pacientes da Clínica Dentária da Universidade Católica Portuguesa de Viseu.

O estudo de Corsi decorreu entre 10 de janeiro de 2023 e 10 de janeiro de 2024, tendo incluído 49 pacientes, dos quais 36 foram aproveitados na presente análise. Posteriormente, foram incluídos mais 44 pacientes, entre 1 de fevereiro e 31 de julho de 2024. A amostra final foi composta por 80 indivíduos, sendo 45 do sexo feminino e 35 do sexo masculino.

### 3.2. Caracterização dos Dados a Recolher

#### 3.2.1. Introdução ao Estudo

Foram recolhidos dados de 80 pacientes na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa de Viseu, 119 pacientes foram excluídos por não cumprirem os critérios de inclusão estabelecidos.

Os principais motivos de exclusão foram: menos de 12 dentes na maxila, idade inferior a 18 anos, ausência da região palatina no CBCT ou *scanner*, *scanner* intraoral sem CBCT correspondente, inconsistências nos dados registados nos softwares utilizados. Este estudo tem como objetivo avaliar o potencial das tecnologias de imagiologia 3D na obtenção de informações precisas sobre os tecidos moles palatinos, contribuindo para o aperfeiçoamento do diagnóstico clínico e o desenvolvimento de planos de tratamento personalizados.

### 3.2.2. Critérios de Inclusão

**Tabela 3:** Critérios de inclusão.

<b>Critérios de Inclusão</b>	<b>Descrição</b>
<b>Imagiologia Prévia</b>	CBCT e <i>scanner</i> intraoral pré-existentes do maxilar superior e do palato, realizados no período de 12 meses anterior (entre julho de 2023 e julho de 2024).
<b>Medicação</b>	Ausência de medicação associada a hiperplasia gengival, como antiepiléticos, imunossupressores ou anti-hipertensores.
<b>Historial Clínico</b>	Isenção de cirurgias mucogengivais ou ósseas na região em análise.
<b>Saúde Periodontal</b>	Periodonto saudável, definido pela presença de bolsas periodontais com profundidade inferior a 4 mm.
<b>Condição Dentária</b>	Dentição palatina com pelo menos 12 dentes.
<b>Idade</b>	> 18 anos.

### 3.2.3. Anonimização dos Dados

A anonimização garantiu que os dados não pudessem ser associados a nenhum paciente em específico.

### 3.2.4. Confidencialidade e Ética

Os dados clínicos foram tratados com rigorosa confidencialidade, garantindo a privacidade dos pacientes e acesso restrito aos especialistas envolvidos. A informação recolhida foi utilizada exclusivamente pela equipa de investigação, assegurando uma gestão ética e responsável, alinhada com os objetivos científicos do projeto. Este projeto recebeu aprovação da Comissão de Ética, que emitiu parecer favorável sob o título “*Aplicação das tecnologias digitais na reabilitação oral*”, nº 201.

### 3.3. Instrumentos de Recolha e Análise de Dados

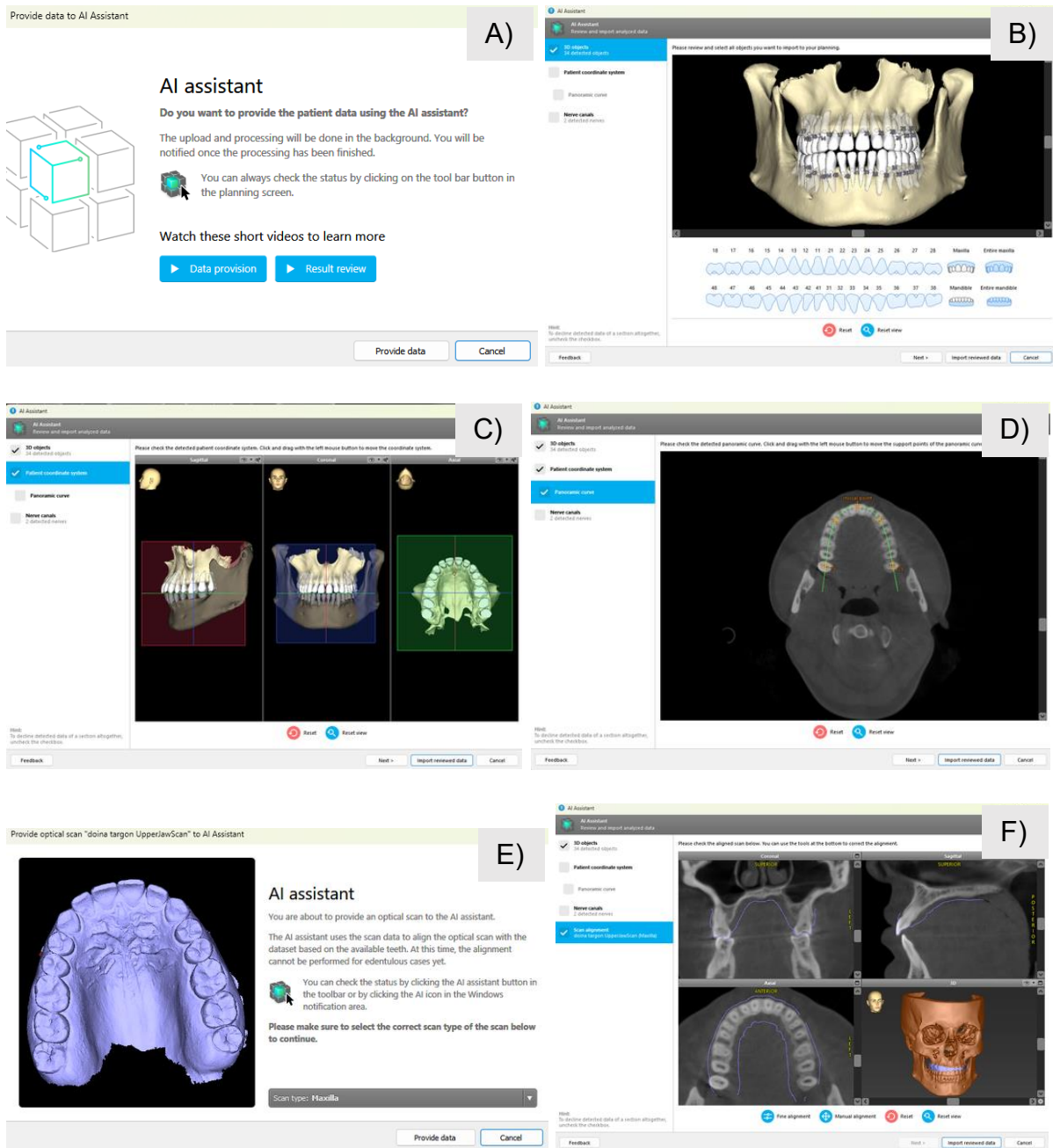
Neste estudo analisou-se a espessura da mucosa palatina e as variações dos tecidos moles entre pacientes, integrando dados extraídos do software de gestão clínica da universidade, *NewSoft DS® - Versão 17 (software de gestão clínica para a Medicina Dentária, desenvolvido por ImaginaSoft HS, Portugal, 2020)*. Estes ficheiros incluíram informações clínicas e resultados de exames imagiológicos, como a CBCT (formato DICOM) obtida através do aparelho de raio-x *Planmeca ProMax® 3D Mid (Planmeca OY, Helsínquia, Finlândia, 2018)*, bem como *scanners* intraorais (modelos STL) dos tecidos moles palatinos, digitalizados com o *software 3Shape TRIOS 4® - Versão 24.0 (3Shape A/S, Copenhaga, Dinamarca, 2025)*.

Após a obtenção dos ficheiros STL (*scanner* intraoral) e DICOM (CBCT), estes foram importados para o *CoDiagnostiX® - Versão 10.8.1 (Dental Wings GmbH, Chemnitz, Alemanha, 2024)* onde um assistente de inteligência artificial garantiu a fusão de dados entre os modelos ósseo (CBCT) e gengival (*scanner* intraoral).

O procedimento teve início com a criação de um novo caso no software e a importação das imagens DICOM provenientes da CBCT. Estas imagens permitiram a visualização detalhada das estruturas ósseas do maxilar superior, designadamente as arcadas dentárias e a base óssea de suporte. Em seguida, foi importado o ficheiro STL correspondente ao modelo digital do mesmo maxilar, previamente obtido através de um *scanner* intraoral.

Para realizar o alinhamento entre os dois conjuntos de dados, utilizou-se a funcionalidade “Alinhar Modelo 3D” disponível no módulo de fusão do *software*. A primeira fase consistiu na ativação do *AI Assistant*, (Fig. 5) que efetuou automaticamente a fusão inicial entre os dois modelos.

Caso a fusão automática se mostrasse insatisfatória, seria então realizado um alinhamento manual, através da seleção de quatro pontos anatómicos coincidentes nas duas representações (cúspides de dentes anteriores e posteriores, ou outras referências morfológicas visíveis tanto no modelo digital como na imagem tomográfica), seguido de um refinamento manual.

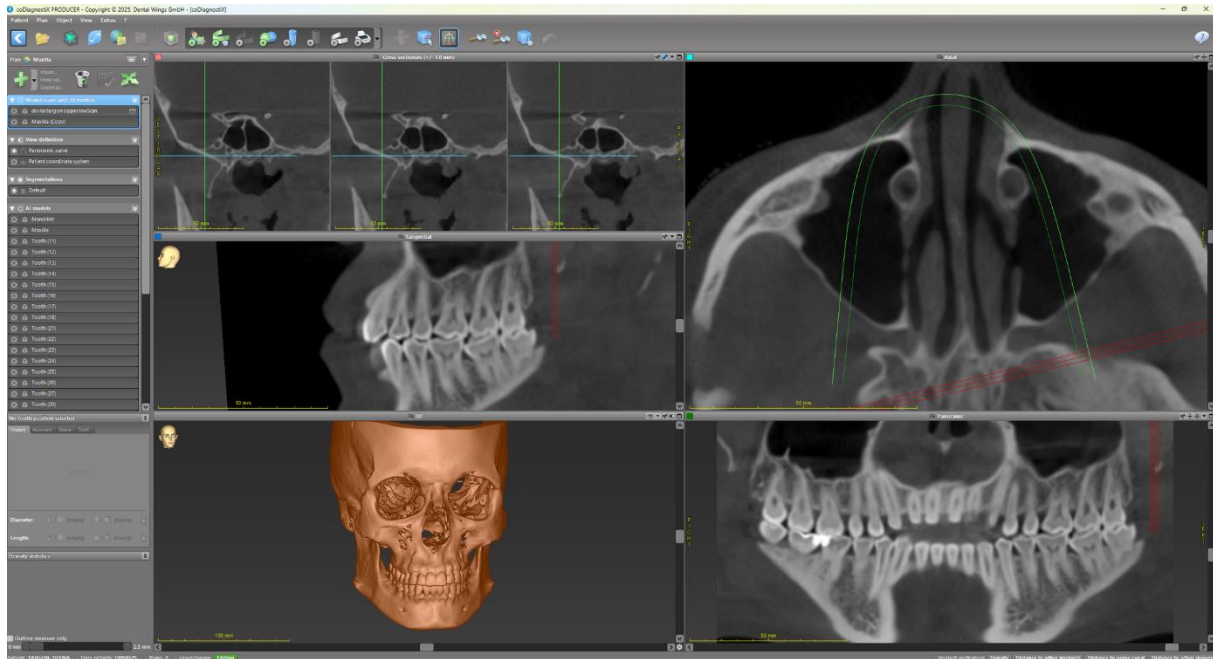


**Figuras 5:** A); B); C); D); E) e F) - Diferentes etapas do processo de alinhamento entre o modelo STL e as imagens DICOM no CoDiagnostiX®, com recurso ao assistente de inteligência artificial (AI Assistant), desde a ativação da ferramenta, seleção de opções e tipologia de ficheiro até à fusão automática inicial e avaliação preliminar da correspondência.

Posteriormente, foi aplicado o algoritmo de refinamento automático baseado no método *Iterative Closest Point* que permitiu ajustar o modelo STL com elevada precisão à morfologia óssea representada na CBCT, com ênfase nas superfícies dentárias.

A qualidade do alinhamento foi cuidadosamente avaliada utilizando as visualizações multiplanares (axial, sagital e coronal), assim como a visualização tridimensional

combinada (Fig. 6). Observou-se uma correspondência precisa entre o modelo digital e as estruturas ósseas identificáveis nas imagens tomográficas, sem registo de desalinhamentos relevantes.



**Figura 6:** Ambiente de trabalho no CoDiagnostiX® durante a fase de validação final do alinhamento entre as imagens DICOM e o modelo STL, com visualização multiplanar e tridimensional combinada.

Com o alinhamento validado, o modelo fusionado foi guardado para posterior utilização no *software* Geomagic Control X® - Versão 2022.1. (3D Systems Corporation, Rock Hill, Carolina do Sul, EUA, 2022)

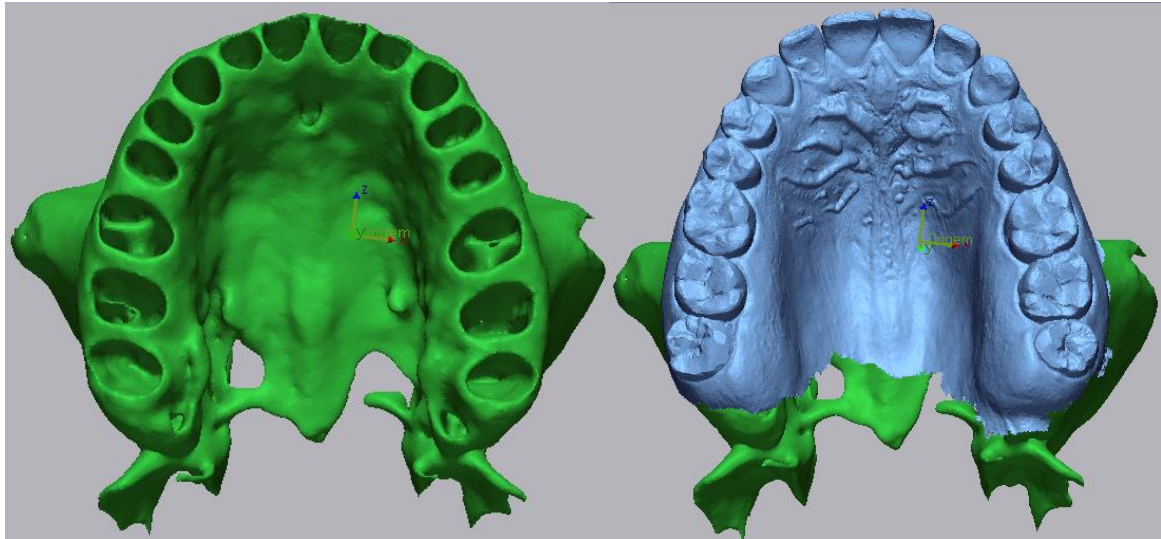
Este modelo fusionado foi importado para este *software* onde definiu-se como ROI a área palatina de cada hemiarcada, compreendida entre o canino e o segundo molar para realização das medições tridimensionais.

