



**CATÓLICA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

---

LISBOA · PORTO · VISEU

**AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS ALTERAÇÕES  
VOLUMÉTRICAS DOS TECIDOS PERI-IMPLANTARES  
EM IMPLANTES IMEDIATOS APÓS EXTRAÇÕES  
DENTÁRIAS – UM ESTUDO RETROSPETIVO**

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

Por:

Danilo Fernandes

Viseu, 2019





**CATÓLICA**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

---

LISBOA · PORTO · VISEU

**AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS ALTERAÇÕES  
VOLUMÉTRICAS DOS TECIDOS PERI-IMPLANTARES  
EM IMPLANTES IMEDIATOS APÓS EXTRAÇÕES  
DENTÁRIAS – UM ESTUDO RETROSPETIVO**

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

Por:

Danilo Fernandes

Orientador: Prof. Doutor Tiago Borges

Coorientadores: Prof. Doutor André Correia e Mestre Tiago Marques

Viseu, 2019



*“There is only one corner of the universe you can be certain of improving, and that’s  
your own self.”*

***ALDOUS HUXLEY***



## Agradecimentos

Após a realização desta monografia agradeço, de forma sincera e profunda, a todas as pessoas que de alguma forma a tornaram realidade. Não é possível mencionar todas as pessoas, portanto apenas me vou referir àquelas que desempenharam um papel fundamental, seja de forma direta ou indireta, no desenvolvimento deste trabalho.

Ao **Prof. Doutor Tiago Borges**, meu orientador, por todo o apoio e confiança que depositou em mim para a realização deste trabalho. Como meu Professor ao longo dos últimos quatro anos foram vários os momentos em que me transmitiu incentivo e motivação, mantendo-me sempre num alto grau de exigência, o que exponenciou o meu crescimento a nível pessoal e académico. Sem dúvida que o seu exemplo me inspirou ao longo deste percurso.

Ao **Mestre Tiago Marques**, meu coorientador, por todos os ensinamentos que me passou seja a nível pessoal, académico e acima de tudo a nível “digital”. Sem dúvida o Médico Dentista mais atualizado e experiente na nova era digital que se vem desenvolvendo na área da Medicina Dentária. Foi, também, graças a ele que a finalização deste trabalho foi possível. Todo o seu tempo e paciência depositada em mim não esquecerei.

Ao **Prof. Doutor André Correia**, também meu coorientador, por todo o apoio dado nos últimos três anos deste percurso académico. Um Professor dedicado e motivado em todos os aspetos da Medicina Dentária, conseguindo realçar sempre os aspetos mais positivos dos seus alunos.

Aos **meus Pais e à minha restante família**. Se devo a alguém o facto de eu estar aqui hoje, saber o que sei hoje e ser o que sou hoje, seja a nível pessoal ou profissional, devo-o a toda a minha família pelo esforço que fizeram em me “construir” e educar durante toda a minha vida. São, indubitavelmente, os pilares da minha vida.

Ao **Bruno Valentim**, ao **João Andrade**, ao **Nuno Veríssimo**, ao **Helder Costa**, ao **Tiago Monteiro** e ao **Miguel Pimenta**, companheiros do meu percurso académico e da minha vida, agradeço todos os momentos que partilhámos juntos e todos os conselhos. Também é graças a eles que a execução deste trabalho foi possível.





# RESUMO

## **Introdução:**

Após a extração dentária tem início o processo de remodelação dos tecidos ósseos e tecidos moles, provocando alterações morfológicas nos mesmos. A colocação de implantes dentários imediatos com a aplicação de substitutos ósseos e matrizes de colagénio reabsorvíveis tende a minimizar a reabsorção que tem lugar nos tecidos peri-implantares. Apesar desta vantagem, é difícil prever com precisão o que acontece após esta sequência de tratamento, uma vez que são envolvidos tanto tecidos ósseos como tecidos moles da região peri-implantar.

## **Objetivos:**

Analisar as alterações volumétricas que ocorrem nos tecidos ósseos e tecidos moles peri-implantares, assim como verificar quais as características ósseas iniciais que desempenham um papel preponderante nas alterações que os tecidos peri-implantares sofrem após a colocação de implantes imediatos na zona estética maxilar durante o primeiro ano de tratamento.

## **Materiais e Métodos:**

Vinte e seis pacientes tratados com implantes dentários unitários após extração dentária foram incluídos neste estudo. Uma tomografia computadorizada por feixe cónico (CBCT) efetuada previamente à extração dentária confirmou a integridade da cortical óssea vestibular. O espaço existente entre o implante e a parede óssea alveolar vestibular foi medido para futura análise (BID) e posteriormente preenchido por um substituto ósseo. Impressões digitais foram efetuadas antes da extração dentária (T0) e a um (T1), quatro (T2) e doze meses (T3) após colocação do implante dentário. Os ficheiros de estereolitografia (STL) obtidos foram sobrepostos através de um programa informático, permitindo realizar uma análise volumétrica tridimensional dos tecidos peri-implantares, calculando diferentes variáveis como a espessura, área e volume, que expressaram as alterações entre T0 e os seguintes controlos pós-operatórios. A análise da imagem de CBCT permitiu obter diferentes parâmetros pré (T0) e pós-operatórios (T3) como a espessura da cortical alveolar vestibular (BT), a altura da cortical vestibular (BH), a altura da cortical palatina (PH) e a distância entre as mesmas (BPD).

**Resultados:**

Através da análise linear observou-se uma variação total de espessura em T1, T2 e T3 de  $-0,45 \pm 0,51$  mm,  $-0,46 \pm 0,39$  e  $-0,52 \pm 0,38$ , respetivamente. A variação volumétrica da face vestibular em T1, T2 e T3 foi de  $-7,20 \pm 6,62\%$ ,  $-7,82 \pm 6,86\%$  e  $-9,52 \pm 7,44\%$ , respetivamente. Verificou-se também uma alteração do parâmetro BPD em T3 de  $-1,50 \pm 1,09$  mm e, após um ano de observação, indivíduos com  $BT \leq 1$  mm exibiram maior variação de espessura vestibular ( $-0,48 \pm 0,28$  mm), comparativamente aos pacientes com  $BT > 1$  mm ( $-0,17 \pm 0,11$  mm) ( $p=0,049$ ). Uma regressão linear múltipla determinou os parâmetros BT e  $BPD_{T0}$  como determinantes na evolução das variáveis de espessura e volume ao fim de quatro meses, não sendo encontrada significância estatística no que concerne à influência de BID. Uma correlação linear positiva foi observada entre as variações de BPD (T0-T3) e as alterações totais de espessura e volume verificadas em T1, T2 e T3.

**Conclusão:**

A colocação de implantes imediatos após a extração dentária é um tratamento previsível com uma taxa de sucesso comparável às técnicas convencionais de colocação de implantes em zonas alveolares cicatrizadas, apesar de não impedir na totalidade o processo reabsortivo do osso alveolar associado à extração do dente.

A espessura da cortical vestibular influencia significativamente as alterações de espessura e volume que ocorrem nos tecidos peri-implantares em tratamentos com implantes imediatos pós-extracionais do sector anterior maxilar.

**Palavras-chave:**

implantes dentários, perda óssea alveolar, tomografia computadorizada por feixe cónico, imagiologia tridimensional, *scanner* intraoral, tecidos peri-implantares, análise volumétrica, estudo retrospectivo.

# ABSTRACT

## **Introduction:**

After a single-tooth extraction, remodelling processes are initiated and morphological changes occur in the alveolar bone. Immediate implant placement associated with the use of bone substitutes and a collagen matrix seems to reduce the amount of resorption at peri-implant areas. Despite the advantages with the use of these techniques, it is difficult to predict with precision what is going to happen after immediate implant placement, since it involves hard and soft tissue volume changes.

## **Aim:**

To evaluate the volumetric changes in hard and soft peri-implant tissues after flapless immediate implant placement in the aesthetic zone during the first year of treatment as well as determinate which initial alveolar bone features may play a crucial role on peri-implant tissues alterations.

## **Materials and Methods:**

Twenty-six patients treated with single-tooth maxillary implants after flapless tooth extraction between 15 to 25, were included in this study. The horizontal implant/bone gap was measured for further analysis (BID) and filled with a xenograft bone substitute. Digital impressions were taken prior to extractions (T0), one month (T1), four months (T2) and 12 months (T3) after implant insertion. The obtained Standard Tessellation Language (STL) files were superimposed with a computer software allowing to create a colour map that quantitatively analysed the three-dimensional variations occurred in the intervened areas and adjacent tissues. Variables related to thickness, area and volume representing the changes between T0 and the different postoperative follow-ups were computed. A CBCT exam allowed to access pre (T0) and postoperative (T3) parameters such as buccal bone thickness (BT), buccal plate height (BH), palatal plate height (PH) and the distance between them (BPD).

**Results:**

The linear measurements showed a total mean change in thickness at T1, T2 and T3 of  $-0,45\pm0,51\text{mm}$ ,  $-0,46\pm0,39$  and  $-0,52\pm0,38$ , respectively. Buccal volume variation at T1, T2 and T3 was  $-7,20\pm6,62\%$ ,  $-7,82\pm6,86\%$  and  $-9,52\pm7,44\%$ , respectively. A mean variation on BPD of  $-1,50\pm1,09\text{mm}$  was observed at T3 and after 1-year of treatment subjects with  $BT\leq 1\text{mm}$  exhibited a significantly increased buccal thickness variation ( $-0,48\pm0,28\text{mm}$ ) than patients with  $BT>1\text{mm}$  ( $-0,17\pm 0,11\text{mm}$ ) ( $p=0,049$ ). A multivariate regression analysis proved a statistical significant influence of BT and  $BPD_{T0}$  on thickness and volume variations after 4 months, whereas no statistical significance was found on BID effect. A positive linear correlation was detected between BPD variations (T0-T3) and total thickness and volume alterations at T1, T2 and T3.

**Conclusion:**

After the first year of treatment following flapless single immediate implant placement in maxilla, peri-implant tissues showed a continuous alterations resulting in a thickness change that occurred mainly in the first month and tended to be stable after the fourth month. Thickness and volume variations were significantly influenced by initial buccal bone thickness.

**Key words:**

dental implants, alveolar ridge augmentation, alveolar bone loss, cone beam computerized tomography, wound healing, three-dimensional imaging, treatment outcome, maxilla, retrospective study.





# Índice

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	3
<b>1.1. Biologia estrutural do periodonto</b> .....	3
1.1.1. Anatomia gengival.....	3
1.1.2. Características microscópicas da gengiva.....	4
1.1.3. Processo alveolar e osso alveolar.....	6
<b>1.2. Modelação e remodelação óssea</b> .....	7
1.2.1. As células ósseas.....	8
1.2.2. Regulação óssea.....	9
<b>1.3. Reparação dos tecidos após extrações dentárias</b> .....	11
1.3.1. Processo de cicatrização tecidual.....	12
<b>1.4. Evolução histórica da implantologia oral</b> .....	13
1.4.1. A osteointegração.....	14
1.4.2. Estabilidade primária e secundária.....	16
<b>1.5. Tecidos moles peri-implantares</b> .....	17
<b>1.6. Colocação de implantes imediatos após extrações dentárias</b> .....	19
<b>1.7. Técnicas coadjuvantes à colocação de implantes imediatos</b> .....	21
1.7.1. Preservação alveolar.....	21
1.7.2. Técnica cirúrgica <i>flapless</i> .....	22
<b>1.8. Avaliação tridimensional das alterações dos tecidos peri-implantares</b> .....	23
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	27
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	31
<b>3.1. Caracterização do estudo e da amostra</b> .....	31
<b>3.2. Critérios de inclusão e exclusão</b> .....	31
<b>3.3. Observações clínicas e recolha de dados</b> .....	32
<b>3.4. Protocolo pré-cirúrgico</b> .....	33
<b>3.5. Protocolo cirúrgico</b> .....	34
<b>3.6. Protocolo pós-cirúrgico</b> .....	34
<b>3.7. Método de calibração do examinador</b> .....	37
<b>3.8. Avaliação digital tridimensional</b> .....	37
3.8.1. Sobreposição dos modelos digitais.....	37
3.8.2. Avaliação das alterações de espessura dos tecidos peri-implantares.....	38
3.8.3. Determinação da área afetada por alterações dimensionais.....	41
3.8.4. Determinação do volume afetado por alterações dimensionais.....	42

3.9.	Avaliação radiográfica.....	46
3.10.	Análise estatística.....	50
4.	RESULTADOS.....	55
4.1.	Caracterização da amostra.....	55
4.2.	Características ósseas alveolares iniciais.....	57
4.3.	Alteração de espessura dos tecidos peri-implantares.....	58
4.4.	Alterações dimensionais dos tecidos peri-implantares.....	59
4.5.	Variação volumétrica dos tecidos peri-implantares.....	60
4.6.	Caracterização das alterações de espessura, área e volume em função das características ósseas alveolares iniciais.....	61
4.6.1.	Alterações de espessura em função das classes BT, BID e BPD <sub>T0</sub> .....	61
4.6.2.	Alterações de área em função das classes BT e BID.....	66
4.6.3.	Alterações de volume em função das classes BT, BID e BPD <sub>T0</sub> .....	70
4.7.	Modelos de regressão linear múltipla.....	73
4.7.1.	Impacto dos parâmetros BID, BT e BPD <sub>T0</sub> nas alterações de espessura alveolar.....	73
4.7.2.	Impacto dos parâmetros BID, BT e BPD <sub>T0</sub> nas alterações de volume alveolar.....	75
4.8.	Correlação entre as variáveis em estudo e a variação dos parâmetros BH, PH e BPD.....	77
5.	DISCUSSÃO.....	83
5.1.	Método de investigação.....	83
5.1.1.	Avaliação digital tridimensional.....	84
5.1.2.	Avaliação radiográfica.....	86
5.2.	Caracterização da amostra.....	87
5.3.	Características ósseas alveolares iniciais.....	87
5.4.	Alterações de espessura dos tecidos peri-implantares.....	89
5.5.	Alterações dimensionais dos tecidos peri-implantares.....	91
5.6.	Variação volumétrica dos tecidos peri-implantares.....	92
5.7.	Caracterização das alterações de espessura, área e volume em função das características ósseas alveolares iniciais.....	93
5.7.1.	Alterações de espessura, área e volume em função das classes de BT.....	93
5.7.2.	Alterações de espessura, área e volume em função das classes de BID.....	95
5.7.3.	Alterações de espessura e volume em função das classes de BPD <sub>T0</sub> .....	98
5.8.	Correlação entre as variáveis em estudo e a variação dos parâmetros BH, PH e BPD.....	100
5.9.	Sugestões para estudos futuros.....	101
6.	CONCLUSÃO.....	105

<b>7. BIBLIOGRAFIA</b> .....	111
<b>8. ANEXOS</b> .....	135
<b>8.1. Anexo I – Consentimento informado</b> .....	135
<b>8.2. Anexo II – <i>Ethics Screening Report</i></b> .....	137
<b>8.3. Anexo III – Produção científica</b> .....	140



## Índice de Figuras

- Figura 1** - Os componentes do Periodonto: Gengiva (G), Ligamento Periodontal (LP), Osso Alveolar (OA), Cimento Radicular (CR) e Processo Alveolar (PA). (Adaptado de Lindhe (1))..... 3
- Figura 2** - Anatomia gengival representando a Papila Interdentária (PI), a Gengiva Marginal Livre (GML), a Gengiva Aderida (GA), a Linha Mucogengival (LMG)..... 4
- Figura 3** - A: Demonstração histológica dos três tipos de Epitélio, do Tecido Conjuntivo e do Esmalte (E). (Adaptado de Hughes (10)); B: Corte histológico do Epitélio Oral demonstrando as diferentes camadas. (Adaptado de Garant (11)) ..... 6
- Figura 4** - A: Secção de corte do Processo Alveolar da maxila onde se observa o Osso Esponjoso (OE), a Cortical Externa (CE) e o Osso Lamelar Cribriforme (OLC). (Adaptado de Lindhe, Karring e Araújo (1)); B: Corte histológico a representar a barreira entre o Osso Lamelar Cribriforme (OCL) e os Canais de Havers (CH). (Adaptado de Lindhe, Karring e Araújo (1))..... 7
- Figura 5** - Esquematização do processo da ligação entre células precursoras de osteoblastos (Pré-OB) com RANKL e células precursoras de osteoclastos (Pré-OC) com RANK induzindo a maturação de mais osteoclastos. (Adaptado de Martin e Seeman (18)) ..... 10
- Figura 6** - Classificação dos tipos de qualidade óssea (Lekholm e Zarb (75)) 1: Osso compacto homogéneo; 2: Camada espessa de osso compacto a rodear osso trabecular denso; 3: Camada fina de osso compacto a rodear osso trabecular denso; 4: Camada fina de osso compacto a rodear osso trabecular de baixa densidade. .... 17
- Figura 7** - Diferenças da anatomia dos tecidos moles na presença de um dente natural (lado esquerdo) e de um implante dentário (lado direito). (Adaptado de Wang et al (82)) ..... 18
- Figura 8** - Diagrama das consultas estipuladas no estudo. .... 33

**Figura 9** - Imagem relativa ao seguimento de um caso clínico incluído neste estudo. A: Reconstrução tridimensional das estruturas ósseas e das peças dentárias; B: Situação inicial; C: Extração dentária; D: Colocação do implante dentário; E: Pilar customizado com tampa de compósito; F: Colocação da coroa provisória; G: Situação após 1 mês de tratamento; H: *Transfer* de impressão; I e J: Perfil de emergência da mucosa peri-implantar; K: Situação final após 4 meses de tratamento com coroa definitiva..... 36

**Figura 10** - Imagem relativa aos alinhamentos executados. A: Primeiro alinhamento; B: Segundo alinhamento; C: Terceiro alinhamento. .... 38

**Figura 11** - Criação do mapa de cores tridimensional com escala de cores. .... 39

**Figura 12** - Criação da linha referida no passo anterior através da função “Insert” – “Curve” – “Spline..... 39

**Figura 13** – Determinação da ROI com a função “Multiple 2D compare”. A: ROI definida por vestibular; B: ROI definida por palatino; C: Secções da ROI vestibular; D: Secções da ROI palatina. .... 40

**Figura 14** - Seleção das áreas (cor laranja) nas quais ocorreram alterações dimensionais. A: Seleção das áreas na face vestibular; B: Seleção das áreas na face palatina. .... 42

**Figura 15** - Transformação dos ficheiros STL sem volume em ficheiros STL com volume. A: Utilização da ferramenta “Surface to Solid”; B: Modelo digital sem volume; C: Modelo digital após aumento de volume em 4 mm<sup>3</sup>. .... 43

**Figura 16** - Utilização da ferramenta “Boolean” na obtenção da redução volumétrica entre T0 e T1. A verde visualiza-se o modelo digital T0 e a vermelho o T1. .... 43

**Figura 17** - Seleção da ROI através da função "Cut or Punch". A: Utilização da ferramenta “Cut or Punch”; B: ROI vestibular; C: ROI palatina; D: ROI vestibular e palatina vista de outro ângulo; E: ROI sem modelo digital..... 44

**Figura 18** - Perda e ganho volumétrico existente nos diferentes momentos de avaliação. A e B: Perda (azul) e ganho (amarelo) após o primeiro mês de tratamento nas faces vestibular e palatina; C e D: Perda (azul) e ganho (laranja) entre o primeiro e o quarto mês de tratamento nas faces vestibular e palatina; E e F: Perda (azul) e ganho (vermelho) entre o quarto e o décimo segundo mês de tratamento nas faces vestibular e palatina. . 45

**Figura 19** - Estudo dos cortes radiográficos. A: Corte coronal; B: Corte axial; C: Corte sagital..... 46

<b>Figura 20</b> - Criação da curva ao longo da arcada dentária para a obtenção de cortes seccionais através da ferramenta “Along Curve” – “Panoramic”..	47
<b>Figura 21</b> - Execução dos dois cortes seccionais e respectivas medições em T0 (A) e em T3 (B).	48
<b>Figura 22</b> - Uso das ferramentas “Measure” – “Distance” e “Measure” – “Angle” para obtenção das medições de interesse.....	48
<b>Figura 23</b> - Parâmetros radiográficos avaliados em T0 e T3.....	49
<b>Figura 24</b> – Variação de espessura vestibular ao fim de um ano de tratamento em dois pacientes da classe $BT \leq 1\text{mm}$ (A e B) e em dois indivíduos pertencentes à classe $BT > 1\text{mm}$ (C e D).	63
<b>Figura 25</b> - Áreas com alterações dimensionais relativas à variação temporal T0-T1, obtidas através de uma avaliação tridimensional, de dois pacientes da classe $BT \leq 1\text{mm}$ (A e B) e em dois indivíduos pertencentes à classe $BT > 1\text{mm}$ (C e D).	68
<b>Figura 26</b> - Áreas com alterações dimensionais relativas à variação temporal T0-T3, obtidas através de uma avaliação tridimensional, de dois pacientes da classe $BID \leq 2\text{mm}$ (A e B) e em dois indivíduos pertencentes à classe $BID > 2\text{mm}$ (C e D).	70
<b>Figura 27</b> – Variação volumétrica vestibular (cor azul) ao fim de um ano de tratamento em dois pacientes da classe $BT \leq 1\text{mm}$ (A e B) e em dois indivíduos pertencentes à classe $BT > 1\text{mm}$ (C e D).	71



## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Critérios de inclusão e exclusão. ....	32
<b>Tabela 2</b> - Descrição da amostra total em termos de idade, género, local e dimensão do implante. ....	56
<b>Tabela 3</b> - Caracterização do parâmetro KM. ....	57
<b>Tabela 4</b> - Caracterização dos parâmetros BT, BID e BPD <sub>T0</sub> . ....	57
<b>Tabela 5</b> - Caraterização dos parâmetros BID, BT e BPD <sub>T0</sub> em função das respetivas classes. ....	58
<b>Tabela 6</b> - Caracterização dos parâmetros BH <sub>T0</sub> , BH <sub>T3</sub> , PH <sub>T0</sub> , PH <sub>T3</sub> , BPD <sub>T0</sub> , BPD <sub>T3</sub> e a variação dos mesmos ao fim de um ano de tratamento (T0-T3). ....	58
<b>Tabela 7</b> - Variação de espessura dos tecidos peri-implantares em T1, T2 e T3. ....	59
<b>Tabela 8</b> - Valores de áreas, em mm <sup>2</sup> e %, dos tecidos peri-implantares afetadas por alterações dimensionais em T1, T2 e T3. ....	60
<b>Tabela 9</b> - Variação volumétrica, em mm <sup>3</sup> e %, dos tecidos peri-implantares em T1, T2 e T3. ....	61
<b>Tabela 10</b> - Alterações de espessura dos tecidos peri-implantares em função das classes BPD <sub>T0</sub> . ....	66
<b>Tabela 11</b> - Alterações de área dos tecidos peri-implantares em função das classes BT. ....	67
<b>Tabela 12</b> - Alterações de área dos tecidos peri-implantares em função das classes BID. ....	69
<b>Tabela 13</b> - Alterações de volume dos tecidos peri-implantares em função das classes BT. ....	71

**Tabela 14** - Alterações de volume dos tecidos peri-implantares em função das classes BID. .... 72

**Tabela 15** - Alterações de volume dos tecidos peri-implantares em função das classes BPD<sub>T0</sub> na face vestibular. .... 73

**Tabela 16** - Resumo dos resultados dos modelos de regressão com as características alveolares iniciais (regressores) e as variáveis de espessura (variáveis dependentes) para a face vestibular, palatina e total ao fim de um (T1) e quatro (T2) meses de tratamento. .... 75

**Tabela 17** - Resumo dos resultados dos modelos de regressão com as características alveolares iniciais (regressores) e as variáveis de volume (variáveis dependentes) para a face vestibular, palatina e total ao fim de um (T1) e quatro (T2) meses de tratamento. 77

**Tabela 18** - Correlações de *Spearman* entre variáveis em estudo de espessura e a variação dos parâmetros BH, PH e BPD..... 78

**Tabela 19** - Correlações de *Spearman* entre variáveis em estudo de área e a variação dos parâmetros BH, PH e BPD. .... 78

## Índice de Gráficos

**Gráfico 1** - Comportamento das variáveis MBPC e MBC em T1, T2 e T3 de acordo com as classes de BT. .... 62

**Gráfico 2** - Comportamento das variáveis MBPC e MBC em T1, T2 e T3 de acordo com as classes de BID. .... 64



## **Abreviaturas**

**DICOM** - *Digital Imaging and Communication in Medicine*

**LMG** – Linha Mucogengival

**mg** – miligramas

**mm** – Milímetros

**mm<sup>2</sup>** – Milímetros quadrados

**mm<sup>3</sup>** – Milímetros cúbicos

**ROI** – Região de Interesse

**STL** – Standard Tessellation Language

**µm** – Micrómetros



# **INTRODUÇÃO**



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Biologia estrutural do periodonto

O periodonto (peri = à volta, odonto = dente) é constituído por quatro principais componentes tecidulares: gengiva; ligamento periodontal; cemento; osso/apófise alveolar (Figura 1). (1–3) Num periodonto saudável todos os componentes estão em harmonia com o objetivo de interligar o osso alveolar e os dentes (1), suportando-os na presença de cargas oclusais e mantendo-os em função. (2,3) Uma vez que, cada estrutura periodontal é única e diferente, na ocorrência de alguma alteração pode desenvolver-se um desequilíbrio no correto funcionamento das mesmas, comprometendo a saúde periodontal. (2)

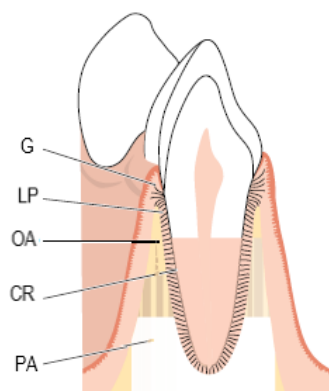


Figura 1 - Os componentes do Periodonto: Gengiva (G), Ligamento Periodontal (LP), Osso Alveolar (OA), Cimento Radicular (CR) e Processo Alveolar (PA). (Adaptado de Lindhe (1))

### 1.1.1. Anatomia gengival

A gengiva, integrante da mucosa oral, localiza-se na zona mais periférica do periodonto e tem como principal função estabelecer uma barreira, impedindo a entrada de microrganismos nos tecidos mais profundos, de forma a contrariar uma possível lesão causada pelos mesmos. (2) A gengiva saudável tem geralmente cor rosa, no entanto pode ser verificada a presença de pigmentação em alguns casos causada pelas variações de raça. (3,4)

Anatomicamente, a gengiva é dividida em três porções (Figura 2): (1,2)

- **Gengiva marginal livre:** corresponde à porção gengival presente na zona mais coronal do dente, sendo na maioria das vezes separada da gengiva aderida por uma depressão linear visível chamada sulco gengival livre que está presente, sensivelmente, em 50% da população mundial. (4,5) O espaço existente entre a parede interna da gengiva marginal livre e a parede externa do dente é denominado de sulco gengival. (2)
- **Gengiva aderida:** está compreendida entre a gengiva marginal livre e a linha mucogengival (LMG). Apesar de na mandíbula estar presente tanto na face vestibular como na face lingual, na maxila encontra-se apenas na face vestibular, uma vez que por palatino esta é contínua com a mucosa palatina. (3,4,6)
- **Gengiva interdentária:** também conhecida por papila interdentária, situa-se debaixo do ponto de contacto entre dois dentes adjacentes. Tem forma e tamanho variado que pode ser influenciado por fatores como a presença ou não de ponto de contacto, a distância do ponto de contacto à crista óssea e a presença ou não de recessões. (7) Recentemente, foi observado que quanto menor é a distância entre o ponto de contacto e a crista óssea maior tendência tem a papila a preencher o espaço interdentário. (8)

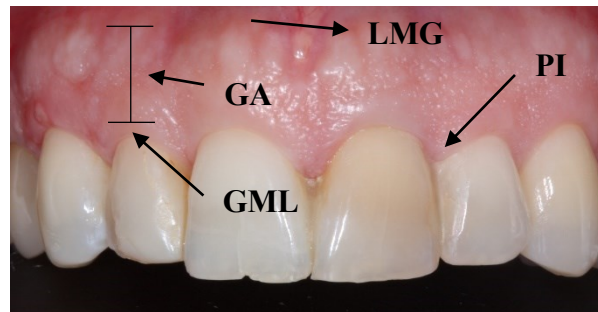


Figura 2 - Anatomia gengival representando a Papila Interdentária (PI), a Gengiva Marginal Livre (GML), a Gengiva Aderida (GA), a Linha Mucogengival (LMG).

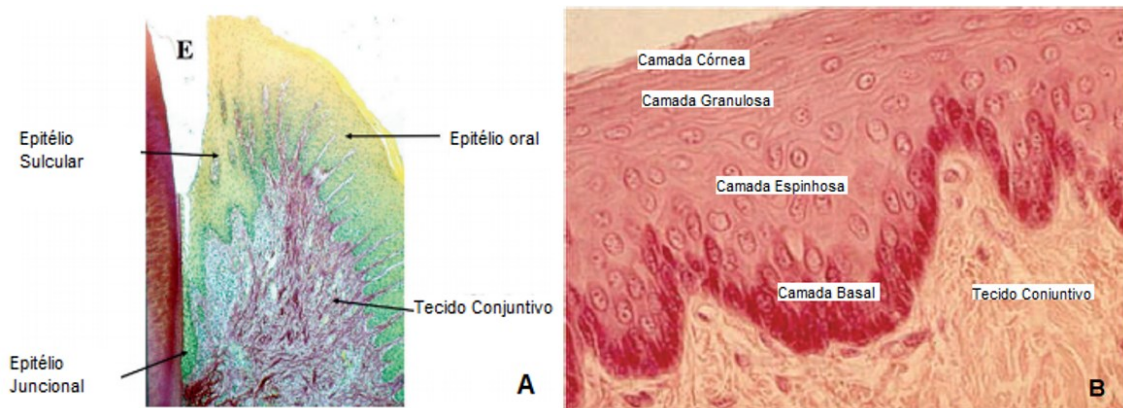
### 1.1.2. Características microscópicas da gengiva

Acredita-se que as células epiteliais gengivais têm uma função importante não só no papel de barreira, protegendo as estruturas subjacentes para a prevenção do estabelecimento de uma infecção periodontal, como também no mecanismo de resposta a

tal infecção através de mecanismos de sinalização celular. (2) No decorrer de uma observação microscópica da gengiva, verificamos que esta é composta na zona mais externa por epitélio, que pode ser dividido em três tipos (oral, sulcular e juncional), e pela lâmina própria na região mais interna (Figura 3). (2)

O epitélio oral (epitélio escamoso estratificado) reveste a superfície da gengiva marginal livre e da gengiva aderida. Este é dividido em quatro camadas (basal, espinhosa, granulosa e córnea) e tem como célula mais comum o queratinócito (90%), que até à sua completa formação passa por um processo de diferenciação ascendendo desde a camada basal até à camada córnea onde se torna preenchido por queratina. (1,9) Existem ainda outras células presentes que desempenham papéis importantes na produção de melanina (melanócitos), na função sensitiva (células de Merkel) e na função imunitária (células de Langerhans). (1–3) Por outro lado, o epitélio sulcular corresponde à face interna do sulco gengival, não tendo qualquer adesão à superfície dentária. (3) Igualmente ao epitélio sulcular, o epitélio juncional também não é queratinizado, contudo identifica-se uma adesão ao dente ao nível da linha amelocementária (3).

Inferiormente à camada basal encontra-se a lâmina própria, também conhecida como tecido conjuntivo. Esta é composta pela camada papilar que se encontra na zona externa e pela camada reticular localizada na zona interna e que tem continuidade com o perióstio. (2,4,6) As fibras de colagénio são o principal componente do tecido conjuntivo ( $\pm 60\%$ ), estando presentes também fibroblastos ( $\pm 5\%$ ), vasos e nervos ( $\pm 35\%$ ) e a substância fundamental (1–3,6), que contém água, proteoglicanos e glicoproteínas, o que por sua vez a torna aquosa ajudando o ligamento periodontal a absorver determinadas forças oclusais. (4) Outra função importante deste componente é o transporte de determinados eletrólitos, nutrientes e metabolitos. (3) Os fibroblastos produzem colagénio, mas também têm a capacidade de o degradar, funcionando assim como um regulador de génese, manutenção e reparação do tecido conjuntivo gengival. (2) Apesar da maioria das fibras gengivais do tecido conjuntivo se disporem de forma irregular, algumas mostram algum grau de organização, entre elas os grupos dento-gengival, circular e transeptal. (3).



**Figura 3 - A: Demonstração histológica dos três tipos de Epitélio, do Tecido Conjuntivo e do Esmalte (E). (Adaptado de Hughes (10)); B: Corte histológico do Epitélio Oral demonstrando as diferentes camadas. (Adaptado de Garant (11))**

### 1.1.3. Processo alveolar e osso alveolar

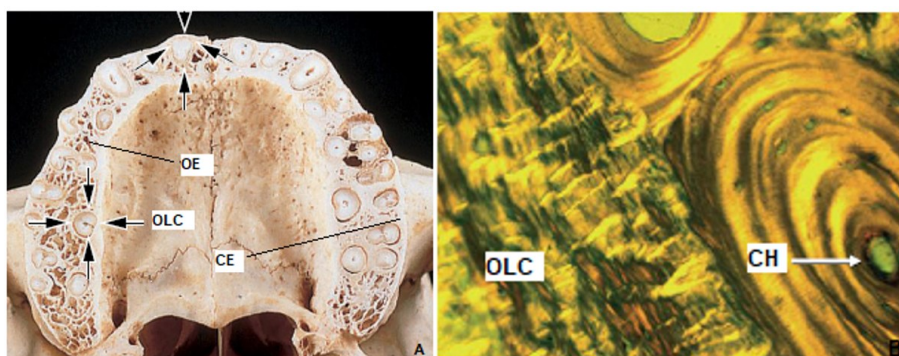
O processo alveolar e o osso alveolar estão presentes tanto na mandíbula como na maxila, dão suporte ao dente e formam o alvéolo dentário. (1–3,12) No momento de formação e erupção dentária iniciam a sua formação através de uma ossificação intramembranosa. (4) Inicialmente, aspetos como o tamanho, morfologia e localização da peça dentária vão influenciar o desenvolvimento do processo alveolar, surgindo também alterações ao longo da vida causadas pelas forças oclusais a que os próprios dentes são sujeitos. (12) Desta forma, podemos considerá-lo como uma estrutura dependente da presença dentária, uma vez que após a sua destruição são iniciadas complexas remodelações ósseas que levam à redução do mesmo. (2) Quando a formação do osso alveolar se completa é possível distinguir três principais componentes. Estes são a cortical externa, a cortical interna adjacente ao dente e o osso esponjoso presente entre as duas corticais (Figura 4). (2,13)

A cortical externa é composta por osso lamelar compacto e pelos canais de Havers (2), que consistem em canais com um raio de 11-55 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) rodeados por osso lamelar e que atuam no transporte sanguíneo para as estruturas ósseas, uma vez que capilares superficiais não conseguem irrigar zonas ósseas com elevada espessura. (14)

Por outro lado, a cortical interna dispõe de um osso lamelar com um carácter diferente, uma vez que este tem apenas 0,2 a 0,4 milímetros (mm) de espessura. (15) Conhecido como osso lamelar cribriforme, dispõe de uma orientação paralela ao longo

eixo do dente em direção corono-apical e pode ser observado numa radiografia como a lâmina dura. (2,16) O nome cribriforme é representativo da presença de várias aberturas que têm como objetivo interligar o ligamento periodontal e o osso esponjoso. (2) Existe ainda uma grande quantidade de fibras de Sharpey provenientes do tecido conjuntivo que se inserem no osso lamelar cribriforme promovendo a união entre o ligamento periodontal e o osso alveolar. (2)

O osso esponjoso localiza-se entre a cortical externa e a cortical interna. (1) Este componente contém espaços medulares com aparência trabeculada, cujo aspeto é afetado pelas diferentes forças oclusais. (1,2) Existe uma maior quantidade desta qualidade de osso nos espaços interradiculares e interdentários, sendo que se encontra também em maior abundância na maxila comparativamente com a mandíbula, tornando desta forma o osso mandibular mais compacto e denso. (2,4,16)



**Figura 4 - A: Secção de corte do Processo Alveolar da maxila onde se observa o Osso Esponjoso (OE), a Cortical Externa (CE) e o Osso Lamelar Cribriforme (OLC). (Adaptado de Lindhe, Karring e Araújo (1)); B: Corte histológico a representar a barreira entre o Osso Lamelar Cribriforme (OCL) e os Canais de Havers (CH). (Adaptado de Lindhe, Karring e Araújo (1))**

## **1.2. Modelação e remodelação óssea**

O osso é um órgão vivo que está em constante modificação a partir do momento em que inicia a sua formação. (17) Mesmo após a idade adulta sofre processos de remodelação e modelação que podem ser consequência de forças mecânicas aplicadas, do efeito de determinadas hormonas e do nível de cálcio existente na corrente sanguínea. (17) O processo de modelação óssea diz respeito a um fenómeno em que ocorre a mudança da arquitetura e aspeto do osso adaptando-se a novas forças mecânicas (13), enquanto que na remodelação óssea células como osteoclastos, osteoblastos, osteócitos e células de revestimento ósseo estão envolvidas na reabsorção e nova formação de osso.

(17) Durante o desenvolvimento e crescimento do esqueleto Humano existe uma maior componente de formação óssea comparativamente à componente de reabsorção óssea, no entanto após a menopausa, no caso do sexo Feminino, e em idades mais avançadas a reabsorção pode ultrapassar a formação de novo osso estabelecendo-se assim um desequilíbrio. (17)

As cargas que atuam sobre o osso alveolar podem traduzir-se por forças mastigatórias, por forças ortodônticas ou pela própria colocação de um implante. Estes acontecimentos geram determinados sinais celulares e moleculares de origem local e sistêmica que posteriormente são recebidos por uma rede tridimensional de osteócitos e células de revestimento, culminando em processos de reabsorção óssea realizada por osteoclastos e neoformação óssea através de osteoblastos. (18,19)

### **1.2.1. As células ósseas**

Existem quatro principais tipos de células ósseas: osteoblastos; osteócitos; células de revestimento; osteoclastos. (16)

Os osteoblastos são células com forma alongada ou cuboide que se encontram posicionados na superfície óssea lado a lado. (16) Produzem colagénio, glicoproteínas e proteoglicanos (3) com o intuito de segregar a matriz extracelular óssea e de a tornar mineralizada, estando também envolvidos na remodelação das fibras do ligamento periodontal. (16) Após a maturação óssea, estas células podem eventualmente sofrer apoptose, manter-se na superfície óssea (células de revestimento) ou incorporar-se na matriz extracelular óssea, sofrendo uma mudança morfológica e passando a chamarem-se osteócitos. (1)

Os osteócitos ocupam lacunas presentes na matriz óssea e dispõem de ramificações que contactam com as ramificações de outros osteócitos, formando assim uma rede citoplasmática durante o processo de formação óssea. (3) Com tamanho inferior aos osteoblastos e formato em estrela, transformam sinais mecânicos em sinais bioquímicos que culminam na reabsorção e formação óssea. (1) Na ocorrência de algum estímulo ou sinalização celular que provoque a morte de osteócitos segue-se a reabsorção da matriz óssea. (20)

Durante a formação de uma célula de revestimento ósseo os osteoblastos passam por uma série de alterações morfológicas e funcionais. (16) As células de revestimento ósseo, como o próprio nome indica, ocupam a maior parte da superfície dos ossos do esqueleto Humano através de uma rede celular. (16) Apesar da sua escassez em organelos e da incapacidade de produzir matriz óssea, acredita-se que desempenham um papel importante na regulação óssea através de mecanismos de regulação da concentração de cálcio no organismo. (21)

Os osteoclastos, derivados de precursores mononucleares provenientes da medula óssea, são células grandes multinucleadas importantes no processo de reabsorção óssea. (3) Imagens microscópicas demonstram a existência de microprolongamentos nas bordas dos osteoclastos que libertam ácido sobre a forma de iões de hidrogénio resultando na destruição da parte orgânica do osso. (2,20)

### **1.2.2. Regulação óssea**

A regulação óssea pode ocorrer através de uma componente local ou de uma componente sistémica/hormonal. (20) Dentro dos fatores locais que influenciam a regulação óssea estão a interleucina-1 (IL-1) e a interleucina-6 (IL-6), que podem ser produzidas por células inflamatórias. (16) São consideradas como fatores de ativação osteoclástica, uma vez que induzem a reabsorção óssea juntamente com o fator de necrose tumoral  $\alpha$  (TNF $\alpha$ ) e algumas prostaglandinas, nomeadamente a prostaglandina E<sub>2</sub>. (18,20) Outros elementos envolvidos na remodelação óssea são as proteínas morfogénicas ósseas (BMP), nomeadamente a BMP-2 e a BMP-7. (22) Enquanto que a primeira tem uma capacidade osteogénica e osteoindutora, a segunda tem um papel fundamental na proliferação e diferenciação de odontoblastos. (22) As BMP fazem parte da família do fator de crescimento transformante  $\beta$  (TGF $\beta$ ), que desenvolve também um papel ativo no equilíbrio da formação e reabsorção óssea, contudo este é bastante complexo, uma vez que o TGF $\beta$  pode estar ligado tanto à reabsorção óssea (23) como à indução da apoptose dos osteoclastos. (24) Apesar do potencial do TGF $\beta$  em estar envolvido nas duas modalidades de regulação óssea, o efeito sobre a formação óssea é superior relativamente ao efeito sobre a reabsorção óssea. (24) Outro elemento com capacidade para influenciar a regulação óssea é o fator de crescimento insulínico 1 (IGF-1), sendo um dos mais relevantes da componente local. (25)

O sistema RANKL/RANK/OPG, que foi descoberto há cerca de 25 anos, veio demonstrar uma nova etapa na remodelação e modelação óssea local (Figura 5). (26) No caso de ocorrer um dano ósseo, os osteócitos induzem pré-osteoblastos e osteoblastos a expressar o ligador do recetor ativador do fator nuclear  $\kappa$ B (RANKL), que por sua vez se liga ao RANK produzido por pré-osteoclastos e osteoclastos, culminando no aumento da proliferação e diferenciação de osteoclastos. (26,27) A osteoprotogerina (OPG), expressada também por osteoblastos, funciona como um fator limitante deste sistema, uma vez que vai competir com o RANK para se ligar ao RANKL, diminuindo assim a diferenciação de novos osteoclastos. (26) Deste modo, o sistema RANKL/RANK/OPG representa um processo preponderante na osteoclastogénese. (27)



**Figura 5 - Esquemática do processo da ligação entre células precursoras de osteoblastos (Pré-OB) com RANKL e células precursoras de osteoclastos (Pré-OC) com RANK induzindo a maturação de mais osteoclastos. (Adaptado de Martin e Seeman (18))**

A regulação óssea a nível sistémico envolve o papel de três hormonas que regulam a concentração de cálcio no sangue: hormona da paratiroide (PTH); calcitonina; vitamina D. (22)

A PTH é sintetizada e libertada pelas glândulas paratiroides e tem como principal função promover a reabsorção intestinal de cálcio, aumentando assim a sua concentração na corrente sanguínea através de um mecanismo de *feedback*. (28) Este processo causa o aumento da mobilização de cálcio no tecido ósseo, provocando desta forma uma maior remodelação óssea e conseqüentemente uma maior reabsorção óssea. (20,28) Apesar da PTH estar maioritariamente associada à reabsorção óssea, a sua administração no organismo em doses baixas ao longo do tempo torna possível obter um aumento de

volume ósseo. (29) A sua concentração tende também a aumentar com a idade, portanto espera-se que numa idade mais avançada ocorram maiores alterações ósseas. (20) A vitamina D é fundamental para o desenvolvimento do esqueleto Humano. (20) Esta é segregada em situações de hipocalcemia, uma vez que provoca também um efeito positivo na reabsorção de cálcio intestinal, gerando assim um efeito negativo na libertação de PTH e na reabsorção óssea. (30–32) Pelo contrário, a calcitonina é uma hormona libertada pela tiroide que causa um efeito positivo na formação óssea através da redução da concentração de cálcio no sangue de modo a inibir a reabsorção da matriz óssea. (20,33)

### **1.3. Reparação dos tecidos após extrações dentárias**

Após a extração dentária tem início o processo de remodelação dos tecidos ósseos e tecidos moles que previamente circundavam o dente, provocando alterações morfológicas nos mesmos. (34) Isto inicia-se devido à paragem de suprimento sanguíneo anteriormente fornecido pelo ligamento periodontal, o que leva a um aumento da atividade osteoclástica. (34) Um ensaio clínico prospetivo de 2003 verificou que a perda de altura das corticais alveolares ocorreu principalmente durante os primeiros três meses após a extração dentária, sendo que dos seis aos doze meses o novo tecido ósseo formado sofre apenas remodelação. (35)

Estudos apontam que a maior quantidade de reabsorção óssea ocorre no aspeto horizontal, principalmente na face vestibular do rebordo alveolar comparativamente com a face palatina (36–38), contudo existe também uma perda vertical, que é verificada de forma mais acentuada na face vestibular. (37,39) Numa investigação realizada por Januario *et al* (40), que incluiu 250 pacientes periodontalmente saudáveis, observou-se que cerca de 50% dos mesmos apresentavam uma cortical vestibular com uma espessura inferior a 0,5 mm nas peças dentárias maxilares anteriores, o que pode justificar a grande perda óssea vestibular. Mais recentemente, em 2013, demonstrou-se, através de uma avaliação radiográfica tridimensional, que em indivíduos com cortical vestibular de espessura  $\leq 1$  mm a perda de altura óssea foi de 62,3% da mesma, enquanto que indivíduos com corticais vestibulares de espessura  $> 1$  mm apenas 9,1% da mesma foi reabsorvida. (41) No mesmo estudo, verificou-se também que em extrações unitárias com dentes adjacentes íntegros, a maior perda óssea ocorreu na zona central do alvéolo

dentário, ao passo que as zonas ósseas interproximais apresentaram uma maior estabilidade óssea. (41)

O impacto da remodelação óssea surgida após a extração dentária afeta também os tecidos moles adjacentes. Chappuis *et al* (42) verificou que a espessura da parede óssea vestibular influencia as alterações de espessura dos tecidos moles adjacentes, visto que em paredes vestibulares ósseas de biótipo fino, o espaço criado pela grande quantidade de redução de volume ósseo foi compensado por um aumento de espessura dos tecidos moles, enquanto que em paredes vestibulares ósseas de biótipo grosso foram criadas condições mais favoráveis à neoformação óssea comparativamente ao aumento de espessura dos tecidos moles peri-implantares. Tecidos moles mais espessos não só dispõem de maior quantidade de células e colagénio como também de maior vascularização, o que em situações de trauma cirúrgico promovem uma melhor cicatrização tecidular e um melhor comportamento pós-cirúrgico. (43)

### **1.3.1. Processo de cicatrização tecidular**

O processo de cicatrização é um mecanismo fisiológico importante que tem como principal objetivo alcançar a integridade normal dos tecidos previamente danificados. (44) Este processo ocorre através de três etapas consecutivas e que ao mesmo tempo se sobrepõem: inflamatória; proliferativa; remodelação/modelação óssea. (39) Alguns estudos indicam que, clinicamente, o processo de reparação do alvéolo termina após o fecho do mesmo por tecido epitelizado cerca de dez a vinte semanas após a extração dentária (40,45), e, radiograficamente, após a visualização de osso a preencher o alvéolo dentário que surge entre três a seis meses depois da extração dentária. (35)

Imediatamente após a remoção de uma peça dentária, inicia-se a fase inflamatória onde a lesão tecidular e o rompimento de vasos sanguíneos provocam a formação de um coágulo por agregação plaquetar juntamente com eventos de sinalização entre diferentes moléculas (fator de crescimento derivado de plaquetas, fator de crescimento insulínico, fator de crescimento transformante  $\beta$  e fator de crescimento fibroblástico). (39) O coágulo sanguíneo, constituído por uma rede de fibrina, serve de suporte para o estabelecimento de fatores de crescimento e citocinas que recrutam células inflamatórias para a ferida operatória. (46) Os neutrófilos e os macrófagos são as primeiras células inflamatórias a chegar ao local, realizando a limpeza do mesmo e efetuando a fagocitose de bactérias e

células danificadas, respetivamente. (44) O conjunto de células inflamatórias, vasos sanguíneos e fibroblastos imaturos forma o tecido de granulação, terminando assim a primeira etapa de cicatrização que tem lugar cerca de setenta e duas horas após o dano tecidular. (39)

De seguida, o tecido de granulação existente começa a ser substituído por uma matriz provisória de tecido conjuntivo rico em células inflamatórias e fibras de colagénio, dando-se assim início à fase proliferativa. (39) Durante esta fase, novos vasos sanguíneos e células de formação óssea invadem essa matriz, promovendo a formação de um tecido ósseo provisório (*woven bone*), constituído por fibras de colagénio desorganizadas e com fracas propriedades mecânicas, sendo radiograficamente identificado sensivelmente duas semanas depois do dano inicial. (39)

Por fim, surge a remodelação e modelação óssea, já previamente abordada na presente dissertação. (39) Nesta fase, o osso provisório anteriormente formado é reposto por osso lamelar maturo com propriedades mecânicas superiores. (39) Estes processos de alteração óssea prolongam-se durante meses ou anos originando episódios de redução óssea vertical e horizontal que podem variar de indivíduo para indivíduo. (47)

#### **1.4. Evolução histórica da implantologia oral**

Apesar da grande evolução a que a área da Medicina Dentária tem sido sujeita nos últimos anos, a perda dentária como consequência de doença periodontal, cárie ou episódio traumático continua a ser um problema comum. (48) Como forma de reabilitar estética e funcionalmente as peças dentárias perdidas, hoje em dia podem ser usados implantes dentários, contudo surgiram já há cerca de 2000 anos, por civilizações antigas vários métodos reabilitadores semelhantes. (48)

Na década de 1930, foi encontrada nas Honduras uma mandíbula humana com a presença de conchas com formato de um dente colocadas em três alvéolos de incisivos, encontrando-se em dois deles a formação de osso compacto. (49) No decorrer da idade média existem relatos da prática de extrair uma peça dentária de um indivíduo e implantá-la imediatamente num alvéolo de outro, no entanto a taxa de reações imunológicas e infeções cruzadas desta técnica era elevada. (50) No ano de 1809, Maggilio colocou um implante fabricado em ouro (Au) num alvéolo após a extração dentária. (51)

Posteriormente, em 1887, Harris realizou o mesmo processo, embora com um implante de platina (Pt). (51)

A implantologia moderna teve início na primeira metade do século XX quando Strock, em 1937, desenvolveu um implante fabricado em cromo-cobalto-molibdênio. (51) Mais tarde, em 1948, foi introduzido o primeiro implante subperiosteal por Norman Goldberg e Aaron Gershkoff. (48) A colocação deste tipo de implante dentário preconiza a realização de duas cirurgias, uma para a abertura de um retalho e realização da impressão diretamente no osso e outra para a colocação do implante. (52) No início da segunda metade do século XX, alguns autores descreveram outras soluções protéticas implantares em formato de “agulha” e grelhas de níquel-cobalto, no entanto continuavam a suceder-se alguns casos de infecção secundária. (53) Em 1967 surgiu ainda um novo tipo de implante dentário que se inseria dentro do osso no sentido longitudinal ao osso maxilar ou mandibular: a lâmina de Linkow. (54)

Apesar da grande evolução da implantologia oral ao longo dos anos, o seu sucesso deve-se principalmente a Per-Ingvar Brånemark que, em 1957 ao estudar os processos de cicatrização e regeneração óssea, descobriu que o titânio (Ti) em contacto com o osso não era rejeitado. (48,53) Após esta descoberta, Brånemark desenvolveu vários estudos em animais e humanos através da colocação de implantes dentários em Ti, dando o nome de osteointegração ao processo de ligação bioquímica entre a peça reabilitadora e o osso. (48,55) O facto de, por vezes, a componente protética não ter sido corretamente desenhada e planeada fez com que, em alguns casos, houvesse um comprometimento na osteointegração do implante dentário e, conseqüentemente, a falha do mesmo, o que levou a que apenas em 1982 os tratamentos reabilitadores com implantes dentários tenham sido globalmente aceites. (55)

#### **1.4.1. A osteointegração**

O conceito de osteointegração surgiu nos anos 50 por Per-Ingvar Brånemark e respetiva equipa após verificarem que era possível prolongar a integração de implantes dentários de Ti em tecido ósseo de um rato. (56) Este processo preconiza que haja a formação de tecido ósseo estável em redor do implante, criando uma conexão direta e funcional, mesmo após a colocação da restauração definitiva. (57)

O processo de osteointegração inicia-se imediatamente após a inserção do implante no leito implantar, iniciando-se um processo de cicatrização do tecido ósseo. (56) Este processo pode ser dividido em diferentes fases: hemóstase e formação do coágulo; formação de tecido de granulação; formação óssea; remodelação óssea. (58)

Imediatamente após a colocação da peça reabilitadora, a sua superfície interage com moléculas de água e iões atraindo diversas proteínas como albuminas, globulinas e fibrinas. (59) Num primeiro momento, as proteínas que se aderem à superfície do implante são aquelas que se encontram em maior quantidade no sangue, no entanto, numa segunda etapa, vão sendo substituídas por proteínas com maior afinidade para tal. (59) A presença de proteínas com capacidade de adesão promove a agregação de células na superfície implantar, sendo este processo principalmente influenciado pela quantidade de proteínas inicialmente existente. (60)

Os espaços existentes entre as espiras do implante criam um local que torna possível o estabelecimento de um coágulo sanguíneo constituído por eritrócitos, neutrófilos, monócitos/macrófagos e uma rede de fibrina. (61) De seguida, os linfócitos entram também no processo de cicatrização e quatro dias após a colocação do implante forma-se o tecido de granulação, preenchido por células mesenquimais e vasos sanguíneos recentemente formados que posteriormente dão origem a um novo tecido conjuntivo. (61,62)

A formação de novo tecido ósseo inicia-se durante a primeira semana através do processo de osteogénese. (63) Preliminarmente, o osso formado (*woven bone*), rico em fibras de colagénio, osteoblastos e estruturas vasculares, ainda não está completamente maturo, contudo à medida que a espessura óssea vai aumentando novo osso vai sendo depositado de forma organizada através de fibras paralelas, dando origem ao osso lamelar. (58) A duração da neoformação óssea depende do tipo de superfície do implante, sendo em média de quatro semanas. (64)

A fase de remodelação óssea inicia-se após seis a doze semanas. (61) Nesta fase os osteoclastos desempenham um papel importante, reabsorvendo osso danificado com o objetivo de permitir aos osteoblastos depositarem nova matriz óssea de acordo com as necessidades funcionais. (62) Esta fase prolonga-se durante anos, promovendo um contacto essencial entre o osso e o implante de cerca de dois terços da superfície implantar, mantendo-o assim em função. (65,66)

Em conjunto com estudos que analisam os processos histológicos previamente descritos têm-se realizado também estudos avaliando a expressão do genoma Humano no processo de osteointegração, onde se demonstrou que entre os primeiros quatro dias e primeiras duas semanas após a cirurgia implantar há uma mudança de processos associados à fase inflamatória e proliferação celular para processos de angiogênese, osteogênese e neurogênese. (67,68)

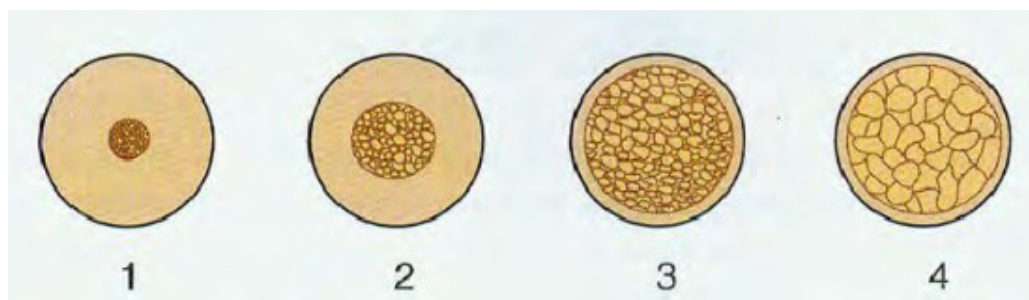
#### **1.4.2. Estabilidade primária e secundária**

A estabilidade primária diz respeito à relação de estabilidade que o osso tem com o implante dentário imediatamente após a sua inserção, enquanto que a estabilidade secundária é obtida ao longo de vários anos através de processos de remodelação e modelação óssea. (69) Uma depende da outra e, portanto, quando a estabilidade primária não é alcançada há o comprometimento da estabilidade secundária que pode culminar com o fracasso da reabilitação implantar. (70,71) Uma estabilidade primária adequada existe quando há ausência de mobilidade após a inserção do implante. (72) Segundo Szmukler-Moncler *et al* (73), movimentos entre 50 a 150  $\mu\text{m}$  são aceitáveis, porém quando estes são superados o processo de osteointegração pode ser comprometido.

Atualmente, acredita-se que as forças de torque  $\geq 30$  N/cm produzidas no momento de inserção da peça implantar são essenciais na obtenção de uma estabilidade primária apropriada, ainda assim em casos de reabilitações orais implanto-suportadas com próteses imediatas, forças  $\geq 50$  N/cm são indicadas, visto que reduzem os micro-movimentos existentes. (52)

Segundo Fawad *et al* (74), a quantidade óssea, a qualidade óssea, a técnica cirúrgica e o desenho do implante são fatores influenciadores da estabilidade primária. De forma a entender que influência tem a qualidade óssea neste processo, Lekholm and Zarb (75) estabeleceram uma classificação óssea, onde incluíram quatro tipos de osso (Figura 6). Estudos revelam que a colocação de implantes dentários em tecidos ósseos do tipo 4 está associada a um aumento de fracassos, uma vez que se intensifica a reabsorção óssea, comprometendo-se o processo de cicatrização. (76–78) Também Staedt *et al* (79), corroborou uma relação entre o desenho do implante dentário, o torque de inserção e a

estabilidade primária, já que o facto de o implante ser cónico ou cilíndrico pode influenciar o torque de inserção necessário para obter uma estabilidade primária correta.



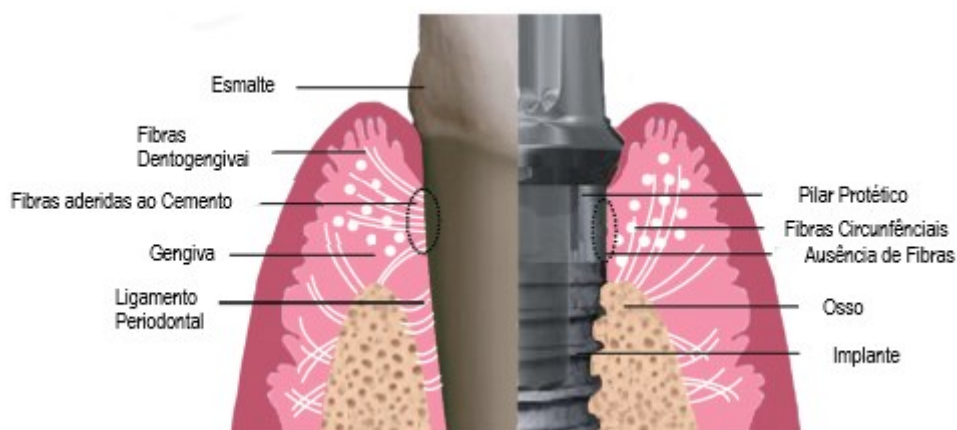
**Figura 6 - Classificação dos tipos de qualidade óssea (Lekholm e Zarb (75)) 1: Osso compacto homogêneo; 2: Camada espessa de osso compacto a rodear osso trabecular denso; 3: Camada fina de osso compacto a rodear osso trabecular denso; 4: Camada fina de osso compacto a rodear osso trabecular denso; 4: Camada fina de osso compacto a rodear osso trabecular de baixa densidade.**

## **1.5. Tecidos moles peri-implantares**

Inicialmente, considerava-se a osteointegração como o objetivo principal a alcançar, no entanto verificou-se que uma relação óssea favorável com a superfície do implante dentário não era o pressuposto fundamental para atingir o sucesso do tratamento a longo prazo, uma vez que os tecidos moles peri-implantares desempenhavam também um papel fulcral de barreira à entrada de bactérias. (1,80,81)

A anatomia dos tecidos que circundam uma peça dentária é semelhante à anatomia dos tecidos peri-implantares, contudo existem algumas diferenças. (82) Em contraste com a gengiva existente no colo dentário dá-se o nome de mucosa peri-implantar aos tecidos moles que circundam um implante dentário. (1) À semelhança dos tecidos presentes em redor de um dente, a mucosa peri-implantar é também composta por epitélio oral queratinizado, epitélio sulcular e um epitélio de barreira correspondente ao epitélio juncional, porém as suas dimensões são diferentes, visto que o epitélio juncional peri-implantar tem cerca de 2 mm ao contrário do epitélio juncional que rodeia uma peça dentária que apresenta apenas cerca de 1 mm. (1,83) Em conjunto com o epitélio juncional, o tecido conjuntivo peri-implantar também apresenta um tamanho superior, variando entre 1 a 1,5 mm. (1,83) Desta forma, ao avaliar a profundidade de sondagem da mucosa peri-implantar esta pode apresentar um valor maior, excedendo, por vezes, os 3 mm considerados saudáveis ao redor de um dente. (84)

Uma das grandes diferenças existentes é a direção que as fibras do tecido conjuntivo apresentam em cada um dos casos. Enquanto que na presença dentária e de cimento radicular as fibras exibem uma direção perpendicular ou oblíqua ao longo eixo do dente, na presença de um implante dentário estas vão estar numa direção paralela ao mesmo (Figura 7). (85–87) A forma como estas fibras se depositam nos tecidos peri-implantares pode, por vezes, favorecer a infiltração bacteriana, tornando deste modo os tecidos peri-implantares mais propensos a inflamação tecidular. (88)



**Figura 7 - Diferenças da anatomia dos tecidos moles na presença de um dente natural (lado esquerdo) e de um implante dentário (lado direito). (Adaptado de Wang et al (82))**

As alterações tecidulares que ocorrem após a extração dentária e inserção de um implante dentário modificam também o tamanho do espaço biológico, sendo cerca de 4-4,5 mm nos tecidos peri-implantares segundo Glauser *et al* (87), em contraste com 2,04 mm, referido anteriormente por Gargiulo *et al*, presente em redor de uma peça dentária. (89) Recentemente, um estudo que comparou o tamanho do espaço biológico em implantes colocados a nível ósseo (grupo controlo) e a nível infraósseo (grupo de estudo) obteve valores semelhantes de 3,34 mm e 3,13 mm, respetivamente. (90)

Outra característica que os diferencia é o suprimento sanguíneo que existe nas duas situações. (91) Na presença do dente o suprimento sanguíneo é obtido tanto por vasos provenientes do ligamento periodontal como por vasos oriundos do perióstio. (92) O ligamento periodontal é uma estrutura dependente da presença de uma peça dentária, e, portanto, quando esta está ausente estabelece-se uma comunicação direta entre o implante e o osso alveolar. (39,92) Sendo assim, em redor de um implante dentário não existem vasos sanguíneos provenientes do ligamento periodontal tornando a mucosa peri-

implantar menos vascular. (85) Consequentemente, na ocorrência de uma inflamação dos tecidos, espera-se que esta seja mais exacerbada e progressiva na mucosa peri-implantar comparativamente com a gengiva ao redor do dente, já que o número de células inflamatórias e fatores de crescimento que chegam ao local são menores. (91)

## 1.6. Colocação de implantes imediatos após extrações dentárias

Segundo o relatório produzido no âmbito do congresso ITI (*International Team for Implantology*) de 2008 existem quatro momentos para a inserção do implante dentário (93):

- **Immediate implant placement (Tipo 1)** - No mesmo dia da extração dentária.
- **Early implant placement (Tipo 2)** - Após a total cicatrização dos tecidos moles (4-8 semanas).
- **Early implant placement (Tipo 3)** - Após a total cicatrização dos tecidos moles e parcial cicatrização do tecido ósseo (12-16 semanas).
- **Late implant placement (Tipo 4)** - Após a total cicatrização dos tecidos moles e do tecido ósseo (> 6 meses).

Inicialmente, a colocação de um implante dentário imediatamente após a extração dentária não fazia parte da prática clínica na área da implantologia oral. (94) O tratamento reabilitador com implantes dentários era maioritariamente usado em reabilitações extensas e em zonas da arcada onde não havia qualquer processo de cicatrização de tecidos orais em andamento (Tipo 4). (57,95) Com a evolução existente na área da implantologia oral e a atualização de conhecimentos associados aos processos de cicatrização dos tecidos moles e do tecido ósseo, atualmente, a colocação de implantes imediatos é uma opção terapêutica. (34,94,96)

Esta modalidade de tratamento foi inicialmente descrita em 1978 pelo alemão Wilfried Schulte que testou a colocação de implantes dentários cerâmicos feitos em óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ) em alvéolos após extrações dentárias. (97) Em 2004, numa revisão sistemática levada a cabo por Chen *et al* (98), observou-se que a colocação de implantes imediatos apresentava uma taxa de sucesso semelhante à colocação de implantes em zonas edêntulas, contudo apresentava como limitação do seu estudo o facto de estarem envolvidas apenas publicações com dados a curto prazo.

Apesar da existência de críticas negativas relativas à colocação de implantes imediatos, esta modalidade de tratamento é vista pelos pacientes como primeira opção, uma vez que evita assim uma segunda etapa cirúrgica. (94) Se verificarmos a literatura científica disponível observamos que existem várias vantagens e desvantagens referentes à colocação de implantes do Tipo 1. Ao contrário do que se pensou inicialmente, estudos indicam que a colocação de implantes do Tipo 1 não impede a reabsorção óssea futura, tendo desta forma um efeito semelhante a outros tempos de colocação. (34,99) São várias as investigações que indicam que a colocação de implantes imediatos está associada a uma perda vertical na zona central da face vestibular da mucosa peri-implantar, contudo estas carecem de critérios de seleção adequados. Por outro lado, alguns estudos indicam que quando a questão estética é determinante, devem-se colocar implantes do Tipo 1. (100,101) Numa revisão sistemática efetuada por Ortega-Martínez *et al* (102) verificou-se que, no que diz respeito à taxa de sobrevivência, os implantes do Tipo 1 demonstraram resultados semelhantes a implantes colocados em cristas ósseas cicatrizadas, concluindo desta forma que esta modalidade seria uma boa alternativa terapêutica.

Mais recentemente, com a evolução digital que afetou a área da Medicina Dentária e que permitiu a obtenção de radiografias tridimensionais, foi possível começar a entender o porquê da existência de alterações acentuadas no que concerne às recessões a que os tecidos moles peri-implantares estão sujeitos. Vários estudos observaram que, em casos de colocações imediatas após extrações dentárias, a espessura da cortical óssea vestibular era mínima ou inexistente na maioria das vezes, o que por sua vez explica a recessão da mucosa peri-implantar e a reabsorção óssea mais acentuada no lado vestibular. (41,103,104) Ferrus *et al* (105) e Spray *et al* (106) comprovaram esta relação, contudo numa investigação levada a cabo por Arora *et al* (107) não foi encontrada qualquer relação entre a espessura da parede óssea vestibular inicial com o resultado estético final do tratamento.

Tal como todas as opções de tratamento, a colocação de implantes dentários imediatamente após extrações dentárias tem também as suas indicações e contraindicações. Segundo o relatório produzido no âmbito do congresso ITI de 2014, os implantes do Tipo 1 apenas devem ser inseridos quando as seguintes condições se verificam: paredes ósseas intactas; adequada quantidade e qualidade óssea; biótipo gengival espesso; ausência de infeção aguda; estabilidade primária adequada. (108) Todos estes procedimentos devem também ser realizados por profissionais com elevada

experiência clínica. (108) Assim, deve existir um correto diagnóstico de forma a verificar todas as possibilidades de tratamento e determinar, de acordo com a literatura científica disponível, qual a mais adequada para cada paciente.

## **1.7. Técnicas coadjuvantes à colocação de implantes imediatos**

As alterações dimensionais que afetam os tecidos peri-implantares podem culminar no comprometimento da estética oral e facial, podendo manifestar-se tanto por perdas verticais nas papilas interdentárias e/ou no ponto médio vestibular, como por perdas horizontais no contorno ósseo vestibular e também alterações de cor e textura. (109) Estes acontecimentos são ainda mais relevantes quando nos referimos à região anterior maxilar, uma vez que a exigência estética do tratamento e as condicionantes anatómicas alveolares, como a espessura óssea diminuída, apresentam-se como fatores de risco para o tratamento. (40,110) Desta forma, é imperativo optar por determinados procedimentos na execução da extração dentária e futura reabilitação a fim de reduzir uma maior reabsorção óssea futura e melhorar o aspeto estético, destacando-se a diminuição do trauma operatório através do uso de instrumentos menos traumáticos, o uso de biomateriais ósseos que promovam a osteocondução, a colocação de membranas reabsorvíveis de colagénio, a colocação de um enxerto de tecido conjuntivo, a não execução de um retalho e, em alguns casos, a colocação de um implante imediato. (39,111–114)

### **1.7.1. Preservação alveolar**

Após a colocação de um implante dentário é frequentemente visível, no sentido vestibulo-palatino, um espaço livre entre o implante e as paredes alveolares circundantes (*gap*). (115) Inicialmente, pensava-se que o implante se deveria colocar numa posição mais vestibular com o objetivo de diminuir as alterações ósseas vestibulares, no entanto Araújo *et al* (116), através de uma experimentação em animais, demonstraram que a reabsorção óssea ocorria de forma mais acentuada em alvéolos de pré-molares comparativamente a alvéolos de molares, concluindo assim que na presença de um *gap* ósseo maior as alterações dimensionais ósseas que sucediam seriam inferiores. De acordo com as recomendações do ITI, devemos colocar o implante dentário de forma a obtermos,

no mínimo, um espaço entre a parede externa do implante e a parede interna da cortical vestibular de 2 mm, permitindo assim o correto preenchimento do mesmo por um substituto ósseo e pelo coágulo sanguíneo. (108) Alguns estudos indicam também que este posicionamento mais palatino permite diminuir o risco de exposição do implante na face vestibular. (117,118) A literatura relacionada com o tema defende que o preenchimento do *gap* ósseo com um enxerto ósseo de taxa de reabsorção lenta pode prevenir a reabsorção óssea acentuada verificada nas semanas seguintes à exodontia, melhorando desta forma o resultado estético final do tratamento. (111,119–123) Alguns autores defendem igualmente o posicionamento infraósseo do implante entre 0,5 a 1 mm, nas colocações de implantes imediatos, como fator potencialmente redutor das alterações alveolares nestes locais. (94,124)

O uso de biomateriais para substituição óssea pode ser conjugado com a colocação de uma membrana de colagénio, sendo várias as investigações que referem esta associação como benéfica no que concerne à preservação alveolar. (117,125,126)

### **1.7.2. Técnica cirúrgica *flapless***

No âmbito da cirurgia oral é de conhecimento geral que o descolamento de um retalho é um fator que pode contribuir para o aumento da dor pós-operatória. (127) Recentemente, tem-se questionado se o descolamento ou não de um retalho em colocações de implantes imediatos, origina benefícios na diminuição das alterações dimensionais futuras. Vários estudos indicam que esta técnica cirúrgica consegue, ocasionalmente, diminuir a quantidade de perda existente nos tecidos moles e no tecido ósseo, promovendo a componente estética da região peri-implantar. (128–131) Apesar da existência destes estudos, três revisões sistemáticas com meta-análise não encontraram qualquer diferença estatisticamente significativa no que diz respeito à perda óssea existente em procedimentos com ou sem levantamento de retalho. (132–134)

## 1.8. Avaliação tridimensional das alterações dos tecidos peri-implantares

Embora várias investigações tenham reportado diversas vantagens no uso das técnicas previamente referidas, é difícil prever com exatidão as alterações dimensionais que ocorrem no complexo alveolar, uma vez que neste processo estão envolvidos tanto os tecidos ósseos como os tecidos moles. Consequentemente, técnicas de avaliação tridimensionais vêm sendo cada vez mais utilizadas com o principal objetivo de avaliar o comportamento destes tecidos, analisando as respectivas alterações dimensionais. (41,42,135–139)

Uma análise tridimensional desta ordem pode ser levada a cabo através de um *scanner* intraoral (IOS), de modo a captar a superfície da arcada do paciente e obter uma impressão digital positiva da mesma, que posteriormente pode ser visualizada sob o formato de um ficheiro STL. (140) Estes ficheiros podem ser analisados em *softwares* adequados com capacidade para os sobrepor e analisar as alterações ocorridas nos tecidos ao longo do tempo. (136–138,141,142) Em estudos recentes, em que foi avaliada a viabilidade do uso de um *scanner* intraoral como meio de obtenção de dados para a análise das alterações dimensionais ocorridas nos tecidos peri-implantares, verificou-se que este método é fiável e reproduzível. (143–145)

Numa investigação recente realizada em animais foi possível, através de cortes histológicos e da transformação de ficheiros de tomografias computadorizadas DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) em ficheiros STL, aferir o comportamento simultâneo dos tecidos moles e do tecido ósseo ao longo do tempo. (146) Apesar da existência destes estudos, muitos carecem de novas metodologias digitais de investigação que permitam realizar uma avaliação volumétrica da área peri-implantar.