Este *software* gera um mapa de cores que mostra as diferenças de distância entre os dois modelos em cada ponto da superfície analisada (Fig.7).

O mapa de discrepância é codificado por cores que indicam a distância entre as duas superfícies comparadas, nomeadamente a gengival (modelo STL) e a óssea (modelo DICOM). As cores representam diferenças de espessura entre os modelos:

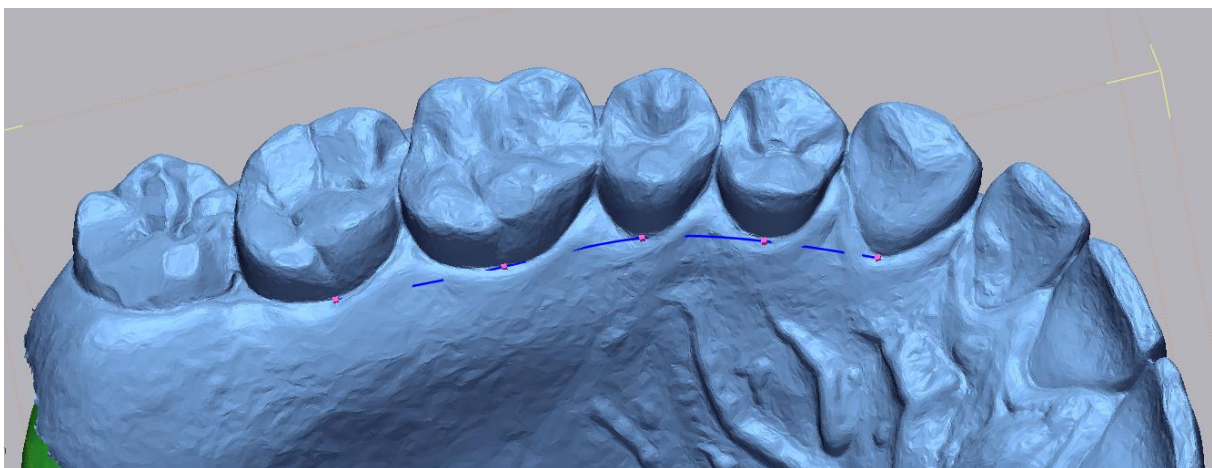
- tons azuis: assinalam regiões onde a superfície analisada está mais próxima ou abaixo da superfície de referência refletindo menor espessura de tecido;

- verde: indica concordância ou diferença mínima entre as superfícies com valores próximos de zero;
- tons vermelhos: correspondem a áreas onde a superfície analisada se encontra mais distante da referência indicando maior espessura de tecido.



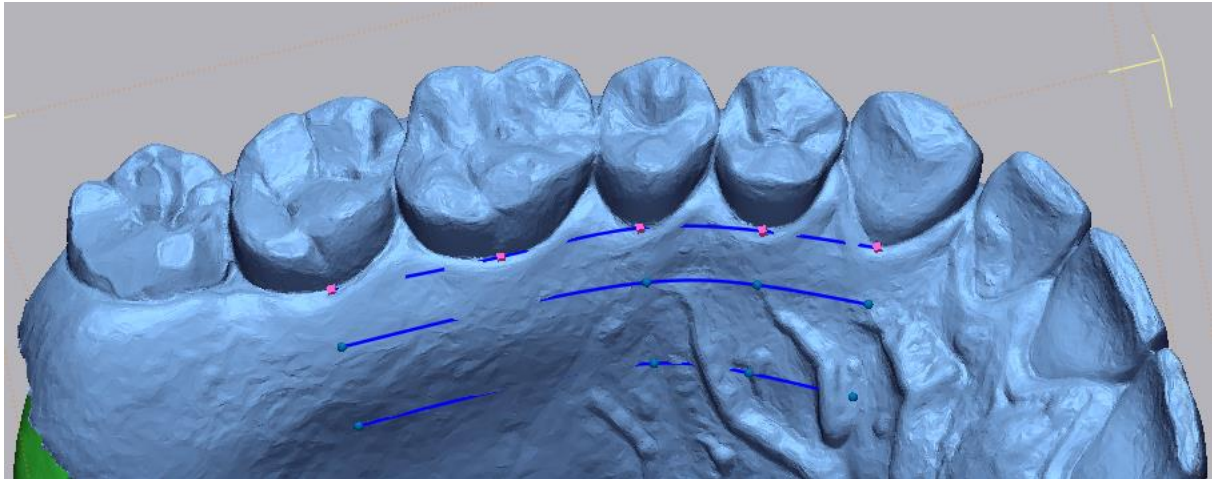
**Figura 7:** Sobreposição do modelo ósseo (verde) e do modelo digital da arcada maxilar (azul) no software Geomagic Control X® (Versão 2022.1).

Iniciou-se o desenho das linhas de referência. Primeiro foi selecionada a opção “Curvas” e nesse menu escolhida a função “Curva”, seguida de “Spline”. Na hemiarcada direita marcou-se um ponto na margem gengival ao nível do meio de cada dente seguinte: canino, 1.º pré-molar, 2.º pré-molar, 1.º molar e 2.º molar. De seguida clicou-se em “Linhas Curvilíneas” (✓) e obteve-se a primeira linha horizontal junto à margem gengival com os cinco pontos assinalados (Fig. 8)



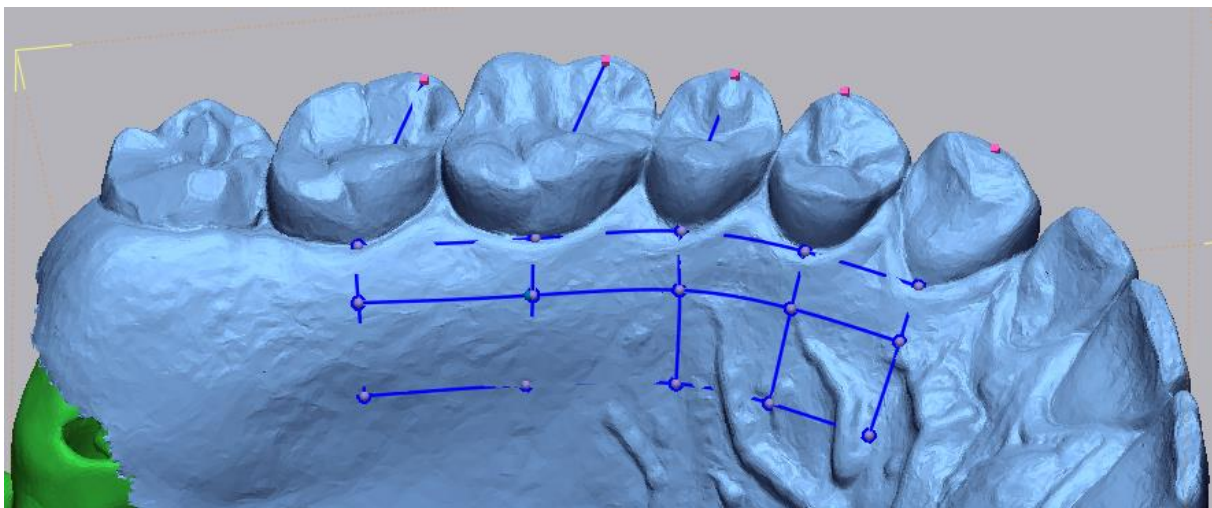
**Figura 8:** Primeira linha horizontal junto à margem gengival com os cinco pontos de referência assinalados (hemiarcada direita).

Com a opção “Deslocar”, criaram-se mais duas linhas no sentido apical a partir da primeira. A segunda linha foi posicionada a 3 mm da primeira e a terceira a 8 mm, obtendo-se assim três linhas horizontais paralelas. (Fig. 9)



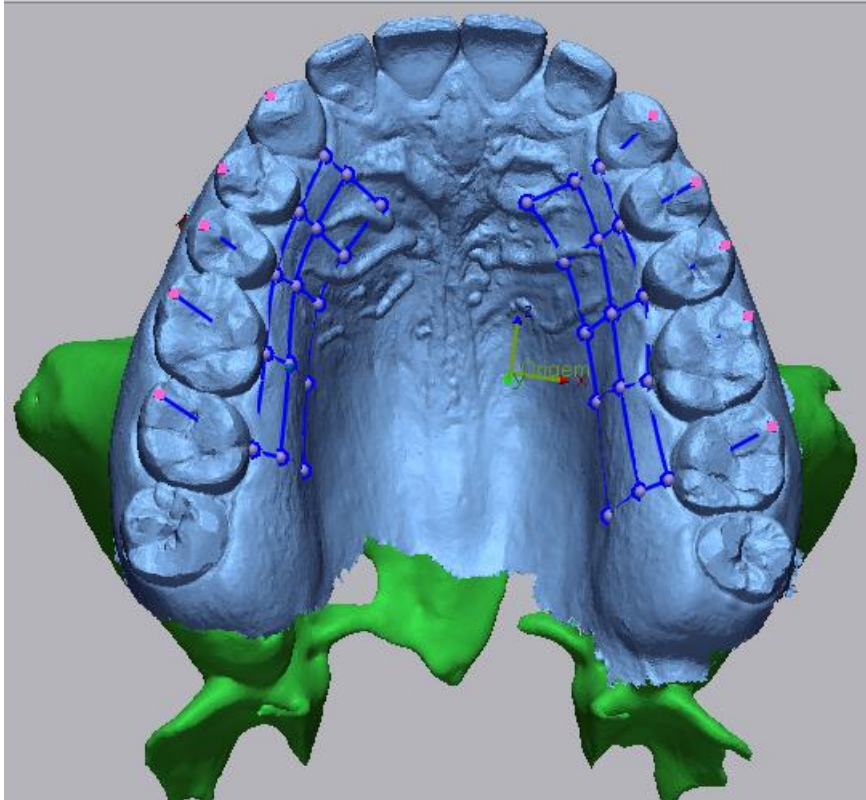
**Figura 9:** Representação das três linhas de referência horizontais (hemiarcada direita).

Marcaram-se pontos de referência em cada cúspide. No canino, o ponto foi colocado na cúspide única. No 1.º e 2.º pré-molares, o ponto foi colocado na cúspide vestibular. No 1.º e 2.º molares, o ponto foi colocado na cúspide mesiovestibular. Cada ponto foi depois unido ao ponto correspondente na margem gengival (1.ª linha) e aos pontos das 2.ª e 3.ª linhas, criando-se assim as linhas de referência verticais. Este processo foi repetido para cada dente da hemiarcada direita, obtendo-se as linhas verticais de análise. Foram definidas as quatro áreas de estudo da hemiarcada direita (Fig. 10).



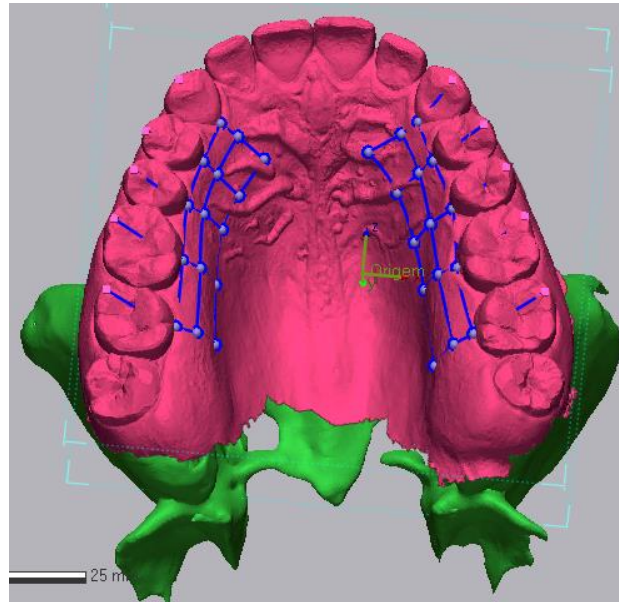
**Figura 10:** Representação das quatro áreas de estudo da hemiarcada direita.

O mesmo procedimento foi realizado na hemiarcada esquerda, permitindo a definição precisa das regiões em estudo em cada hemiarcada e delimitando assim oito áreas de interesse por arcada (Fig. 11)



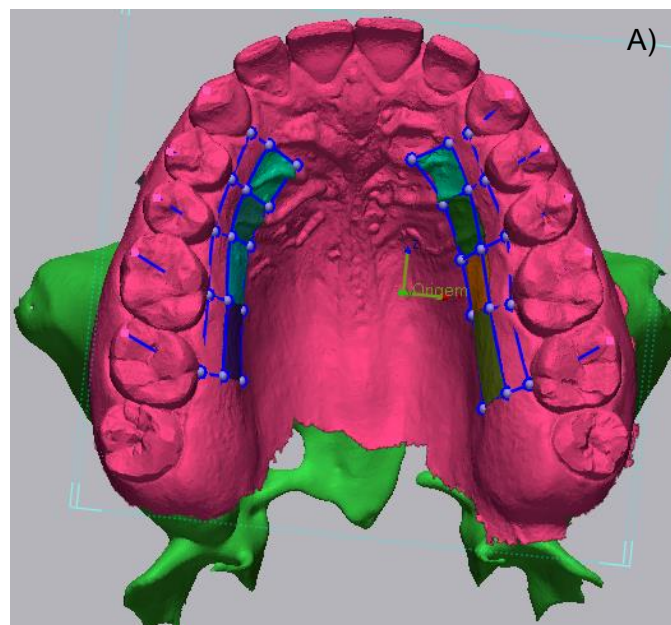
**Figura 11:** Representação das 8 áreas de estudo na arcada superior (direita e esquerda).