## **OBJETIVOS**



## 2. OBJETIVOS

1. Quantificar as alterações que decorrem nos tecidos peri-implantares, em cada paciente tratado, durante os intervalos pós-operatórios estipulados, ou seja, T1 (um mês após cirurgia), T2 (quatro meses após cirurgia) e T3 (doze meses após cirurgia), em colocações de implantes imediatos após extrações dentárias através da análise dos seguintes parâmetros:

- Quantificar as alterações de espessura dos tecidos peri-implantares em mm;
- Quantificar as áreas afetadas por alterações dimensionais dos tecidos peri-implantares em milímetros quadrados ( $\text{mm}^2$ ) e percentagens relativas (%) em relação à área total avaliada;
- Quantificar as alterações volumétricas dos tecidos peri-implantares em milímetros cúbicos ( $\text{mm}^3$ ) e percentagens relativas (%) em relação ao volume total avaliado.

2. Quantificar as alterações surgidas nos tecidos ósseos peri-implantares durante os primeiros doze meses de tratamento em mm.

3. Determinar a influência das características ósseas alveolares iniciais nas variações de espessura, área e volume dos tecidos peri-implantares em T1, T2 e T3.

4. Verificar uma possível correlação entre as variações existentes nos tecidos ósseos peri-implantares em T3 e as alterações de espessura, área e volume dos tecidos peri-implantares em T1, T2 e T3.



# **MATERIAL E MÉTODOS**



### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Caraterização do estudo e da amostra**

Esta investigação enquadra-se num estudo retrospectivo com um seguimento de 12 meses, em que foram avaliadas as alterações volumétricas ocorridas nos tecidos moles e no osso alveolar peri-implantar em colocações imediatas de implantes após extrações dentárias.

Pacientes com necessidade de extração dentária e posterior reabilitação na zona estética da arcada superior (entre os dentes 15 e 25) foram selecionados de forma consecutiva. A recolha de dados teve início no dia 3 de janeiro de 2017 e fim a 16 de maio de 2019, constituindo um grupo de pacientes tratados num centro médico privado. Todos os procedimentos cirúrgicos e protéticos executados foram realizados com base em literatura científica atualizada e com toda a experiência e conhecimento clínico por parte de um Especialista em Cirurgia Oral.

Antes de qualquer intervenção clínica, todos os pacientes incluídos concordaram em participar no estudo e assinaram um documento de consentimento informado, segundo os princípios estabelecidos na Declaração de Helsínquia de 1975, revista em 2013 (Anexo 1). O protocolo do presente estudo foi revisto e aprovado, através de um *Ethics Screening Report* (Anexo 2), por parte do Instituto de Bioética da Universidade Católica Portuguesa a 31 de outubro de 2018 (ERS 10A.2018). Apenas após esta data os dados recolhidos começaram a ser compilados e analisados. A informação obtida foi tratada com a maior confidencialidade, sendo que os pacientes foram codificados com caracteres aleatórios.

#### **3.2. Critérios de inclusão e exclusão**

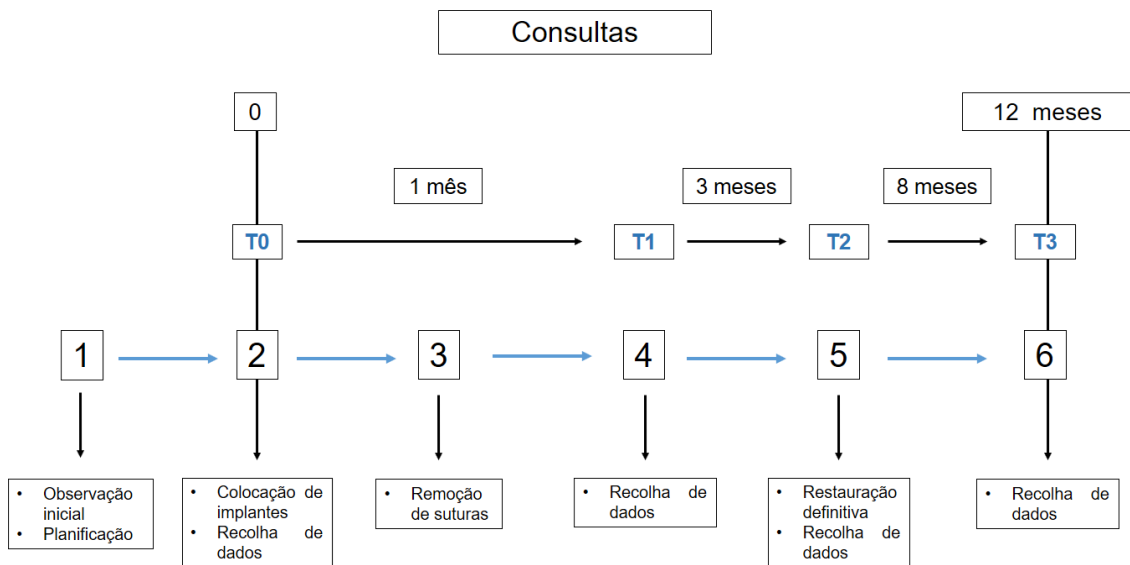
Previamente à recolha de dados foi realizada uma seleção criteriosa dos pacientes a incluir. Os critérios de inclusão e exclusão utilizados foram adaptados de van Nimwegen *et al* (136), Thalmair *et al* (147) e Arora e Ivanovski (148) (Tabela 1).

**Tabela 1 - Critérios de inclusão e exclusão.**

<b>Critérios de Inclusão</b>	<b>Critérios de Exclusão</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>\geq 18</math> anos;</li><li>• O dente abordado trata-se de um incisivo, um canino ou um pré-molar;</li><li>• O dente em foco apresenta dentes adjacentes e oponente natural;</li><li>• Espaço mesio-distal e inter-oclusal suficiente para a colocação de um implante unitário e respetiva restauração definitiva;</li><li>• Ausência de deiscências ou fenestrações ósseas da cortical vestibular;</li><li>• Disponibilidade de comparência aos controlos previamente estipulados.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contraindicações médicas e gerais para o procedimento cirúrgico, expressado por ASA <math>\geq</math> III;</li><li>• Presença de doença periodontal;</li><li>• Fumador;</li><li>• Tratamento recente com radioterapia na zona da cabeça e pescoço;</li><li>• Pacientes medicados com fármacos que potencialmente possam estar associados a alterações do metabolismo ósseo.</li></ul>

### **3.3. Observações clínicas e recolha de dados**

O protocolo de examinação clínica e recolha de dados consistiu em quatro principais consultas de seguimento. Ao longo destes quatro controlos foram executados diferentes procedimentos cirúrgicos e protéticos relativos à extração dentária e à colocação do implante e solução protética final, sendo que em todos eles foi efetuada a recolha de dados de interesse de forma a serem posteriormente analisados e usados nesta investigação. Na Figura 8 é possível observar a forma como decorreu o presente estudo.



**Figura 8 - Diagrama das consultas estipuladas no estudo.**

Na primeira consulta, procedeu-se à digitalização da arcada superior com um *scanner* intra-oral (Cerec Omnicam<sup>®</sup>, Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Germany) e à execução de um exame tomográfico por feixe cónico (Ortophos XG 3D<sup>®</sup>, Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Germany) seguido da extração dentária e colocação do implante dentário (T0). Nesta mesma etapa, duas medições clínicas arredondadas às unidades foram obtidas com uma sonda periodontal (PCB 12; Hu-Friedy, Chicago, IL, USA): BID (distância entre o ombro do implante e a parede interna da cortical vestibular); KM (distância entre sulco gengival livre e a LMG). A recolha da imagem digital da arcada superior foi novamente efetuada ao fim do primeiro mês (T1), aos quatro meses (T2) e aos doze meses (T3) de tratamento, sendo que neste último controlo foi realizada nova avaliação radiográfica tridimensional. Durante as consultas, foram transmitidas instruções de higiene oral aos pacientes e a manutenção periodontal foi executada sempre que necessária.

### **3.4. Protocolo pré-cirúrgico**

Após o correto diagnóstico, plano de tratamento (Figura 9A) e a aceitação por parte do paciente em entrar no presente estudo foi iniciado o tratamento. Todos os

procedimentos cirúrgicos e documentação fotográfica foram realizados pelo Especialista em Cirurgia Oral (T.B).

### **3.5. Protocolo cirúrgico**

Previamente à cirurgia os pacientes foram instruídos para a realização de um bochecho com uma solução de 0,2% de digluconato de clorohexidina. Os pacientes foram anestesiados com uma solução de articaína 4% com adrenalina 1:100000 (Ubistesin<sup>TM</sup>, 3M-ESPE<sup>TM</sup>, St. Paul, MN, USA). De seguida, com ausência de dor, iniciou-se a extração dentária de forma atraumática (Figura 9C). A técnica de exodontia consistiu numa técnica fechada, sem descolamento de tecidos. Com um perióstomo efetuou-se o rompimento das fibras gengivais adjacentes ao tecido dentário, seguido por uma técnica de odonto-secção que dividiu o dente em sentido vestibulo-palatino ou mesio-distal. A luxação das duas porções dentárias foi executada através da introdução de um instrumento de luxação na zona do corte de tecido dentário que permitiu separar as duas partes e retirá-las de forma independente. Após a exodontia, verificou-se a inexistência de defeitos ósseos das paredes alveolares através da inspeção do alvéolo dentário com sonda periodontal e procedeu-se à colocação de um implante dentário cilíndrico de conexão interna (OsseoSpeed EV<sup>TM</sup>, AstraTech Implant System, Dentsply Implants, Möhndal, Sweden), em contacto com a cortical óssea palatina (Figura 9D).

Todo o espaço observado entre a face vestibular do implante e a parede interna da cortical alveolar vestibular foi preenchido por um substituto ósseo desproteinizado de origem bovina (Symbios<sup>®</sup>, Dentsply Implants, Möhndal, Sweden). O alvéolo foi selado com uma matriz reabsorvível de colagénio (Mucograf Seal<sup>®</sup>, Geistlich Biomaterials, Wolhusen, Switzerland) suturada através de suturas simples interrompidas com fio de poliamida 6/0 (Seralon<sup>TM</sup>, Serag-Wiessner, Nalia, Germany) à mucosa alveolar adjacente.

### **3.6. Protocolo pós-cirúrgico**

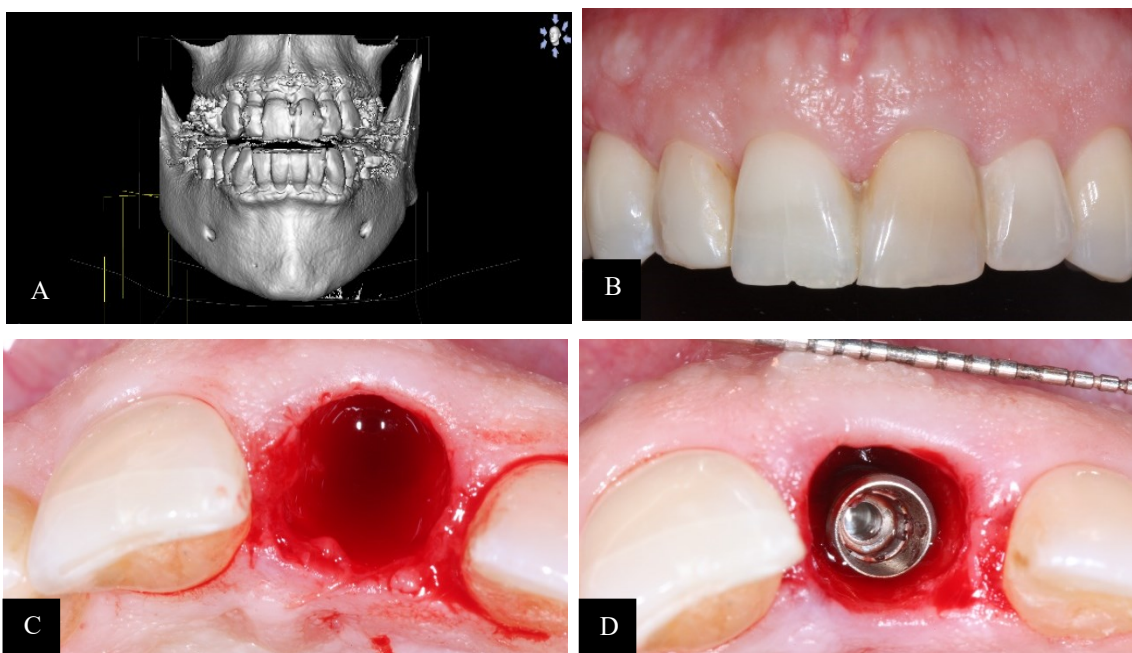
Após o protocolo cirúrgico ter sido efetuado, colocou-se uma coroa provisória do tipo *Maryland*, adesiva com retenção a um dos dentes adjacentes (Figura 9F). Os pacientes foram instruídos com os cuidados pós-operatórios necessários,

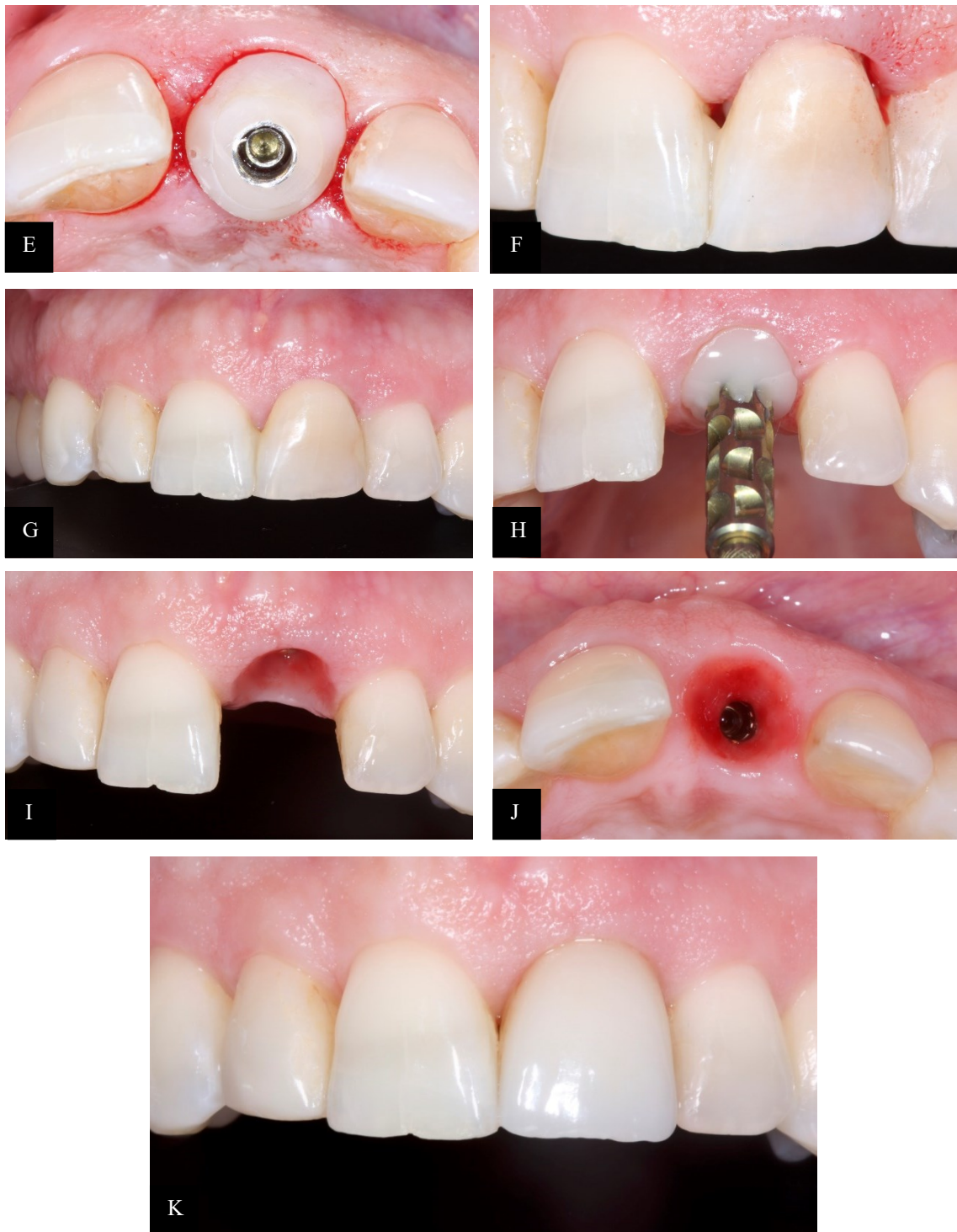
incluindo a prática de bochechos com uma solução de 0,2% de digluconato de clorhexidina, três vezes por dia, durante duas semanas. A medicação pós-operatória prescrita consistiu numa posologia de amoxicilina 500mg, três vezes por dia, durante cinco dias, paracetamol 1000mg de 8H em 8H, em caso de dor, e ibuprofeno 600 mg, de 12h em 12h, por um período de três dias.

Dez dias após o procedimento cirúrgico todas as suturas foram removidas. Foram também agendados os controlos pós-operatórios estabelecidos no protocolo do estudo, que incluíam visitas a um (T1), quatro (T2) e doze (T3) meses após a colocação do implante, de forma a recolher os dados de interesse a analisar neste estudo.

A reabilitação final foi realizada através de coroas aparafusadas desenhadas digitalmente, sendo depois fresadas a partir de um bloco de zircónia monolítica. Aos quatro meses de tratamento colocaram-se as respetivas coroas, reabilitando assim o local estudado de forma definitiva (Figura 9K).

Na Figura 9 é possível visualizar o seguimento de um caso clínico incluído neste estudo.





**Figura 9 - Imagem relativa ao seguimento de um caso clínico incluído neste estudo. A: Reconstrução tridimensional das estruturas ósseas e das peças dentárias; B: Situação inicial; C: Extração dentária; D: Colocação do implante dentário; E: Pilar customizado com tampa de compósito; F: Colocação da coroa provisória; G: Situação após 1 mês de tratamento; H: *Transfer* de impressão; I e J: Perfil de emergência da mucosa peri-implantar; K: Situação final após 4 meses de tratamento com coroa definitiva.**

### **3.7. Método de calibração do examinador**

Foi estabelecido um protocolo para a avaliação dos dados de interesse nos programas informáticos Geomagic Control X<sup>®</sup> versão 2018 (Geomagic, Inc., North Carolina, EUA), Mimics versão 21.0 (Materialise<sup>®</sup>, Materialise HQ, Leuven, Belgium) e Materialise Magics versão 23.0 (Materialise<sup>®</sup>, Materialise HQ, Leuven, Belgium).

Um examinador foi calibrado através de um profissional com experiência no manuseamento dos programas informáticos, que não esteve envolvido no estudo. Posteriormente, foram realizadas três calibrações intraexaminador utilizando o método de Dahlberg (*valor-d*) através de uma medição dupla consecutiva de dez casos aleatoriamente selecionados, obtendo-se um coeficiente intra-classe de 0.92 nos três testes. Após esta calibração o examinador prosseguiu com as medições das variáveis previamente estabelecidas.

### **3.8. Avaliação digital tridimensional**

#### **3.8.1. Sobreposição dos modelos digitais**

Os modelos digitais da arcada superior foram exportados do *software* do *scanner* intraoral utilizado em formato STL e importados para o programa informático Geomagic Control X<sup>®</sup>.

O protocolo de sobreposição dos modelos digitais foi adaptado de Martins (149), Emir (150) e Nedelcu (151).

Os ficheiros STL correspondentes a T0, T1, T2 e T3 foram sobrepostos através de 3 funções que o programa disponibilizou. A função “Align Between Measured Data Autoguess” – “Local Based On Auto Guess” permitiu fazer um alinhamento inicial automático (Figura 10A), seguida da função “Align Between Measured Data” – “Global and Fine” (“Sampling Ratio”: 25%, “Max. Iteration Count”: 10, “Max Average Deviation”: 0,0037 mm) que realizou um novo alinhamento da sobreposição ainda mais pormenorizado (Figura 10B). Por fim, foi efetuado outro alinhamento com a função “Best Fit Alignment” (“Sampling Ratio”: 50%, “Max. Iteration Count”: 20, “Max Average

Deviation”: 0,0001 mm) para garantir uma sobreposição correta de todos os modelos virtuais (Figura 10C).

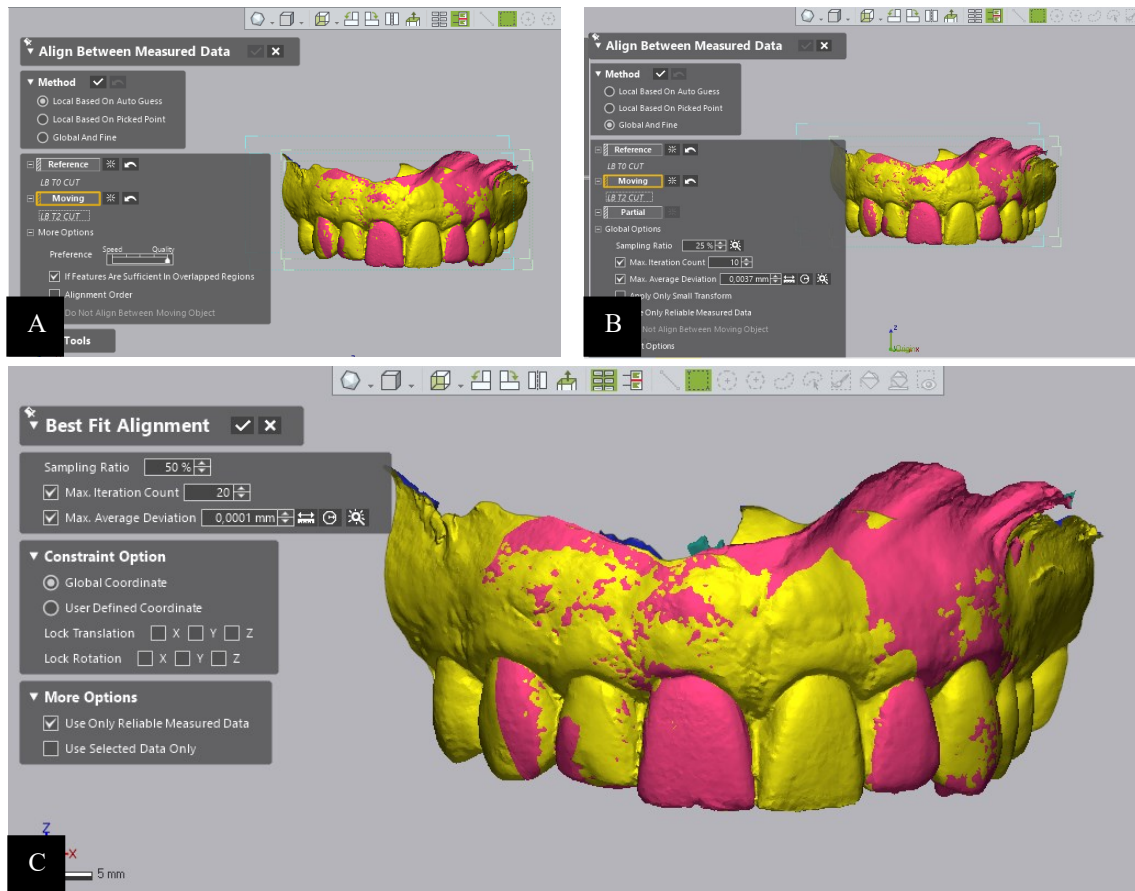
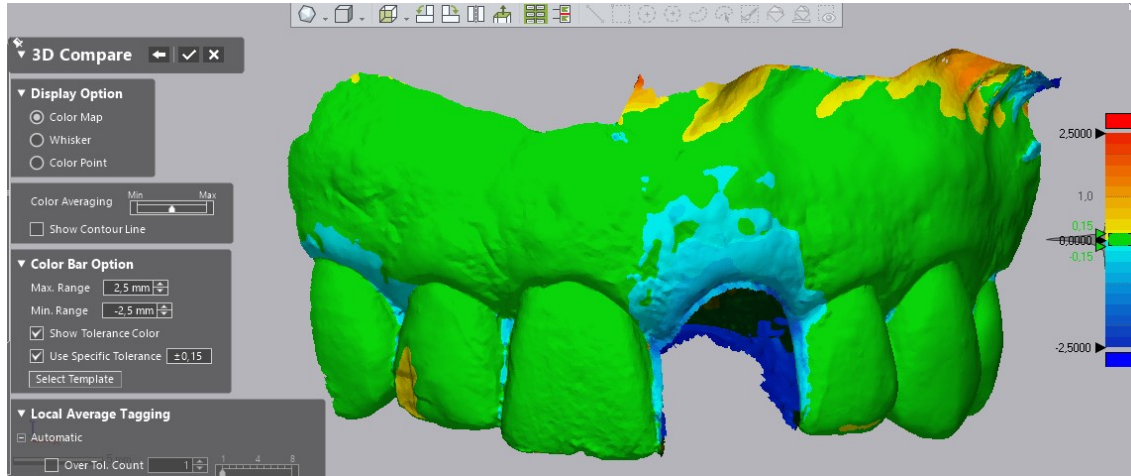


Figura 10 - Imagem relativa aos alinhamentos executados. A: Primeiro alinhamento; B: Segundo alinhamento; C: Terceiro alinhamento.

### 3.8.2. Avaliação das alterações de espessura dos tecidos peri-implantares

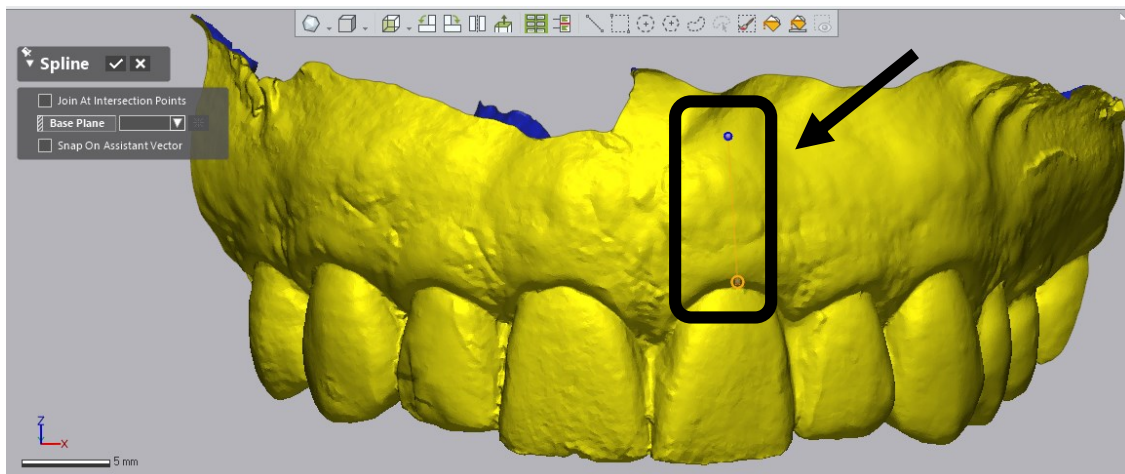
A avaliação das alterações de espessura em T1 em relação a T0, em T2 em relação a T0, e em T3 em relação a T0 efetuou-se com a utilização da função “3D Compare”, o que permitiu criar um mapa de cores a partir da sobreposição dos modelos digitais, de forma a analisar quantitativamente as variações ocorridas nas áreas intervencionadas e nos tecidos adjacentes (Figura 11). O mapa de cores varia desde +2,5 mm até -2,5 mm, com uma tolerância de  $\pm 0,15$  mm (139), de forma a analisar as alterações ocorridas na espessura dos tecidos peri-implantares, podendo ser interpretado da seguinte forma: as áreas verdes correspondem ao alinhamento perfeito dos modelos, após a sobreposição, dentro dos valores de tolerância ( $\pm 0,15$  mm); as cores amarelo, laranja e vermelho representam, respetivamente, um ganho volumétrico crescente; as cores de azul claro e

azul escuro representam, respetivamente, uma perda volumétrica crescente. Em suma, a cor vermelha representa o maior ganho volumétrico, enquanto a cor azul escura representa a maior perda volumétrica.



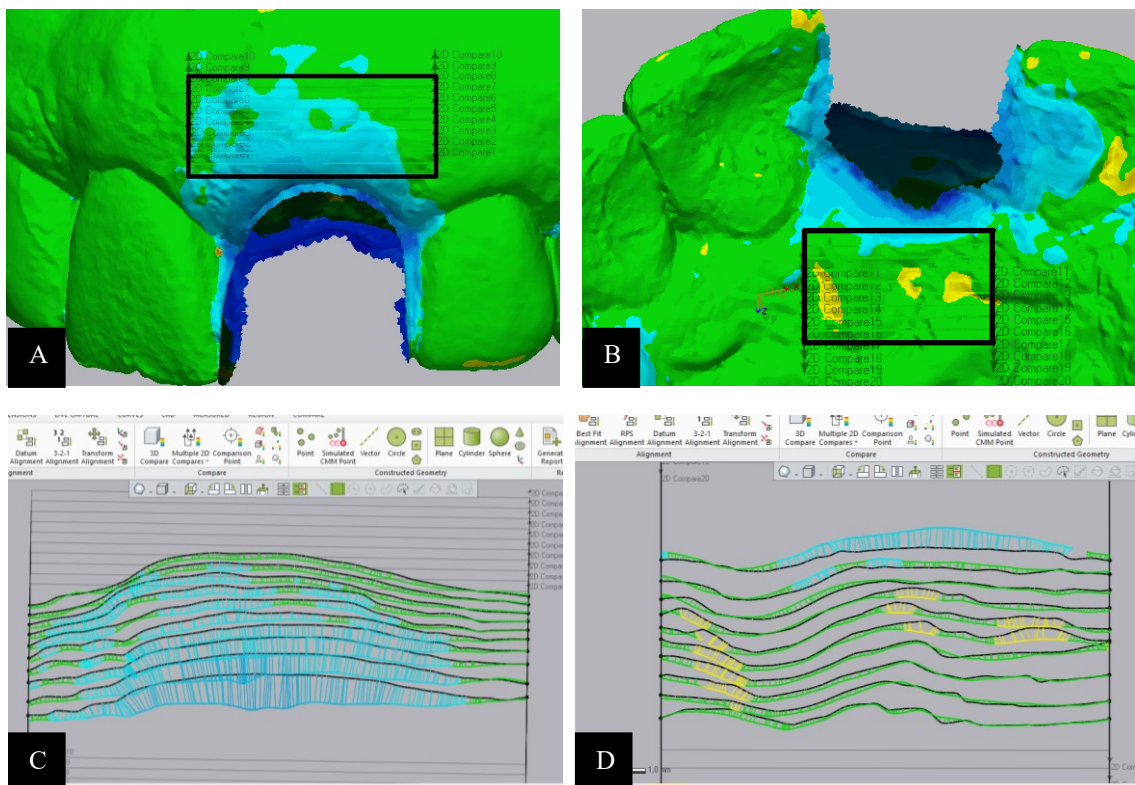
**Figura 11 - Criação do mapa de cores tridimensional com escala de cores.**

De seguida, definiu-se uma linha vertical ao longo do longo eixo do dente intervencionado, com as funções “Insert” – “Curves” – “Spline”, de forma a criar um eixo de referência para as medições a efetuar. Esta linha, realizada por vestibular e por palatino, foi mantida em todas as sobreposições de cada paciente, garantindo que todas as medições fossem efetuadas no mesmo local (Figura 12).



**Figura 12 - Criação da linha referida no passo anterior através da função “Insert” – “Curve” – “Spline”.**

Posteriormente, através da estipulação de uma região de interesse (ROI), estudaram-se os pontos de interesse nos quais se avaliaram as alterações lineares dos tecidos peri-implantares. (Adaptado de van Nimwegen *et al* (136), Bienz *et al* (141) e Sanz-Mártin *et al* (152)) Para tal, a utilização da ferramenta “Multiple 2D Compare” permitiu definir uma região retangular, padronizada em todos os casos, contendo dez secções, perpendiculares à linha previamente estabelecida, com um intervalo de 0,5 mm entre cada uma das secções. (Adaptado de Szathvary *et al* (138)) Estas secções tiveram a sua base na gengiva marginal livre do dente em questão e terminaram 5 mm em sentido apical da mesma, sendo estes considerados, respetivamente, os limites inferiores e superiores do retângulo. Em mesial e distal o retângulo é limitado por duas retas que passam na zona interproximal dentária adjacente. Estes limites foram utilizados para determinar as regiões de interesse tanto por vestibular como por palatino, permitindo analisar a mesma região em cada paciente nos diferentes períodos pós-operatórios estabelecidos (Figura 13).



**Figura 13 – Determinação da ROI com a função “Multiple 2D compare”. A: ROI definida por vestibular; B: ROI definida por palatino; C: Secções da ROI vestibular; D: Secções da ROI palatina.**

A interseção das secções anteriormente referidas com os modelos sobrepostos permitiu obter o cálculo médio de alteração linear vestibular, palatina e total, assim como os valores mínimos de alteração linear vestibular em cada paciente nos tecidos peri-implantares. Com estes valores, calcularam-se, em mm, as variáveis:

- Alteração Média Vestibular ( $MBC_{T0-T1}$ ,  $MBC_{T0-T2}$  e  $MBC_{T0-T3}$ );
- Alteração Média Palatina ( $MPC_{T0-T1}$ ,  $MPC_{T0-T2}$  e  $MPC_{T0-T3}$ );
- Alteração Média Total - Soma de MBC e MPC ( $MBPC_{T0-T1}$ ,  $MBPC_{T0-T2}$  e  $MBPC_{T0-T3}$ );
- Média de Alteração Mínima Vestibular ( $MiBC_{T0-T1}$ ,  $MiBC_{T0-T2}$  e  $MiBC_{T0-T3}$ ).