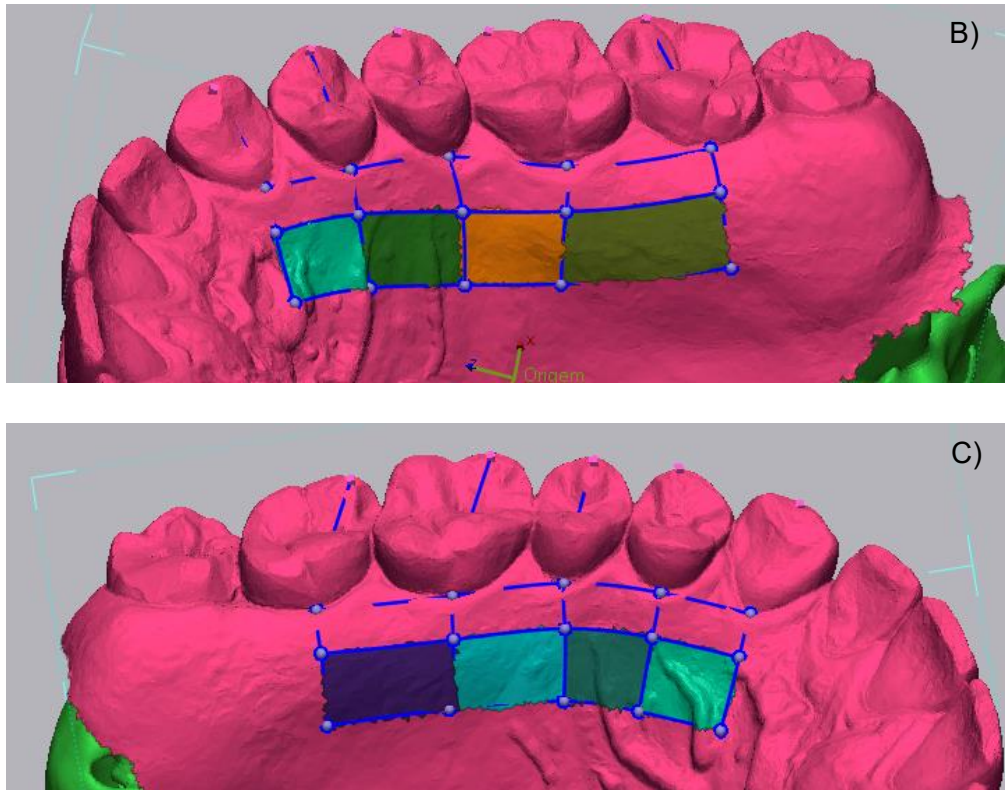
Clicou-se no ícone localizado no canto inferior direito da tela (📏). No Gerenciador de Modelo foi selecionado o modelo digital da arcada maxilar (ficheiro obtido através do *scanner*) e em seguida clicou-se em "Mover para Referência". Posteriormente acedeu-se ao menu "Região" onde se verificou a alteração da coloração do modelo confirmando a atribuição da referência (Fig. 12).



**Figura 12:** Representação da alteração da coloração do modelo confirmando a atribuição da referência.

No menu “Região” foi selecionado o comando “Dividir” e o modo de seleção “Pincel”, utilizado para delimitar manualmente cada região da hemiarcada esquerda e da hemiarcada direita. Após cada delimitação clicou-se em “Dividir” (✓). Como resultado obtiveram-se oito áreas delimitadas, cada uma com uma cor distinta (Fig. 13 A), B), C)).





**Figura 13:** A) Arcada completa com as oito regiões de interesse (ROIs) delimitadas por cores distintas. B) Quatro ROIs correspondentes à hemiarcada esquerda. C) Quatro ROIs correspondentes à hemiarcada direita.

No menu “Comparar” selecionou-se a opção “Comparação 3D”. Após definir a área a ser analisada, clicou-se novamente em “Comparação 3D” (✓). Este procedimento permitiu a obtenção dos valores de espessura máxima, mínima e média de cada ROI. Cada um desses valores foi inserido manualmente numa tabela do Microsoft Excel, criando-se colunas específicas para Máximo, Mínimo e Média, onde foram armazenados todos os dados obtidos.

Em seguida, foi necessário regressar ao software Geomagic Control X® para o cálculo da área de cada ROI. Para tal, clicou-se em cada região delimitada e na barra de propriedades, no parâmetro “Geometria de Referência” selecionou-se a opção “Calcular Área” obtendo-se assim o valor da área em milímetros quadrados (mm<sup>2</sup>).

Por fim, na tabela Excel criou-se uma nova coluna intitulada Volume, onde foi aplicada diretamente a seguinte fórmula: (Média entre espessura máxima e mínima) × Área. Desta forma, obteve-se o valor estimado do volume (mm<sup>3</sup>) para cada uma das oito ROIs por paciente.

**Tabela 4:** Regiões de interesse (ROIs) na hemiarcada esquerda.

ROI – 1	Área palatina do canino ao primeiro pré-molar (PA_CPM1)
ROI – 2	Área palatina do primeiro pré-molar ao segundo pré-molar (PA_PM1PM2)
ROI – 3	Área palatina do segundo pré-molar ao primeiro molar (PA_PM2M1)
ROI – 4	Área palatina do primeiro molar ao segundo molar (PA_M1M2)

**Tabela 5:** Regiões de interesse (ROIs) na hemiarcada direita.

ROI – 1	Área palatina do canino ao primeiro pré-molar (PA_CPM1)
ROI – 2	Área palatina do primeiro pré-molar ao segundo pré-molar (PA_PM1PM2)
ROI – 3	Área palatina do segundo pré-molar ao primeiro molar (PA_PM2M1)
ROI – 4	Área palatina do primeiro molar ao segundo molar (PA_M1M2)

As áreas analisadas foram aquelas situadas entre 3 mm e 8 mm da margem gengival, intervalo escolhido com base na sua relevância clínica e na necessidade de compreender as características dos tecidos gengivais nesta gama de distâncias.

Esta abordagem metodológica assegurou uma avaliação precisa e reproduzível das condições gengivais.

### 3.4. Análise Estatística

Os dados recolhidos foram introduzidos e organizados numa base de dados elaborada na plataforma *Microsoft® Excel® - Versão 2411 Build 16.0.18227.20082 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, 2024)*, onde foram registados os valores obtidos em cada medição.

A análise estatística foi realizada com *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)® - Versão 27.0. (IBM Corporation, Armonk, NY, 2025)* e teve como objetivo avaliar as diferenças e relações nas espessuras da mucosa palatina (máxima, média e volume) nos diferentes ROIs das hemiarcadas direita e esquerda, bem como a sua associação com variáveis como o sexo e a idade dos pacientes.

Procedeu-se à caracterização dos parâmetros em estudo através da média, desvio padrão e mediana, utilizando tabelas de frequências e gráficos para ilustrar as variáveis em análise.

Para a comparação das espessuras da mucosa entre as hemiarcadas esquerda e direita do mesmo paciente, foi aplicado o teste paramétrico  $t$  para amostras emparelhadas, adequado para avaliar diferenças entre medidas relacionadas (isto é, obtidas nos dois lados da mesma área de interesse, como por exemplo o ROI correspondente na hemiarcada esquerda e direita).

Na comparação entre grupos independentes, como por exemplo sexo (homens vs. mulheres) utilizou-se o teste paramétrico  $t$  para amostras independentes com o objetivo de identificar diferenças estatisticamente significativas nas espessuras palatinas entre os dois grupos.

Para comparar os valores das espessuras entre os diferentes ROI dentro de cada hemiarcada, recorreu-se ao teste ANOVA para amostras emparelhadas (ANOVA de medidas repetidas), que permitiu verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre os vários segmentos anatómicos avaliados. Quando este teste revelou significância, foram realizadas comparações múltiplas com correção de Bonferroni, a fim de identificar os grupos (ROI) entre os quais existiam diferenças estatisticamente relevantes.

No caso da comparação entre faixas etárias ([19–30[, [30–45[, [45–60[, [60–75[), aplicou-se o teste ANOVA para amostras independentes, apropriado para comparar mais de dois grupos distintos. Quando se verificaram diferenças significativas, utilizaram-se novamente comparações múltiplas com correção de Bonferroni para determinar entre quais faixas etárias essas diferenças ocorriam. A verificação do pressuposto da normalidade foi realizada através do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Para analisar a relação entre a idade dos pacientes e a espessura da mucosa palatina, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, que mede a força e a direção da associação linear entre duas variáveis contínuas. Esta análise foi realizada separadamente para cada ROI e hemiarcada. A intensidade deste é classificada como fraca se varia entre 0,3 a 0,5; moderada se varia entre 0,5 a 0,7; forte se varia entre 0,7 a 0,9 e muito forte se superior a 0,9.



Todas as análises estatísticas consideraram um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Os resultados foram organizados em tabelas específicas ao longo do trabalho, com apresentação clara dos valores médios, desvios padrão, estatísticas de teste e valores de p correspondentes.

Os resultados foram comparados com estudos anteriores, com o objetivo de validar as metodologias utilizadas.



## **4.RESULTADOS**



Neste estudo foram considerados 80 pacientes.

**Tabela 6:** Caracterização do sexo e idade da amostra.

Idade (anos)	Sexo		Total n (%)
	Feminino n (%)	Masculino n (%)	
[19; 30[	23 (51,1)	9 (25,7)	22 (40,0)
[30; 45[	12 (26,7)	7 (20,0)	19 (23,8)
[45; 60[	5 (11,1)	10 (28,6)	15 (18,8)
[60; 75[	5 (11,1)	9 (25,7)	14 (17,5)
<b>Total</b>	45 (100)	35 (100)	80 (100)

Conforme tabela 6 tem-se 56,2% (45) dos pacientes do sexo feminino e 43,8% (35) do sexo masculino. No que trata as idades observa-se que 63,8% (41) tinham idade inferior a 45 anos, sendo que as faixas etárias seguintes se encontravam equilibradas. Contudo, observa-se que a maioria das mulheres tinha idade inferior a 30 anos e a maioria dos homens idade superior a 45 anos.

**Tabela 7:** Comparação das espessuras dos diferentes ROI entre hemiarçadas.

ROI	Medidas da espessura	min-max		$\bar{X} \pm s$		$\bar{X}$		Teste t T (p)
		Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	
Canino 1º pré-molar	Máximo	3,25 – 5,32	3,01 – 5,07	4,52±0,36	4,39±0,53	4,52	4,48	5,566 (0,012)
	Média	1,83 – 4,20	1,91 – 4,31	3,04±0,51	3,03±0,55	3,05	3,11	0,298 (0,767)
	Volume	40,84 – 173,53	46,32 – 171,64	99,48±25,88	98,84±27,15	97,47	95,85	0,244 (0,808)
1º pré-molar e 2º pré-molar	Máximo	2,64 – 5,32	2,47 – 5,14	4,46±0,43	4,28±0,51	4,47	4,35	3,315 (0,001)
	Média	1,73 – 4,39	1,83 – 4,82	3,23±0,53	3,22±0,60	3,25	3,21	0,517 (0,607)
	Volume	51,33 – 220,58	53,03 – 211,29	106,53±30,13	107,20±31,63	102,56	103,92	0,036 (0,971)
2º pré-molar e 1º molar	Máximo	2,39 – 5,29	2,55 – 5,13	4,37±0,53	4,35±0,51	4,45	4,38	0,358 (0,721)
	Média	1,64 – 4,34	1,95 – 4,61	3,09±0,66	3,12±0,64	3,14	3,08	-0,487 (0,628)
	Volume	58,18 – 221,92	53,81 – 262,55	135,14±34,40	137,79±36,74	133,01	133,62	-0,640 (0,524)
1º molar e 2º molar	Máximo	2,29 – 5,31	2,34 – 5,00	4,33±0,60	4,23±0,70	4,44	4,44	1,692 (0,095)
	Média	1,12 – 4,83	0,82 – 4,24	2,86±0,77	2,79±0,74	2,84	2,78	0,918 (0,362)
	Volume	62,52 – 286,46	47,12 – 286,69	151,43±49,20	144,79±49,88	150,81	140,78	1,054 (0,295)

min-max – mínimo- máximo;  $\bar{X} \pm s$  – média  $\pm$  desvio padrão;  $\bar{X}$  – mediana; T (p) – estatística do teste t para amostras emparelhadas (valor de prova)

A tabela 7 apresenta a caracterização das espessuras (máxima, média e volume) de cada ROI nas hemiarcadas direita e esquerda, com base nas estatísticas: mínimo, máximo, média, desvio padrão e mediana. Para comparar os resultados entre as hemiarcadas utilizou-se o teste *t* para amostras emparelhadas.

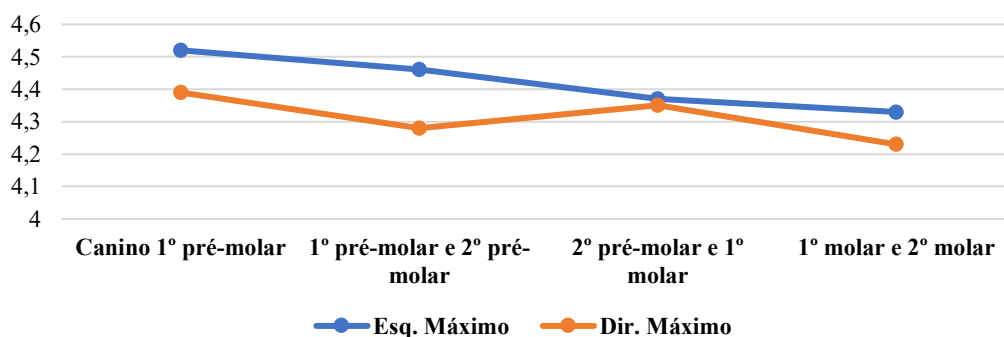
No ROI do canino ao 1º pré-molar, as espessuras médias e o volume foram semelhantes entre as hemiarcadas (esquerda:  $3,04 \pm 0,51$  e  $99,48 \pm 25,88$ ; direita:  $3,03 \pm 0,55$  e  $98,84 \pm 27,15$ ). Apenas a espessura máxima apresentou diferença estatisticamente significativa (esquerda:  $4,52 \pm 0,36$ ; direita:  $4,39 \pm 0,53$ ).

No ROI do 1º para o 2º pré-molar, as espessuras máxima e média foram ligeiramente superiores à esquerda, enquanto o volume foi ligeiramente superior à direita. No entanto, essas diferenças não foram estatisticamente significativas.

Para o ROI do 2º pré-molar ao 1º molar, as espessuras médias e o volume foram ligeiramente superiores à direita, enquanto a espessura máxima foi maior à esquerda, sem diferenças estatisticamente significativas.

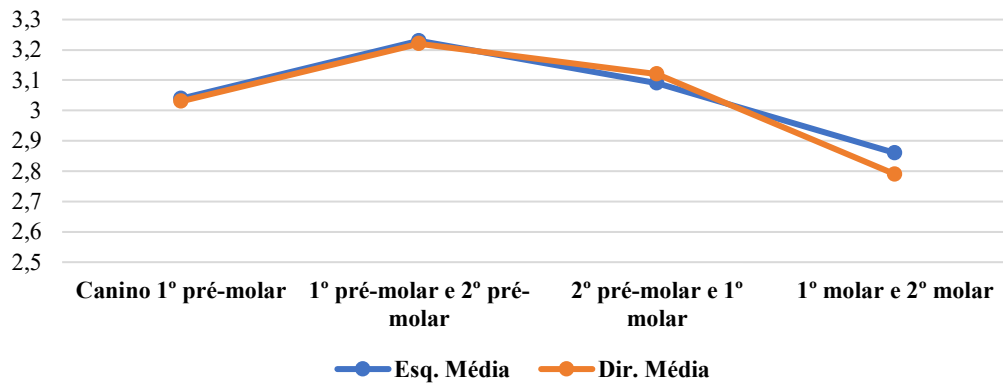
No ROI do 1º ao 2º molar, os valores médios e medianos de todas as espessuras foram ligeiramente superiores à esquerda, mas também sem significância estatística.

Nos gráficos que se seguem apresenta-se a representação dos valores médios para os diferentes ROI nas duas hemiarcadas e para cada espessura em estudo.



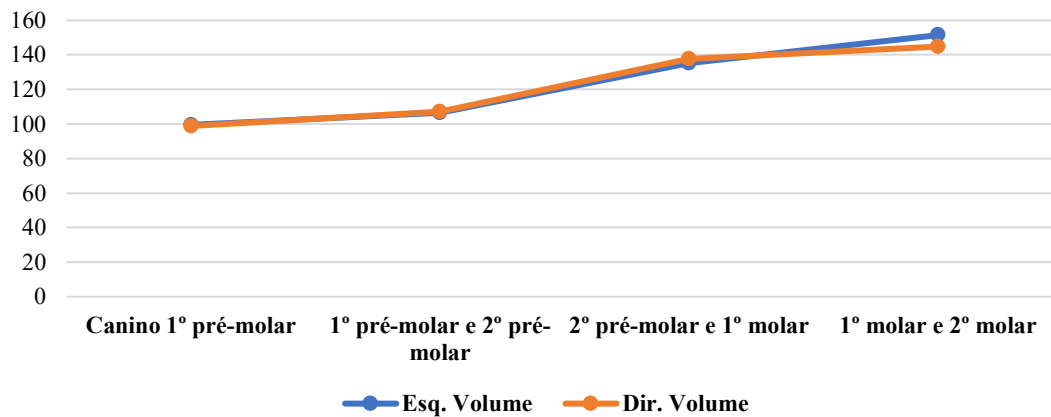
**Figura 14:** Valores médios da espessura máxima entre os diferentes ROI nas hemiarcadas direita e esquerda.

No gráfico da figura 14 é possível observar a proximidade dos valores médios para a espessura máxima entre hemiarcadas nomeadamente nos ROI 2º pré-molar a 1º molar e 1º molar a 2º molar. É de salientar a variação entre os ROI em cada hemiarcada.



**Figura 15:** Valores médios da espessura média entre os diferentes ROI e em cada hemiarcada.

O gráfico da figura 15 revela valores médios próximos para a espessura média em todos os ROI, sendo mais elevados no ROI do 1º para o 2º pré-molar e mais baixos no ROI do 1º para o 2º molar, em ambas as hemiarcadas.



**Figura 16:** Valores médios do volume entre os diferentes ROI em cada hemiarcada.

O gráfico da figura 16 mostra valores médios de volume próximos entre os ROI, com os mais elevados no ROI do 1º ao 2º molar e os mais baixos no ROI do canino ao 1º pré-molar, em ambas as hemiarcadas.

**Tabela 8:** Resultados da comparação das espessuras entre os ROI da hemiarcada esquerda.

Medidas da espessura	Teste Anova F (p)	Comparações múltiplas de Bonferroni
Máxima	4,779 (0,003)	Canino a 1º pré-molar diferente de 2º pré-molar a 1º molar e de 1º molar a 2º molar.
Média	8,431 (0,000)	Canino a 1º pré-molar diferente de 1º pré-molar a 2º pré-molar; 1º molar a 2º molar diferente de 1º pré-molar a 2º pré-molar e de 2º pré-molar a 1º molar.
Volume	38,519 (0,000)	Canino a 1º pré-molar e 1º pré-molar a 2º pré-molar diferentes de 2º pré-molar a 1º molar e de 1º molar a 2º molar; 2º pré-molar a 1º molar diferente de 1º molar a 2º molar.

F (p) – estatística do teste Anova para amostras emparelhadas (valor de prova);

A tabela 8 apresenta os resultados do teste Anova para amostras emparelhadas, utilizado para comparar os diferentes ROI quanto às espessuras e volume na hemiarcada esquerda. Quando se verificaram diferenças estatisticamente significativas foram realizadas comparações múltiplas com correção de Bonferroni para identificar entre quais grupos essas diferenças ocorriam.

Os resultados indicaram que para todas as espessuras existia pelo menos um ROI com valores estatisticamente diferentes dos demais.

Espessura máxima: o ROI canino a 1º pré-molar apresentou valor médio significativamente superior aos ROI 2º pré-molar a 1º molar e 1º molar a 2º molar.

Espessura média: o ROI canino a 1º pré-molar teve valor médio significativamente inferior ao ROI 1º pré-molar a 2º pré-molar. Além disso, o ROI 1º molar a 2º molar apresentou valor médio significativamente inferior aos ROI 1º pré-molar a 2º pré-molar e 2º pré-molar a 1º molar.

Volume: os ROI canino a 1º pré-molar e 1º pré-molar a 2º pré-molar apresentaram valores médios semelhantes e significativamente inferiores aos dos ROI 2º pré-molar a 1º molar e 1º molar a 2º molar. Adicionalmente, o volume médio do ROI 2º pré-molar a 1º molar foi significativamente inferior ao do ROI 1º molar a 2º molar.

Na tabela 9 ilustram-se os resultados idênticos aos apresentados na tabela 8, mas para a hemiarcada à direita.

**Tabela 9:** Resultados da comparação das espessuras entre os ROI da hemiarcada direita.

Medidas da espessura	Teste Anova F (p)	Comparações múltiplas de Bonferroni
Máximo	1,941 (0,124)	Não se aplicou comparações múltiplas (não havia diferenças significativas).
Média	11,093 ( <b>0,000</b> )	Canino a 1º pré-molar diferente de 1º pré-molar a 2º pré-molar; 1º molar a 2º molar diferente de 1º pré-molar a 2º pré-molar e de 2º pré-molar a 1º molar.
Volume	35,885 ( <b>0,000</b> )	Canino a 1º pré-molar e 1º pré-molar a 2º pré-molar diferentes de 2º pré-molar a 1º molar e de 1º molar a 2º molar; 2º pré-molar a 1º molar diferente de 1º molar a 2º molar.

F (p) – estatística do teste *Anova* para amostras emparelhadas (valor de prova);

Com base na tabela, o teste *Anova* para amostras emparelhadas indicou que, na hemiarcada direita, existiam diferenças estatisticamente significativas entre os ROI nas espessuras média e volume.

Espessura média: o ROI canino a 1º pré-molar apresentou valor médio significativamente inferior ao ROI 1º pré-molar a 2º pré-molar. O ROI 1º molar a 2º molar também teve valor médio significativamente inferior aos ROI 1º pré-molar a 2º pré-molar e 2º pré-molar a 1º molar.

Volume: os ROI canino a 1º pré-molar e 1º pré-molar a 2º pré-molar apresentaram valores médios semelhantes e significativamente inferiores aos dos ROI 2º pré-molar a 1º molar e 1º molar a 2º molar. Além disso, o volume médio do ROI 2º pré-molar a 1º molar foi significativamente inferior ao do ROI 1º molar a 2º molar.

As tabelas 10 e 11 apresentam os resultados dos diferentes ROI por sexo e por hemiarçada, incluindo o teste t para amostras independentes para avaliar possíveis diferenças entre sexos.

**Tabela 10:** Comparação das espessuras dos diferentes ROI na hemiarçada esquerda entre mulheres e homens.

ROI esquerda	Medidas da espessura	$\bar{X} \pm s$		$\tilde{X}$		Teste t T (p)
		Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	
Canino a 1º pré-molar	Máximo	4,45±0,34	4,61±0,38	4,46	4,64	-2,015 (0,047)
	Média	2,89±0,51	3,23±0,44	2,83	3,15	-3,066 (0,003)
	Volume	97,59±28,98	101,87±21,54	94,93	97,94	-0,728 (0,469)
1º pré-molar a 2º pré-molar	Máximo	4,28±0,46	4,65±0,31	4,36	4,64	-3,932 (0,000)
	Média	3,03±0,56	3,46±0,55	3,03	3,54	-3,323 (0,001)
	Volume	102,18±28,65	111,38±31,42	98,37	107,79	-1,300 (0,198)
2º pré-molar a 1º molar	Máximo	4,17±0,53	4,63±0,41	4,37	4,71	-4,176 (0,000)
	Média	2,94±0,60	3,28±0,69	2,95	3,35	-2,372 (0,020)
	Volume	126,76±29,05	145,92±38,01	128,36	137,22	-2,556 (0,023)
1º molar a 2º molar	Máximo	4,15±0,61	4,56±0,51	4,33	4,62	-3,208 (0,002)
	Média	2,83±0,75	2,90±0,80	2,78	2,89	-0,377 (0,707)
	Volume	151,27±51,56	151,63±46,73	147,56	152,02	-0,033 (0,974)

$\bar{X} \pm s$  – média  $\pm$  desvio padrão;  $\tilde{X}$  – mediana; T (p) – estatística do teste t para amostras independentes (valor de prova)

Com base na tabela 10 (hemiarçada esquerda), a comparação por sexo mostra que os homens apresentam em geral valores médios e medianos mais elevados para todas as espessuras.

ROI canino a 1º pré-molar: os homens apresentaram valores significativamente superiores na espessura máxima (4,61±0,38 vs. 4,45±0,34;  $p < 0,05$ ) e média (3,23±0,44 vs. 2,89±0,51;  $p < 0,01$ ). No volume, não houve diferença significativa entre os sexos.

ROI 1º pré-molar a 2º pré-molar: os homens também apresentaram valores significativamente superiores nas espessuras máxima (4,65±0,31 vs. 4,28±0,46) e média (3,46±0,55 vs. 3,03±0,56), com volumes estatisticamente semelhantes entre sexos.

ROI 2º pré-molar a 1º molar: os homens tiveram valores significativamente superiores em todas as espessuras (máxima, média e volume).

ROI 1º molar a 2º molar: apenas a espessura máxima apresentou diferença significativa entre os sexos, sendo superior nos homens.

**Tabela 11:** Comparação das espessuras dos diferentes ROI na hemiarcada direita entre mulheres e homens.

ROI direita	Medidas da espessura	$\bar{X} \pm s$		$\tilde{X}$		Teste t T (p)
		Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	
Canino a 1º pré-molar	Máximo	4,30±0,54	4,50±0,51	4,45	4,68	-1,674 (0,098)
	Média	2,85±0,53	3,25±0,51	2,86	3,27	-3,473 ( <b>0,001</b> )
	Volume	95,45±27,40	103,10±26,62	90,34	105,61	-1,248 (0,216)
1º pré-molar a 2º pré-molar	Máximo	4,16±0,48	4,41±0,53	4,24	4,48	-2,104 ( <b>0,039</b> )
	Média	3,03±0,57	3,44±0,58	2,96	3,35	-3,179 ( <b>0,002</b> )
	Volume	102,70±26,90	112,49±36,10	102,61	105,22	-1,352 (0,180)
2º pré-molar a 1º molar	Máximo	4,23±0,53	4,50±0,43	4,26	4,52	-2,500 ( <b>0,015</b> )
	Média	3,01±0,67	3,26±0,59	2,96	3,33	-1,796 (0,076)
	Volume	127,52±31,89	151,00±38,74	125,29	150,35	-2,973 ( <b>0,004</b> )
1º molar a 2º molar	Máximo	4,03±0,73	4,49±0,58	4,26	4,63	-3,063 ( <b>0,003</b> )
	Média	2,63±0,76	2,99±0,68	2,54	3,07	-2,181 ( <b>0,030</b> )
	Volume	135,45±46,50	156,80±52,13	128,94	150,28	-1,932 (0,057)

$\bar{X} \pm s$  – média  $\pm$  desvio padrão;  $\tilde{X}$  – mediana; T (p) – estatística do teste t para amostras independentes (valor de prova)

Com base na tabela 11 (hemiarcada direita), os homens apresentaram valores médios e medianos mais elevados em todas as espessuras de cada ROI.

ROI canino a 1º pré-molar: a espessura média foi significativamente superior nos homens (3,25±0,51) em relação às mulheres (2,85±0,53; p<0,01).

ROI 1º pré-molar a 2º pré-molar: os homens apresentaram espessuras máxima (4,41±0,53) e média (3,44±0,58) significativamente superiores às das mulheres (4,16±0,48 e 3,03±0,57 respetivamente), com volumes estatisticamente semelhantes entre os sexos.

ROI 2º pré-molar a 1º molar: os homens tiveram valores significativamente superiores na espessura máxima (4,50±0,43 vs. 4,23±0,53) e no volume (151,00±38,74 vs. 127,52±31,89).

ROI 1º molar a 2º molar: observaram-se diferenças significativas nas espessuras máxima (4,49±0,58 vs. 4,03±0,73) e média (2,99±0,68 vs. 2,63±0,76), ambas superiores nos homens.

As tabelas 12 e 13 apresentam os resultados dos diferentes ROI por faixa etária e por hemiarcada, incluindo o teste ANOVA para amostras independentes. Quando

identificadas diferenças significativas, foram realizadas comparações múltiplas com correção de Bonferroni para determinar entre quais grupos existiam diferenças estatisticamente relevantes.