Após realizada a análise digital que engloba a sobreposição dos modelos correspondentes a T0 e T1, o programa informático permitiu guardar as coordenadas dos pontos avaliados. Assim sendo, nas restantes sobreposições efetuadas foram transferidas estas mesmas coordenadas de forma a que a avaliação fosse executada sempre no mesmo local, tornando a análise precisa e reproduzível.

### **3.8.3. Determinação da área afetada por alterações dimensionais**

Para além da obtenção das medições lineares, optou-se também por incluir no estudo a área afetada por alterações dimensionais. A aquisição dos valores de área foi alcançada através da função “Measure Area” e da ferramenta “Lasso Selection Mode”, possibilitando selecionar as áreas afetadas por modificações e providenciar o cálculo das mesmas, por vestibular e por palatino (Figura 14).

Desta forma, calcularam-se, em  $mm^2$ , as seguintes variáveis:

- Área Vestibular ( $BA_{T0-T1}$ ,  $BA_{T0-T2}$  e  $BA_{T0-T3}$ );
- Área Palatina ( $PA_{T0-T1}$ ,  $PA_{T0-T2}$  e  $PA_{T0-T3}$ );
- Área Total - Soma de BA e PA – ( $TA_{T0-T1}$ ,  $TA_{T0-T2}$  e  $TA_{T0-T3}$ ).

Uma vez que todas as regiões de interesse são diferentes em cada paciente devido à própria anatomia da arcada superior, foram calculadas as percentagens relativas das variáveis de área referidas anteriormente, permitindo compará-las nos diferentes tempos pós-operatórios estipulados entre os diferentes pacientes.

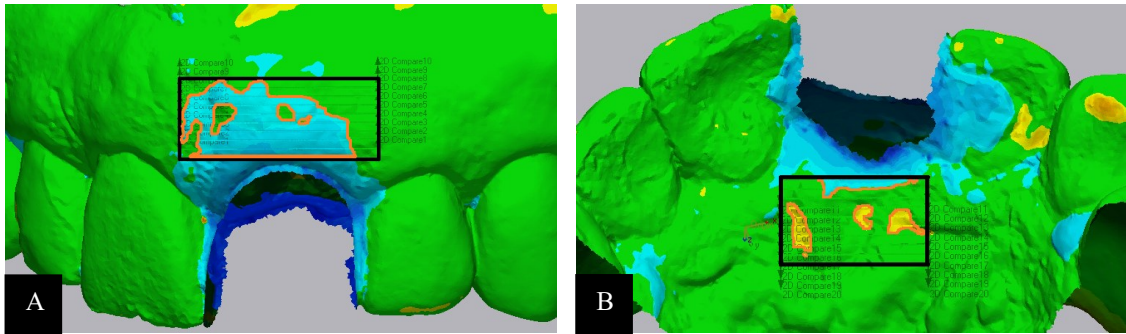
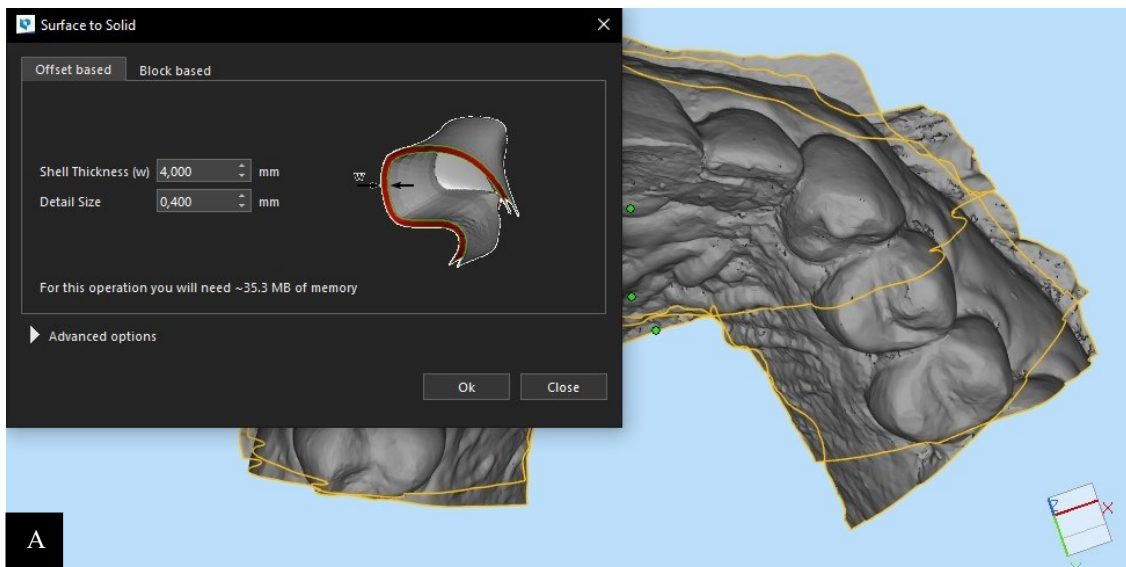
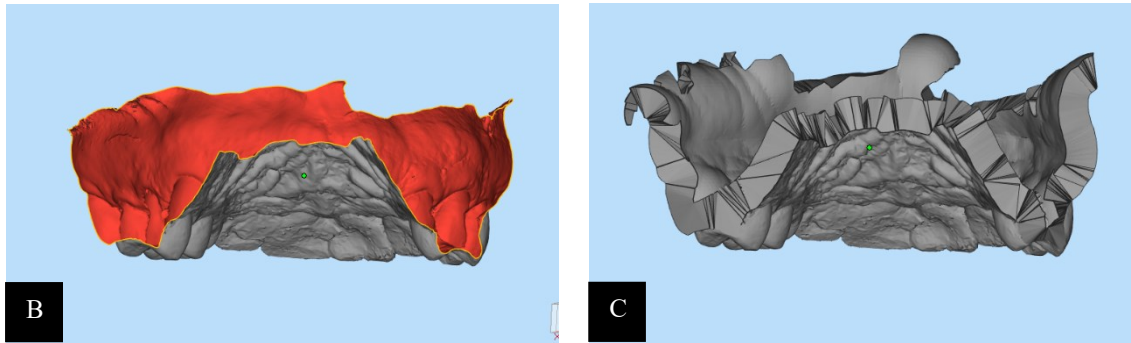


Figura 14 - Seleção das áreas (cor laranja) nas quais ocorreram alterações dimensionais. A: Seleção das áreas na face vestibular; B: Seleção das áreas na face palatina.

### 3.8.4. Determinação do volume afetado por alterações dimensionais

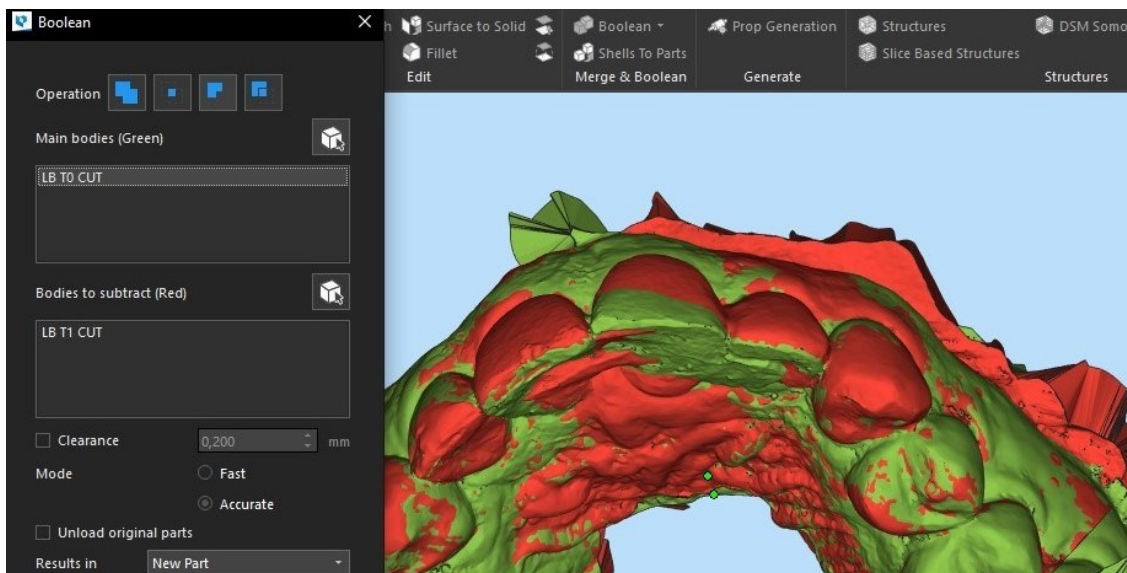
De forma a quantificar volumetricamente as alterações ocorridas nos tecidos peri-implantares foram importados para o *software* Materialise Magics® os modelos digitais em formato STL obtidos em T0, T1, T2 e T3. Após esta etapa, foi usada a ferramenta “Surface to Solid”, que permitiu dar volume aos modelos digitais (Figura 15). Os modelos digitais T1, T2 e T3 foram aumentados em volume 4 mm<sup>3</sup>, enquanto que os modelos digitais T0 foram aumentados em 10 mm<sup>3</sup>, permitindo posteriormente obter o volume inicial, em T0, existente na ROI peri-implantar.





**Figura 15 –** Transformação dos ficheiros STL sem volume em ficheiros STL com volume. **A:** Utilização da ferramenta “Surface to Solid”; **B:** Modelo digital sem volume; **C:** Modelo digital após aumento de volume em 4 mm<sup>3</sup>.

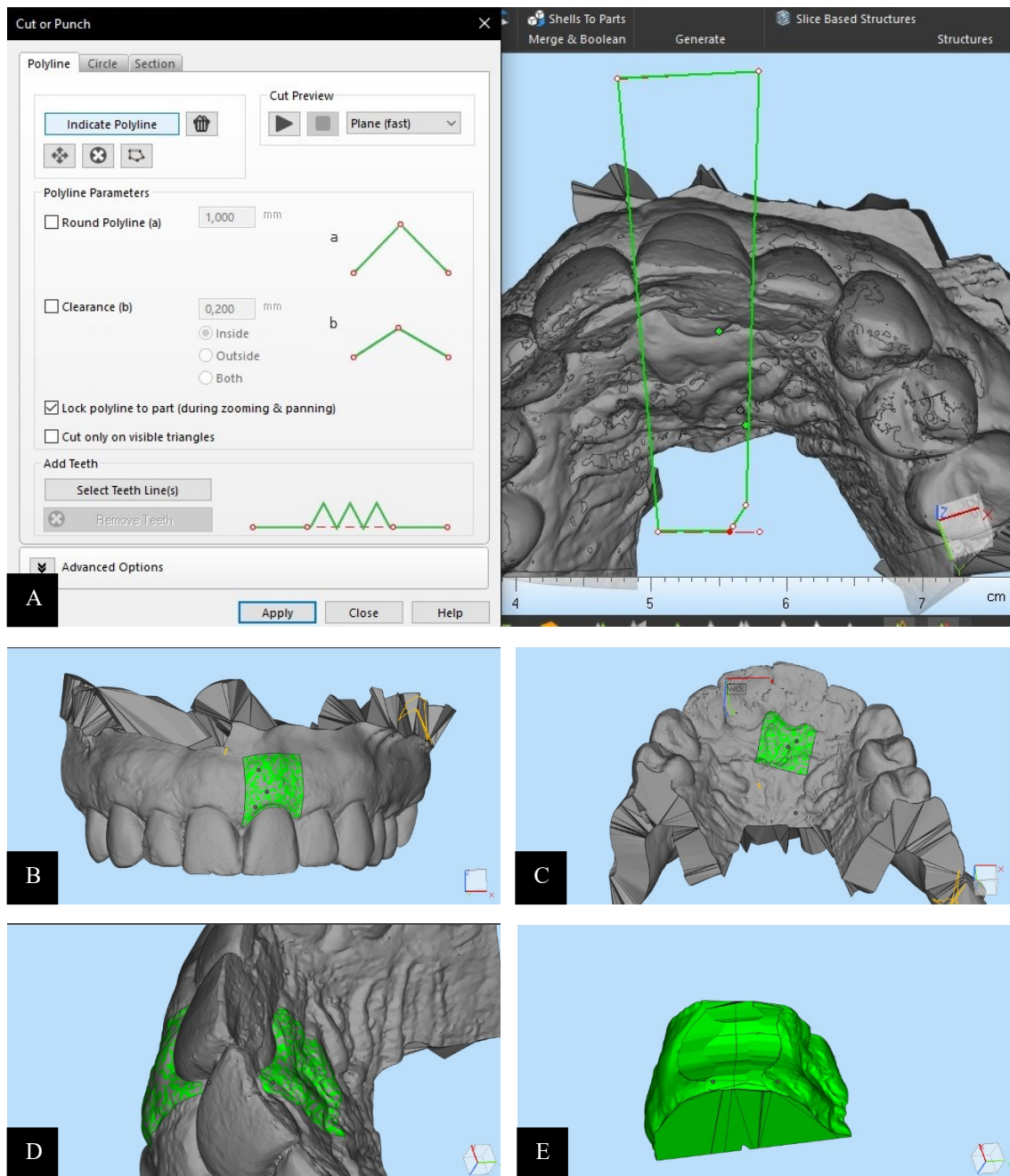
De seguida, através da ferramenta “Boolean”, subtraíram-se os modelos T1 a T0, T2 a T1 e T3 a T2, o que permitiu obter novos modelos digitais para cada subtração demonstrando a redução volumétrica existente em cada momento de avaliação. Foram também subtraídos os modelos digitais T0 a T1, T1 a T2 e T2 a T3, possibilitando gerar novamente modelos digitais, contudo, neste caso, representando o aumento volumétrico existente em cada controlo pós-operatório (Figura 16).



**Figura 16 -** Utilização da ferramenta “Boolean” na obtenção na redução volumétrica entre T0 e T1. A verde visualiza-se o modelo digital T0 e a vermelho o T1.

Ao obter estes novos modelos digitais foi usada a ferramenta “Cut or Punch” (Figura 17A), que permitiu fazer a seleção de todas as zonas necessárias para a futura avaliação volumétrica, restando apenas a região peri-implantar de interesse (Figura 17B,C

e D). Após este procedimento, o volume total inicial em T0 foi calculado de forma automática pelo programa informático (Figura 17E). Todos os cortes efetuados foram executados na mesma região em todos os modelos digitais gerados, sejam eles os modelos T0, os modelos de redução volumétrica ou os modelos de aumento volumétrico, sendo assim avaliada sempre a mesma área nos diferentes controlos pós-operatórios.

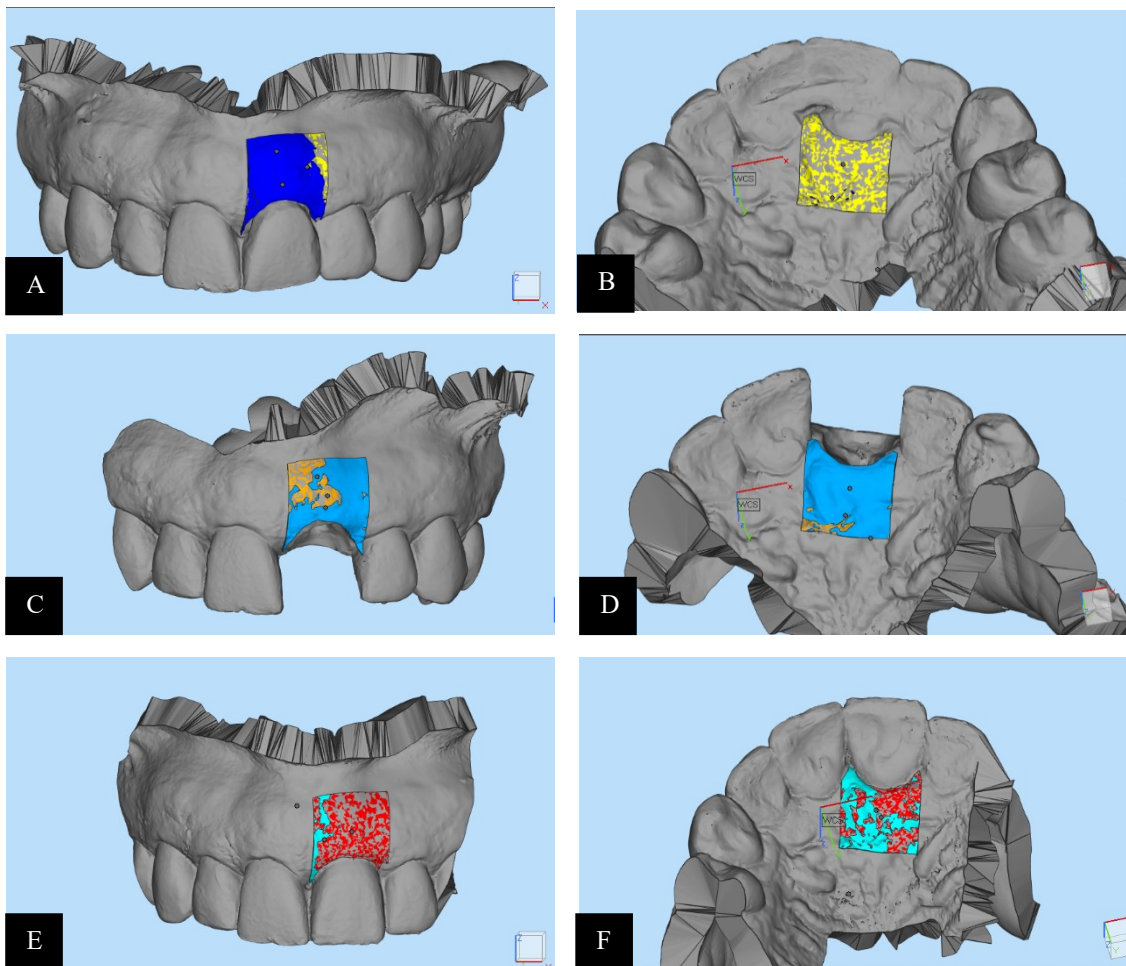


**Figura 17 – Seleção da ROI através da função "Cut or Punch". A: Utilização da ferramenta "Cut or Punch"; B: ROI vestibular; C: ROI palatina; D: ROI vestibular e palatina vista de outro ângulo; E: ROI sem modelo digital (volume total inicial).**

Após a região peri-implantar de interesse ter sido selecionada e, posteriormente, dividida em vestibular e palatino, foi possível através do *software* utilizado, calcular o volume de forma automática permitindo desta forma adquirir as seguintes variáveis em  $\text{mm}^3$ :

- Variação Volumétrica Vestibular ( $BV_{VT0-T1}$ ,  $BV_{VT0-T2}$  e  $BV_{VT0-T3}$ );
- Variação Volumétrica Palatina ( $PV_{VT0-T1}$ ,  $PV_{VT0-T2}$  e  $PV_{VT0-T3}$ );
- Variação Volumétrica Total ( $TV_{VT0-T1}$ ,  $TV_{VT0-T2}$  e  $TV_{VT0-T3}$ ).

A Figura 18 demonstra, nos diferentes momentos de avaliação, as alterações volumétricas ocorridas nos tecidos peri-implantares, tanto em termos de redução, bem como em termos de ganho volumétrico.



**Figura 18 – Perda e ganho volumétrico existente nos diferentes momentos de avaliação. A e B: Perda (azul) e ganho (amarelo) após o primeiro mês de tratamento nas faces vestibular e palatina; C e D: Perda (azul) e ganho (laranja) entre o primeiro e o quarto mês de tratamento nas faces vestibular e palatina; E e F: Perda (azul) e ganho (vermelho) entre o quarto e o décimo segundo mês de tratamento nas faces vestibular e palatina.**

Obtiveram-se, novamente, as percentagens relativas das variáveis acima descritas. Este cálculo foi possível através da comparação das mesmas em relação ao volume vestibular inicial para as variáveis de volume vestibular, em relação ao volume palatino inicial para as variáveis de volume palatino e por fim, em relação ao volume total inicial para as variáveis de volume total. Este cálculo permitiu comparar as variáveis nos diferentes tempos pós-operatórios estipulados entre os diferentes pacientes.

### 3.9. Avaliação radiográfica

As imagens radiográficas tridimensionais obtiveram-se através de uma dimensão volumétrica de 8 por 8 centímetros, durante 14 segundos com o protocolo tomográfico do aparelho Ortophos XG 3D<sup>®</sup>, de tamanho voxel 0,1 mm, em modo HD.

Inicialmente, as radiografias tridimensionais em formato DICOM foram importadas para o programa Mimics<sup>®</sup>, o que permitiu observá-las e analisá-las nos diferentes cortes radiográficos (coronal, sagital e axial) (Figura 19).

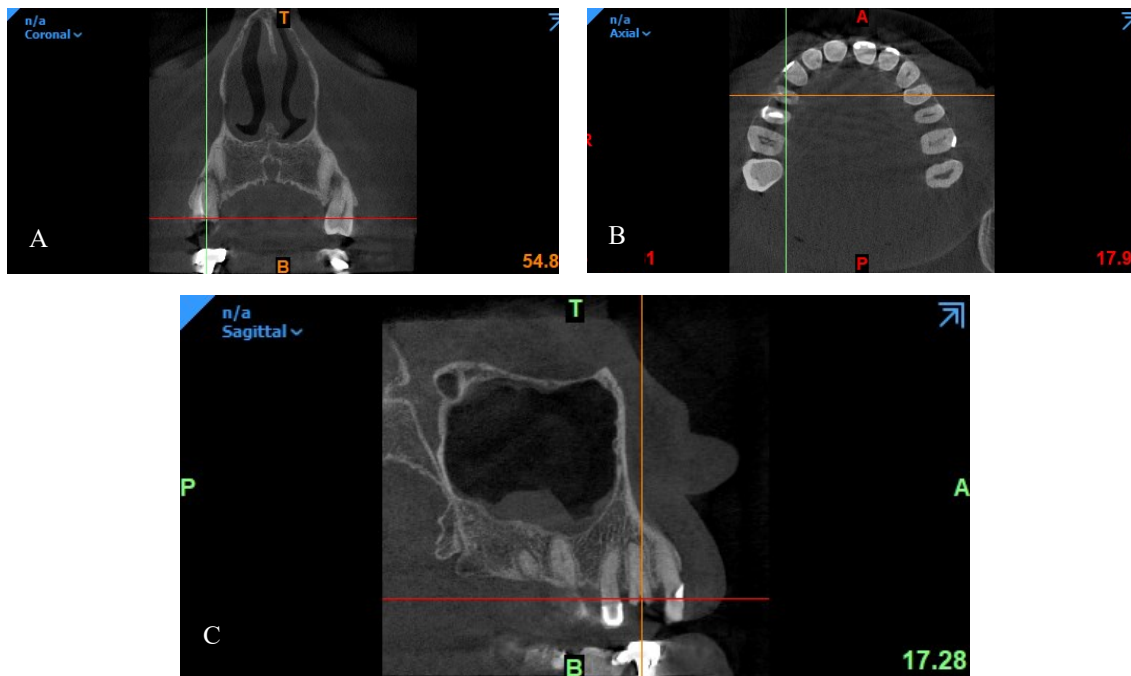


Figura 19 - Estudo dos cortes radiográficos. A: Corte coronal; B: Corte axial; C: Corte sagital.

Após esta etapa, utilizou-se a ferramenta “Along Curve” – “Panoramic”, permitindo criar uma curva consoante o formato da arcada maxilar superior e criar vários cortes seccionais perpendiculares à mesma (Figura 20).

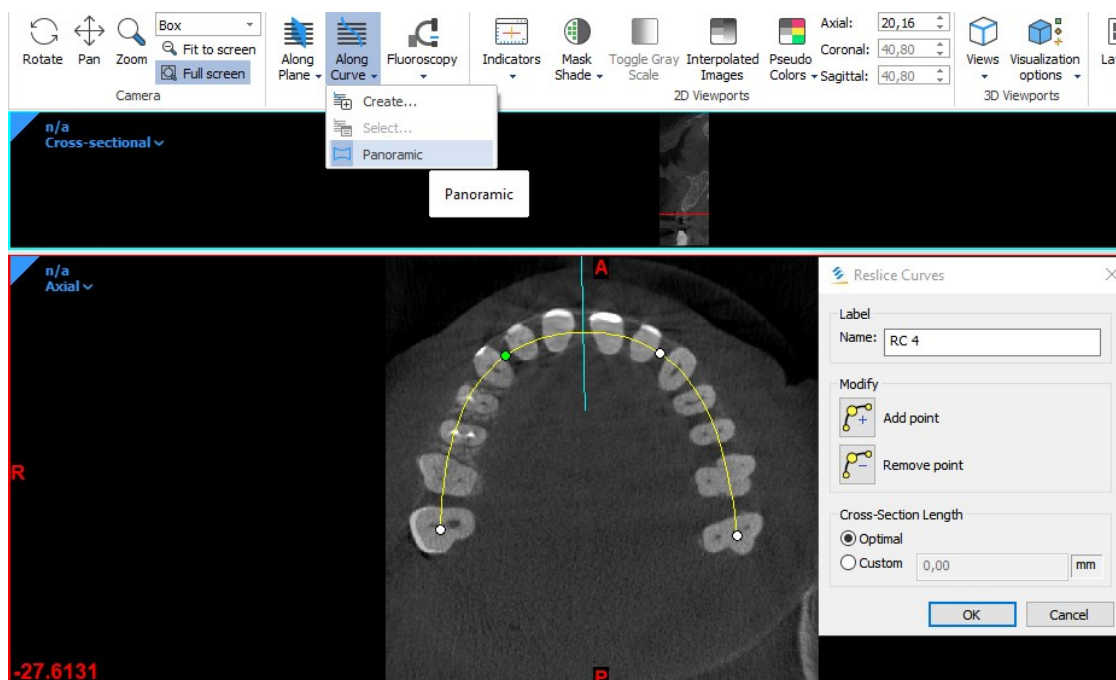


Figura 20 – Criação da curva ao longo da arcada dentária para a obtenção de cortes seccionais através da ferramenta “Along Curve” – “Panoramic”.

De seguida, pretendeu-se obter dois cortes coincidentes em T0 e em T3. Para tal, através da visualização de cortes axiais, foi efetuada uma medição entre o centro dos dentes adjacentes ao dente incluído no estudo. Assim, o corte seccional dividindo o dente exatamente ao meio foi escolhido e a distância do mesmo a um dos extremos da medição previamente referida foi calculada. Estas duas medições foram também efetuadas no corte axial em T3. Desta forma, o corte seccional escolhido em T3 foi efetuado à mesma distância que o corte seccional em T0, permitindo que os dois cortes tenham sido executados com a mesma orientação no espaço, originando uma análise reprodutível (Figura 21). Este método foi baseado no protocolo de Girlanda *et al* (113), contudo, em contraste com o nosso estudo, estes autores usaram os bordos incisais como referência.

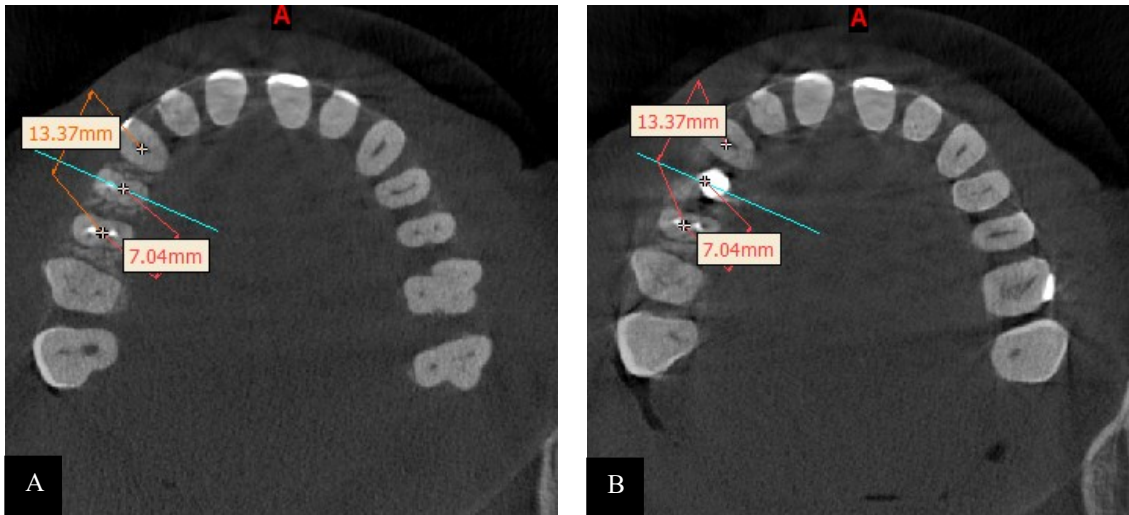


Figura 21 - Execução dos dois cortes seccionais e respectivas medições em T0 (A) e em T3 (B).

De seguida, foram analisados os dois cortes coincidentes em T0 e T3, de modo a serem iniciadas as medições lineares radiográficas através das ferramentas “Measure” – “Distance” e “Measure” – “Angle” (Figura 22).

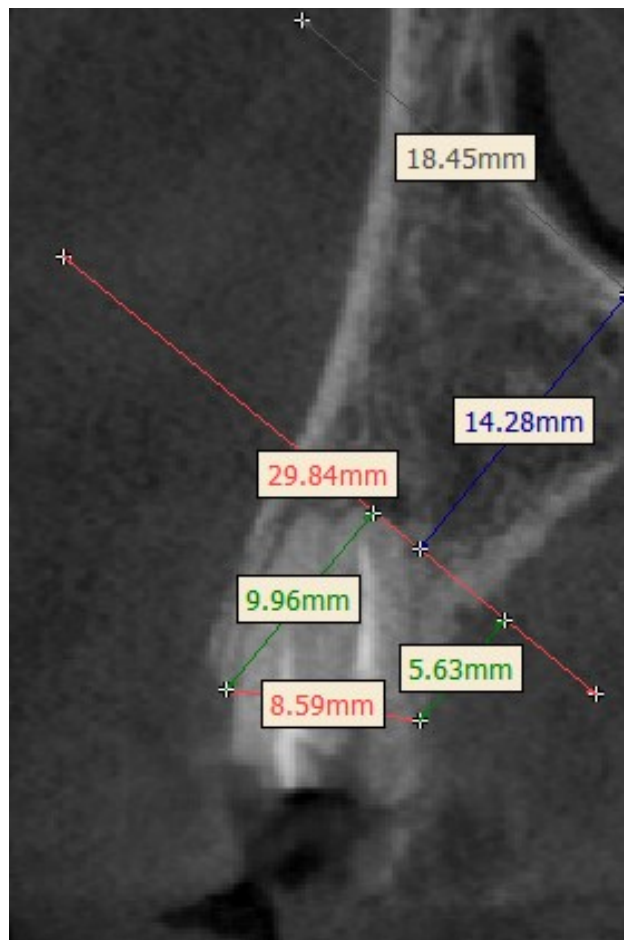
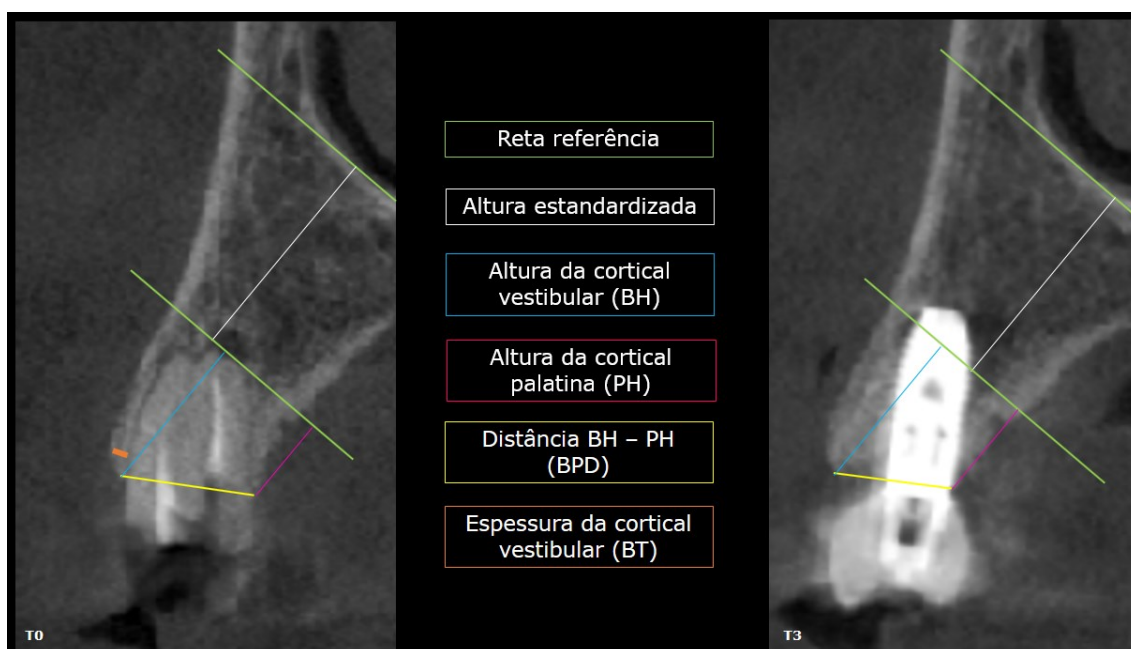


Figura 22 - Uso das ferramentas “Measure” – “Distance” e “Measure” – “Angle” para obtenção das medições de interesse.

Todas as medições foram obtidas por meio da colocação de uma reta adjacente ao osso nasal/sinusal que serviu de referência para a determinação de uma altura vertical estandardizada para cada paciente (Figura 23). Diferentes variáveis foram obtidas como:

- Altura da Cortical Vestibular em T0 e T3 -  $BH_{T0}$  e  $BH_{T3}$ ;
- Altura da Cortical Palatina em T0 e T3 -  $PH_{T0}$  e  $PH_{T3}$ ;
- Distância da Cortical Vestibular à Cortical Palatina em T0 e T3 -  $BPD_{T0}$  e  $BPD_{T3}$ ;
- Diferença de  $BH_{T0}$  e  $BH_{T3}$  -  $BH_{T0-T3}$ ;
- Diferença de  $PH_{T0}$  e  $PH_{T3}$  -  $PH_{T0-T3}$ ;
- Diferença de  $BPD_{T0}$  e  $BPD_{T3}$  -  $BPD_{T0-T3}$ ;
- Espessura da Cortical Alveolar Vestibular em T0 – BT.



**Figura 23 - Parâmetros radiográficos avaliados em T0 e T3.**

Para além do corte seccional em T0, foram efetuados mais dois cortes adjacentes ao mesmo 1 mm a distal e 1 mm a mesial. Considerou-se a espessura da cortical vestibular como a distância máxima entre a face mais vestibular da cortical vestibular e a face mais vestibular da raiz do dente a extrair, medida 1 mm acima do ponto mais coronal da crista óssea vestibular. O parâmetro BT foi calculado através da média dos valores obtidos nos três cortes. (107)

### 3.10. Análise estatística

Os dados obtidos foram agrupados no programa Excel (Microsoft Corporation, Redmond, USA) antes de se proceder à análise estatística. Todos os resultados foram posteriormente analisados estatisticamente pelo programa Statistical Package for the Social Sciences, versão 21.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) para Windows 10.

O objetivo preliminar da análise estatística foi efetuar uma análise descritiva dos dados obtidos, abordando as características individuais de cada indivíduo e as características dos tecidos peri-implantares. Para tal, recorreu-se à elaboração de tabelas de frequências e à determinação de medidas estatísticas: média; desvio padrão; mínimo; máximo.

Realizou-se também uma análise inferencial dos dados recolhidos através de estatística paramétrica e não paramétrica. A utilização de testes paramétricos exigiu a verificação simultânea de duas condições: as variáveis de natureza quantitativa possuíam distribuição normal; as variâncias populacionais eram homogêneas. Quando não se verificou o pressuposto de normalidade das variáveis, utilizou-se o teste não-paramétrico *Mann-Whitney* para comparação de dois grupos independentes.