**Tabela 12:** Comparação das espessuras dos diferentes ROI na hemiarcada esquerda entre faixas etárias.

ROI esquerda	Medidas da espessura	Idade (anos)				Teste Anova F (p)
		[19, 30[	[30, 45[	[45, 60[	[60, 75[	
		$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	
Canino 1º a pré-molar	Máximo	4,51±0,36	4,46±0,43	4,54±0,28	4,60±0,37	0,405 (0,750)
	Média	2,87±0,52	2,96±0,35	3,28±0,41	3,29±0,57	4,055 (0,010) <sup>b, c, d</sup>
	Volume	95,59±22,94	104,59±20,60	100,75±37,84	100,47±24,31	0,484 (0,694)
1º pré-molar a 2º pré-molar	Máximo	4,34±0,55	4,44±0,34	4,55±0,28	4,63±0,33	1,668 (0,182)
	Média	2,93±0,55	3,28±0,48	3,43±0,61	3,65±0,46	6,511 (0,001) <sup>b, c</sup>
	Volume	92,63±23,21	110,25±23,68	108,69±25,42	130,62±39,93	5,967 (0,001) <sup>c</sup>
2º pré-molar a 1º molar	Máximo	4,14±0,65	4,35±0,46	4,61±0,26	4,65±0,25	4,859 (0,001) <sup>b, c</sup>
	Média	2,68±0,54	3,18±0,59	3,51±0,43	3,44±0,69	10,331 (0,000) <sup>a, b, c</sup>
	Volume	118,16±31,68	147,53±29,84	152,49±29,27	138,59±36,71	5,560 (0,002) <sup>a, b</sup>
1º molar a 2º molar	Máximo	4,11±0,69	4,27±0,63	4,51±0,34	4,71±0,26	4,226 (0,008) <sup>c</sup>
	Média	2,45±0,57	2,84±0,76	3,27±0,69	3,40±0,76	8,641 (0,000) <sup>b, c</sup>
	Volume	132,43±43,33	147,15±54,49	174,02±44,08	176,43±43,02	4,401 (0,007) <sup>b, c</sup>

$\bar{X} \pm s$  – média  $\pm$ desvio padrão; F (p) – estatística do teste *Anova* para amostras independentes (valor de prova); Comparações múltiplas Bonferroni: a – diferenças significativas entre classe [19; 30[ e classe [30;45[; b - diferenças significativas entre classe [19; 30[ e classe [45;60[; c - diferenças significativas entre classe [19; 30[ e classe [60;75[; d - diferenças significativas entre classe [30;45[ com classe [45; 60[ e classe [60;75[;

Na hemiarcada esquerda os resultados mostram que:

ROI canino a 1º pré-molar: as espessuras máxima e o volume são estatisticamente idênticos entre faixas etárias. A espessura média apresenta diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), com valores mais baixos nas faixas etárias [19;30[ e [30;45[, e mais elevados nas faixas [45;60[ e [60;75[, sendo as diferenças significativas entre jovens e mais velhos.

ROI 1º pré-molar a 2º pré-molar: a espessura máxima não difere entre faixas. No entanto, a espessura média e o volume aumentam com a idade, com diferenças significativas entre a faixa [19;30[ e as mais velhas.

ROI 2º pré-molar a 1º molar e 1º molar a 2º molar: apresentam diferenças estatisticamente significativas em todas as espessuras, com a faixa etária [19;30[ exibindo os valores médios mais baixos, significativamente inferiores aos das faixas etárias mais avançadas.

Na tabela 13 apresentam-se resultados idênticos, mas para a hemiarcada direita.

**Tabela 13:** Comparação das espessuras dos diferentes ROI na hemiarcada direita entre faixas etárias.

ROI direita	Medidas da espessura	Idade (anos)				Teste Anova F (p)
		[19, 30[	[30, 45[	[45, 60[	[60, 75[	
		$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	
Canino a 1º Pré-Molar	Máximo	4,29±0,63	4,42±0,43	4,40±0,53	4,55±0,42	0,755 (0,523)
	Média	2,82±0,61	2,97±0,36	3,26±0,59	3,33±0,39	4,330 (0,007) c
	Volume	94,68±28,87	99,73±24,76	107,74±28,22	97,68±25,29	0,796 (0,500)
1º Pré-Molar a 2º Pré-Molar	Máximo	3,96±0,56	4,35±0,36	4,47±0,34	4,64±0,38	9,169 (0,000) a, b, c
	Média	2,89±0,52	3,10±0,27	3,56±0,71	3,68±0,52	9,979 (0,000) a, b, c
	Volume	94,44±20,80	100,34±23,69	121,54±41,60	127,11±33,93	5,601 (0,002) b, c
2º Pré-Molar a 1º Molar	Máximo	4,08±0,61	4,37±0,33	4,57±0,27	4,67±0,31	7,253 (0,000) b, c
	Média	2,71±0,53	3,10±0,47	3,55±0,59	3,61±0,52	13,647 (0,000) b, c
	Volume	121,69±32,00	139,02±32,46	156,08±43,75	153,34±30,85	4,717 (0,005) b, c
1º Molar a 2º Molar	Máximo	3,91±0,81	4,27±0,63	4,50±0,50	4,64±0,33	5,220 (0,002) b, c
	Média	2,48±0,72	2,63±0,70	3,38±0,58	3,09±0,52	7,671 (0,000) b, c
	Volume	129,58±45,45	133,63±47,83	189,24±56,68	147,10±22,95	6,369 (0,001) b

$\bar{X} \pm s$  – média  $\pm$  desvio padrão;

F (p) – estatística do teste Anova para amostras independentes (valor de prova);

Comparações múltiplas Bonferroni:

a - diferenças significativas entre classe [19; 30[ e classe [30;45[;

b - diferenças significativas entre classe [19; 30[ e classe [45;60[;

c - diferenças significativas entre classe [19; 30[ e classe [60;75[;

ROI canino a 1º pré-molar: apresenta valores estatisticamente idênticos entre as faixas etárias para as espessuras máxima e volume. No entanto, na espessura média verificam-se diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ): as faixas etárias [19;30[ e [30;45[ apresentam os valores médios mais baixos, 2,82±0,61 e 2,97±0,36, respetivamente; enquanto as faixas [45;60[ e [60;75[ registam os valores mais elevados, 3,26±0,59 e 3,33±0,39, respetivamente, confirmando diferenças significativas entre os grupos etários mais jovens e os mais velhos.

ROI 1º pré-molar a 2º pré-molar, 2º pré-molar a 1º molar e 1º molar a 2º molar: observam-se diferenças estatisticamente significativas em todas as espessuras, com a faixa [19;30[ a apresentar consistentemente os valores médios mais baixos, significativamente inferiores aos das faixas etárias mais avançadas.

A tabela 14 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson entre as espessuras de todos os ROI e a idade, evidenciando a relação entre a evolução destas medidas e o aumento da idade.

**Tabela 14:** Resultados da correlação de Pearson entre a idade e as espessuras dos diferentes ROI nas duas hemiarcadas.

ROI	Medidas da Espessura	Coeficientes de correlação entre idade e espessura	
		Hemiarcada Esquerda r	Hemiarcada Direita r
Canino a 1º Pré-Molar	Máxima	0,062	0,142
	Média	0,374**	0,434**
	Volume	0,062	0,110
1º Pré-Molar a 2º Pré-Molar	Máxima	0,238*	0,522**
	Média	0,524**	0,565**
	Volume	0,460**	0,411**
2º Pré-Molar a 1º Molar	Máxima	0,404**	0,468**
	Média	0,538**	0,578**
	Volume	0,359**	0,388**
1º Molar a 2º Molar	Máxima	0,389**	0,421**
	Média	0,500*	0,435**
	Volume	0,340**	0,306**

r – Coeficiente de correlação, \*-significativo a 5%; \*\*-significativo a 1%;

De forma geral, verificou-se uma correlação positiva, fraca e estatisticamente significativa entre a idade e as espessuras nos ROI 1º pré-molar a 2º pré-molar, 2º pré-molar a 1º molar e 1º molar a 2º molar, em ambas as hemiarcadas. No ROI canino a 1º pré-molar, a correlação significativa ocorreu apenas na espessura média.

Na tabela 15 apresenta-se a caracterização da espessura média (considerando o resultado médio entre as duas hemiarcadas) para cada ROI e respetiva comparação.

**Tabela 15:** Comparação das espessuras médias dos diferentes ROI.

	ROI				Teste Anova F (p)	Comparações Múltiplas
	Canino a 1º Pré-molar	1º Pré-molar a 2º Pré-molar	2º Pré-molar a 1º Molar	1º Molar e 2º Molar		
$\bar{X} \pm s$	3,04±0,48	3,22±0,54	3,10±0,58	2,83±0,68	11,850 (0,000)	Canino a 1º pré-molar difere de 1º pré-molar a 2º pré-molar; 1º molar a 2º molar difere de 1º pré-molar a 2º pré-molar e de 2º pré-molar a 1º molar
$\bar{X}$	3,04	3,27	3,12	2,79		

$\bar{X} \pm s$  – média  $\pm$  desvio padrão;  $\bar{X}$  – mediana;

F (p) – estatística do teste Anova a medidas repetidas para amostras emparelhadas (valor de prova);

Com base na tabela 15, verificou-se que o ROI 1º pré-molar a 2º pré-molar apresentou a espessura média mais elevada (3,22±0,54), enquanto o ROI 1º molar a 2º molar teve o valor mais baixo (2,83±0,68). O teste Anova indicou diferenças estatisticamente significativas entre ROI, confirmadas pelas comparações múltiplas de Bonferroni,

nomeadamente entre: canino a 1º pré-molar e 1º pré-molar a 2º pré-molar; 1º molar a 2º molar e 1º pré-molar a 2º pré-molar; e entre 1º molar a 2º molar e 2º pré-molar a 1º molar.

Na tabela 16 apresentam-se os resultados para os diferentes ROI (considerando o resultado médio entre as duas hemiarcadas) comparando por sexo, incluindo os resultados do teste *t* para amostras independentes com o objetivo de avaliar possíveis diferenças estatísticas entre homens e mulheres.

**Tabela 16:** Comparação da espessura média dos diferentes ROI entre mulheres e homens.

ROI	$\bar{X} \pm s$		$\tilde{X}$		Teste <i>t</i> T (p)
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	
Canino 1º Pré-Molar	2,87±0,46	3,24±0,41	2,87	3,27	-3,748 (0,000)
1º Pré-Molar e 2º Pré-Molar	3,00±0,50	3,46±0,48	3,11	3,39	-3,925 (0,000)
2º Pré-Molar e 1º Molar	2,97±0,58	3,27±0,56	2,99	3,32	-2,333 (0,022)
1º Molar e 2º Molar	2,73±0,70	2,94±0,64	2,66	2,95	-1,396 (0,167)

$\bar{X} \pm s$  – média  $\pm$  desvio padrão;  $\tilde{X}$  – mediana;

T (p) – estatística do teste *t* para amostras independentes (valor de prova)

Verifica-se que os homens apresentam espessura média significativamente superior às mulheres nos ROI: canino a 1º pré-molar (3,24±0,41 vs. 2,87±0,46;  $p < 0,01$ ), 1º pré-molar a 2º pré-molar (3,46±0,48 vs. 3,00±0,50) e 2º pré-molar a 1º molar. No ROI 1º molar a 2º molar, as diferenças entre sexos não são estatisticamente significativas.

A tabela 17 apresenta os resultados da espessura média nos diferentes ROI (considerando o resultado médio entre as duas hemiarcadas) por faixa etária com análise pelo teste ANOVA. Sempre que identificadas diferenças significativas, foram realizadas comparações múltiplas de Bonferroni para determinar entre quais grupos ocorreram essas diferenças.

**Tabela 17:** Comparação da espessura média dos diferentes ROI entre faixas etárias.

ROI	Idade (anos)				Teste Anova F (p)
	[19, 30[	[30, 45[	[45, 60[	[60, 75[	
	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X} \pm s$	
Canino 1º pré-molar	2,84±0,52	2,96±0,32	3,26±0,45	3,31±0,34	5,428 (0,002) <sup>b, c</sup>
1º pré-molar e 2º pré-molar	2,91±0,48	3,21±0,30	3,48±0,63	3,65±0,34	9,613 (0,000) <sup>b, c</sup>
2º pré-molar e 1º molar	2,70±0,47	3,14±0,48	3,53±0,40	3,53±0,48	16,228 (0,001) <sup>a, b, c</sup>
1º molar e 2º molar	2,46±0,58	2,74±0,66	3,33±0,57	3,24±0,47	10,444 (0,008) <sup>b, c</sup>

$\bar{X} \pm s$  – média  $\pm$  desvio padrão;

F (p) – estatística do teste *Anova* para amostras independentes (valor de prova);

Comparações múltiplas Bonferroni:

a - diferenças significativas entre classe [19; 30[ e classe [30;45[;

b - diferenças significativas entre classe [19; 30[ e classe [45;60[;

c - diferenças significativas entre classe [19; 30[ e classe [60;75[;

d - diferenças significativas entre classe [30;45[ com classe [45; 60[ e classe [60;75[;

A análise da tabela 17 revela que os pacientes com maior idade apresentam espessura média mais elevada em todos os ROI, enquanto os de 19 a 30 anos mostram os valores mais baixos. O teste ANOVA indicou diferenças estatisticamente significativas entre faixas etárias em todos os ROI, confirmadas pelas comparações de Bonferroni, especialmente entre os grupos de 19–30 anos e os de 45–60 e 60–75 anos.

Na tabela 18 apresenta-se os coeficientes da correlação de Pearson entre a espessura média de todos os ROI (considerando o resultado médio entre as duas hemiarquadas) com a idade.

**Tabela 18:** Resultados da correlação de Pearson entre a idade e a espessura média dos diferentes ROI.

ROI	Coefficientes de Correlação entre Idade e Espessura - r
Canino 1º Pré-Molar	0,453**
1º Pré-Molar e 2º Pré-Molar	0,599**
2º Pré-Molar e 1º Molar	0,621**
1º Molar e 2º Molar	0,524**

r – Coeficiente de Correlação, \*-significativo a 5%; \*\*-significativo a 1%;

Considerando os resultados da tabela anterior concluiu-se que a correlação entre a espessura dos diferentes ROI e a idade é estatisticamente significativa, no sentido direto e de intensidade moderada.