Para determinar a influência das variáveis independentes (BID, BT e BPD<sub>T0</sub>) na variação da espessura, área e volume das faces vestibular e palatina foram estimados modelos de regressão linear múltipla. A aplicação de um modelo de regressão linear múltipla permitiu obter um modelo parcimonioso que possibilitou prever a variável dependente a partir de um conjunto de regressores (variáveis independentes), permitindo averiguar a existência de fatores determinantes envolvidos nas variações de espessura, área e volume dos tecidos peri-implantares.

Por fim, de modo a medir a intensidade da correlação linear entre variáveis, recorreu-se ao coeficiente de *Spearman*. Quando a magnitude deste coeficiente é próxima de 1 revela correlação muito forte, acima de 0,70 revela correlação forte, entre 0,3 e 0,7 correlação moderada, e, abaixo de 0,3 a correlação é considerada fraca. Um coeficiente de correlação positivo indica uma relação no mesmo sentido das variáveis, ou seja, evoluem do mesmo modo e coeficiente negativo indica que se uma aumenta a outra diminui. Para todos os testes estatísticos utilizados, utilizou-se um nível de significância de 5% ( $p=0,05$ ).





## **RESULTADOS**



## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Caracterização da amostra**

A Tabela 2 demonstra as características mais relevantes que caracterizaram a amostra inicial. Nesta investigação participaram 26 pacientes, dos quais 12 eram do sexo masculino (46,15%) e 14 do sexo feminino (53,85%). O sexo masculino apresentou uma idade média de 58 anos (34-85), enquanto que o sexo feminino evidenciou uma idade média de 49 anos (34-76). No estudo foram incluídos 26 implantes dentários da linha AstraTech EV, todos colocados na zona estética do maxilar superior. A substituição do primeiro pré-molar demonstrou ser a mais prevalente (46,15%), enquanto que a substituição do segundo pré-molar se apresentou como a menos prevalente (15,38%). Foram ainda colocados cinco implantes dentários no local referente ao incisivo central (19,23%) e outros cinco no local correspondente ao incisivo lateral (19,23%). 69,23% dos implantes dentários inseridos apresentaram uma medida de 3,6x11 mm e 23,08% uma medida de 4,2x11 mm, sendo ainda incluídos implantes com dimensões de 3,6x13 mm (3,85%) e 3,6x9 mm (3,85%).

Tabela 2 – Descrição da amostra total em termos de idade, gênero, local e dimensão do implante.

<b>AMOSTRA</b>		<b>N=26 (100.0%)</b>		
<b>(pacientes)</b>				
<b>IDADE</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Masculino	58,18	12,49	37	85
Feminino	49,27	10,71	34	76
Total	53,04	12,11	34	85
<b>SEXO</b>	<b>Frequência (N)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>		
Masculino	12	46,15		
Feminino	14	53,85		
<b>LOCAL DO IMPLANTE</b>	<b>Frequência (N)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>		
Incisivo Central	5	19,23		
Incisivo Lateral	5	19,23		
1º Pré-molar	12	46,15		
2º Pré-molar	4	15,38		
<b>DIMENSÕES DO IMPLANTE</b>	<b>Frequência (N)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>		
EV 4,2x11 mm	6	23,08		
EV 3,6 x 9 mm	1	3,85		
EV 3,6x11 mm	18	69,23		
EV 3,6x13 mm	1	3,85		

Relativamente à caracterização da amostra do estudo, podemos destacar o seguinte:

- Dos 26 pacientes incluídos no estudo, 23 pacientes compareceram ao controlo de um mês (T1), 22 completaram o seguimento a quatro meses (T2) e 14 cumpriram o seguimento após um ano de tratamento (T3).
- Não foi registado nenhum insucesso reabilitador nem patologia peri-implantar em algum dos momentos de avaliação.
- Para o cálculo da potência da amostra usou-se o teste  $t$ , no qual foi obtido um valor de um efeito de tamanho de 0.80. Partindo de erro de tipo I de 5% obteve-se para estas amostras um erro de tipo II de 5,09% e potência de teste de 94,91%.

Na Tabela 3 podemos observar a caracterização da variável KM. Verifica-se que os vinte e seis pacientes incluídos no estudo apresentaram uma média no parâmetro KM de 3,88, sendo o desvio padrão de 1,21. Três pacientes apresentaram o valor mínimo de 2 e outros três o valor máximo de 6.

**Tabela 3 - Caracterização do parâmetro KM.**

<b>AMOSTRA</b>		<b>N=26</b>				
<b>(pacientes)</b>		<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
KM (mm)		26	2 (n=3)	6 (n=3)	3,88	1,21

#### **4.2. Características ósseas alveolares iniciais e finais**

A Tabela 4 descreve a caracterização dos parâmetros BT, BID e BPD<sub>T0</sub>. Observa-se que, no que concerne a valores médios, BT registou 1,02±0,62mm, BID registou 3,08±0,93mm e BPD<sub>T0</sub> registou 7,92±1,19mm.

**Tabela 4 - Caracterização dos parâmetros BT, BID e BPD<sub>T0</sub>.**

<b>Variável (mm)</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
BT	26	0,10	2.53	1,02	0,62
BID	26	2	5	3,08	0,93
BPD <sub>T0</sub>	26	6,21	9,64	7,92	1,19

Na Tabela 5 visualiza-se a caracterização dos parâmetros BID, BT e BPD<sub>T0</sub> divididos em classes. Relativamente ao parâmetro BID, a maioria dos pacientes incluídos no estudo (n=18) apresentou um valor >2mm enquanto que os restantes (n=8) se compreenderam na classe ≤2mm. Quanto ao BT, 57,7% exibiu um valor ≤1mm e 42,3% um valor >1mm. No que concerne ao parâmetro BPD<sub>T0</sub>, 46,2% da amostra apresentou um valor ≤8mm e 53,8% um valor >8mm.

**Tabela 5 - Caracterização dos parâmetros BID, BT e BPD<sub>T0</sub> em função das respectivas classes.**

Parâmetro (mm)	Classe	N	%
BID	≤2mm	8	30,8%
	>2mm	18	69,2%
BT	≤1mm	15	57,7%
	>1mm	11	42,3%
BPD <sub>T0</sub>	≤8mm	12	46,2%
	>8mm	14	53,8%

A Tabela 6 demonstra as características ósseas alveolares iniciais (T0) e finais (T3), bem como as respectivas variações (T0-T3) ao fim de um ano de tratamento. Observa-se que, na variação T0-T3, BH (mm), PH (mm) e BPD (mm) apresentaram um resultado médio de  $-0,13 \pm 1,19$ mm,  $-0,24 \pm 1,02$ mm e  $-1,50 \pm 1,09$ mm, respetivamente.

**Tabela 6 – Caracterização dos parâmetros BH<sub>T0</sub>, BH<sub>T3</sub>, PH<sub>T0</sub>, PH<sub>T3</sub>, BPD<sub>T0</sub>, BPD<sub>T3</sub> e a variação dos mesmos ao fim de um ano de tratamento (T0-T3).**

Observação	Variável (mm)	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
T0	BH	11	3,40	11,40	8,06	2,50
	PH	11	4,74	9,69	7,19	1,43
	BPD	11	6,29	9,39	7,80	1,27
T3	BH	11	4,39	11,28	7,93	2,20
	PH	11	3,33	9,72	6,95	1,97
	BPD	11	4,55	8,65	6,30	1,28
T0-T3	BH	11	-2,76	1,96	-0,13	1,19
	PH	11	-1,41	1,87	-0,24	1,02
	BPD	11	-3,92	-0,03	-1,50	1,09

### 4.3. Alteração de espessura dos tecidos peri-implantares

Na Tabela 7 apresentam-se os resultados de variação de espessura dos tecidos peri-implantares em T1, T2 e T3. Relativamente a MBC (mm), observou-se uma variação de  $-0,23 \pm 0,31$ mm em T1,  $-0,30 \pm 0,32$ mm em T2 e  $-0,39 \pm 0,28$ mm em T3. Quanto a MiBC (mm), constatou-se uma alteração de  $-1,15 \pm 0,79$ mm em T1,  $-1,12 \pm 0,80$ mm em T2 e -

1,13±0,66mm em T3. No que diz respeito a MPC (mm), durante o espaço temporal T0-T1 foi registado uma variação de -0,20±0,24mm, durante T0-T2 uma variação de -0,16±0,15mm e durante T0-T3 uma variação de -0,13±0,20mm. Por fim, ao analisar os resultados da variável MBPC (mm), verificou-se uma alteração de espessura de -0,45±0,51mm em T1, -0,46±0,39mm em T2 e -0,52±0,38mm em T3.

**Tabela 7 – Variação de espessura dos tecidos peri-implantares em T1, T2 e T3.**

Variável (mm)	Variação	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
MBC	T0-T1	26	-1,15	0,20	-0,23	0,31
	T0-T2	22	-1,03	0,13	-0,30	0,32
	T0-T3	12	-0,97	-0,04	-0,39	0,28
MiBC	T0-T1	23	-2,99	-0,15	-1,15	0,79
	T0-T2	22	-2,96	-0,23	-1,12	0,80
	T0-T3	12	-2,68	-0,40	-1,13	0,66
MPC	T0-T1	22	-0,73	0,27	-0,20	0,24
	T0-T2	23	-0,47	0,11	-0,16	0,15
	T0-T3	12	-0,37	0,36	-0,13	0,20
MBPC	T0-T1	22	-1,62	0,16	-0,45	0,51
	T0-T2	22	-1,37	-0,01	-0,46	0,39
	T0-T3	12	-1,30	-0,06	-0,52	0,38

#### 4.4. Alterações dimensionais dos tecidos peri-implantares

Na Tabela 8 observam-se os resultados respetivos às áreas com alterações dimensionais dos tecidos peri-implantares em T1, T2 e T3. Relativamente a BA (mm<sup>2</sup>), observou-se um registo de 64,04±34,66mm<sup>2</sup> em T1, 36,08±12,56mm<sup>2</sup> em T2 e 43,24±14,78mm<sup>2</sup> em T3. Quanto PA (mm<sup>2</sup>), constatou-se um valor de 65,23±27,63mm<sup>2</sup> em T1, 23,78±13,39mm<sup>2</sup> em T2 e 28,33±14,46mm<sup>2</sup> em T3. No que diz respeito a TA (mm<sup>2</sup>), durante o espaço temporal T0-T1 foi obtido um resultado de 120,28±61,82mm<sup>2</sup>, durante T0-T2 um resultado de 59,66±22,04mm<sup>2</sup> e durante T0-T3 um resultado de 71,57±24,73mm<sup>2</sup>.

No que concerne às percentagens relativas dos valores anteriormente referidos verificou-se na variável BA (%) um resultado de 57,27±24,64% em T1, 61,05±23,30% em T2 e 66,56±24,03%. Relativamente a PA (%), aferiu-se um valor de 50,55±27,02% em T1, 46,03±24,80% em T2 e 53,85±28,98% em T3. Quanto a TA (%) obteve-se em T1 um resultado de 53,70±23,05%, em T2 um valor de 52,86±20,37% e em T3 um registo de 60,20±21,53%.

**Tabela 8 – Valores de áreas, em mm<sup>2</sup> e %, dos tecidos peri-implantares afetadas por alterações dimensionais em T1, T2 e T3.**

Variável	Variação	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
BA (mm <sup>2</sup> )	T0-T1	23	23	5,78	64,04	34,66
	T0-T2	22	17,19	61,45	36,08	12,56
	T0-T3	12	15,95	58,18	43,24	14,78
PA (mm <sup>2</sup> )	T0-T1	22	22	2,34	65,23	27,63
	T0-T2	23	0,34	51,17	23,78	13,39
	T0-T3	12	1,10	49,76	28,33	16,46
TA (mm <sup>2</sup> )	T0-T1	22	22	8,12	120,28	61,82
	T0-T2	22	17,86	99,90	59,66	22,04
	T0-T3	12	21,11	97,44	71,57	24,73
BA (%)	T0-T1	23	14,15	93,85	57,27	24,64
	T0-T2	22	26,55	97,65	61,05	23,30
	T0-T3	12	23,08	94,36	66,56	24,03
PA (%)	T0-T1	22	5,99	93,63	50,55	27,02
	T0-T2	23	0,72	83,57	46,03	24,80
	T0-T3	12	2,04	94,76	53,85	28,98
TA (%)	T0-T1	22	10,07	92,88	53,70	23,05
	T0-T2	22	15,67	83,63	52,86	20,37
	T0-T3	12	16,48	84,81	60,20	21,53

#### 4.5. Variação volumétrica dos tecidos peri-implantares

Na Tabela 9 observam-se os resultados de variação volumétrica dos tecidos peri-implantares em T1, T2 e T3. Relativamente a BVv (mm<sup>3</sup>), observou-se uma variação de -19,13±17,28mm<sup>3</sup> em T1, -20,51±18,76mm<sup>3</sup> em T2 e -24,77±20,25mm<sup>3</sup> em T3. Quanto a PVv (mm<sup>3</sup>), constatou-se uma alteração de -15,11±15,85mm<sup>3</sup> em T1, -12,64±10,90mm<sup>3</sup> em T2 e -10,59±11,31mm<sup>3</sup> em T3. No que diz respeito a TVv (mm<sup>3</sup>), durante o espaço temporal T0-T1 foi registado uma variação de -33,72±30,36mm<sup>3</sup>, durante T0-T2 uma variação de -33,56±24,91mm<sup>3</sup> e durante T0-T3 uma variação de -35,89±24,66mm<sup>3</sup>.

No que concerne às percentagens relativas dos valores acima referidos verificou-se na variável BVv (%) um resultado de -7,20±6,62% em T1, -7,82±6,86% em T2 e -9,52±7,44% em T3. Relativamente a PVv (%), aferiu-se um valor de -5,90±5,48% em T1, -5,44±4,05% em T2 e -4,77±5,74% em T3. Quanto a TVv (%) obteve-se em T1 um resultado de -6,41±5,46%, em T2 um valor de -6,83±4,69% e em T3 um registo de -7,49±5,11%.

**Tabela 9 – Variação volumétrica, em mm<sup>3</sup> e %, dos tecidos peri-implantares em T1, T2 e T3.**

Variável	Variação	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
BVv (mm <sup>3</sup> )	T0-T1	23	-53,32	9,73	-19,13	17,28
	T0-T2	22	-70,07	7,05	-20,51	18,76
	T0-T3	12	-69,26	7,05	-24,77	20,25
PVv (mm <sup>3</sup> )	T0-T1	22	-51,45	16,36	-15,11	15,85
	T0-T2	23	-36,90	5,53	-12,64	10,90
	T0-T3	12	-27,08	14,93	-10,59	11,31
TVv (mm <sup>3</sup> )	T0-T1	22	-98,00	6,03	-33,72	30,36
	T0-T2	22	-95,49	-7,37	-33,56	24,91
	T0-T3	12	-96,34	-11,80	-35,89	24,66
BVv (%)	T0-T1	23	-19,16	3,53	-7,20	6,62
	T0-T2	22	-25,68	2,56	-7,82	6,86
	T0-T3	12	-25,38	2,56	-9,52	7,44
PVv (%)	T0-T1	22	-15,37	5,60	-5,90	5,48
	T0-T2	23	-12,64	2,07	-5,44	4,05
	T0-T3	12	-13,47	8,75	-4,77	5,74
TVv (%)	T0-T1	22	-16,11	0,85	-6,41	5,46
	T0-T2	22	-20,15	-1,38	-6,83	4,69
	T0-T3	12	-20,33	-2,35	-7,49	5,11

#### **4.6. Caracterização das alterações de espessura, área e volume em função das características ósseas alveolares iniciais**

##### **4.6.1. Alterações de espessura em função das classes BT, BID e BPD<sub>T0</sub>**

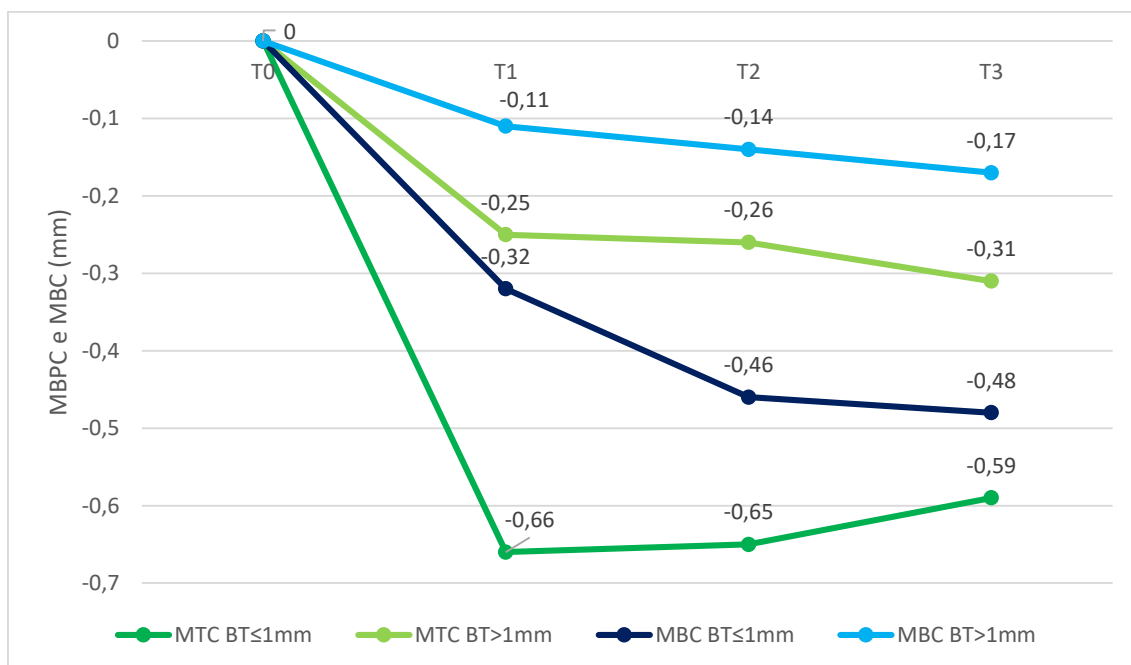
No Gráfico 1 é possível observar a evolução das variáveis MBC (mm) e MBPC (mm) de acordo com o valor de BT (BT≤1mm e BT>1mm) ao longo do tempo. Neste estudo, verificou-se que os indivíduos com BT≤1mm apresentaram valores de MBC (mm) e MBPC (mm) mais negativos do que os indivíduos BT>1mm ao fim de um, quatro e doze meses de tratamento.

Relativamente a MBC (mm), observou-se que os pacientes da classe BT≤1mm (n=15), estudados no período T0-T1, revelaram um valor de -0,32±0,37mm de variação e os indivíduos pertencentes à classe BT>1mm (n=11), -0,11±0,17mm (p=0,061). No intervalo temporal T0-T2, a variável MBC (mm) demonstrou um resultado de -0,46±0,37mm quando BT≤1mm (n=11) e -0,14±0,10mm quando BT>1mm (n=11), revelando diferenças estatisticamente significativas (**p=0,017**). Na variação T0-T3, a variável MBC (mm) teve um registo de -0,48±0,28mm quando BT≤1mm (n=10) e -

0,17±0,11mm quando  $BT > 1\text{mm}$  (n=4), revelando diferenças estatisticamente significativas ( $p=0,049$ ).

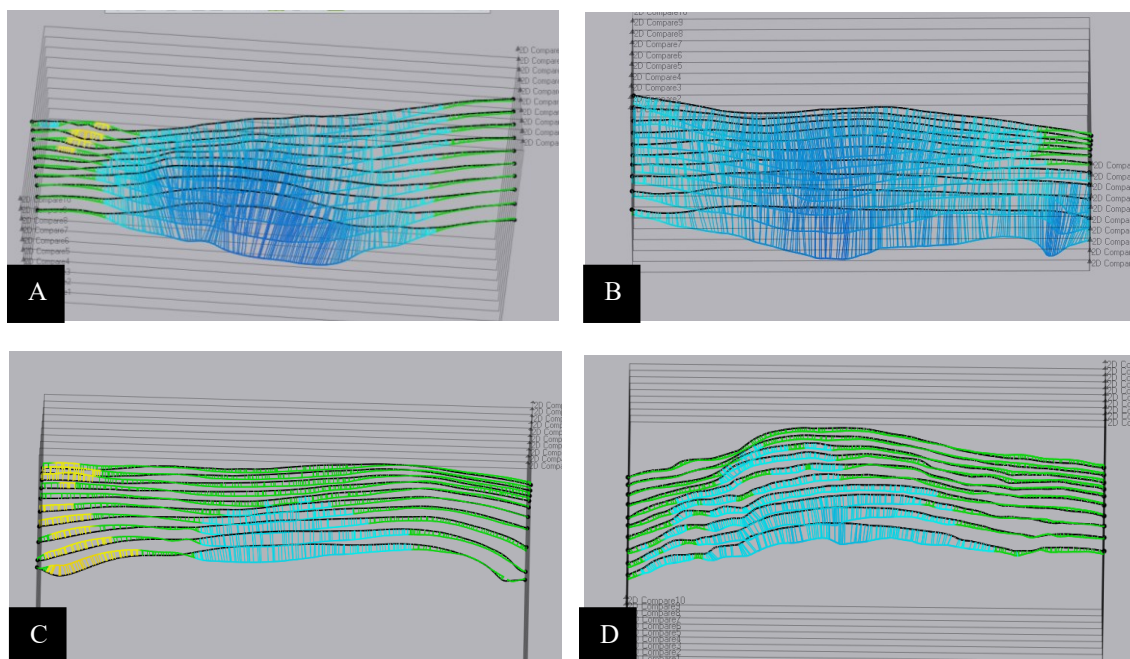
Quanto à variável MiBC (mm), observou-se durante o período T0-T1, um resultado de  $-1,35 \pm 0,88\text{mm}$  quando  $BT \leq 1\text{mm}$  (n=12) e  $-0,94 \pm 0,64\text{mm}$  quando  $BT > 1\text{mm}$  (n=11) ( $p=0,225$ ). No espaço temporal T0-T2 constatou-se que, quando  $BT \leq 1\text{mm}$  (n=11), foi obtido um valor de  $-1,43 \pm 0,95\text{mm}$  e que quando  $BT > 1\text{mm}$  (n=11) pôde observar-se um registo de  $-0,81 \pm 0,47\text{mm}$  ( $p=0,069$ ). Por fim, na variação temporal T0-T3 verificou-se um resultado médio de  $-1,27 \pm 0,68\text{mm}$  quando  $BT \leq 1\text{mm}$  (n=9) e  $-0,70 \pm 0,38\text{mm}$  quando  $BT > 1\text{mm}$  (n=3) ( $p=0,208$ ).

Relativamente a MBPC (mm) observou-se, em T0-T1, que os indivíduos com  $BT \leq 1\text{mm}$  (n=11) demonstraram um valor de  $-0,66 \pm 0,59\text{mm}$  e os indivíduos com  $BT > 1\text{mm}$  (n=11) um valor de  $-0,25 \pm 0,34\text{mm}$  ( $p=0,065$ ). No intervalo temporal T0-T2, o parâmetro MBPC (mm) apresentou uma variação de  $-0,65 \pm 0,47\text{mm}$  quando  $BT \leq 1\text{mm}$  (n=11) e de  $-0,26 \pm 0,12\text{mm}$  quando  $BT > 1\text{mm}$  (n=11), revelando diferenças estatisticamente significativas ( $p=0,015$ ). Na variação T0-T3, a variável MBPC (mm) teve um registo médio de  $-0,63 \pm 0,40\text{mm}$  quando  $BT \leq 1\text{mm}$  (n=10) e de  $-0,26 \pm 0,22\text{mm}$  quando  $BT > 1\text{mm}$  (n=4) ( $p=0,066$ ).



**Gráfico 1 - Comportamento das variáveis MBPC e MBC em T1, T2 e T3 de acordo com as classes de BT.**

Na Figura 24 observamos imagens relativas à variação de espessura vestibular, obtida através de uma avaliação digital, de pacientes pertencentes à classe  $BT \leq 1\text{mm}$  e pacientes pertencentes à classe  $BT > 1\text{mm}$ . Verifica-se que a classe  $BT \leq 1\text{mm}$  apresentou uma variação mais negativa comparativamente à classe  $BT > 1\text{mm}$ .



**Figura 24 – Variação de espessura vestibular ao fim de um ano de tratamento em dois pacientes da classe  $BT \leq 1\text{mm}$  (A e B) e em dois indivíduos pertencentes à classe  $BT > 1\text{mm}$  (C e D).**

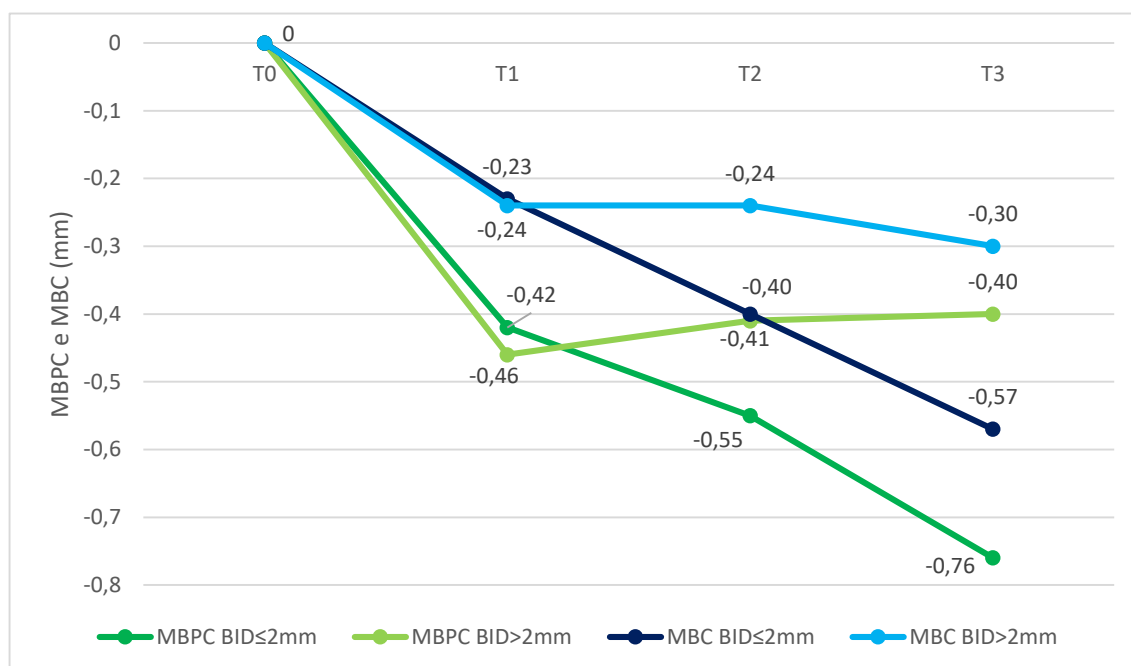
No Gráfico 2 é possível observar a evolução das variáveis MBC (mm) e MBPC (mm) de acordo com o valor de BID ( $BID \leq 2\text{mm}$  e  $BID > 2\text{mm}$ ) ao longo do tempo. Neste estudo, verificou-se que os indivíduos com  $BID \leq 2\text{mm}$  apresentaram valores de MBC (mm) e MBPC (mm) mais negativos do que os indivíduos  $BID > 2\text{mm}$  ao fim de quatro e doze meses de tratamento.

Relativamente a MBC (mm) observou-se que os pacientes da classe  $BID \leq 2\text{mm}$  ( $n=8$ ), estudados no período T0-T1, revelaram um valor de  $-0,23 \pm 0,22\text{mm}$  de variação e os indivíduos pertencentes à classe  $BID > 2\text{mm}$  ( $n=18$ ),  $-0,24 \pm 0,35\text{mm}$  ( $p=0,960$ ). No intervalo temporal T0-T2, a variável MBC (mm) demonstrou um resultado de  $-0,40 \pm 0,34\text{mm}$  quando  $BID \leq 2\text{mm}$  ( $n=8$ ) e  $-0,24 \pm 0,29\text{mm}$  quando  $BID > 2\text{mm}$  ( $n=14$ ) ( $p=0,265$ ). Na variação T0-T3, a variação da variável MBC (mm) teve um registo de  $-0,57 \pm 0,27\text{mm}$  quando  $BID \leq 2\text{mm}$  ( $n=4$ ) e  $-0,30 \pm 0,25\text{mm}$  quando  $BID > 2\text{mm}$  ( $n=8$ ) ( $p=0,117$ ). Embora os resultados médios entre os indivíduos de classes distintas de BID

se afastem com a evolução temporal, concluiu-se que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

Quanto à variável MiBC (mm), aferiu-se na variação T0-T1 um resultado de  $-1,48 \pm 0,72$ mm quando  $BID \leq 2$ mm (n=6) e de  $-1,03 \pm 0,79$ mm quando  $BID > 2$ mm (n=17) (p=0,237). No intervalo temporal T0-T2, constatou-se que quando  $BID \leq 2$ mm (n=8) se registou um valor de  $-1,27 \pm 0,76$ mm e que quando  $BID > 2$ mm (n=14) se observou um valor de  $-1,04 \pm 0,83$ mm (p=0,516). Por fim, na variação T0-T3 verificou-se um resultado de  $-1,52 \pm 0,80$ mm quando  $BID \leq 2$ mm (n=4) e  $-0,93 \pm 0,52$ mm quando  $BID > 2$ mm (n=8) (n=0,154). Conclui-se que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

Relativamente a MBPC (mm), observou-se em T0-T1, que os indivíduos com  $BID \leq 2$ mm (n=6) apresentaram uma variação de  $-0,42 \pm 0,27$ mm e os indivíduos com  $BID > 2$ mm (n=16) uma variação de  $-0,46 \pm 0,59$ mm (p=0,880). No intervalo temporal T0-T2, o parâmetro MBPC (mm) obteve um resultado de  $-0,55 \pm 0,43$ mm quando  $BID \leq 2$ mm (n=8) e de  $-0,41 \pm 0,37$ mm quando  $BID > 2$ mm (n=14) (p=0,410). Na variação T0-T3, a variável MBPC (mm) teve um registo de  $-0,76 \pm 0,38$ mm quando  $BID \leq 2$ mm (n=4) e de  $-0,40 \pm 0,35$ mm quando  $BID > 2$ mm (n=8) (p=0,128). Conclui-se que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.



**Gráfico 2 - Comportamento das variáveis MBPC e MBC em T1, T2 e T3 de acordo com as classes de BID.**

Na Tabela 10 visualizam-se os resultados de alteração de espessura em função dos resultados de  $BPD_{T_0}$ . Relativamente à variável MBC (mm), observou-se que os pacientes da classe  $BPD_{T_0} \leq 8\text{mm}$ , estudados no período T0-T1, revelaram um valor de  $-0,11 \pm 0,22\text{mm}$  de variação e os indivíduos pertencentes à classe  $BPD_{T_0} > 8\text{mm}$ ,  $-0,34 \pm 0,34\text{mm}$ . No intervalo temporal T0-T2, o valor de MBC (mm) para  $BPD_{T_0} \leq 8\text{mm}$  foi de  $-0,20 \pm 0,25\text{mm}$  e para  $BPD_{T_0} > 8\text{mm}$  de  $-0,38 \pm 0,35\text{mm}$ . Na variação T0-T3, a variável MBC (mm) demonstrou um resultado de  $-0,38 \pm 0,15\text{mm}$  quando  $BPD_{T_0} \leq 8\text{mm}$  e de  $-0,40 \pm 0,42\text{mm}$  quando  $BPD_{T_0} > 8\text{mm}$ . Embora os resultados médios entre os indivíduos de classes distintas de  $BPD_{T_0}$  se tenham aproximado com a evolução temporal, concluiu-se que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

Quanto à variável MiBC (mm), observou-se na variação T0-T1 um resultado de  $-0,73 \pm 0,62\text{mm}$  quando  $BPD_{T_0} \leq 8\text{mm}$  e de  $-1,48 \pm 0,76\text{mm}$  quando  $BPD_{T_0} > 8\text{mm}$ , revelando diferenças estatisticamente significativas ( **$p=0,019$** ). Na variação T0-T2, constatou-se que quando  $BPD_{T_0} \leq 8\text{mm}$  se registou um valor de  $-0,98 \pm 0,73\text{mm}$  e que quando  $BPD_{T_0} > 8\text{mm}$  se observou um valor de  $-1,24 \pm 0,86\text{mm}$ . Por fim, no intervalo temporal T0-T3 verificou-se um resultado de  $-1,14 \pm 0,37\text{mm}$  quando  $BPD_{T_0} \leq 8\text{mm}$  e de  $-1,11 \pm 0,99\text{mm}$  quando  $BPD_{T_0} > 8\text{mm}$ .

Relativamente a MBPC (mm) verificou-se, em T0-T1, que os indivíduos com  $BPD_{T_0} \leq 8\text{mm}$  demonstraram um registo de  $-0,16 \pm 0,32\text{mm}$ , enquanto que os indivíduos com  $BPD_{T_0} > 8\text{mm}$  registaram  $-0,65 \pm 0,54\text{mm}$ , revelando-se esta diferença estatisticamente significativa ( **$p=0,024$** ). No intervalo temporal T0-T2, a variável MBPC (mm) apresentou um resultado de  $-0,29 \pm 0,23\text{mm}$  quando  $BPD_{T_0} \leq 8\text{mm}$  e de  $-0,60 \pm 0,45\text{mm}$  quando  $BPD_{T_0} > 8\text{mm}$ . Na variação T0-T3, MBPC (mm) teve um registo de  $-0,49 \pm 0,20\text{mm}$  quando  $BPD_{T_0} \leq 8\text{mm}$  e de  $-0,56 \pm 0,58\text{mm}$  quando  $BPD_{T_0} > 8\text{mm}$ .

Tabela 10 - Alterações de espessura dos tecidos peri-implantares em função das classes BPD<sub>T0</sub>.

Variável (mm)	Variação	BPD <sub>T0</sub>	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	ET (p)
MBC	T0-T1	≤8mm	12	-0,53	0,20	-0,11	0,22	2,000
		>8mm	14	-1,15	0,10	-0,34	0,34	(0,057) <sup>a</sup>
	T0-T2	≤8mm	10	-0,67	0,13	-0,20	0,25	1,945
		>8mm	12	-1,03	-0,09	-0,38	0,35	(0,065) <sup>a</sup>
	T0-T3	≤8mm	7	-0,51	-0,08	-0,38	0,15	1,479
		>8mm	5	-0,97	-0,04	-0,40	0,42	(0,155) <sup>a</sup>
MiBC	T0-T1	≤8mm	10	-1,75	-0,15	-0,73	0,62	2,545
		>8mm	13	-2,99	-0,48	-1,48	0,76	(0,019) <sup>a</sup>
	T0-T2	≤8mm	10	-2,34	-0,23	-0,98	0,73	1,364
		>8mm	12	-2,96	-0,42	-1,24	0,86	(0,188) <sup>a</sup>
	T0-T3	≤8mm	7	-1,76	-0,59	-1,14	0,37	0,155
		>8mm	5	-2,68	-0,40	-1,11	0,99	(0,880) <sup>a</sup>
MBPC	T0-T1	≤8mm	9	-0,68	0,16	-0,16	0,32	2,450
		>8mm	13	-1,62	0,15	-0,65	0,54	(0,024) <sup>a</sup>
	T0-T2	≤8mm	10	-0,76	-0,01	-0,29	0,23	1,942
		>8mm	12	-1,37	-0,15	-0,60	0,45	(0,066) <sup>a</sup>
	T0-T3	≤8mm	7	-0,68	-0,15	-0,49	0,20	0,301
		>8mm	5	-1,30	-0,06	-0,56	0,58	(0,770) <sup>a</sup>

ET – Estatística de teste; p- valor de prova; <sup>a</sup> – aplicação do teste paramétrico *t* para amostras independentes.

#### 4.6.2. Alterações de área em função das classes BT e BID

Na Tabela 11 apresentam-se os resultados de área em função dos resultados de BT. No que trata ao parâmetro BA (%), observou-se que os pacientes da classe BT≤1mm, estudados no período T0-T1, revelaram um valor de 67,62±22,02% de área e os indivíduos pertencentes à classe BT>1mm, 45,97±23,10%, revelando significância estatística (**p=0,032**). Quanto à variação T0-T2, a variável BA (%) demonstrou um resultado de 70,62±23,19% BT≤1mm e 51,47±20,00% quando BT>1mm. Por fim, na variação temporal T0-T3 os indivíduos com BT≤1mm apresentaram um resultado de 70,57±23,13% e os indivíduos com BT>1mm 54,52±27,33%.

No que concerne ao parâmetro TA (%), verificou-se que em T0-T1 os indivíduos com BT≤1mm registraram uma média de 61,52±23,93%, enquanto que os indivíduos com BT>1mm registraram uma média 45,88±20,22%. Quanto à variação T0-T2, aferiu-se que os indivíduos com BT≤1mm obtiveram um registo de 60,10±19,92% e os indivíduos com BT>1mm 45,62±18,95%. Por fim, na variação temporal T0-T3 os indivíduos com BT≤1mm apresentaram um resultado de 63,29±19,25% e os indivíduos com BT>1mm

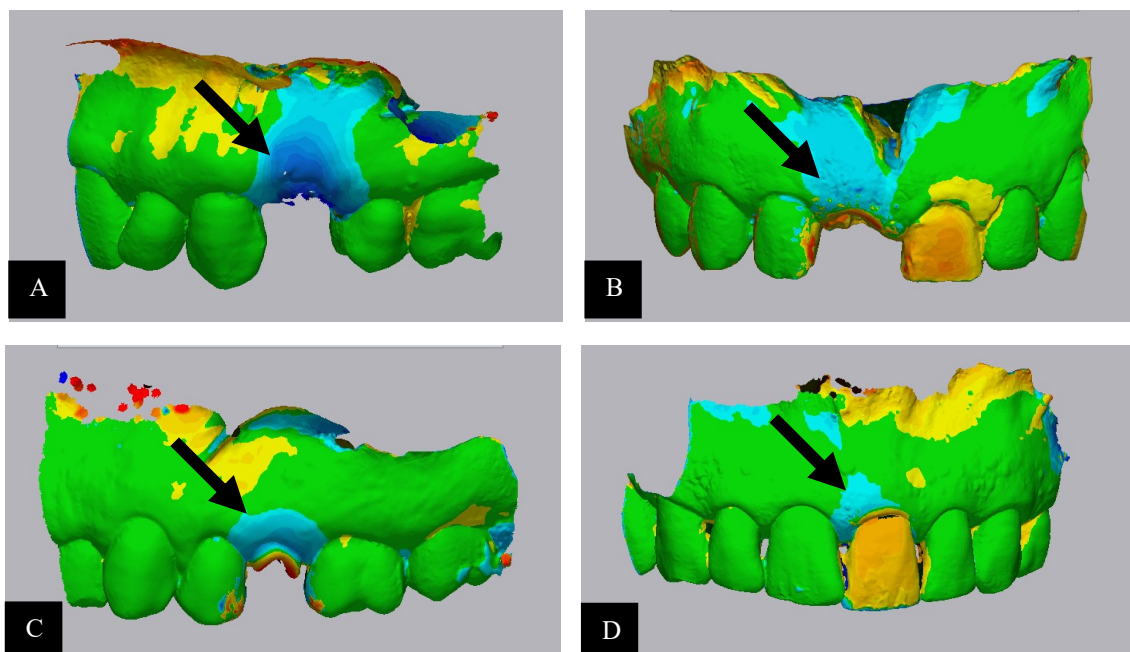
50,94±29,93%. Conclui-se que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

**Tabela 11 - Alterações de área dos tecidos peri-implantares em função das classes BT.**

Variável (%)	Variação	BT	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	ET (p)
BA	T0-T1	≤1mm	12	22,67	93,85	67,62	22,02	2,301
		>1mm	11	14,15	82,05	45,97	23,10	(0,032) <sup>a</sup>
	T0-T2	≤1mm	11	32,03	97,65	70,62	23,19	2,075
		>1mm	11	26,55	84,89	51,47	20,00	(0,051) <sup>a</sup>
	T0-T3	≤1mm	9	32,61	94,36	70,57	23,13	1,001
		>1mm	3	23,08	72,63	54,52	27,33	(0,340) <sup>a</sup>
TA	T0-T1	≤1mm	11	19,75	92,88	61,52	23,93	1,655
		>1mm	11	10,07	84,38	45,88	20,22	(0,113) <sup>a</sup>
	T0-T2	≤1mm	11	24,28	83,63	60,10	19,92	1,747
		>1mm	11	15,67	70,87	45,62	18,95	(0,096) <sup>a</sup>
	T0-T3	≤1mm	9	26,16	84,81	63,29	19,25	0,849
		>1mm	3	16,48	70,41	50,94	29,93	(0,416) <sup>a</sup>

ET – Estatística de teste; p- valor de prova; <sup>a</sup> – aplicação do teste paramétrico *t* para amostras independentes.

Na Figura 25 observam-se imagens que demonstram as áreas com alterações dimensionais, obtidas através de uma avaliação tridimensional, de pacientes pertencentes à classe BT≤1mm e pacientes pertencentes à classe BT>1mm. Verificou-se que a classe BT≤1mm não só apresentou mais áreas com alteração, como também as mesmas estão associadas a maiores perdas de espessura dos tecidos peri-implantares (azul mais escuro) comparativamente à classe BT>1mm.



**Figura 25 - Áreas com alterações dimensionais relativas à variação temporal T0-T1, obtidas através de uma avaliação tridimensional, de dois pacientes da classe  $BT \leq 1\text{mm}$  (A e B) e em dois indivíduos pertencentes à classe  $BT > 1\text{mm}$  (C e D).**

Na Tabela 12 apresentam-se os resultados de área em função dos resultados de BID. Relativamente a BA (%), observa-se em T0-T1 que os indivíduos com  $BID \leq 2\text{mm}$  apresentaram um valor de  $59,32 \pm 20,27\%$  e os indivíduos com  $BID > 2\text{mm}$  de  $56,54 \pm 26,54\%$ . Na variação T0-T2, o resultado para  $BID \leq 2\text{mm}$  foi de  $67,16 \pm 24,93\%$  e para  $BID > 2\text{mm}$  de  $57,55 \pm 22,50\%$ . No intervalo temporal T0-T3, o valor de BA (%) quando  $BID \leq 2\text{mm}$  foi de  $81,54 \pm 11,11\%$  e quando  $BID > 2\text{mm}$  de  $59,06 \pm 25,73\%$ . Concluiu-se que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

Quanto a PA (%), observa-se em T0-T1 que os indivíduos com  $BID \leq 2\text{mm}$  apresentaram um valor de  $38,03 \pm 15,00\%$  e os indivíduos com  $BID > 2\text{mm}$  de  $55,24 \pm 39,34\%$ . Na variação T0-T2, o resultado para  $BID \leq 2\text{mm}$  foi de  $43,28 \pm 19,33\%$  e para  $BID > 2\text{mm}$  de  $47,49 \pm 27,80\%$ . No intervalo temporal T0-T3, o valor de PA (%) quando  $BID \leq 2\text{mm}$  foi de  $47,16 \pm 32,19\%$  e quando  $BID > 2\text{mm}$  de  $57,19 \pm 28,93\%$ . Concluiu-se que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

No que concerne a TA (%), observou-se, em T0-T1, que os indivíduos com  $BID \leq 2\text{mm}$  demonstraram um registo de  $48,67 \pm 13,47\%$  e os indivíduos com  $BID > 2\text{mm}$   $55,59 \pm 25,87\%$ . No intervalo temporal T0-T2, a variável TA (%) apresentou um resultado de  $55,22 \pm 18,79\%$  nos indivíduos pertencentes à classe  $BID \leq 2\text{mm}$  e de  $51,51 \pm 21,93\%$  na

classe BID>2mm. Na variação T0-T3, TA (%) registou um resultado de 64,36±13,20% quando BID≤2mm e 58,12±25,28% quando BID>2mm. Conclui-se que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

**Tabela 12 - Alterações de área dos tecidos peri-implantares em função das classes BID.**

Variável (%)	Variação	BID	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	ET (p)
BA	T0-T1	≤2mm	6	35,84	81,44	59,32	20,27	0,232
		>2mm	17	14,15	93,85	56,54	26,54	(0,818) <sup>a</sup>
	T0-T2	≤2mm	8	29,90	97,65	67,16	24,93	0,900
		>2mm	14	26,55	89,14	57,55	22,50	(0,384) <sup>a</sup>
	T0-T3	≤2mm	4	70,81	94,36	81,56	11,11	2,111
		>2mm	8	23,08	89,06	59,06	25,73	(0,061) <sup>a</sup>
PA	T0-T1	≤2mm	6	16,04	54,76	38,03	15,00	-1,802
		>2mm	16	5,99	93,63	55,24	29,34	(0,089) <sup>a</sup>
	T0-T2	≤2mm	8	17,49	79,98	43,28	19,33	-0,380
		>2mm	15	0,72	83,57	47,49	27,80	(0,708) <sup>a</sup>
	T0-T3	≤2mm	4	2,04	70,73	47,16	32,19	-0,547
		>2mm	8	9,89	94,76	57,19	28,93	(0,597) <sup>a</sup>
TA	T0-T1	≤2mm	6	16,04	54,76	38,03	15,00	-1,802
		>2mm	16	5,99	93,63	55,24	29,34	(0,089) <sup>a</sup>
	T0-T2	≤2mm	8	17,49	79,98	43,28	19,33	-0,380
		>2mm	15	0,72	83,57	47,49	27,80	(0,708) <sup>a</sup>
	T0-T3	≤2mm	4	2,04	70,73	47,16	32,19	-0,547
		>2mm	8	9,89	94,76	57,19	28,93	(0,597) <sup>a</sup>

ET – Estatística de teste; p- valor de prova; <sup>a</sup> – aplicação do teste paramétrico *t* para amostras independentes.

Na Figura 26 observam-se imagens que demonstram as áreas com alterações dimensionais, obtidas através de uma avaliação tridimensional, de pacientes pertencentes à classe BID≤2mm e pacientes pertencentes à classe BID>2mm. Verifica-se que a classe BID≤2mm não só sofreu mais alterações, como também a face vestibular se apresentou como a mais afetada comparativamente à classe BID>2mm.

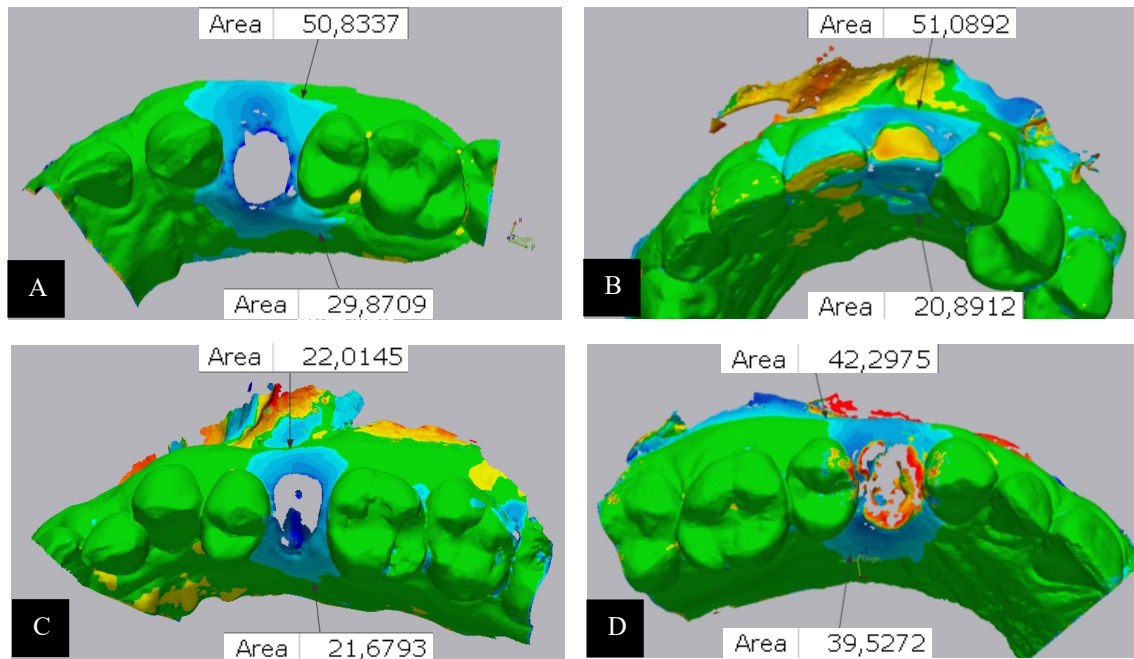


Figura 26 - Áreas com alterações dimensionais relativas à variação temporal T0-T3, obtidas através de uma avaliação tridimensional, de dois pacientes da classe  $BID \leq 2\text{mm}$  (A e B) e em dois indivíduos pertencentes à classe  $BID > 2\text{mm}$  (C e D).

#### 4.6.3. Alterações de volume em função das classes BT, BID e $BPD_{T0}$

Na Tabela 13 visualizam-se os resultados de volume em função dos resultados de BT. Quanto à variável  $BV_v$  (%), constatou-se que em T0-T1 os indivíduos com  $BT \leq 1\text{mm}$  apresentaram um valor de  $-10,22 \pm 7,31\%$  de variação, enquanto que os indivíduos com  $BT > 1\text{mm}$  um valor médio de  $-3,91 \pm 3,84\%$ , revelando diferenças estatisticamente significativas ( $p=0,018$ ). Na variação T0-T2, quando  $BT \leq 1\text{mm}$  verificou-se um resultado de  $-11,57 \pm 7,67\%$  e quando  $BT > 1\text{mm}$  um resultado de  $-4,08 \pm 3,03\%$ , revelando resultados estatisticamente significativos ( $p=0,010$ ). Por fim, na variação temporal T0-T3, observou-se um registo de  $-11,58 \pm 7,35\%$  quando  $BT \leq 1\text{mm}$  e de  $-3,56 \pm 2,95\%$  quando  $BT > 1\text{mm}$ .

Quanto a  $TV_v$  (%), constatou-se que os pacientes da classe  $BT \leq 1\text{mm}$ , estudados no período T0-T1, revelaram um valor de  $-8,39 \pm 6,02\%$  de variação e os indivíduos pertencentes à classe  $BT > 1\text{mm}$ ,  $-4,42 \pm 4,22\%$ . No intervalo temporal T0-T2, quando  $BT \leq 1\text{mm}$  verificou-se um resultado de  $-9,24 \pm 5,40\%$  e quando  $BT > 1\text{mm}$  um resultado médio de  $-4,42 \pm 2,06\%$ , revelando diferenças estatisticamente significativas ( $p=0,012$ ). Por fim, na variação T0-T3, observou-se um registo de  $-8,79 \pm 5,22\%$  quando  $BT \leq 1\text{mm}$  e de  $-3,82 \pm 2,41\%$  quando  $BT > 1\text{mm}$ .

Tabela 13 - Alterações de volume dos tecidos peri-implantares em função das classes BT.

Variável (%)	Varição	BT	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	ET (p)
BVv	T0-T1	≤1mm	12	-19,16	3,53	-10,22	7,31	-2,623
		>1mm	11	-11,20	3,05	-3,91	3,84	<b>(0,018)<sup>a</sup></b>
	T0-T2	≤1mm	11	-25,68	2,56	-11,57	7,67	-3,012
		>1mm	11	-9,94	1,34	-4,08	3,03	<b>(0,010)<sup>a</sup></b>
	T0-T3	≤1mm	10	-25,38	2,56	-11,58	7,35	-1,739
		>1mm	4	-7,87	-1,14	-3,76	2,59	<b>(0,108)<sup>a</sup></b>
TVv	T0-T1	≤1mm	11	-16,11	0,51	-8,39	6,02	-1,791
		>1mm	11	-13,19	0,85	-4,42	4,22	<b>(0,088)<sup>a</sup></b>
	T0-T2	≤1mm	11	-20,15	-1,38	-9,24	5,40	-2,768
		>1mm	11	-8,92	-2,07	-4,42	2,06	<b>(0,012)<sup>a</sup></b>
	T0-T3	≤1mm	9	-20,33	-3,14	-8,79	5,22	-1,905
		>1mm	3	-6,50	-0,94	-3,82	2,41	<b>(0,081)<sup>a</sup></b>

ET – Estatística de teste; p- valor de prova; <sup>a</sup> – aplicação do teste paramétrico *t* para amostras independentes.

Na Figura 27 visualizam-se imagens que demonstram as variações volumétricas da face vestibular ao fim de um ano de tratamento, obtidas através de uma avaliação tridimensional, de pacientes pertencentes à classe BT≤1mm e pacientes pertencentes à classe BT>1mm. Verifica-se que a classe BT≤1mm apresenta maior perda volumétrica comparativamente à classe BT>1mm

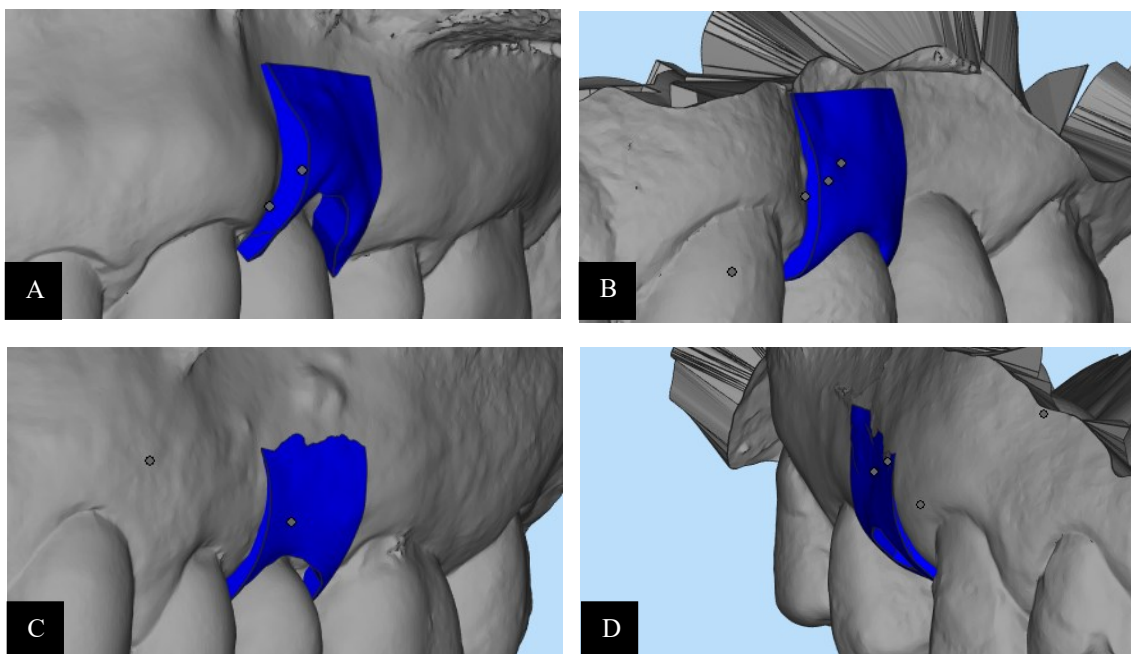


Figura 27 – Variação volumétrica vestibular (cor azul) ao fim de um ano de tratamento em dois pacientes da classe BT≤1mm (A e B) e em dois indivíduos pertencentes à classe BT>1mm (C e D).

Na Tabela 14 visualizam-se os resultados de volume em função dos resultados de BID. Quanto a BVv (%), constatou-se que os pacientes da classe  $BID \leq 2\text{mm}$ , estudados no período T0-T1, revelaram um valor de  $-8,47 \pm 5,67\%$  de variação e os indivíduos pertencentes à classe  $BID > 2\text{mm}$ ,  $-6,76 \pm 7,03\%$ . Na variação T0-T2, quando  $BID \leq 2\text{mm}$  verificou-se um resultado de  $-10,04 \pm 7,81\%$  e quando  $BID > 2\text{mm}$  de  $-6,56 \pm 6,20\%$ . Por fim, na variação temporal T0-T3, observou-se um registo de  $-14,20 \pm 7,48\%$  quando  $BID \leq 2\text{mm}$  e de  $-7,18 \pm 6,66\%$  quando  $BID > 2\text{mm}$ . Embora os resultados médios entre os indivíduos de classes distintas de BID se tenham afastado com a evolução temporal, concluiu-se que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

Quanto à variável TVv (%), aferiu-se que em T0-T1 os indivíduos com  $BID \leq 2\text{mm}$  apresentaram um valor de  $-6,96 \pm 4,83\%$  de variação e os que tinham  $BID > 2\text{mm}$  um valor de  $-6,20 \pm 5,82\%$ . Na variação T0-T2, quando  $BID \leq 2\text{mm}$  verificou-se um resultado de  $-8,27 \pm 5,96\%$  e quando  $BID > 2\text{mm}$  um resultado de  $-6,01 \pm 3,79\%$ . Por fim, na variação temporal T0-T3, observou-se uma média de  $-10,88 \pm 6,59\%$  quando  $BID \leq 2\text{mm}$  e de  $-5,80 \pm 3,54\%$  quando  $BID > 2\text{mm}$ . Embora os resultados médios entre os indivíduos de classes distintas de BID se tenham afastado com a evolução temporal, concluiu-se que as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

**Tabela 14 - Alterações de volume dos tecidos peri-implantares em função das classes BID.**

Variável (%)	Variação	BID	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	ET (p)
BVv	T0-T1	$\leq 2\text{mm}$	6	-18,90	-3,07	-8,47	5,67	-0,537
		$> 2\text{mm}$	17	-19,16	3,53	-6,76	7,03	(0,597) <sup>a</sup>
	T0-T2	$\leq 2\text{mm}$	8	-25,68	-2,89	-10,04	7,81	-1,154
		$> 2\text{mm}$	14	-17,68	2,56	-6,56	6,20	(0,262) <sup>a</sup>
	T0-T3	$\leq 2\text{mm}$	4	-25,38	-9,89	-14,20	7,48	-1,660
		$> 2\text{mm}$	8	-19,18	2,56	-7,18	6,66	(0,128) <sup>a</sup>
TVv	T0-T1	$\leq 2\text{mm}$	6	-16,11	-2,80	-6,96	4,83	-0,286
		$> 2\text{mm}$	16	-15,90	0,85	-6,20	5,82	(0,778) <sup>a</sup>
	T0-T2	$\leq 2\text{mm}$	8	-20,15	-1,38	-8,27	5,96	-1,092
		$> 2\text{mm}$	14	-13,23	-1,71	-6,01	3,79	(0,288) <sup>a</sup>
	T0-T3	$\leq 2\text{mm}$	4	-20,33	-5,85	-10,88	6,59	-1,777
		$> 2\text{mm}$	8	-13,63	-2,35	-5,80	3,54	(0,106) <sup>a</sup>

ET – Estatística de teste; p- valor de prova; <sup>a</sup> – aplicação do teste paramétrico *t* para amostras independentes.

Na Tabela 15 visualizam-se os resultados de volume em função dos resultados de BPD<sub>T0</sub>. Relativamente à variável BVv (%), observou-se que os pacientes da classe  $BPD_{T0} \leq 8\text{mm}$ , estudados no período T0-T1, revelaram um valor de  $-4,32 \pm 5,36\%$  e os

indivíduos pertencentes à classe  $BPD_{T0} > 8\text{mm}$ ,  $-9,42 \pm 6,82\%$ , apresentando diferenças estatisticamente significativas ( $p=0,032$ ). Na variação T0-T2, o valor de BVv (%) para  $BPD_{T0} \leq 8\text{mm}$  foi de  $-5,52 \pm 5,97\%$  e para  $BPD_{T0} > 8\text{mm}$  de  $-9,74 \pm 7,20\%$ . No intervalo temporal T0-T3, a variável BVv (%) demonstrou um resultado de  $-7,68 \pm 5,18\%$  quando  $BPD_{T0} \leq 8\text{mm}$  e de  $-12,08 \pm 9,90\%$  quando  $BPD_{T0} > 8\text{mm}$ .

Relativamente à variável TVv (%), demonstrou-se que os pacientes da classe  $BPD_{T0} \leq 8\text{mm}$ , estudados no período T0-T1, apresentaram um valor de  $-3,35 \pm 3,74\%$  de variação e os indivíduos pertencentes à classe  $BPD_{T0} > 8\text{mm}$ ,  $-8,52 \pm 5,58\%$ , revelando diferenças estatisticamente significativas ( $p=0,025$ ). Na variação T0-T2, o valor de TVv (%) para  $BPD_{T0} \leq 8\text{mm}$  foi de  $-4,77 \pm 3,01\%$  e para  $BPD_{T0} > 8\text{mm}$  de  $-8,54 \pm 5,25\%$ . Na variação T0-T3, o resultado de TVv (%) foi de  $-5,95 \pm 2,45\%$  quando  $BPD_{T0} \leq 8\text{mm}$  e de  $-9,65 \pm 7,26\%$  quando  $BPD_{T0} > 8\text{mm}$ .

**Tabela 15 - Alterações de volume dos tecidos peri-implantares em função das classes  $BPD_{T0}$  na face vestibular.**

Variável (%)	Variação	$BPD_{T0}$	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	ET (p)
BVv	T0-T1	$\leq 8\text{mm}$	10	-12,70	3,53	-4,32	5,36	2,304
		$> 8\text{mm}$	13	-19,16	-0,69	-9,42	6,82	(0,032) <sup>a</sup>
	T0-T2	$\leq 8\text{mm}$	10	-17,68	2,56	-5,52	5,97	1,643
		$> 8\text{mm}$	12	-25,68	-1,37	-9,74	7,20	(0,116) <sup>a</sup>
	T0-T3	$\leq 8\text{mm}$	7	-11,32	2,56	-7,68	5,18	1,010
		$> 8\text{mm}$	5	-25,38	-1,14	-12,08	9,90	(0,336) <sup>a</sup>
TVv	T0-T1	$\leq 8\text{mm}$	9	-9,56	0,85	-3,35	3,74	2,419
		$> 8\text{mm}$	13	-16,11	-1,05	-8,52	5,58	(0,025) <sup>a</sup>
	T0-T2	$\leq 8\text{mm}$	10	-9,73	-1,38	-4,77	3,01	2,010
		$> 8\text{mm}$	12	-20,15	-2,70	-8,54	5,25	(0,058) <sup>a</sup>
	T0-T3	$\leq 8\text{mm}$	7	-10,37	-3,14	-5,95	2,45	1,273
		$> 8\text{mm}$	5	-20,33	-2,35	-9,65	7,26	(0,232) <sup>a</sup>

ET – Estatística de teste; p- valor de prova; <sup>a</sup> – aplicação do teste paramétrico *t* para amostras independentes.

## 4.7. Modelos de regressão linear múltipla

### 4.7.1. Impacto dos parâmetros BID, BT e $BPD_{T0}$ nas alterações de espessura alveolar

Na Tabela 16 observa-se a aplicação de modelos de regressão linear múltipla que permitiram obter modelos parcimoniosos, possibilitando prever a variável dependente a partir de um conjunto de regressores (variáveis independentes). No primeiro modelo de

regressão apresentado testou-se o impacto das variáveis: BID, BT e  $BPD_{T0}$  na variação do parâmetro  $MBC_{T0-T1}$ . O modelo obtido não foi estatisticamente significativo, ou seja, a variação  $MBC_{T0-T1}$  não foi explicada de forma significativa pelo modelo estimado.

No segundo modelo de regressão apresentado testou-se o impacto das variáveis: BID, BT e  $BPD_{T0}$  na variação de  $MBC_{T0-T2}$ . O modelo obtido foi estatisticamente significativo, ou seja, a variação  $MBC_{T0-T2}$  foi explicada de forma significativa pelo modelo estimado. Pela aplicação do teste  $t$ , concluiu-se que BT ( $\beta=0,497$ ;  $p=0,016$ ) determinou de forma significativa o comportamento de  $MBC_{T0-T2}$ . Os regressores BID e  $BPD_{T0}$  não apresentaram influência significativa na variação de  $MBC_{T0-T2}$ .

No terceiro e quarto modelo de regressão apresentado testou-se o impacto das variáveis: BID, BT e  $BPD_{T0}$  na variação do parâmetro  $MPC_{T0-T1}$  e  $MPC_{T0-T2}$ . O modelo obtido não foi estatisticamente significativo, ou seja, a variação de  $MPC_{T0-T1}$  e  $MPC_{T0-T2}$  não foi explicada de forma significativa pelo modelo estimado.

No quinto modelo testou-se o impacto das variáveis: BID, BT e  $BPD_{T0}$  na variação de  $MBPC_{T0-T1}$ . O modelo obtido foi estatisticamente significativo, ou seja, a variação  $MBPC_{T0-T1}$  foi explicada de forma significativa pelo modelo estimado. Pela aplicação do teste  $t$ , concluiu-se que o regressor  $BPD_{T0}$  ( $\beta=-0,448$ ;  $p=0,030$ ) determinou de forma significativa o comportamento de  $MBPC_{T0-T1}$ . Os regressores BID e BT não apresentaram influência significativa na variação de  $MBPC_{T0-T1}$ .

No sexto modelo testou-se o impacto das variáveis: BID, BT e  $BPD_{T0}$  na variação de  $MBPC_{T0-T2}$ . O modelo obtido foi estatisticamente significativo, ou seja, a variação  $MBPC_{T0-T2}$  foi explicada de forma significativa pelo modelo estimado. Pela aplicação do teste  $t$ , concluiu-se que os regressores BT ( $\beta=0,491$ ;  $p=0,014$ ) e  $BPD_{T0}$  ( $\beta=-0,407$ ;  $p=0,034$ ) determinaram de forma significativa o comportamento de  $MBPC_{T0-T2}$ . O regressor BID não apresentou influência significativa na variação de  $MBPC_{T0-T2}$ .

**Tabela 16 - Resumo dos resultados dos modelos de regressão com as características alveolares iniciais (regressores) e as variáveis de espessura (variáveis dependentes) para a face vestibular, palatina e total ao fim de um (T1) e quatro (T2) meses de tratamento.**

Variável dependente (mm)	Regressores	R <sup>2</sup> ajustado	Estatística F (p)	Coefficientes estandarizados	Estatística t (p)
MBC <sub>T0-T1</sub>	Constante	0,163	2,622 (0,076)	-0,165	-0,539(0,038)
	BID			-0,013	-0,072(0,361)
	BT			0,348	1,897(0,071)
	BPD <sub>T0</sub>			-0,381*	-2,082(0,049)
MBC <sub>T0-T2</sub>	Constante	0,295	3,928 (0,026)	-0,654*	-2,39(0,038)
	BID			0,175	0,938(0,361)
	BT			0,497*	2,663(0,016)
	BPD <sub>T0</sub>			-0,304	-1,654(0,115)
MPC <sub>T0-T1</sub>	Constante	0,146	2,199 (0,123)	0,076	0,270(0,790)
	BID			-0,158	-0,77(0,447)
	BT			0,240	1,184(0,252)
	BPD <sub>T0</sub>			-0,393	-1,928(0,070)
MPC <sub>T0-T2</sub>	Constante	0,091	1,730 (0,195)	-0,112	-1,757(0,095)
	BID			-0,078	-0,379(0,709)
	BT			0,243	1,183(0,251)
	BPD <sub>T0</sub>			-0,402	-1,976(0,063)
MBPC <sub>T0-T1</sub>	Constante	0,260	3,459 (0,038)	-0,310	-0,557(0,584)
	BID			0,017	0,088(0,931)
	BT			0,368	1,953(0,067)
	BPD <sub>T0</sub>			-0,448*	-2,362(0,030)
MBPC <sub>T0-T2</sub>	Constante	0,342	4,637 (0,014)	-0,694	-1,988(0,062)
	BID			0,120	0,665(0,515)
	BT			0,491*	2,721(0,014)
	BPD <sub>T0</sub>			-0,407*	-2,291(0,034)

\*-significativo a 5%.

#### 4.7.2. Impacto dos parâmetros BID, BT e BPD<sub>T0</sub> nas alterações de volume alveolar

Na Tabela 17, através de uma regressão linear múltipla, demonstrou-se o impacto dos parâmetros BID, BT e BPD<sub>T0</sub> nas variáveis de volume (variáveis dependentes). No primeiro modelo testou-se o impacto das variáveis: BID, BT e BPD<sub>T0</sub> na variação de BV<sub>V<sub>T0-T1</sub></sub> (%). Pela aplicação do teste *t*, concluiu-se que os regressores BT (**β=0,447; p=0,015**) e BPD<sub>T0</sub> (**β=-0,385; p=0,044**) determinaram de forma significativa o comportamento de BV<sub>V<sub>T0-T1</sub></sub> (%). O regressor BID não apresentou influência significativa na variação de BV<sub>V<sub>T0-T1</sub></sub> (%).

No segundo modelo testou-se o impacto das variáveis: BID, BT e BPD<sub>T0</sub> na variação de BV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (%). O modelo obtido foi estatisticamente significativo, ou seja, a variação BV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (%) foi explicada de forma significativa pelo modelo estimado. Pela aplicação do teste *t*, concluiu-se que o regressor BT ( **$\beta=0,526$ ;  $p=0,009$** ) determinou de forma significativa o comportamento de BV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (%). Os regressores BID e BPD<sub>T0</sub> não apresentaram influência significativa na variação de BV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (%).

No terceiro e quarto modelo de regressão apresentado testou-se o impacto das variáveis: BID, BT e BPD<sub>T0</sub> na variação do parâmetro PV<sub>V<sub>T0-T1</sub></sub> (%) e PV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (%). O modelo obtido não foi estatisticamente significativo, ou seja, a variação de PV<sub>V<sub>T0-T1</sub></sub> (%) e PV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (%) não foi explicada de forma significativa pelo modelo estimado.

No quinto modelo testou-se o impacto das variáveis: BID, BT e BPD<sub>T0</sub> na variação de TV<sub>V<sub>T0-T1</sub></sub> (%). O modelo obtido foi estatisticamente significativo, ou seja, a variação TV<sub>V<sub>T0-T1</sub></sub> (%) foi explicada de forma significativa pelo modelo estimado. Pela aplicação do teste *t*, concluiu-se que o regressor BPD<sub>T0</sub> ( **$\beta=-0,422$ ;  $p=0,028$** ) determinou de forma significativa o comportamento de TV<sub>V<sub>T0-T1</sub></sub>. Os regressores BT e BID não apresentaram influência significativa na variação de TV<sub>V<sub>T0-T1</sub></sub> (%).

No sexto modelo testou-se o impacto das variáveis: BID, BT e BPD<sub>T0</sub> na variação de TV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (%). O modelo obtido foi estatisticamente significativo, ou seja, a variação TV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (%) foi explicada de forma significativa pelo modelo estimado. Pela aplicação do teste *t*, concluiu-se que os regressores BT ( **$\beta=0,494$ ;  $p=0,011$** ) e BPD<sub>T0</sub> ( **$\beta=-0,422$ ;  $p=0,024$** ) determinaram de forma significativa o comportamento de TV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (%). O regressor BID não apresentou influência significativa na variação de TV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (%).