**Tabela 19: Quadro Síntese Final dos Resultados da Investigação.**

Análise	Resultado Principal	Teste Estatístico	Significância
<b>Comparação entre hemiarcadas (mesmo ROI em lados opostos)</b> <b>Tabela 7 (H<sub>01</sub>)</b>	Valores semelhantes entre lados; diferença significativa apenas na espessura máxima do ROI canino a 1º pré-molar.	Teste <i>t</i> emparelhado	Sim: $p < 0,05$ para ROI canino a 1º pré-molar. Não, nas restantes.
<b>Comparação das espessuras entre ROI para cada hemiarcada</b> <b>Tabelas 8 e 9 (H<sub>02</sub>)</b>	Diferenças significativas na espessura média, espessura máxima e volume dos tecidos moles na hemiarcada esquerda e na espessura média e volume na hemiarcada direita.	Teste Anova medidas repetidas (comparações Bonferroni)	Sim: $p < 0,001$
<b>Comparação das espessuras para cada ROI em cada hemiarcada por Sexo</b> <b>Tabelas 10 e 11 (H<sub>03</sub>)</b>	Espessura Máxima e Média: Homens > Mulheres; Volume: Sem diferenças, exceto ROI 2º PM–1º M, onde homens têm valores superiores em ambas as hemiarcadas.	Teste <i>t</i> amostras independentes	Sim: $p < 0,001$
<b>Comparação das espessuras para cada ROI em cada hemiarcada por Faixa Etária</b> <b>Tabelas 12 e 13 (H<sub>04</sub>)</b>	Existem diferenças na espessura média, espessura máxima e volume dos tecidos moles nas duas hemiarcadas entre faixas etárias.	Teste Anova para amostras independentes (comparações Bonferroni)	Sim: $p < 0,001$
<b>Correlação com Idade das espessuras para cada ROI em cada hemiarcada</b> <b>Tabela 14 (H<sub>05</sub>)</b>	Correlação positiva de intensidade fraca a moderada entre idade e espessura média, espessura máxima e volume em todos os ROI nas duas hemiarcadas, exceto entre canino a 1º pré-molar (máximo e volume).	Correlação de Pearson	Sim: $p < 0,001$
<b>Média global da espessura por ROI (ROI esquerdo + direito)</b> <b>Tabela 15 (H<sub>06</sub>)</b>	ROI com maior espessura média: 1º pré-molar a 2º pré-molar; menor: 1º molar a 2º molar.	Teste Anova medidas repetidas (comparações Bonferroni)	Sim: $p < 0,001$
<b>Comparação da média global da espessura para cada ROI por Sexo</b> <b>Tabela 16 (H<sub>07</sub>)</b>	Valores semelhantes entre sexos para ROI 1º molar a 2º molar. Diferenças significativas nos outros.	Teste <i>t</i> amostras independentes	Sim: $p < 0,001$
<b>Comparação da média global da espessura para cada ROI por Faixa Etária</b> <b>Tabela 17 (H<sub>08</sub>)</b>	Diferenças significativas entre faixas etárias para todos os ROI.	Teste Anova para amostras independentes (comparações Bonferroni)	Sim: $p < 0,001$
<b>Correlação com Idade da média global da espessura para cada ROI</b> <b>Tabela 18 (H<sub>09</sub>)</b>	Correlação positiva e moderada entre idade e espessura média global em todos os ROI.	Correlação de Pearson	Sim: $p < 0,01$

## **Análise das Hipóteses:**

**H<sub>01</sub> – Há diferenças de espessura e volume palatinos entre o lado esquerdo e direito no mesmo ROI?**

- Não, as hemiarcadas são de forma geral simétricas. Exceção: ROI canino a 1º pré-molar na espessura máxima.

**H<sub>02</sub> – Existem diferenças entre os diferentes ROIs da mesma hemiarcada?**

- Sim, confirmando a heterogeneidade anatômica do palato.

**H<sub>03</sub> – Há diferenças de espessura e volume palatinos da mesma hemiarcada entre os sexos?**

- Sim, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre sexos, com o sexo masculino apresentando espessuras superiores (média e máxima).

**H<sub>04</sub> – Há diferenças de espessura e volume palatinos da mesma hemiarcada entre diferentes faixas etárias (categorias de idade)?**

- Sim, com diferenças significativas entre faixas etárias, com aumento de espessura com a idade.

**H<sub>05</sub> – Existe correlação significativa entre a idade exata do paciente (variável contínua) e a espessura e volume palatinos?**

- Sim, com correlação positiva entre a idade e a espessura e volume palatinos, indicando que estes tendem a aumentar com a idade.

**H<sub>06</sub> – Existem diferenças significativas na espessura média global dos tecidos moles palatinos entre os diferentes ROIs?**

- Sim, confirmando a heterogeneidade anatômica do palato.

**H<sub>07</sub> – Há diferenças significativas na espessura média global dos tecidos moles palatinos entre os sexos?**

- Sim, com espessuras superiores nos indivíduos do sexo masculino.

**H<sub>08</sub> – Há diferenças significativas na espessura média global dos tecidos moles palatinos entre as diferentes faixas etárias?**

- Sim, observando-se uma tendência de aumento de espessura com o avançar da idade.



**H<sub>09</sub> – Existe correlação significativa entre a idade e a espessura média global dos tecidos moles palatinos?**

- Sim, com correlação positiva entre a idade e a espessura média global, indicando aumento desta com a idade.



## **5.DISSCUSSÃO**



No campo da Periodontologia, a medicina dentária baseada na evidência tornou-se um instrumento fundamental para sustentar a tomada de decisão, uma vez que partilhou as melhores evidências existentes com a prática clínica (11).

### 5.1. Tecnologia

Em 2019, Marques *et al.* (18) foram o primeiro grupo a relatar na literatura a avaliação tridimensional (3D) do processo de cicatrização do local dador do palato. Nesse estudo, um método de medição digital 3D foi utilizado pela primeira vez num ensaio clínico para avaliar os resultados após a remoção cirúrgica do enxerto do palato duro. Este método inovador, recentemente desenvolvido, havia sido inicialmente descrito para medir defeitos da crista alveolar *in vitro*, podendo agora ser aplicado a tecidos moles e alterações volumétricas em diversos cenários clínicos.

Nenhum dos métodos convencionais descritos na literatura (agulhas, sondas periodontais, limas endodônticas, CBCT, ecografia ou dispositivos ultrassónicos) se estabeleceu até à data como padrão para a análise dimensional de tecidos moles. A digitalização intraoral, associada a software de análise tridimensional, surge como uma alternativa promissora, permitindo medir com precisão a espessura e o volume tecidual em áreas previamente definidas. Este método é não invasivo, apresenta elevada reprodutibilidade e proporciona uma precisão inédita, quando comparada com medições bidimensionais e avaliações 3D (espessura/volume do tecido mole). Ainda assim, requer treino e tempo de execução (18).

No estudo de Kuralt, Gašperšič e Fidler (33), foi proposta uma abordagem tridimensional para avaliar a espessura dos tecidos moles orais, combinando imagens de CBCT e digitalização intraoral 3D. Os modelos obtidos foram alinhados e analisados em softwares específicos, permitindo visualização precisa através de mapas codificados por cores. Esta técnica mostrou-se eficaz no planeamento cirúrgico, reduzindo a necessidade de procedimentos invasivos. No entanto, apresenta limitações, como exposição à radiação, possíveis erros de segmentação, necessidade de formação específica e ausência de localização exata da artéria palatina maior.

O estudo de Barriviera *et al.* (34) destacou a reprodutibilidade das medições realizadas com CBCT e a aplicabilidade clínica da técnica para planeamento cirúrgico de enxertos de tecido conjuntivo.

Embora a ressonância magnética permita uma melhor visualização de tecidos moles e duros sem radiação, continua a ser dispendiosa, demorada e pouco acessível na prática dentária corrente (35).

No presente estudo, o método aplicado foi indireto e não invasivo, utilizando CBCTs adquiridas para planeamentos clínicos previamente indicados, respeitando os princípios de justificação da exposição radiológica.

Os estudos citados acima evidenciam o valor das tecnologias digitais tridimensionais na avaliação e planeamento dos tecidos moles orais. O presente estudo, ao recorrer também a estas metodologias, reforça a importância da digitalização 3D na Periodontologia, permitindo um diagnóstico mais preciso e menos invasivo. Estas ferramentas digitais mostram-se promissoras para otimizar o planeamento clínico, melhorar a monitorização da cicatrização e reduzir procedimentos invasivos.

## **5.2. Espessura Palatina**

No presente estudo, verificou-se que a maior espessura média da mucosa palatina na hemiarcada esquerda ocorreu entre o primeiro e o segundo pré-molares, com  $3,23 \pm 0,53$  mm, e na direita com  $3,22 \pm 0,60$  mm. A menor espessura foi registada entre o primeiro e o segundo molares, com  $2,86 \pm 0,77$  mm na esquerda e  $2,79 \pm 0,74$  mm na direita. Importa referir que todas as medições foram realizadas a distâncias entre 3 mm e 8 mm da margem gengival de cada dente de interesse, intervalo clinicamente relevante para a colheita de enxertos.

Importa aqui distinguir dois modos complementares de análise: a espessura por hemiarcada e a espessura por região de interesse (ROI). A primeira refere-se à avaliação da mucosa palatina separadamente em cada lado da arcada (esquerdo e direito), permitindo identificar eventuais assimetrias laterais. Por sua vez, a espessura por ROI resulta da média combinada dos dois lados, analisando-se o tecido palatino por segmento anatómico dentário específico (por exemplo, entre o primeiro e o segundo pré-molares), independentemente da lateralidade. Esta abordagem permite

identificar variações regionais da espessura da mucosa palatina ao longo da arcada superior.

Considerando ambas as hemiarcadas em conjunto, ou seja, analisando a espessura média por ROI, verificou-se que a região entre o primeiro e o segundo pré-molares apresentou o valor mais elevado ( $3,22 \pm 0,54$  mm), enquanto a menor espessura foi observada entre o primeiro e o segundo molares ( $2,83 \pm 0,68$  mm).

Adicionalmente, neste estudo apurou-se que as espessuras palatinas são estatisticamente idênticas entre as hemiarcadas direita e esquerda.

Não se deve assumir automaticamente que a zona ideal definida pela literatura serve para todas as populações, e cada caso deve ser avaliado clinicamente e se possível anatomicamente antes da cirurgia.

### 5.2.1. Região Anterior

No estudo de Corsi (36), a espessura máxima foi registada no ROI-1 (entre o canino e o primeiro pré-molar) e a mínima no ROI-4 (entre o primeiro e o segundo molar).

Wara-aswapati *et al.* (37) avaliaram a espessura da mucosa palatina em 62 indivíduos asiáticos, usando sonda periodontal e stent acrílico, encontrando valores entre 2,0 mm e 3,7 mm. A espessura aumentava da região dos caninos para os segundos molares, exceto nos primeiros molares, onde diminuía. Caninos e pré-molares foram indicados como melhores locais dadores para enxertos. Os autores sugerem que fatores genéticos e peso corporal podem influenciar a espessura, recomendando investigações futuras.

Wara-aswapati *et al.* apresentam dados que vão apenas parcialmente ao encontro dos nossos resultados, eles observaram um aumento progressivo da espessura desde os caninos até aos segundos molares, com exceção dos primeiros molares, onde se registava uma diminuição. Esta tendência geral de espessura crescente em direção posterior diverge do nosso padrão, embora a exceção nos primeiros molares aproxime os seus resultados dos nossos.

Said, Abu Khalid e Farook (38) avaliaram clinicamente a espessura da mucosa palatina em diferentes pontos do palato duro, visando identificar as áreas mais seguras e adequadas para a colheita de enxertos. Concluíram que a região entre 8 e

13 mm da margem gengival, nas zonas do canino e pré-molar, apresenta maior espessura e menor risco neurovascular, sendo a mais indicada para enxertos. A área posterior, perto do segundo molar, apesar da mucosa espessa, não é recomendada devido à proximidade do feixe neurovascular maior. A espessura média registada foi ( $3,23 \pm 0,46$  mm), valor superior a outros estudos, possivelmente por diferenças étnicas, técnicas e estado dentário dos participantes.

### **5.2.2. Região Média**

A tuberosidade maxilar e o palato lateral são os locais doadores mais comuns para enxertos gengivais livres e enxertos de tecido conjuntivo subepitelial, sendo a área entre os primeiros pré-molares e os segundos molares frequentemente considerada a mais adequada devido à espessura do tecido e à presença de gengiva queratinizada. Contudo, a espessura gengival e a composição histológica podem variar entre indivíduos e dentro do mesmo paciente (13).

O estudo de Ramesh *et al.* (39) avaliou a espessura da mucosa palatina em função da idade e do sexo, incluindo 36 indivíduos saudáveis entre os 14 e os 59 anos. A região compreendida entre o canino distal e o primeiro molar foi identificada como a mais adequada para a colheita de enxertos.

Os autores reuniram dados de vários estudos prévios, referindo que as espessuras ótimas da mucosa palatina variam entre 0,8 e 1,3 mm segundo Soehren *et al.* (1973), enquanto Lampert *et al.* (1976) relataram valores entre 0,36 e 0,5 mm. James *et al.* (1978) indicaram uma espessura média de 0,9 mm, semelhante à referida por Mormann *et al.* (1981), que encontraram valores entre 0,9 e 1,5 mm. James *et al.* referiram ainda que enxertos livres palatinos com 0,9 mm foram funcionalmente suficientes, independentemente de cicatrizarem sobre osso alveolar denudado ou sobre leito periostal. Estas informações foram citadas por Ramesh *et al.* (39), não tendo sido possível consultar os estudos originais. Estes trabalhos mais antigos reportaram valores de espessura significativamente inferiores aos observados no presente estudo, possivelmente devido ao uso de técnicas clínicas e histológicas menos padronizadas. As discrepâncias acentuadas podem ser atribuídas a diferenças metodológicas, limitações tecnológicas da época, ao tipo de pacientes avaliados ou à região geográfica.

Song *et al.* (40) utilizaram tomografia computadorizada para medir a espessura da mucosa mastigatória do palato em 100 indivíduos (58 homens e 42 mulheres), com idades entre os 17 e os 71 anos. As medições foram realizadas em 24 pontos, do canino ao segundo molar superior, e revelaram uma espessura média de 3,83 mm. As mulheres apresentaram valores significativamente mais baixos ( $3,66 \pm 0,52$  mm) do que os homens ( $3,95 \pm 0,60$  mm), e os indivíduos entre os 41 e os 60 anos apresentaram mucosa mais espessa do que os mais jovens (21 a 30 anos). A espessura aumentou até ao segundo pré-molar (3,81 mm), diminuiu no primeiro molar (3,13 mm) e voltou a aumentar no segundo molar. Não se registaram diferenças significativas em função da altura da abóbada palatina.