**Tabela 17 - Resumo dos resultados dos modelos de regressão com as características alveolares iniciais (regressores) e as variáveis de volume (variáveis dependentes) para a face vestibular, palatina e total ao fim de um (T1) e quatro (T2) meses de tratamento.**

Variável dependente (%)	Regressores	R <sup>2</sup> ajustado	Estatística F (p)	Coefficientes estandarizados	Estatística t (p)
BV <sub>V<sub>T0-T1</sub></sub>	Constante	0,306	4,241 <b>(0,019)</b>	-12,533	-1,846 (0,080)
	BID			0,159	0,891(0,384)
	BT			0,477*	2,681 <b>(0,015)</b>
	BPD <sub>T0</sub>			-0,385*	-2,160 <b>(0,044)</b>
BV <sub>V<sub>T0-T2</sub></sub>	Constante	0,346	4,701 <b>(0,014)</b>	-15,561*	-2,542 <b>(0,020)</b>
	BID			0,173	0,960(0,350)
	BT			0,526**	2,926 <b>(0,009)</b>
	BPD <sub>T0</sub>			-0,326	-1,842(0,082)
PV <sub>V<sub>T0-T1</sub></sub>	Constante	0,061	1,455 <b>(0,260)</b>	-0,724	-0,108(0,915)
	BID			-0,021	-0,097(0,924)
	BT			0,140	0,658(0,519)
	BPD <sub>T0</sub>			-0,404	-1,888(0,075)
PV <sub>V<sub>T0-T2</sub></sub>	Constante	0,153	2,322 <b>(0,108)</b>	-2,976	-0,734(0,472)
	BID			0,121	0,611(0,548)
	BT			0,148	0,744(0,466)
	BPD <sub>T0</sub>			-0,486*	-2,475(0,023)
TV <sub>V<sub>T0-T1</sub></sub>	Constante	0,239	3,202 <b>(0,008)</b>	-6,158	-1,029(0,317)
	BID			0,116	0,604(0,554)
	BT			0,329	1,723(0,102)
	BPD <sub>T0</sub>			-0,459*	-2,383 <b>(0,028)</b>
TV <sub>V<sub>T0-T2</sub></sub>	Constante	0,386	5,400 <b>(0,008)</b>	-10,310*	-2,542 (0,020)
	BID			0,173	0,991(0,335)
	BT			0,494*	2,834 <b>(0,011)</b>
	BPD <sub>T0</sub>			-0,422*	-2,461 <b>(0,024)</b>

\*-significativo a 5%; \*\*-significativo a 1%.

#### 4.8. Correlação entre as variáveis em estudo e a variação dos parâmetros BH, PH e BPD

Na Tabela 18 apresentam-se as correlações de *Spearman* dos parâmetros BH<sub>T0-T3</sub>, PH<sub>T0-T3</sub> e BPD<sub>T0-T3</sub> com as variáveis de espessura. As correlações significativas aconteceram entre BPD<sub>T0-T3</sub> com MBPC<sub>T0-T1</sub> (0,950) e MiBC<sub>T0-T1</sub> (0,697), determinando assim uma correlação no sentido direto muito forte e moderada, respetivamente. Foram também verificadas correlações significativas entre BPD<sub>T0-T3</sub> com MPC<sub>T0-T2</sub> (0,785) e MBPC<sub>T0-T2</sub> (0,647), verificando-se assim uma correlação no sentido direto forte e moderada, respetivamente. Foi ainda encontrada uma correlação moderada no sentido direto entre BPD<sub>T0-T3</sub> e MBPC<sub>T0-T3</sub> (0,609).

**Tabela 18 - Correlações de *Spearman* entre variáveis em estudo de espessura e a variação dos parâmetros BH, PH e BPD.**

Variável	Face	BH <sub>T0-T3</sub>	PH <sub>T0-T3</sub>	BPD <sub>T0-T3</sub>
MBC (mm)	T0-T1	0,091	-----	0,409
	T0-T2	0,105	-----	0,497
	T0-T3	0,182	-----	0,400
MiBC (mm)	T0-T1	0,212	-----	<b>0,697*</b>
	T0-T2	0,127	-----	0,427
	T0-T3	0,282	-----	0,191
MPC (mm)	T0-T1	-----	-0,433	0,583
	T0-T2	-----	-0,023	<b>0,785**</b>
	T0-T3	-----	-0,018	0,582
MBPC	T0-T1	0,417	0,150	<b>0,950**</b>
	T0-T2	0,310	0,360	<b>0,647*</b>
	T0-T3	0,282	0,136	<b>0,609*</b>

\*-significativo a 5%; \*\*-significativo a 1%.

Na Tabela 19 apresentam-se as correlações de *Spearman* dos parâmetros BH<sub>T0-T3</sub>, PH<sub>T0-T3</sub> e BPD<sub>T0-T3</sub> com as variáveis de volume. As correlações significativas aconteceram entre BPD<sub>T0-T3</sub> e TV<sub>V<sub>T0-T1</sub></sub> (0,900), determinando assim uma correlação no sentido direto muito forte para estas variáveis. Foram também encontradas correlações significativas entre BPD<sub>T0-T3</sub> com PV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (0,673) e TV<sub>V<sub>T0-T2</sub></sub> (0,627), demonstrando deste modo uma correlação no sentido direto moderada para nestas variáveis. Por fim, observaram-se ainda correlações significativas entre BPD<sub>T0-T3</sub> e TV<sub>V<sub>T0-T3</sub></sub> (0,873), verificando-se assim uma correlação no sentido direto em ambas as variáveis.

**Tabela 19 - Correlações de *Spearman* entre variáveis em estudo de área e a variação dos parâmetros BH, PH e BPD.**

Variável	Face	BH (T0-T3)	PH (T0-T3)	BPDC (T0-T3)
BV <sub>v</sub> (%)	T0-T1	0,055	-----	0,552
	T0-T2	0,100	-----	0,545
	T0-T3	0,200	-----	0,482
PV <sub>v</sub> (%)	T0-T1	-----	-0,267	0,533
	T0-T2	-----	0,155	<b>0,673*</b>
	T0-T3	-----	-0,064	0,545
TV <sub>v</sub> (%)	T0-T1	0,433	0,200	<b>0,900**</b>
	T0-T2	0,291	0,409	<b>0,627*</b>
	T0-T3	0,155	0,236	<b>0,873**</b>

\*-significativo a 5%; \*\*-significativo a 1%.





# **DISCUSSÃO**



## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. Método de investigação

Os implantes dentários têm demonstrado uma elevada percentagem de sobrevivência em estudos com seguimento entre cinco e dez anos. (153,154) Apesar deste ponto positivo, é do interesse do Médico Dentista e do paciente que o implante dentário e respetiva restauração se encontrem em função e apresentem uma harmonia estética com a restante cavidade oral, livres de qualquer patologia ao longo do tempo. (155) Desta forma, são necessários estudos a longo prazo com capacidade de seguir as alterações que ocorrem a nível dos tecidos peri-implantares.

A evolução tecnológica e digital global em crescente nos últimos anos leva a que ocorra também um aumento da utilização de ferramentas digitais na área da Medicina Dentária, tornando-se assim uma componente do dia-a-dia do Médico Dentista quer no diagnóstico, bem como no plano de tratamento de casos clínicos. Este estudo retrospectivo apresenta uma metodologia baseada em literatura científica recente. Apesar da existência de metodologias de investigação semelhantes, o número de publicações relacionadas com a mesma é ainda reduzido. (136,138,141,142)

O método de análise aplicado teve como objetivo principal realizar um estudo digital tridimensional dos tecidos da região peri-implantar após a colocação de implantes dentários imediatos pós-extração, maxilares, permitindo calcular alterações de espessura, área e volume. Os valores de espessura e área foram adquiridos através do *software* Geomagic Control X<sup>®</sup> com um método semelhante ao descrito por Fickl *et al* (130) que realizaram uma análise tridimensional aos tecidos moles após extração dentária com ou sem retalho cirúrgico. Zuhr *et al* (156), ao utilizarem o mesmo programa informático, conseguiram obter medições aproximadas às centésimas de milímetro (0,01), apontando um potencial de erro de medição de apenas 0,25%. No nosso estudo a obtenção de valores volumétricos decorreu com o auxílio do *software* Materialise Magics<sup>®</sup>, permitindo realizar a quantificação da redução, ganho e variação volumétrica existente na região peri-implantar.

Este estudo propôs-se não só a fazer uma avaliação das alterações dos tecidos peri-implantares através da sobreposição de modelos digitais, como também a observar as

características ósseas alveolares iniciais e finais, pretendendo averiguar a existência de uma possível correlação entre as mesmas. A relação entre as variáveis obtidas por avaliação de modelos digitais e as variáveis obtidas por análise de tomografias computadorizadas reveste esta investigação de um carácter inovador, uma vez que não foram encontradas publicações com esta metodologia para comprovar esta associação.

### **5.1.1. Avaliação digital tridimensional**

Ao longo dos anos têm sido descritos diferentes métodos com o intuito de avaliar as variações ocorridas nos tecidos peri-implantares, seja através de medições clínicas intraorais (157), medições em modelos de gesso (158), análises com o auxílio de fotografias intraorais (159), bem como a utilização do índice de PES (*Pink Esthetic Score*) capaz de fazer uma avaliação estética qualitativa (107,148). Este tipo de avaliação carece de um carácter quantitativo relativamente às alterações dimensionais, algo que pode ser alcançado com um método de análise semelhante àquele aplicado no nosso estudo através da avaliação de modelos digitais, aumentando assim a objetividade dos resultados obtidos.

O estudo de Zigdon *et al* (160) que comparou as dimensões da mucosa queratinizada e as suas relações com os parâmetros clínicos e imunológicos dos implantes dentários, usa como variáveis não só a altura da mucosa queratinizada, medida desde a margem até à LMG, como também a espessura da mucosa, obtida com a introdução de uma agulha 27G 1 mm em direção apical da margem gengival livre, até contacto ósseo. Apesar deste método fornecer dados objetivos relativamente à espessura da mucosa vestibular, podemos afirmar que se apresenta como um método invasivo para o paciente, bem como limitado do ponto de vista da reprodutibilidade da medição. O método de análise digital tridimensional usado neste estudo, definiu uma ROI ao redor do implante dentário, conseguindo com o auxílio da criação de dez secções, tanto por vestibular como por palatino, obter valores reais da superfície dos tecidos peri-implantares. Técnicas semelhantes a esta têm sido demonstradas em investigações recentes, aferindo desta forma as alterações lineares que ocorrem no sentido horizontal. (130,138,141,161,162)

Szathvary *et al* (138) afirmaram que uma análise linear desta ordem fornece diversas vantagens, contudo apontou também que a mesma carece de aspetos como a valor de área e volume afetado por alterações dimensionais tecidulares. Assim, outro

propósito deste trabalho científico foi determinar qual a quantidade de área onde ocorreram alterações dimensionais, em vestibular e palatino, e, posteriormente, transformar os valores absolutos de área em percentagens relativas, possibilitando efetuar comparações entre pacientes nos diferentes momentos de avaliação.

Além do cálculo de espessura e área, esta metodologia permitiu também obter cálculos volumétricos. A obtenção destes valores seguiu um protocolo adaptado descrito por Szathvary *et al* (138). Estes autores realizaram não só uma análise linear, como também uma análise volumétrica às alterações dos tecidos peri-implantares que decorreram após colocação de implantes dentários imediatos pós-extração dentária, realizando apenas um controlo pós-operatório um ano após o início do tratamento. Uma análise tridimensional desta ordem pode estar também sujeita a erros de avaliação, nomeadamente no que concerne à obtenção dos modelos digitais através do *scanner* intraoral e à sobreposição dos modelos. A metodologia proposta por estes autores, que pela primeira vez calculou o volume inicial peri-implantar existente, permitiu estabelecer uma comparação desse mesmo volume com o obtido ao fim de um ano de tratamento. Com o objetivo de aferir se esses dados de volumes absolutos e de percentagens relativas estavam de acordo com a realidade, submeteu-se também o local do dente contralateral a uma análise volumétrica. Os autores verificaram que as alterações volumétricas existentes nos locais contralaterais eram mínimas e que as diferenças entre o local estudado e o local contralateral eram estatisticamente significativas, o que levou os autores a concluir que este método de investigação não esteve sujeito aos erros acima descritos, mas sim que estas alterações de volume se deviam à própria reabsorção fisiológica, tornando este método de avaliação preciso e reproduzível.

Ao contrário do estudo referido no parágrafo anterior, que apenas calculou a redução volumétrica ao fim de um mês de tratamento, o nosso estudo proporcionou uma análise volumétrica de redução, ganho e variação, ao fim de um, quatro e doze meses de tratamento. De acordo com a literatura revista, as publicações com tais informações são escassas, pelo que mais uma vez esta investigação se torna inovadora através deste tipo de avaliação digital.

Esta metodologia apenas consistiu numa análise tridimensional de ficheiros STL das arcadas superiores dos pacientes, não avaliando ficheiros STL da componente óssea alveolar. Desta forma, não foi possível quantificar, de forma independente, as alterações dimensionais que ocorreram na mucosa e no osso alveolar peri-implantar. Apesar desta

situação se apresentar como uma limitação do estudo, é inerente a todas as publicações revistas na nossa pesquisa bibliográfica.

### 5.1.2. Avaliação radiográfica

Uma análise das características ósseas alveolares é possível através de diferentes técnicas de medição. Vários estudos têm usado sondas periodontais como método de medição clínica, de forma a recolher medições intraoperatórias (36,105,106,118,163), contudo os métodos de medição desta ordem podem estar sujeitos a falhas de avaliação. (164) Outro método de avaliação é a utilização de exames radiográficos, sejam eles radiografias peri-apicais ou imagens tomográficas, como é o caso do CBCT. A limitação das radiografias peri-apicais reside no facto de apenas disponibilizarem informação bidimensional, o que permite somente aferir medições ósseas da componente vertical. (165) O CBCT permite obter imagens radiográficas de diferentes planos da anatomia óssea alveolar, bem como efetuar uma reconstrução volumétrica da mesma, fornecendo um carácter mais preciso às medições efetuadas. (107,166–168) A utilização de imagens de tomografia computadorizada neste estudo permitiu obter dados como a altura da cortical vestibular (BH) e palatina (PH), a distância entre as mesmas (BPD) e a espessura da cortical óssea vestibular (BT), podendo compará-las no momento inicial (T0) e no momento final (T3) da avaliação. O uso de retas de referência como a reta adjacente ao ápice radicular, descrita no presente estudo, foi também descrita na literatura analisada como um método eficaz e preciso na medição e comparação das características alveolares ósseas iniciais e finais. (166,167)

A determinação da espessura da cortical óssea vestibular está descrita na literatura de diferentes formas. (107,163) Huynh-Ba *et al* (163) descreveram um método clínico intraoperatório de medição direta da espessura desta cortical através da utilização de uma craveira de medição. Este método, apesar de ser baseado numa medição real da espessura óssea, apresentava como principal limitação o facto de obrigar a uma técnica cirúrgica aberta, com descolamento de retalho vestibular após extração dentária. No presente estudo, esta variável foi obtida 1 mm apical ao ponto mais coronal da crista óssea vestibular através da análise de cortes coronais obtidos por tomografia computadorizada, atendendo ao facto de que o protocolo cirúrgico do estudo estabeleceu como método de extração a técnica fechada. Este método de medição foi descrito por Arora *et al* (107), e

consiste numa medição consecutiva de três cortes coronais, baseados no longo eixo do dente do local a estudar, separados por um intervalo de 1 mm, correspondendo a medida de BT à média das três medições. A existência de uma cortical óssea vestibular com espessura fina ( $< 0,15$  mm) demonstrou ser, pontualmente, uma limitação deste estudo, sendo impossível calcular a variável de forma precisa. Assim, nestes casos a espessura da cortical foi considerada como de 0,1 mm.

## **5.2. Caracterização da amostra**

Neste estudo foram incluídos 26 pacientes com idade média de  $53,04 \pm 12,11$  anos com necessidade de extração dentária e posterior reabilitação na zona estética maxilar (entre os dentes 15 e 25). No que concerne ao género, a amostra apresentou-se homogénea, com 46,15% dos pacientes pertencentes ao género Masculino e 53,85% ao género Feminino. A zona dos dentes pré-molares foi aquela com maior frequência na colocação de implantes dentários (61,54%), seguida pela zona dos incisivos centrais e incisivos laterais, ambos representando 19,23% dos casos. Não se verificou a existência de nenhum caso de colocação imediata pós-extração em local de um dente canino maxilar. Os critérios de exclusão estabelecidos permitiram reduzir fatores potencialmente relacionados com alterações da cicatrização alveolar pós-extração. A doença periodontal e os hábitos tabágicos surgem na literatura como potenciais agentes capazes de influenciar a cicatrização tecidual na fase precoce de cicatrização do alvéolo. (94)

Outra das variáveis que permitiu caracterizar a amostra usada foi a descrição do biótipo gengival relativo à zona de extração dentária através da medição da altura de gengiva queratinizada (KM) associada a esta mesma área. Relativamente a este parâmetro, verificou-se que todos os pacientes incluídos apresentaram um valor superior ou igual a 2 mm (média de  $3,88 \pm 1,21$  mm). De acordo com Moraschini *et al* (169), a presença de uma banda de mucosa queratinizada superior a 2 mm pareceu demonstrar uma associação positiva com a manutenção de saúde peri-implantar em tratamentos com implantes dentários.

## **5.3. Características ósseas alveolares iniciais**

A espessura da cortical óssea vestibular vem sendo descrita na literatura como um fator influenciador da variação óssea que ocorre no alvéolo dentário após a extração.

(41,105) No presente estudo determinou-se que 57,7% da amostra obteve um valor de  $BT \leq 1\text{mm}$  e 42,3% um valor de  $BT > 1\text{mm}$  (média de  $1,02 \pm 0,62\text{mm}$ ). Numa investigação realizada por Spinato *et al* (170), que avaliou a espessura da cortical vestibular de 31 dentes (incisivos, caninos e pré-molares), verificou-se que 54,8% da amostra apresentava uma espessura da cortical vestibular  $\leq 1\text{mm}$ , sendo este valor aproximado aquele obtido pelo nosso estudo. No estudo de Ferrus *et al* (105), a espessura da cortical vestibular de 93 dentes maxilares (incisivos, caninos e pré-molares) foi avaliada através de uma medição intraoperatória, verificando-se que 70,9% da amostra registou um valor  $BT \leq 1\text{mm}$ . Huynh-Ba *et al* (163), através de uma avaliação de 93 dentes maxilares com imagens tomográficas, determinaram um resultado médio de 0,8 mm de espessura da cortical vestibular entre os dentes caninos e um resultado médio de 1,1 mm em pré-molares. Os valores médios de BT encontrados no nosso estudo são ligeiramente superiores aos referidos anteriormente, podendo ser explicados pelo facto da maioria dos locais de dentes estudados corresponderem a locais de pré-molares (61,54%).

No contexto da colocação de implantes dentários imediatos, a espessura da cortical óssea vestibular é, sem dúvida, um parâmetro importante, contudo deve ser tida em conta também a distância do ombro do implante a esta cortical (BID). Ferrus *et al* (105) identificaram estes dois parâmetros ( $BT \leq 1\text{mm}/BT > 1\text{mm}$  e  $BID \leq 1\text{mm}/BID > 1\text{mm}$ ) como determinantes das alterações alveolares peri-implantares em colocações de implantes imediatos pós-extração dentária. Na investigação efetuada por estes autores, observou-se um resultado médio BID de  $2,5 \pm 1,1\text{mm}$  em dentes posteriores (pré-molares) e  $1,5 \pm 0,8\text{mm}$  em dentes anteriores (canino a canino). Estes resultados são diferentes do nosso estudo, uma vez que foi obtido um registo médio BID de  $3,08\text{mm} \pm 0,93\text{mm}$ . Esta diferença é compreensível, visto que o parâmetro BID é influenciado pela colocação do implante dentário pelo Médico Dentista e pela dimensão do dente a extrair, bem como o facto de, segundo a literatura publicada, a colocação do implante dentário muito próximo da parede óssea vestibular ( $BID \leq 1\text{mm}$ ) poder representar uma maior instabilidade dos tecidos moles e duros da face vestibular, pelo que neste estudo os implantes dentários foram colocados obtendo um BID superior.

No nosso estudo, a distância inicial da cortical vestibular à cortical palatina medida nos pontos mais coronais apresentou um valor médio de  $7,92 \pm 1,19\text{mm}$ . Este valor está de acordo com o estudo de Botticelli *et al* (36) que, ao executar um método de medição semelhante em vinte e duas peças dentárias, obteve um valor médio  $BPD_{T0}$  de

7,3±1,1mm. Na presente investigação verificou-se uma variação óssea no sentido horizontal (BPD<sub>T0-T3</sub>) de -1,50±1,09mm. Este resultado está também de acordo face àquele apresentado por Lee *et al* (171), observando, através de uma revisão sistemática com meta-análise, uma variação de -1,69mm de perda horizontal existente no osso alveolar.

É de consenso geral que a colocação de implantes dentários imediatos em associação com um substituto ósseo liofilizado não previne totalmente a reabsorção óssea futura. (99) Esta reabsorção ocorre no sentido horizontal, contabilizada pela variação do parâmetro BPD, bem como no sentido vertical, contabilizada pelas variações dos parâmetros BH e PH. Nesta investigação foi registada uma variação no parâmetro BH de -0,13±1,19mm e -0,24±1,02mm no parâmetro PH. Ao contrário do que se verificou anteriormente com a variação da variável BPD, estes registos não estão tão próximos dos resultados obtidos por Lee *et al* (171), que observou uma variação de -0,78mm em BH e -0,50mm em PH.

As variações encontradas no nosso estudo ao fim de um ano de tratamento, tanto a nível horizontal (BPD) como a nível vertical (BH e PH), estão de acordo com a revisão sistemática efetuada por Tan *et al* (38), que verificou uma maior reabsorção dos tecidos peri-implantares no sentido horizontal comparativamente com o sentido vertical.

#### **5.4. Alterações de espessura dos tecidos peri-implantares**

De acordo com as observações obtidas neste estudo, que analisou as alterações dimensionais após colocações de implantes dentários imediatos pós-extração dentária, verificou-se uma variação de espessura na face vestibular de -0,23 mm ao fim de um mês de tratamento. Por outro lado, registou-se uma variação de espessura vestibular de -0,7 mm entre o primeiro e o quarto mês e de -0,9 mm entre o quarto e o décimo segundo mês de tratamento. Com estes valores concluiu-se que a maior quantidade de alterações dimensionais, no que concerne à espessura vestibular dos tecidos peri-implantares, ocorreu durante o primeiro mês de observação. Tian *et al* (139) obteve a variação de espessura média vestibular em incisivos maxilares através da fórmula matemática [espessura (mm) = volume (mm<sup>3</sup>)/área (mm<sup>2</sup>)], no entanto analisando uma ROI diferente da incluída no nosso estudo, visto que estes autores selecionaram uma ROI que incluiu também a zona interproximal. Estes autores aferiram uma variação volumétrica de -

0,50±0,19mm nos primeiros três meses, -0,59±0,21mm nos primeiros seis meses e -0,62±0,22mm nos primeiros doze meses de tratamento. Apesar destes valores serem ligeiramente diferentes, devemos considerar o facto de ser contabilizada uma maior área interproximal na ROI, o que pode levar a diferenças nos resultados de variação.

Quanto à percentagem de variação de espessura vestibular, ambos os estudos estão em acordo. Na investigação de Tian *et al* (139) foi observada uma variação aos três meses de 81% relativamente à variação ao fim de um ano, enquanto que no nosso estudo foi observada uma variação aos quatro meses de 77% relativamente à variação ao fim de um ano de tratamento. Mais uma vez, esta ligeira diferença pode ser causada pela diferente ROI escolhida em cada investigação.

O nosso estudo, ao efetuar um controlo pós-operatório no primeiro mês de observação, proporcionou apurar as alterações dimensionais ocorridas neste intervalo temporal nesta modalidade de tratamento, sendo a primeira investigação a fazê-lo face à literatura revisa. Relativamente à variação de espessura total, contabilizando a face vestibular e palatina, se analisarmos, em percentagem, as alterações ocorridas no primeiro mês em comparação com a variação total ao fim de um ano obtemos um valor de 86,5%, ou seja, em termos gerais a grande quantidade de alterações dimensionais ocorreu no primeiro mês. Esta observação contrasta com a revisão sistemática levada a cabo por Chen *et al* (172) que observou nos primeiros três meses de tratamento a maior quantidade de alterações dimensionais. Esta diferença pode ser motivada por não terem sido incluídas no estudo realizado por estes autores publicações com controlos pós-operatórios antes dos primeiros três meses de tratamento.

É interessante observar que enquanto na variação de espessura vestibular e total existiu sempre uma tendência no sentido negativo, na variação de espessura palatina observou-se precisamente o contrário. Verificou-se ao fim de um mês uma variação de -0,20±0,24mm e ao fim de um ano uma variação de -0,13±0,20mm, isto é, apesar de não existir uma tendência negativa até ao fim de um ano de observação, a espessura inicial existente nos tecidos peri-implantares da face palatina nunca foi recuperada totalmente. Segundo a literatura analisada, apenas foi encontrado um estudo em que foram aferidas as alterações dimensionais de espessura na face palatina, contudo somente foram apresentados valores em percentagens, impossibilitando a comparação com o nosso estudo. Em termos gerais, ao fim de um ano de observação, concluímos que apesar de na face vestibular ter existido sempre uma tendência negativa e na face palatina uma

tendência positiva após o primeiro mês de tratamento, a variação de espessura total apresentou uma variação global negativa, o que pode ser explicada pela maior variação ocorrida no lado vestibular comparativamente com o lado palatino. Estes resultados estão novamente de acordo com Tan *et al* (38), ou seja, a reabsorção que tem lugar nos tecidos peri-implantares ocorre de forma mais acentuada na face vestibular do que na face palatina.

Através de uma análise digital, van Nimwegen *et al* (136) analisaram as alterações de espessura que decorriam ao fim de um ano nos tecidos peri-implantares com um protocolo semelhante ao efetuado no nosso estudo, contudo comparando pacientes sem a colocação de enxerto conjuntivo (grupo controlo) com pacientes que receberam enxerto conjuntivo (grupo de estudo). A variação de espessura para ambos os grupos foi de  $-0,49 \pm 0,54$ mm e  $-0,68 \pm 0,59$ mm, respetivamente, o que levou os autores a concluir que a colocação de um enxerto conjuntivo no mesmo dia da colocação do implante dentário não é o suficiente para compensar a reabsorção óssea que ocorre. No nosso estudo, foi registada uma variação de espessura de  $-0,39 \pm 0,28$ mm, ou seja, foi verificada uma variação menor, porém a ROI definida por estes autores é menor comparativamente à usada nesta investigação, restringindo-se apenas à zona mais central do rebordo vestibular, o que pode levar à obtenção de valores correspondentes a maior perda de espessura dos tecidos peri-implantares. Bienz *et al* (141) também não encontrou qualquer benefício na utilização de um enxerto conjuntivo no dia da colocação da peça implantar. Em contraste, outros estudos apontaram um benefício significativo no uso desta técnica, apesar de nenhum deles ter efetuado uma análise digital tridimensional como os estudos referidos anteriormente. (173–175) Do ponto de vista do paciente, a colocação de um enxerto conjuntivo provoca um aumento da morbidade, pelo que deve ser considerado o benefício para o mesmo. (176,177) Visto que os primeiros quatro meses se apresentaram como o período onde maior variação de espessura vestibular ocorreu, pode ser um indicador para a necessidade ou não de um enxerto conjuntivo.

## **5.5. Alterações dimensionais dos tecidos peri-implantares**

No que concerne a valores relativos a áreas correspondentes a zonas onde ocorreram alterações dimensionais nos tecidos peri-implantares, as publicações na literatura revista são, mais uma vez, escassas. De acordo com os resultados obtidos neste

estudo, tanto ao fim de um, como ao fim de quatro e doze meses foi observado um valor de área, em mm<sup>2</sup>, superior do lado vestibular em comparação com o lado palatino, o que está em conformidade com os resultados previamente obtidos de espessura e com as conclusões apontadas por Tan *et al* (38). Em termos de espessura seria de esperar que com a evolução temporal a variação cada vez fosse menor, tal como se verificou, porém quando nos referimos a valores de área esta apenas quantifica uma determinada superfície que foi alterada, podendo esta estar associada a valores de variação negativos ou positivos. Neste estudo, a reabilitação definitiva do local tratado apenas foi efetuada aos quatro meses de observação, pelo que entre esta etapa e o último controlo pós-operatório (doze meses) vão continuar a existir alterações dimensionais, mantendo assim os resultados de área elevados ao fim de um ano de tratamento.

Seria interessante, do ponto de vista clínico, realizar um estudo com observações a longo prazo, de forma a aferir se as áreas onde ocorrem alterações dimensionais vão ou não ter uma tendência a diminuir com a evolução temporal. Com o objetivo de realizar precisamente um estudo com um seguimento maior, a amostra incluída nesta investigação vai continuar a ser avaliada, possibilitando novas publicações futuras.

## **5.6. Variação volumétrica dos tecidos peri-implantares**

No que concerne à variação volumétrica dos tecidos peri-implantares, podemos assistir à descrição de resultados na publicação de Szathvary *et al* (138). Estes autores, ao realizarem uma avaliação volumétrica com um protocolo semelhante ao deste estudo, observaram que ao fim de um ano de tratamento existiu uma redução em termos de volume de  $5,9 \pm 1,9\%$  na face vestibular,  $6,8 \pm 2,2\%$  na face palatina e  $12,7 \pm 3,1\%$  contabilizando a perda total existente. Deve ser tido em consideração o facto de que a ROI estipulada por estes autores se estendeu mais no sentido mesial e distal tornando o volume inicial mais elevado. Estas zonas mais extensas por mesial e distal estão sujeitas a menores alterações, pelo que é normal que os valores de redução volumétrica obtidos nesta investigação sejam menores. Outra questão importante a referir diz respeito ao facto de nesta investigação apenas terem sido obtidos valores de redução, ao contrário do nosso estudo que ao obter valores de redução e ganho volumétrico permitiu aferir a variação volumétrica total existente na área peri-implantar. Deste modo, os valores de variação

obtidos na nossa investigação não podem ser comparados de forma direta com os valores obtidos por Szathvary *et al* (138).

No presente estudo, foi efetuada pela primeira vez uma análise volumétrica nos tecidos peri-implantares após colocação de implantes dentários imediatos pós-extração dentária ao fim de um, quatro e doze meses de seguimento. Os resultados volumétricos apresentaram estar em concordância com os resultados lineares de variação de espessura. Enquanto que as variações de volume vestibular e total demonstraram sempre uma tendência negativa, a variação de volume palatino apesar de no primeiro mês ter exibido uma tendência negativa demonstrou uma evolução no sentido positivo até ao fim de um ano de tratamento. Curiosamente, alguns pacientes revelaram um aumento de volume no controlo T2, correspondente à colocação da coroa definitiva. Esta situação pode ter estado relacionada com a pressão que a coroa exerceu nos tecidos moles.

Nesta investigação verificou-se, ao fim de um ano de observação, uma variação volumétrica vestibular de  $-9,52 \pm 7,44\%$ , uma variação de volume palatino de  $-4,77 \pm 5,74\%$  e uma variação volumétrica total de  $-7,49 \pm 5,11\%$ .

## **5.7. Caracterização das alterações de espessura, área e volume em função das características ósseas alveolares iniciais**

### **5.7.1. Alterações de espessura, área e volume em função das classes de BT**

Tomasi *et al* (118) afirmaram ser necessário considerar a espessura da cortical vestibular no momento da colocação de um implante dentário imediato, uma vez que esta demonstrava uma influência na reabsorção óssea alveolar após colocação do implante. A literatura científica disponível carece de publicações relativas a uma possível influência da espessura da mesma cortical no decorrer da cicatrização dos tecidos peri-implantares, contabilizando os tecidos ósseos, bem como os tecidos moles. Arora *et al* (107) observaram uma possível influência da espessura da cortical vestibular, obtida através de um método radiográfico semelhante ao usado no nosso estudo, avaliando as alterações dos tecidos moles peri-implantares através da utilização do índice de PES, concluindo não ter sido encontrada qualquer relação entre as duas variáveis em estudo.

O presente estudo, ao avaliar as alterações de espessura, área e volume dos tecidos peri-implantares em função das classes de espessura da cortical vestibular ( $BT \leq 1\text{mm}$  e  $BT > 1\text{mm}$ ), permitiu verificar que tanto em T1, como em T2 e T3 os valores de alteração acima referidos são mais negativos quando  $BT \leq 1\text{mm}$  comparativamente a quando  $BT > 1\text{mm}$ . No que diz respeito aos valores de variação de espessura, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no intervalo temporal T0-T2 nas variáveis MBC ( $p=0,017$ ) e MBPC ( $p=0,015$ ), bem como na variação temporal T0-T3 na variável MBC ( $p=0,049$ ). Apesar de não terem sido encontradas significâncias nos restantes resultados, devemos ter em conta que tanto em T1, como em T2 e T3 os valores de ambas as classes são diferentes, existindo, assim, uma menor diminuição do contorno alveolar e um melhor resultado estético final nos indivíduos com  $BT > 1\text{mm}$ .

Através da aplicação de um modelo de regressão linear, verificou-se que a variável BT influenciou de forma significativa as variações existentes nas variáveis MBC ( $p=0,016$ ) e MBPC ( $p=0,014$ ) em T2, ou seja, em pacientes com  $BT \leq 1\text{mm}$  é esperada uma maior variação das respetivas variáveis. Em indivíduos pertencentes à classe  $BT \leq 1\text{mm}$ , a área vestibular sujeita a alterações dimensionais foi sempre maior comparativamente aos indivíduos da classe  $BT > 1\text{mm}$ . Mais uma vez, é necessário considerar que estas áreas podem estar sujeitas tanto a redução, como a ganho volumétrico. O facto dos resultados da variável BA (%) terem demonstrado diferenças estatisticamente significativas em T1 ( $p=0,032$ ) e o facto de na mesma variação temporal se ter registado a maior variação de espessura, reforçou ainda mais a discrepância presente entre os resultados da variação de espessura em função das classes BT ao fim de um mês de tratamento. Assim, observa-se que quando  $BT \leq 1\text{mm}$  a quantidade de área afetada por alterações dimensionais é maior e que esta está também sujeita a maiores alterações de espessura em comparação com os indivíduos pertencentes à classe  $BT > 1\text{mm}$ .

No que concerne a variações volumétricas vestibulares, foi demonstrado, através do nosso estudo, que pacientes com  $BT \leq 1\text{mm}$  exibiram variações de volume mais acentuadas ao fim de todos os controlos pós-operatórios, revelando significância estatística a variação temporal T0-T1 ( $p=0,018$ ) e T0-T2 ( $p=0,010$ ). Relativamente à variação volumétrica total existente nos tecidos peri-implantares, apenas foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na variação T0-T2 ( $p=0,012$ ), contudo a classe  $BT > 1\text{mm}$  demonstrou, novamente, melhores resultados em todos os tempos de observação. É interessante verificar que entre os controlos T2 e T3 os

resultados de BVv (%) e de TVv (%) quando  $BT > 1\text{mm}$  e de TVv (%) quando  $BT \leq 1\text{mm}$  passam de uma evolução negativa para uma evolução positiva demonstrando um ganho volumétrico, no entanto estes resultados são inconclusivos, uma vez que poderão ser provocados pelo reduzido número de amostra comparativamente aos controlos T1 e T2. Espera-se que, após mais observações a um ano, os resultados de BVv (%) e de TVv (%) se tornem significativos, visto que, apesar de não ter existido significância estatística, os indivíduos com  $BT \leq 1\text{mm}$  perderam 2,64 vezes mais volume vestibular e 1,95 vezes mais volume total comparativamente a pacientes pertencentes à classe  $BT > 1\text{mm}$ .