Este padrão de espessura máxima ao nível do segundo pré-molar, seguido de uma diminuição no primeiro molar, reforça os resultados do presente estudo, demonstrando uma tendência semelhante na distribuição da espessura palatina ao longo da arcada posterior.

Em 2009, Barriviera *et al.* (34) propuseram uma metodologia inovadora para medir a espessura da mucosa palatina recorrendo a CBCT, utilizando afastadores e espátulas para deslocar os tecidos moles. Num total de 31 pacientes, realizaram medições em 40 pontos, entre os caninos e os segundos molares, a 2, 5, 8 e 12 mm da margem gengival. Os resultados revelaram maior espessura nas regiões dos pré-molares e nos pontos mais distantes da margem gengival.

### 5.2.3. Região Posterior

No estudo de Seidel *et al.* (16) foram utilizadas CBCTs pré-existent de 20 pacientes, convertidas em modelos tridimensionais STL da superfície óssea. Realizaram-se impressões intraorais da maxila, que foram posteriormente digitalizadas para obtenção da superfície gengival. Os modelos digitais do osso e da gengiva foram sobrepostos utilizando as superfícies dentárias como referência e o palato foi subdividido em cinco regiões de interesse (ROIs). A espessura do tecido mole foi medida linearmente em cada ROI, revelando variações significativas ao longo do palato, com valores mais elevados na região posterior e mais baixos na zona dos caninos.

O estudo de Yilmaz e Boke (41) avaliou a espessura da mucosa palatina e a localização do forâmen palatino maior em 345 pacientes, utilizando CBCT. Os autores concluíram que a zona com maior espessura média se localizava entre o segundo pré-molar e o segundo molar, recomendando esta região como preferencial para a colheita de enxertos de tecido conjuntivo, devido à boa espessura tecidual e à distância segura em relação ao forâmen palatino maior. A espessura média variou entre 3 mm e 3,7 mm, com um aumento progressivo em direção à zona posterior.

No presente estudo, a espessura máxima foi observada numa região anterior à descrita por Yilmaz e Boke, o que evidencia uma diferença na distribuição anatômica da espessura palatina. Apesar disso, os valores médios de espessura são semelhantes, o que reforça a consistência dos dados entre populações distintas, ainda que com variações regionais.

### **5.3. Volume**

No estudo previamente referido, Seidel *et al.* (16), eles em 2022 foram os primeiros a explorar medições volumétricas tridimensionais do tecido mole palatino, utilizando dados provenientes de CBCT e digitalização intraoral. Embora não tenham sido realizadas medições diretas de controlo, os valores obtidos foram contextualizados com estudos prévios baseados em medições lineares bidimensionais. Verificou-se um aumento da espessura média e do volume da região anterior para a posterior, sugerindo maior variabilidade anatômica na zona da tuberosidade e na emergência do feixe vasculonervoso palatino.

O palato foi segmentado em cinco regiões de interesse (ROIs), do anterior para o posterior: ROI 1 (dentes anteriores até à face mesial do primeiro pré-molar), ROI 2 (até à cúspide palatina do segundo pré-molar), ROI 3 (até à fissura distal do primeiro molar), ROI 4 (até à fissura distal do segundo molar) e ROI 5 (até ao limite posterior do palato duro). Observou-se um aumento progressivo do volume de tecido mole de ROI 1 (351 mm<sup>3</sup>) a ROI 5 (1863 mm<sup>3</sup>) com maior variabilidade na região posterior. Esta abordagem não invasiva pode beneficiar o planeamento cirúrgico, sendo necessários estudos com maior amostragem para validar o método e identificar os melhores locais de colheita de enxertos (16).

A análise tridimensional demonstrou que o maior volume de tecido mole se localiza na região mais dorsal do palato duro, junto ao forâmen palatino maior, onde emerge

o feixe vasculonervoso, habitualmente situado distalmente ao terceiro molar ou entre o segundo e o terceiro molar, a cerca de 10–14 mm da margem gengival. Este achado justifica os valores elevados observados no ROI 5, que incluem não só o tecido mole, mas também o volume do próprio feixe vasculonervoso (16).

Este tipo de avaliação é particularmente útil em casos que requerem enxertos de maior espessura, como reabilitações implanto-suportadas, procedimentos pré-protéticos ou compensação de perda tecidual pós-exodontia (16).

No presente estudo, o maior volume médio da mucosa palatina foi registado na região posterior, entre o primeiro e o segundo molares, com valores de  $151,43 \pm 49,20 \text{ mm}^3$  na hemiarcada esquerda e  $144,79 \pm 49,88 \text{ mm}^3$  na direita. Por outro lado, o menor volume médio foi observado na região anterior, entre o canino e o primeiro pré-molar, com  $99,48 \pm 25,88 \text{ mm}^3$  à esquerda e  $98,84 \pm 27,15 \text{ mm}^3$  à direita.

Conclui-se que a análise volumétrica tridimensional fornece uma perspetiva complementar à avaliação da espessura da mucosa palatina. Embora a região posterior apresente maior volume disponível, a sua aplicação clínica é limitada pela menor espessura média e pela proximidade ao feixe neurovascular. Assim, embora possa ser útil em situações que exijam grandes quantidades de tecido, a sua seleção deve ser feita com cautela. A integração dos parâmetros de volume e espessura permite um planeamento mais personalizado, destacando a região dos pré-molares como a zona dadora que melhor concilia segurança com disponibilidade tecidual.

O método proposto que combina CBCT e digitalização intraoral, possibilita a determinação precisa do volume absoluto do tecido mole palatino, oferecendo uma abordagem mais abrangente, fiável e individualizada para a análise tridimensional dos tecidos moles intraorais.

#### **5.4. Sexo e Idade**

Com base nos resultados do presente estudo que concluiu que a espessura média da mucosa palatina varia consoante a região anatômica, o sexo e a idade dos indivíduos, e que há uma tendência de aumento da espessura com o avançar da idade, sendo os homens aqueles que apresentam, em média, valores superiores às mulheres, é possível estabelecer uma clara consonância com a literatura existente.

Ramesh *et al.* (39) e Corsi (36) também observaram que os homens apresentam espessura média da mucosa palatina significativamente maior do que as mulheres, atribuindo esta diferença a fatores hormonais e a variações estruturais do tecido conjuntivo. Por outro lado, estudos como os de Wara-aswapati *et al.* (37) e Barriviera *et al.* (34) sugerem que a influência do sexo poderá ser menos determinante, indicando que outros fatores, como a idade e a etnia, podem exercer maior impacto na espessura da mucosa palatina.

Relativamente à idade, os dados do presente estudo refletem o padrão identificado por Wara-aswapati *et al.* (37) e Ramesh *et al.* (39), em que indivíduos mais jovens apresentam espessuras significativamente inferiores, enquanto os mais velhos revelam um espessamento da mucosa palatina, provavelmente devido ao aumento do epitélio ortoqueratinizado e a alterações no tecido conjuntivo subjacente. Barriviera *et al.* (34) também reportaram esta tendência, embora sem significância estatística.

Assim, os resultados obtidos na investigação corroboram a importância de considerar simultaneamente fatores anatómicos, sexuais e etários para uma avaliação mais precisa da espessura da mucosa palatina, informação essencial para a planificação de procedimentos clínicos que envolvam esta região.

Adicionalmente, Said, Abu Khalid e Farook (38) não encontraram diferenças significativas associadas ao sexo, lateralidade ou tabagismo, em conformidade com alguns dos estudos anteriormente mencionados. Também não foram observadas diferenças relacionadas com o fenótipo gengival, o que pode dever-se à heterogeneidade nos métodos e pontos de medição utilizados, refletindo a falta de critérios uniformizados entre estudos.

Estas variações metodológicas evidenciam a importância de avaliar a espessura da mucosa palatina de forma individualizada, tendo em conta a idade, o sexo, a região anatómica e a hemiarcada. Tal abordagem personalizada permite selecionar com maior precisão a zona dadora mais adequada, otimizando os procedimentos de colheita de enxertos e reduzindo os riscos cirúrgicos associados.

## 5.5. Fatores Anatômicos

### 5.5.1. Anatomia do Palato

Reiser *et al.* analisaram detalhadamente a anatomia do palato duro como zona dadora para enxertos de tecido conjuntivo subepitelial, destacando a variação individual nas dimensões palatinas (altura, comprimento e espessura), que influencia a quantidade de tecido disponível e o risco de lesões neurovasculares (42).

Classificaram os palatos em altos, médios e rasos, sendo os altos os mais seguros para colheita devido à maior distância entre a junção amelo-cementária e o feixe neurovascular. A zona entre o canino e o primeiro molar, sobretudo na região dos pré-molares, foi identificada como a de maior espessura de tecido conjuntivo (42).

Os autores recomendam palpação prévia do sulco neurovascular e marcação da sua posição, alertando para riscos aumentados de hemorragia e parestesia ao realizar a colheita anterior ao canino. Ainda assim, reforçam que complicações permanentes são raras quando a técnica respeita os limites anatômicos (42).

### 5.5.2. Rugas Palatinas

Said, Abu Khalid e Farook (43) realizaram um estudo transversal para avaliar a extensão distal das rugas palatinas e o seu impacto na colheita de enxertos de tecido mole. Com base em modelos de gesso de 60 participantes saudáveis, observaram que, em 90% dos casos, as rugas alcançavam pelo menos a região do segundo pré-molar e, em 78,3%, estendiam-se além da face mesial deste dente.

Este achado é relevante, uma vez que a zona ideal para colheita de enxertos situa-se frequentemente entre o canino e o segundo pré-molar, numa faixa entre 8 e 13 mm da margem gengival. A presença de rugas visíveis nessa área pode comprometer o resultado estético dos procedimentos (43).

Não foram encontradas associações significativas entre a extensão das rugas e variáveis como sexo, fenótipo gengival, formato do palato ou tabagismo. Assim, os autores sugerem que, em certos casos, o palato pode não ser um local fiável para colheita de enxertos estéticos, recomendando alternativas como a tuberosidade maxilar ou substitutos teciduais (43).

Estes resultados confirmam a literatura prévia. Cohen (1994), citado por Said, Abu Khalid e Farook (43) sugeriu a colheita na parte posterior do palato, distal às rugas anteriores, para evitar efeitos estéticos adversos. Breault et al. (1999) e Soehren et al. (1973), também referidos pelos mesmos autores (43), relataram casos em que as rugas transplantadas persistiram nos enxertos livres, afetando negativamente o resultado estético. Adicionalmente, Coslet et al. (1980) e Matter et al. (1984), conforme citado no mesmo estudo (43), demonstraram que as rugas tendem a reaparecer nos enxertos, mesmo após remoção inicial, reforçando a recomendação de evitar áreas rugosas na colheita.

### **5.6. Justificação da Faixa 3–8 mm da Margem Gengival**

Há um interesse crescente no estudo do feixe neurovascular palatino devido ao uso frequente da mucosa palatina como tecido doador em cirurgias. Em geral, esse feixe está localizado a aproximadamente a 12 mm da superfície do primeiro pré-molar e a cerca de 13 mm do primeiro molar, quando medida perpendicularmente à junção amelo cementaria (19).

Deve-se realizar uma análise cuidadosa durante qualquer procedimento cirúrgico que envolva a região anterior ao primeiro pré-molar. Observou-se que a profundidade da artéria palatina superior tende a diminuir da região distal do canino até ao primeiro pré-molar, aumentando progressivamente em direção à região posterior (19).

A lâmina própria apresentou uma espessura uniforme de aproximadamente 1mm. A artéria palatina superior foi localizada em média a 10,72mm da crista alveolar e a 4,38mm da superfície da mucosa palatina, na região entre o primeiro pré-molar e o primeiro molar. Com base nesses dados, a lâmina própria, situada a cerca de 8mm da crista alveolar, pode ser considerada um local doador adequado para enxertos de tecido conjuntivo subepitelial (19).

A delimitação entre 3 mm e 8 mm revelou-se adequada, por se encontrar distante da inserção gengival, garantindo estabilidade tecidual e segurança quanto ao feixe neurovascular. A artéria palatina superior localiza-se, em média, a 10,72 mm da crista alveolar e a 4,38 mm da superfície da mucosa, afastando o risco de atingir estruturas críticas. A região também apresenta lâmina própria com espessura uniforme, favorável à manipulação cirúrgica, o que confirma a sua relevância clínica e validade metodológica.

## 5.7. Limitações do Estudo

- A amostra foi composta por 80 indivíduos recrutados numa clínica universitária em Viseu, o que pode limitar a representatividade dos resultados uma vez que os participantes podem não refletir de forma rigorosa as características da população geral.
- A marcação dos pontos na margem gengival não é totalmente isenta de subjetividade, podendo introduzir pequenas variações nos resultados. A definição do meio de cada dente apresenta alguma ambiguidade, o que embora com impacto reduzido pode introduzir pequenas variações nos resultados.
- A definição das áreas de estudo foi realizada manualmente no software Geomagic Control X®, que utiliza um sistema de triangulação para a modelação tridimensional das superfícies. Este sistema representa o modelo digital através de uma malha composta por milhares de pequenos triângulos interligados, permitindo calcular com precisão espessuras e volumes. No entanto, como as delimitações das ROIs têm de seguir a geometria dessa malha triangular, torna-se por vezes difícil traçar contornos exatos sem invadir zonas adjacentes. Consequentemente, o processo está sujeito a alguma variabilidade, não só devido à geometria da malha, mas também por ser manual, o que pode originar variações inter e intraoperador.
- O tamanho da amostra, embora adequado, pode ter limitado a robustez estatística de algumas análises.
- A presença de artefactos metálicos nos ficheiros DICOM da CBCT, pode comprometer a fusão digital no software CoDiagnostiX®.

Apesar destas limitações o estudo contribui para o conhecimento na área em estudo e poderá servir de base para futuras investigações com amostras mais alargadas e representativas assim como em contextos clínicos distintos.

## **5.8. Estratégias para Superar as Limitações Identificadas**

- Realização de estudo observacional analítico do tipo transversal multicêntrico, com amostra alargada e recrutamento em diferentes centros clínicos ou académicos para aumentar a representatividade dos dados.
- Desenvolvimento de estudo longitudinal (coorte prospetiva) para acompanhar a evolução das características morfológicas ao longo do tempo, em resposta a intervenções ou condições clínicas.
- Aplicação de modelos estatísticos multivariados em estudos subsequentes para identificar fatores preditivos das variações observadas e compreender melhor as relações entre variáveis, aumentando o potencial clínico dos resultados.
- Desenvolver e implementar protocolos padronizados e detalhados para a marcação dos pontos, com formações específicas para os avaliadores.
- Investir em software com algoritmos mais avançados de segmentação automática que reduzam a dependência do traçado manual.

## **5.9. Originalidade do Estudo**

- Integração volumétrica avançada que permite estimar volumes palatinos individualizados a partir de dados de espessura e área.
- Definição de oito ROIs por arcada, baseadas em referências anatómicas para mapear com precisão as áreas ideais para colheita de enxertos.
- Utilização combinada dos softwares CoDiagnostiX e Geomagic Control X para fusão exata de modelos STL e imagens DICOM, técnica pouco explorada na literatura atual.
- Metodologia que permite planeamento cirúrgico personalizado, aumentando a segurança ao identificar previamente as zonas mais seguras e com maior volume disponível para enxerto, reduzindo riscos intraoperatórios.
- Suporte técnico para decisões clínicas em Implantologia e Periodontologia, especialmente em casos complexos, promovendo tratamentos eficazes e personalizados.

## **6. CONCLUSÃO**



## 6.1. Conclusões

Independentemente das limitações associadas a esta investigação, e de acordo com a metodologia adotada é possível concluir que:

- Os resultados das espessuras foram estatisticamente idênticos entre as hemiarcadas em cada região de interesse (ROI), não se verificando assimetrias laterais relevantes.
- Observam-se diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes ROIs de cada hemiarcada, tanto na espessura como no volume dos tecidos, confirmando a heterogeneidade anatómica da mucosa palatina.
- A espessura palatina varia consoante a região anatómica, o sexo e a idade dos indivíduos.
- Observou-se uma tendência de aumento da espessura com a idade e espessuras superiores nos indivíduos do sexo masculino.
- A região entre o primeiro e o segundo pré-molares revelou-se a mais indicada para colheita de enxertos palatinos.
- O volume de tecido disponível é maior nas regiões posteriores da arcada, nomeadamente entre os molares. No entanto, a sua menor espessura média e a proximidade a estruturas anatómicas nobres limitam a sua utilização de forma rotineira, sendo recomendada apenas em situações que exijam maior quantidade de tecido.



## **7. BIBLIOGRAFIA**



1. Li A, Thomas RZ, Sluis L, Tjakkes GH, Slot DE. Definitions used for a healthy periodontium: A systematic review. *Int J Dent Hyg.* 2020; 18(4): 327–343. doi: 10.1111/idh.12438.
2. Alves CC, Carvalho V. Novas guidelines clínicas para o tratamento dos estadios I-III da periodontite. *J Dent.* 2022; 18–20.
3. Prato GPP, Di Gianfilippo R., Wang H.L. Success in periodontology: An evolutive concept. *J Clin Periodontol;* 2019; 46(8): 840–845. doi: 10.1111/jcpe.13150.
4. Bartold PM. Lifestyle and periodontitis: The emergence of personalized periodontics. *Periodontol 2000.* 2018; 78(1): 7–11. doi: 10.1111/prd.12237.
5. Greenwell H, Wang HL, Kornman KS, Tonetti MS. Biologically guided implant therapy: A diagnostic and therapeutic strategy of conservation and preservation based on periodontal staging and grading. *J Periodontol.* 2019; 90(5): 441–444. doi: 10.1002/JPER.18-0495.
6. El Kholti W, Boubdir S, Al Jalil Z, Rhalimi L, Chemlali S, Mound A, *et al.* Prevalence and risk indicators of buccal gingival recessions in a Moroccan periodontitis patients: A retrospective study. *Saudi Dent J.* 2024; 36(1): 117–122. doi: 10.1016/j.sdentj.2023.10.008.
7. Romano F, Perotto S, Baima G, Macrì G, Picollo F, Romandini M, *et al.* Estimates and multivariable risk assessment of mid-buccal gingival recessions in an Italian adult population according to the 2018 World Workshop Classification System. *Clin Oral Investig.* 2022; 26(7): 4769–4780. doi: 10.1007/s00784-022-04441-w.
8. Sanz M, Herrera D, Kerschull M, Chapple I, Jepsen S, Beglundh T, *et al.* Treatment of stage I–III periodontitis—The EFP S3 level clinical practice guideline. *J Clin Periodontol.* 2020; 47(S22): 4–60. doi: 10.1111/jcpe.13290.
9. Gennai S, Nisi M, Perić M, Marhl U, Izzetti R, Tonelli M, *et al.* Interdental plaque reduction after the use of different devices in patients with periodontitis and interdental recession: A randomized clinical trial. *Int J Dent Hyg.* 2022; 20(2): 308–317. doi: 10.1111/idh.12578.
10. Docampo-Vázquez C, Gragera-Alia T, Fernández-Domínguez M, Zubizarreta-Macho Á, Aragonese-Lamas JM. Novel digital technique for measuring the volumetric healing process of free gingival grafts surrounding dental implants. *Front Dent Med.* 2024; 5:1372312. doi: 10.3389/fdmed.2024.1372312.

11. Chambrone L, Castro Pinto RCN, Chambrone LA. The concepts of evidence-based periodontal plastic surgery: Application of the principles of evidence-based dentistry for the treatment of recession-type defects. *Periodontol 2000*. 2019; 79(1): 81–106. doi: 10.1111/prd.12248.
12. Tian W, Hu F, Zhou X. Comparative Evaluation of Connective Tissue Graft with Pouch/Tunnel Technique versus Connective Tissue Graft with Coronally Advanced Tunnel Flap for the Treatment of Maxillary Recession Cases in Severe Periodontitis. *Tissue Eng Regen Med*. 2021; 18(6): 1001–1007. doi: 10.1007/s13770-021-00375-8.
13. Aldhanhani H, Kukreja BJ, Reddy S, D'Souza J, Abdelmagyd H. Determination of Palatal Soft Tissue Thickness and Safe Zone for Palatal Soft Tissue Harvest Using CBCT: A Retrospective Study. *Int J Dent*. 2023; 2023:8417073. doi: 10.1155/2023/8417073.
14. Cairo F, Nieri M, Cincinelli S, Mervelt J, Pagliaro U. The interproximal clinical attachment level to classify gingival recessions and predict root coverage outcomes: An explorative and reliability study. *J Clin Periodontol*. 2011; 38(7): 661–666. doi: 10.1111/j.1600-051X.2011.01732.x.
15. Guttiganur N, Aspalli S, Sanikop M, Desai A, Gaddale R, Devanoorkar A. Classification systems for gingival recession and suggestion of a new classification system. *Indian J Dent Res*. 2018; 29(2): 233–237. doi: 10.4103/ijdr.IJDR\_207\_17.
16. Seidel A, Schmitt C, Matta RE, Buchbender M, Wichmann M, Berger L. Investigation of the palatal soft tissue volume: a 3D virtual analysis for digital workflows and presurgical planning. *BMC Oral Health*. 2022; 22(1): 361. doi: 10.1186/s12903-022-02391-z.
17. Tavelli L, Barootchi S, Stefanini M, Zucchelli G, Giannobile W V., Wang HL. Wound healing dynamics, morbidity, and complications of palatal soft-tissue harvesting. *Periodontol 2000*. 2023; 92(1): 90–119. doi: 10.1111/prd.12466.
18. Marques T, Ramos S, Santos NBM, Borges T, Montero J, Correia A, *et al*. A 3D Digital Analysis of the Hard Palate Wound Healing after Free Gingival Graft Harvest: A Pilot Study in the Short Term. *Dent J (Basel)*. 2022;10(6): 109. doi: 10.3390/dj10060109.
19. Cho KH, Yu SK, Lee MH, Lee DS, Kim HJ. Histological assessment of the palatal mucosa and greater palatine artery with reference to subepithelial connective tissue grafting. *Anat Cell Biol*. 2013; 46(3): 171. doi: 10.5115/acb.2013.46.3.171.
20. Müller HP, Heinecke A, Schaller N, Eger T. Masticatory mucosa in subjects with different periodontal phenotypes. *J Clin Periodontol*. 2000; 27(9): 621–6. doi: 10.1034/j.1600-051x.2000.027009621.x.

21. Kernen F, Kramer J, Wanner L, Wismeijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - Data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health*. 2020; 20(1): 251. doi: 10.1186/s12903-020-01208-1.
22. Ulusoy AC, Şener E, Yüce MÖ, Özer MA, Karaman A, Gökmen F, *et al*. The Effects of 3D Modeling on Planning of Maxillofacial Surgery: A Preliminary CBCT Study#. *Cumhur. Dent. J.* 2022; 25:1–6. doi: 10.7126/cumudj.1035066.
23. Meglioli M, Naveau A, Macaluso GM, Catros S. 3D printed bone models in oral and cranio-maxillofacial surgery: a systematic review. *3D Print Med*. 2020; 20:6(1): 20. doi: 10.1186/s41205-020-00082-5.
24. Tanveer W, Ridwan-Pramana A, Molinero-Mourelle P, Forouzanfar T. Systematic Review of Clinical Applications of CAD/CAM Technology for Craniofacial Implants Placement and Manufacturing of Orbital Prostheses. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(7): 3756. doi: 10.3390/ijerph18073756.
25. Weiss R, Read-Fuller A. Cone Beam Computed Tomography in oral and maxillofacial surgery: An evidence-based review. *Dent J (Basel)*. 2019; 7(2): 52. doi: 10.3390/dj7020052.
26. Glas HH, Vosselman N, Visscher SAHJ. The use of 3D virtual surgical planning and computer aided design in reconstruction of maxillary surgical defects. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2020; 28(2): 122-128. doi: 10.1097/MOO.0000000000000618.
27. Alizad-Rahvar M, Safi Y, Kadkhodazadeh M, Ghomashi MP. Clinical efficacy of intraoral ultrasonography versus transgingival probing for measurement of gingival thickness in different gingival biotypes: a clinical trial. *Head Face Med*. 2024; 20(1): 23. doi: 10.1186/s13005-024-00422-4.
28. Abdinian M, Yaghini J, Jazi L. Comparison of intraoral digital radiography and cone-beam computed tomography in the measurement of periodontal bone defects. *Dent Med Probl*. 2020; 57(3): 269–273. doi: 10.17219/dmp/118749.
29. Wei D, Di P, Tian J, Zhao Y, Lin Y. Evaluation of intraoral digital impressions for obtaining gingival contour in the esthetic zone: accuracy outcomes. *Clin Oral Investig*. 2020; 24(4): 1401–1410. doi: 10.1007/s00784-019-03105-6.
30. Spagopoulos D, Kaisarlis G, Spagopoulou F, Halazonetis DJ, Güth JF, Papazoglou E. In Vitro Trueness and Precision of Intraoral Scanners in a Four-Implant Complete-Arch Model. *Dent J (Basel)*. 2023; 11(1): 27. doi: 10.3390/dj11010027.

31. Mangano FG, Admakin O, Bonacina M, Lerner H, Rutkunas V, Mangano C. Trueness of 12 intraoral scanners in the full-arch implant impression: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2020; 20(263). doi.org/10.1186/s12903-020-01254-9.
32. Hack GD, Patzelt SBM. Evaluation of the accuracy of six intraoral scanning devices: an in-vitro investigation. *ADA Prof Prod Rev*. 2015 ;10(4): 1–5.
33. Kuralt M, Gašperšič R, Fidler A. 3D computer-aided treatment planning in periodontology: A novel approach for evaluation and visualization of soft tissue thickness. *J Esthet Restor Dent*. 2020; 32(5): 457-462. doi: 10.1111/jerd.12614.
34. Barriviera M, Rodrigues Duarte W, Lourenço Januário A, Faber J, Barreto Bezerra AC. A new method to assess and measure palatal masticatory mucosa by cone-beam computerized tomography. *J Clin Periodontol*. 2009; 36(7): 564-568. doi: 10.1111/j.1600-051X.2009.01422.x
35. Hilgenfeld T, Kästel T, Heil A, Rammelsberg P, Heiland S, Bendszus M, et al. High-resolution dental magnetic resonance imaging for planning palatal graft surgery-a clinical pilot study. *J Clin Periodontol*. 2018; 45(4): 462-470. doi: 10.1111/jcpe.12870.
36. Corsi R. 3D palatal soft tissue analysis: a pilot study [dissertação]. Viseu: Universidade Católica Portuguesa; 2024.
37. Wara-aswapati N, Pitiphat W, Chandrapho N, Rattanayatikul C, Karimbux N. Thickness of Palatal Masticatory Mucosa Associated With Age. *J Periodontol*. 2001; 72(10): 1407–1412. doi: 10.1902/jop.2001.72.10.1407.
38. Said KN, Abu Khalid AS, Farook FF. Anatomic factors influencing dimensions of soft tissue graft from the hard palate. A clinical study. *Clin Exp Dent Res*. 2020; 6(4): 462–469. doi: 10.1002/cre2.298.
39. Ramesh KSV, Swetha P, Krishnan V, Mythili R, Alla RK, Manikandan D. Assessment of thickness of palatal masticatory mucosa and maximum graft dimensions at palatal vault associated with age and gender - A clinical study. *J Clin Diagn Res*. 2014; 8(5): ZC09-13. doi: 10.7860/JCDR/2014/8703.4314.
40. Song J, Um Y, Kim C, Choi S, Cho K, Kim C, et al. Thickness of Posterior Palatal Masticatory Mucosa: The Use of Computerized Tomography. *J Periodontol*. 2008; 79(3): 406–412. doi: 10.1902/jop.2008.070302.
41. Yilmaz HG, Boke F, Ayali A. Cone-beam computed tomography evaluation of the soft tissue thickness and greater palatine foramen location in the palate. *J Clin Periodontol*. 2015; 42(5): 458–461. doi: 10.1111/jcpe.12390.
42. Reiser DDS GM, Bruno DDS JF, Mahan DDS PE, Larkin LH. The Subepithelial Connective Tissue Graft Palatal Donor Site: Anatomic Considerations for Surgeons. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1996; 16(2): 130-137.



43. Said KN, Abu Khalid AS, Farook FF. Distal extension of palatal rugae as a limitation for donor soft tissue grafts in a Jordanian population: A cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2021; 21(1): 203. doi: 10.1186/s12903-021-01561-9.