A espessura da cortical óssea vestibular apresentou-se, novamente, como determinante no comportamento de algumas variáveis de volume estudadas nesta investigação. Através da aplicação de modelos de regressão linear, verificou-se que BT influenciou, de maneira significativa, as variáveis BVv (%) em T1 ( $p=0,015$ ), BVv (%) em T2 ( $p=0,009$ ) e TVv (%) em T2 ( $p=0,011$ ). Pela primeira vez, um estudo demonstrou uma influência direta da espessura cortical vestibular nas variações de espessura e volume existentes nos tecidos peri-implantares após colocação de implantes imediatos pós-extração dentária. Tal como Ferrus *et al* (105) demonstrou uma influência da espessura da mesma cortical nas alterações ósseas futuras, a evidência demonstrada pelo presente estudo reforça o facto de no momento de escolha do plano de tratamento a executar, dever ser tida em conta a espessura da cortical vestibular, reduzindo as futuras alterações dimensionais e melhorando o resultado estético final do tratamento.

O menor número de amostra respetivo ao controlo pós-operatório T3 apresenta-se como uma limitação do estudo, visto que caso este fosse semelhante aos controlos T1 e T2 esperar-se-ia também a existência de resultados estatisticamente significativos nesta variação. O número reduzido de amostra em T3 impediu também a construção de modelos de regressão linear múltipla na avaliação das variações após um ano de tratamento, uma vez que não se respeitaria o valor mínimo de amostra de 20.

### **5.7.2. Alterações de espessura, área e volume em função das classes de BID**

No contexto da colocação de implantes dentários imediatos, a espessura da cortical vestibular é certamente um fator importante, contudo a distância do *gap* tem também interesse clínico, pelo que tem vindo a ser estudada. Sanz *et al* (178) afirmaram que o preenchimento do *gap* com um enxerto ósseo liofilizado trouxe benefícios no que

diz respeito à diminuição da reabsorção óssea horizontal que ocorreu na face vestibular. Esta afirmação foi também corroborada por Chen *et al* (179), contudo não encontraram qualquer vantagem na reabsorção óssea vertical com a utilização deste material, apontando que este processo fisiológico se relacionava principalmente com a espessura da cortical vestibular. Estes autores apontaram também que o ombro do implante dentário deve ser colocado a pelo menos 2 mm da parede interna óssea vestibular. Araújo *et al* (116) observou também maiores perdas verticais quando o implante dentário era colocado mais próximo da cortical óssea vestibular. Também Ferrus *et al* (105) indicou uma relação entre a dimensão do *gap* e as alterações ósseas futuras.

No presente estudo, apesar dos resultados não serem estatisticamente significativos, observou-se que ao fim de um, quatro e doze meses de observação os indivíduos pertencentes a  $BID > 2\text{mm}$  demonstraram valores mais favoráveis relativamente aos parâmetros de variação de espessura média. Enquanto que os pacientes com  $BID > 2\text{mm}$  apresentaram uma redução de 80% de espessura vestibular em T1 comparativamente à redução total ao fim de um ano, indivíduos com  $BID \leq 2\text{mm}$  demonstraram uma redução acentuada de espessura crescente ao longo de todos os períodos de observação, apresentando maior instabilidade. Ao observar os valores de MBPC, estes são ainda mais interessantes. Apesar de ambas as classes demonstrarem um comportamento semelhante em T1, entre T1 e T3 expressaram uma evolução contrária. Enquanto que indivíduos com  $BID > 2\text{mm}$  recuperam alguma da espessura perdida anteriormente, a classe  $BID \leq 2\text{mm}$  perdeu sempre espessura até ao fim de um ano de observação. A evidência apresentada está de acordo com o estudo realizado em animais efetuado por Pluemsakunthai *et al* (180), que ao verificar qual o valor de BID (1, 2, 3 ou 4 mm) que menor efeito provocava sobre a reabsorção existente nos tecidos peri-implantares, afirmou que a colocação do implante dentário a 3 mm da cortical vestibular fornecia à mesma uma maior resistência aos processos de reabsorção fisiológica, diminuindo também a redução de espessura dos tecidos peri-implantares ao fim de quatro meses. A metodologia levada a cabo por estes investigadores está, porém, restrita a modelos animais por questões éticas. Por outro lado, através de uma análise com índice de PES não foram encontradas quaisquer vantagens na colocação do implante dentário a 3 mm da parede óssea vestibular comparativamente à colocação do mesmo no centro do alvéolo, contudo os autores referiram o número da amostra como uma limitação do estudo. (181)

Relativamente aos valores correspondentes a áreas com alterações dimensionais, não foram encontradas quaisquer diferenças estatisticamente significativas, contudo foi possível retirar algumas inferências. Quando  $BID > 2\text{mm}$ , os valores de BA (%) e PA (%) em T1, T2 e T3 apresentaram ser semelhantes, o que significa que quando o implante dentário foi colocado com um *gap* maior ( $BID > 2\text{mm}$ ) as áreas que sofreram alterações dimensionais foram distribuídas de forma homogênea pelas faces vestibular e palatina. Por outro lado, quando o implante foi colocado com um *gap* menor ( $BID \leq 2\text{mm}$ ), verificou-se, em todos os controlos pós-operatórios, um aumento de BA (%) e uma diminuição de PA (%). Os resultados de área podem estar relacionados tanto com uma perda como ganho de espessura, contudo associando-os aos valores de espessura obtidos, do ponto de vista clínico, expressaram que a colocação de implantes dentários com um *gap* menor provocou uma maior percentagem de área com alterações dimensionais na face vestibular, diminuindo as áreas afetadas no lado palatino. Esta situação é, precisamente, o que se pretende evitar, uma vez que pode provocar instabilidade nos tecidos peri-implantares vestibulares, comprometendo uma harmonia estética futura, principalmente se outras condicionantes como a espessura da cortical vestibular não forem adequadas. (182,183)

No que concerne a variações volumétricas em função das classes BID, verificou-se que, ao fim de um ano de tratamento, os indivíduos com  $BID > 2\text{mm}$  apresentaram, novamente, melhores resultados que a classe  $BID \leq 2\text{mm}$ , sendo os valores de BVv (%) de  $-7,18 \pm 6,66\%$  e  $-14,20 \pm 7,48\%$ , respetivamente. Estes valores estão de acordo com os resultados de variação de espessura. Na face vestibular, quando  $BID > 2\text{mm}$ , aferiu-se uma variação volumétrica de 94% de toda a perda registada ao fim de um ano, registando-se assim a restante alteração de 6% entre T1 e T3. Por outro lado, os valores de BVv (%) quando  $BID \leq 2\text{mm}$ , apresentaram-se mais instáveis. Apesar da maior quantidade de variação volumétrica continuar a ocorrer no primeiro mês de tratamento (61%), constataram-se variações volumétricas acentuadas ao longo dos restantes onze meses comparativamente aos indivíduos pertencentes a  $BID > 2\text{mm}$ . Enquanto que, quando  $BID > 2\text{mm}$ , a variável BVv (%) registou uma perda volumétrica constante nos períodos de observação, a variável TVv (%) apresentou uma evolução contrária. Os indivíduos pertencentes a esta classe, apesar terem expressado uma variação volumétrica total de  $-6,20 \pm 5,82\%$  em T1, recuperaram cerca de 17% entre T1 e T3 em contraste com o volume inicial perdido. Embora nenhum dos resultados obtidos ter apresentado significância

estatística, observou-se que, também através de cálculos volumétricos, a classe  $BID > 2\text{mm}$  exibiu melhores resultados que a classe  $BID \leq 2\text{mm}$ .

Arora *et al* (107) apontaram que as complicações estéticas possíveis após colocação de implantes dentários imediatos em pacientes com  $BT \leq 1\text{mm}$  pode ser contornada através da colocação dos mesmos numa posição mais palatina, contudo o baixo número de amostra no estudo foi referido como uma limitação. Se uma associação entre o parâmetro BID e as alterações que ocorrem a nível de espessura, área e volume dos tecidos peri-implantares existe ainda está por descobrir, contudo com a realização do nosso estudo, apesar de não se ter verificado significância estatística, verificou-se que os indivíduos com  $BID > 2\text{mm}$  exibiram melhores resultados. Um maior número de amostra poderia fornecer significância estatística aos resultados obtidos.

### 5.7.3. Alterações de espessura e volume em função das classes de $BPD_{T0}$

A literatura disponível que relacione a distância inicial entre a cortical vestibular e a cortical palatina com as alterações de espessura e volume dos tecidos peri-implantares é escassa. Neste estudo obteve-se um valor médio de BPD inicial de  $7,92 \pm 7,19\text{mm}$ . De forma a analisar se um valor BPD inicial maior ou menor poderia ou não afetar as alterações ocorridas nos tecidos peri-implantares após esta modalidade de tratamento optou-se por criar duas classes desta variável ( $BPD_{T0} \leq 8\text{mm}$  e  $BPD_{T0} > 8\text{mm}$ ).

No que diz respeito aos valores de espessura em função das classes  $BPD_{T0}$ , verificou-se que os indivíduos pertencentes à classe  $BPD_{T0} \leq 8\text{mm}$  apresentaram uma variação de espessura cerca de 4,1 vezes superior à classe  $BPD_{T0} > 8\text{mm}$  após o primeiro mês de tratamento ( $p=0,024$ ). Apesar deste resultado ter demonstrado significância estatística, no segundo e terceiro período de observação os valores da variável MBPC desenvolveram evoluções distintas. Nestes dois intervalos temporais, os valores das variáveis aproximaram-se, tendo sido a variação final praticamente igual. É possível observar também que, enquanto os indivíduos com  $BPD_{T0} \leq 8\text{mm}$  exibiram uma variação de espessura negativa ao longo do tempo, os pacientes com  $BPD_{T0} > 8\text{mm}$  a partir do primeiro mês de observação expressam uma evolução no sentido positivo, recuperando cerca de 13,8% da espessura inicial perdida. Quanto aos valores de alteração de espessura vestibular o mesmo sucedeu, contudo verificou-se uma tendência negativa em todos os tempos de observação. Mais uma vez, os resultados de ambas as classes ao fim de um ano

de tratamento são semelhantes,  $-0,38 \pm 0,15$ mm quando  $BPD_{T0} \leq 8$ mm e  $-0,40 \leq 8$ mm quando  $BPD_{T0} > 8$ mm. Seria interessante efetuar controlos com um maior período de observação. Se as tendências respetivas a cada classe se mantiverem, provavelmente os indivíduos da classe  $BPD_{T0} > 8$ mm vão apresentar melhores resultados futuros.

Os resultados de variação volumétrica em função de  $BPD_{T0}$  demonstraram, novamente, significância estatística após o primeiro mês de tratamento para as variáveis  $BV_v$  (%) ( $p=0,032$ ) e  $TV_v$  (%) ( $p=0,025$ ). Ao contrário dos resultados de espessura, a variação volumétrica apresentou uma evolução diferente, uma vez que ao longo do tempo a variação de volume ocorrida teve sempre uma tendência negativa.

Em adição à espessura da cortical óssea vestibular, a dimensão horizontal inicial da crista alveolar apresentou-se também como determinante no comportamento de algumas variáveis de espessura e volume estudadas nesta investigação. Através da aplicação de modelos de regressão linear, verificou-se que  $BPD_{T0}$  influenciou, de modo significativo, as variáveis MBPC (mm) em T1 ( $p=0,030$ ) e T2 ( $p=0,034$ ),  $BV_v$  (%) em T1 ( $p=0,044$ ), e  $TV_v$  (%) em T1 ( $p=0,028$ ) e T2 ( $p=0,024$ ). Estes resultados indicaram que, ao estudar dois indivíduos com as mesmas características, mas um deles com um valor  $BPD_{T0} > 8$ mm este apresentaria maiores alterações nas variáveis referidas, obtendo resultados estéticos menos favoráveis. A evidência demonstrada através deste método estatístico está em acordo com o estudo de Szathvary *et al* (138), que observou uma correlação positiva entre o volume inicial analisado de tecidos peri-implantares e a redução volumétrica dos mesmos, levando a concluir que quanto maior se apresentou a crista alveolar maior também se exibiu a reabsorção que teve lugar na região peri-implantar.

O comportamento das variáveis de variação de espessura e volume dos tecidos peri-implantares em função das classes  $BPD_{T0}$  são difíceis de interpretar, visto que não foi possível encontrar uma justificação para tais resultados. Seria importante, no futuro, para além da espessura da cortical vestibular, obter também a espessura da cortical palatina e verificar se existe alguma relação entre as mesmas. Seria também aconselhável averiguar uma possível associação entre os parâmetros BT, BID e  $BPD_{T0}$ , de forma a efetuar uma interpretação mais concisa da evidência obtida.

## 5.8. Correlação entre as variáveis em estudo e a variação dos parâmetros BH, PH e BPD

Kheur *et al* (184) encontraram uma relação positiva entre a espessura total da crista óssea com a espessura da cortical óssea vestibular, verificando que quanto maior  $BPD_{T0}$  maior seria também BT. Outros autores referiram também uma relação entre o tamanho inicial do *gap* e as variações no sentido vertical que a mesma cortical sofria. (104) Quanto às relações entre os tecidos ósseos e os tecidos moles, Cook *et al* (185) encontraram uma relação positiva entre o biótipo gengival e a espessura da cortical vestibular, ou seja, pacientes com um biótipo gengival grosso apresentaram também uma cortical óssea vestibular mais espessa. Foi também encontrada uma associação entre a espessura da cortical vestibular/palatina e as respectivas espessuras de tecidos moles. (184)

Apesar destes resultados, as publicações que relacionam as variações de espessura e volume dos tecidos moles peri-implantares com as variações no tecido ósseo são escassas. De acordo com os resultados obtidos no presente estudo verificaram-se apenas correlações com a variação do parâmetro BPD ao fim de um ano. A variação do mesmo exibiu uma correlação positiva com a variável MBPC em todos os momentos de observação. Durante o primeiro mês apresentou-se como uma correlação muito forte ( $p < 0,010$ ), diminuindo nos intervalos temporais T2 e T3 para uma correlação moderada. Isto significa que a variação de espessura total dos tecidos moles exibiu um comportamento semelhante à variação de espessura total da crista alveolar no sentido vestibulo-palatino. A mesma evolução foi observada entre as variações de volume total dos tecidos peri-implantares e as variações no parâmetro BPD, obtendo-se uma correlação muito forte em T0-T1 ( $p < 0,010$ ), uma correlação moderada em T0-T2 ( $p < 0,050$ ) e, por último, uma correlação forte ao fim de um ano de tratamento ( $p < 0,010$ ).

Buser *et al* (186) afirmou ser necessário a presença de um adequado volume ósseo de forma a servir de suporte aos tecidos moles adjacentes. Esta afirmação corrobora os resultados relatados no nosso estudo, obtidos através da correlação de *Spearman*. Apesar da evidência científica apresentada, outros autores apontaram que a espessura dos tecidos moles seria mais importante do que a espessura dos tecidos ósseos peri-implantares, uma vez que a variação de espessura dos tecidos moles teria maior tendência a ser afetada pela própria espessura inicial comparativamente à espessura da crista alveolar inicial. (187) Esta conclusão não pode, porém, ser retirada do nosso estudo, visto que não foram

efetuadas medições de forma independente aos tecidos moles e tecidos ósseos peri-implantares.

## 5.9. Sugestões para estudos futuros

Tendo como base a metodologia aplicada neste estudo, seria importante numa próxima investigação:

- Para além da utilização de modelos digitais da arcada dos pacientes obtidos por um *scanner* intraoral, incluir também ficheiros STL obtidos através da reconstrução tridimensional de ficheiros DICOM. Assim, seria possível observar, de forma independente, as alterações de espessura, área e volume que ocorrem tanto nos tecidos moles como nos tecidos ósseos peri-implantares, realizando uma análise semelhante à descrita por Chappuis *et al* (42).
- Realizar períodos de observação mais longos para além do primeiro ano de tratamento, que permitam comparar as alterações que ocorrem a longo prazo nos locais intervencionados
- Introduzir grupos de controlo e de estudo que permitam, através de variações da técnica utilizada, comparar diferentes modalidades de tratamento e seus resultados.

A amostra incluída neste estudo vai continuar a ser estudada, aumentando assim o tempo de observação examinado e possibilitando novas publicações futuras.



## **CONCLUSÃO**



## 6. CONCLUSÃO

- A utilização desta modalidade de tratamento não preveniu na totalidade a reabsorção futura dos tecidos peri-implantares.
- A maioria das variações de espessura e volume dos tecidos peri-implantares tiveram lugar no primeiro mês de tratamento, sendo que entre os quatro e os doze meses se apresentaram mais estáveis.
- A reabsorção dos tecidos peri-implantares exibiu ser maior na face vestibular comparativamente à face palatina.
- A espessura da cortical vestibular influenciou de forma significativa o comportamento das variações de espessura e volume dos tecidos peri-implantares, ou seja, uma espessura maior da mesma cortical está associada a menos alterações nos tecidos peri-implantares.
- A distância inicial da cortical vestibular à cortical palatina influenciou de forma significativa o comportamento das variações de espessura e volume dos tecidos peri-implantares, ou seja, arcadas dentárias maiores tenderam a apresentar maiores variações nos tecidos peri-implantares.
- A variação de espessura da apófise alveolar (distância da cortical vestibular à cortical palatina), evoluiu em sentido positivo relativamente à variação de espessura e volume dos tecidos peri-implantares.

## **Relevância clínica**

A evidência apresentada neste estudo, através de uma análise volumétrica digital, indicou esta modalidade de tratamento como uma opção viável à reabilitação unitária de uma peça dentária, demonstrando também ser importante uma seleção criteriosa dos casos clínicos. Ao ponderar a execução deste plano de tratamento, deve ser tida em conta a espessura da cortical alveolar vestibular ( $BT > 1\text{mm}$ ) e a dimensão do *gap* ( $BID > 2\text{mm}$ ), de forma a diminuir as variações de espessura e volume dos tecidos peri-implantares e otimizar as características estéticas futuras do local reabilitado.





## **BIBLIOGRAFIA**



## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Lindhe J, Karring T, Araújo M. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. 6th ed. Hoboken, United States: John Wiley and Sons Ltd; 2009. p. 3-77.
2. Joseph P, Fiorellini G, Panagiota G, Stathopoulou. *Anatomy of the Periodontium*. In: Carranza FA, Newman MG, Takei H, Klokkevold P, editors. *Carranza's Clinical Periodontology*. 12th ed. Philadelphia, United States: Elsevier - Health Sciences Division; 2015. p. 9-44.
3. Palumbo A. *The Anatomy and Physiology of the Healthy Periodontium*. In: Panagakos FS, editor. *Gingival Diseases - Their Aetiology, Prevention and Treatment*. Rijeka, Croatia: InTech; 2011. p. 1-22.
4. Ryder MI. *Anatomy, Development, and Physiology of the Periodontium*. In: Rose LF, Mealey BL, Genco RJ, Cohen DW, editors. *Periodontics: Medicine, Surgery, and Implants*. 2nd ed. St. Louis: Elsevier Mosby; 2004. p. 23-83.
5. Ainamo J, Löe H. *Anatomical Characteristics of Gingiva. A Clinical and Microscopic Study of the Free and Attached Gingiva*. *J Periodontol*. 1966;37(1):5-13.
6. Schroeder HE, Listgarten MA. *The gingival tissues: the architecture of periodontal protection*. *Periodontol 2000*. 1997 Feb;13:91-120.
7. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. *The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla*. *J Periodontol*. 1992 Dec;63(12):995-6.
8. Rocuzzo M, Rocuzzo A, Ramanuskaite A. *Papilla height in relation to the distance between bone crest and interproximal contact point at single-tooth implants: A systematic review*. *Clin Oral Implants Res*. 2018 Mar;29(Suppl 15):50-61.

9. Moreu G, Sanchez-Quevedo MC, Lopez-Escamez JA, Gonzalez-Jaranay M, Campos A. Cell surface patterns in normal human oral gingival epithelium. A quantitative scanning electron microscopy approach. *Histol Histopathol*. 1993 Jan;8(1):47–50.
10. Hughes FJ. Periodontium and Periodontal Disease. In: Vishwakarma A, Sharpe P, Shi S, Ramalingam M, editors. *Stem Cell Biology and Tissue Engineering in Dental Sciences*. San Diego, United States: Elsevier Science Publishing Co Inc; 2014. p. 433–44.
11. Garant PR. *Oral Cells and Tissues*. United States: Quintessence Publishing Co Inc; 2003. p. 112.
12. Cho MI, Garant PR. Development and general structure of the periodontium. *Periodontol 2000*. 2000 Oct;24:9–27.
13. Saffar JL, Lasfargues JJ, Cherruau M. Alveolar bone and the alveolar process: the socket that is never stable. *Periodontol 2000*. 1997 Feb;13:76–90.
14. Akabani G. Absorbed Dose Calculations in Haversian Canals for Several Beta-Emitting Radionuclides. *J Nucl Med*. 1993 Aug;34(8):1361–6.
15. Schroeder HE. Development, structure, and function of periodontal tissues. In: Oksche A, Vollrath L, editors. *The Periodontium*. Berlin: Springer-Verlag; 1986. p. 23–228.
16. Sodek J, McKee MD. Molecular and cellular biology of alveolar bone. *Periodontol 2000*. 2000 Oct;24:99–126.
17. Jonasson G, Skoglund I, Rythén M. The rise and fall of the alveolar process: Dependency of teeth and metabolic aspects. *Arch Oral Biol*. 2018 Dec;96:195–200.
18. Martin TJ, Seeman E. Bone remodelling: its local regulation and the emergence of bone fragility. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2008 Oct;22(5):701–22.
19. Rubin J, Fan X, Biskobing DM, Taylor R, Rubin TC. Osteoclastogenesis is repressed by mechanical strain in an *In vitro* model. *J Orthop Res*. 1999 Sep;17(5):639–45.

20. Raisz LG. Physiology and pathophysiology of bone remodeling. *Clin Chem*. 1999 Aug;45(8 Pt 2):1353–8.
21. Matthews JL, Talmage RV. Influence of parathyroid hormone on bone cell ultrastructure. *Clin Orthop Relat Res*. 1981 May;(156):27–38.
22. Siddiqui JA, Partridge NC. Physiological Bone Remodeling: Systemic Regulation and Growth Factor Involvement. *Physiology (Bethesda)*. 2016 May;31(3):233–45.
23. Erlebacher A, Derynck R. Increased expression of TGF- $\beta$ 2 in osteoblasts results in an osteoporosis-like phenotype. *J Cell Biol*. 1996 Jan;132(1–2):195–210.
24. Houde N, Chamoux E, Bisson M, Roux S. Transforming growth factor-beta1 (TGF-beta1) induces human osteoclast apoptosis by up-regulating Bim. *J Biol Chem*. 2009 Aug 28;284(35):23397–404.
25. Rosen CJ, Donahue LR. Insulin-like growth factors and bone: the osteoporosis connection revisited. *Proc Soc Exp Biol Med*. 1998 Oct;219(1):1–7.
26. Boyce BF, Xing L. Functions of RANKL/RANK/OPG in bone modeling and remodeling. *Arch Biochem Biophys*. 2008 May 15;473(2):139–46.
27. Hofbauer LC, Heufelder AE. Role of receptor activator of nuclear factor- $\kappa$ B ligand and osteoprotegerin in bone cell biology. *J Mol Med (Berl)*. 2001 Jun;79(5–6):243–53.
28. Guan Y, Lv F, Meng Y, Ma D, Xu X, Song Y, et al. Association between bone mineral density, muscle strength, and vitamin D status in patients with myasthenia gravis: a cross-sectional study. *Osteoporos Int*. 2017 Aug;28(8):2383–90.
29. Dempster DW, Cosman F, Parisien M, Shen V, Lindsay R. Anabolic actions of parathyroid hormone on bone. *Endocr Rev*. 1993 Dec;14(6):690–709.
30. Insua A, Monje A, Wang HL, Miron RJ. Basis of bone metabolism around dental implants during osseointegration and peri-implant bone loss. *J Biomed Mater Res A*. 2017 Jul;105(7):2075–89.
31. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med*. 2007 Jul;357(3):266–81.

32. Choukroun J, Khoury G, Khoury F, Russe P, Testori T, Komiyama Y, et al. Two Neglected Biologic Risk Factors in Bone Grafting and Implantology: High Low-Density Lipoprotein Cholesterol and Low Serum Vitamin D. *J Oral Implantol.* 2014 Feb;40(1):110–4.
33. Zhang X, Schwarz EM, Young DA, Puzas JE, Rosier RN, O’Keefe RJ. Cyclooxygenase-2 regulates mesenchymal cell differentiation into the osteoblast lineage and is critically involved in bone repair. *J Clin Invest.* 2002 Jun;109(11):1405–15.
34. Araujo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol.* 2005 Feb;32(2):212–8.
35. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003 Aug;23(4):313–23.
36. Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol.* 2004 Oct;31(10):820–8.
37. Pietrokovski J, Massler M. Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *J Prosthet Dent.* 1967 Jan;17(1):21–7.
38. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Feb;23(Suppl 5):1–21.
39. Araújo MG, Silva CO, Misaw M, Sukekava F. Alveolar socket healing : what can we learn? *Periodontol 2000.* 2015 Jun;68(1):122–34.
40. Januário AL, Duarte WR, Barriviera M, Mesti JC, Araújo MG, Lindhe J. Dimension of the facial bone wall in the anterior maxilla: A cone-beam computed tomography study. *Clin Oral Implants Res.* 2011 Oct;22(10):1168–71.
41. Chappuis V, Engel O, Reyes M, Shahim K, Nolte L, Buser D. Ridge Alterations Post-extraction in the Esthetic Zone : A 3D Analysis with CBCT. *J Dent Res.* 2013 Dec;92(12 Suppl):195S-201S.

42. Chappuis V, Engel O, Shahim K, Reyes M, Katsaros C, Buser D. Soft Tissue Alterations in Esthetic Postextraction Sites: A 3-Dimensional Analysis. *J Dent Res*. 2015 Sep;94(9 Suppl):187S-93S.
43. Chappuis V, Araújo MG, Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. *Periodontol 2000*. 2017 Feb;73(1):73–83.
44. Wang PH, Huang BS, Horng HC, Yeh CC. Wound healing. *J Chin Med Assoc*. 2018 Feb;81(2):94–101.
45. Tal H. Autogenous masticatory mucosal grafts in extraction socket seal procedures: A comparison between sockets grafted with demineralized freeze-dried bone and deproteinized bovine bone mineral. *Clin Oral Implants Res*. 1999 Aug;10(4):289–96.
46. Singer AJ, Clark RA. Cutaneous wound healing. *N Engl J Med*. 1999 Sep;341(10):738–46.
47. Trombelli L, Farina R, Marzola A, Bozzi L, Liljenberg B, Lindhe J. Modeling and remodeling of human extraction sockets. *J Clin Periodontol*. 2008 Jul;35(7):630–9.
48. Gaviria L, Salcido JP, Guda T, Ong JL. Current trends in dental implants. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2014 Apr;40(2):50–60.
49. Sullivan RM. Implant dentistry and the concept of osseointegration: a historical perspective. *J Calif Dent Assoc*. 2001 Nov;29(11):737–45.
50. Ring ME. *Dentistry-An illustrated history*. Harry N, editor. St. Louis, Toronto: The C.V. Mosby Company, Princeton; 1985. 1–17 p.
51. Mourão J. Comportamento de implantes endósseos submetidos a carga imediata - Estudo experimental em cães Beagle [Dissertação]. Lisboa, Portugal: Faculdade de Medicina Dentária, Universidade de Lisboa; 2005.
52. Borges T. La influencia de la altura y del momento de inserción del pilar protésico en las alteraciones óseas peri-implantarias. Ensayo clínico aleatorizado a 12 meses de seguimiento [Dissertação]. Salamanca, Espanha: Universidad de Salamanca; 2017.

53. Guillaume B. Dental implants: A review. *Morphologie*. 2016 Dec;100(331):189–98.
54. Linkow L. Internally threaded endosseous implants. *Dent Concepts*. 1967;10(4):16–20.
55. Nyan M. Implantology in general dental practice. *Myanmar Dent J*. 2011 Jan;18:27–32.
56. Assal PA. Osseointegration of Zirconia Dental Implants. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2013;123(7–8):644–54.
57. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl*. 1977;16:1–132.
58. Bosshardt DD, Chappuis V, Buser D. Osseointegration of titanium, titanium alloy and zirconia dental implants: current knowledge and open questions. *Periodontol 2000*. 2017 Feb;73(1):22–40.
59. Terheyden H, Lang NP, Bierbaum S, Stadlinger B. Osseointegration - communication of cells. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Oct;23(10):1127–35.
60. Lee MH, Oh N, Lee SW, Leesungbok R, Kim SE, Yun YP, et al. Factors influencing osteoblast maturation on microgrooved titanium substrata. *Biomaterials*. 2010 May;31(14):3804–15.
61. Salvi GE, Bosshardt DD, Lang NP, Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J, et al. Temporal sequence of hard and soft tissue healing around titanium dental implants. *Periodontol 2000*. 2015 Jun;68(1):135–52.
62. Albertini M, Fernandez-Yague M, Lazaro P, Herrero-Climent M, Rios-Santos J V., Bullon P, et al. Advances in surfaces and osseointegration in implantology. Biomimetic surfaces. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2015 May 1;20(3):e316-25.
63. Bosshardt DD, Salvi GE, Huynh-Ba G, Ivanovski S, Donos N, Lang NP. The role of bone debris in early healing adjacent to hydrophilic and hydrophobic implant surfaces in man. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Apr;22(4):357–64.

64. Herrero-Climent M, Lázaro P, Vicente Rios J, Lluch S, Marqués M, Guillem-Martí J, et al. Influence of acid-etching after grit-blasted on osseointegration of titanium dental implants: in vitro and in vivo studies. *J Mater Sci Mater Med*. 2013 Aug 27;24(8):2047–55.
65. Degidi M, Scarano A, Petrone G, Piattelli A. Histologic Analysis of Clinically Retrieved Immediately Loaded Titanium Implants: A Report of 11 Cases. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2003;5(2):89–93.
66. Berglundh T, Abrahamsson I, Lang NP, Lindhe J. De novo alveolar bone formation adjacent to endosseous implants. A model study in the dog. *Clin Oral Implants Res*. 2003 Jun;14(3):251–62.
67. Ivanovski S, Hamlet S, Salvi GE, Huynh-Ba G, Bosshardt DD, Lang NP, et al. Transcriptional profiling of osseointegration in humans. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Apr;22(4):373–81.
68. Donos N, Hamlet S, Lang NP, Salvi GE, Huynh-Ba G, Bosshardt DD, et al. Gene expression profile of osseointegration of a hydrophilic compared with a hydrophobic microrough implant surface. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Apr;22(4):365–72.
69. Greenstein G, Cavallaro J, Romanos G, Tarnow D. Clinical Recommendations for Avoiding and Managing Surgical Complications Associated With Implant Dentistry: A Review. *J Periodontol*. 2008 Aug;79(8):1317–29.
70. Davies JE. Mechanisms of endosseous integration. *Int J Prosthodont*. 1998;11(5):391–401.
71. Romanos GE. Surgical and prosthetic concepts for predictable immediate loading of oral implants. *J Calif Dent Assoc*. 2004 Dec;32(12):991–1001.
72. Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological interface fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br*. 2002 Nov;84(8):1093–110.
73. Szmukler-Moncler S, Salama H, Reingewirtz Y, Dubruille JH. Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature. *J Biomed Mater Res*. 1998;43(2):192–203.

74. Javed F, Ahmed HB, Crespi R, Romanos GE. Role of primary stability for successful osseointegration of dental implants: Factors of influence and evaluation. *Interv Med Appl Sci.* 2013 Dec;5(4):162–7.
75. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, editors. *Tissue-Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry.* Chicago, United States: Quintessence; 1985. p. 199–209.
76. Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol.* 1991 Jan;62(1):2–4.
77. Ulm C, Kneissel M, Schedle A, Solar P, Matejka M, Schneider B, et al. Characteristic features of trabecular bone in edentulous maxillae. *Clin Oral Implants Res.* 1999 Dec;10(6):459–67.
78. Herrmann I, Lekholm U, Holm S, Kultje C. Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20(2):220–30.
79. Staedt H, Palarie V, Staedt A, Wolf JM, Lehmann KM, Ottl P, et al. Primary Stability of Cylindrical and Conical Dental Implants in Relation to Insertion Torque—A Comparative Ex Vivo Evaluation. *Implant Dent.* 2017 Apr;26(2):250–5.
80. Koutouzis T, Gadalla H, Lundgren T. Bacterial Colonization of the Implant-Abutment Interface (IAI) of Dental Implants with a Sloped Marginal Design: An in-vitro Study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2016 Feb;18(1):161–7.
81. van Steenberghe D. Periodontal aspects of osseointegrated oral implants modum Brånemark. *Dent Clin North Am.* 1988 Apr;32(2):355–70.
82. Wang Y, Zhang Y, Miron RJ. Health, Maintenance, and Recovery of Soft Tissues around Implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2016 Jun;18(3):618–34.
83. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol.* 1996 Oct;23(10):971–3.
84. Oh TJ, Yoon J, Misch CE, Wang HL. The Causes of Early Implant Bone Loss: Myth or Science? *J Periodontol.* 2002 Mar;73(3):322–33.

85. Berglundh T, Lindhe J, Jonsson K, Ericsson I. The topography of the vascular systems in the periodontal and peri-implant tissues in the dog. *J Clin Periodontol*. 1994 Mar;21(3):189–93.
86. Tetè S, Mastrangelo F, Bianchi A, Zizzari V, Scarano A. Collagen fiber orientation around machined titanium and zirconia dental implant necks: an animal study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24(1):52–8.
87. Glauser P, Schüpbach J, Gottlow J, Hämmerle CH. Periimplant soft tissue barrier at experimental one-piece mini-implants with different surface topography in humans: A light-microscopic overview and histometric analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2005;7 Suppl 1:S44-51.
88. Ikeda H, Shiraiwa M, Yamaza T, Yoshinari M, Kido MA, Ayukawa Y, et al. Difference in penetration of horseradish peroxidase tracer as a foreign substance into the peri-implant or junctional epithelium of rat gingivae. *Clin Oral Implants Res*. 2002 Jun;13(3):243–51.
89. Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B. Dimensions and Relations of the Dentogingival Junction in Humans. *J Periodontol*. 1961;32:261–7.
90. Negri B, López Marí M, Maté Sánchez de Val JE, Iezzi G, Bravo González LA, Calvo Guirado JL. Biological width formation to immediate implants placed at different level in relation to the crestal bone: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res*. 2015 Jul;26(7):788–98.
91. Scardina GA, Pisano T, Messina M, Rallo A, Messina P. “In vivo” evaluation of the vascular pattern in oral peri-implant tissues. *Arch Oral Biol*. 2011 Feb;56(2):148–52.
92. Ivanovski S, Lee R. Comparison of peri-implant and periodontal marginal soft tissues in health and disease. *Periodontol 2000*. 2018 Feb;76(1):116–30.
93. Chen ST, Beagle J, Jensen SS, Chiapasco M, Darby I. Consensus Statements and Recommended Clinical Procedures Regarding Surgical Techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24 Suppl:272–8.

94. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontol 2000*. 2017 Feb;73(1):84–102.
95. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg*. 1981 Dec;10(6):387–416.
96. Vignoletti F, Sanz M. Immediate implants at fresh extraction sockets: from myth to reality. *Periodontol 2000*. 2014 Oct;66(1):132–52.
97. Schulte W, Kleineikenscheidt H, Lindner K, Schareyka R. The Tübingen immediate implant in clinical studies. *Dtsch Zahnärztl Z*. 1978 May;33(5):348–59.
98. Chen ST, Wilson TG Jr, Hämmerle CH. Immediate or early placement of implants following tooth extraction: review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19 Suppl:12–25.
99. Vignoletti F, Discepoli N, Müller A, Sanctis M, Muñoz F, Sanz M. Bone modelling at fresh extraction sockets: immediate implant placement versus spontaneous healing. An experimental study in the beagle dog. *J Clin Periodontol*. 2012 Jan;39(1):91–7.
100. Covani U, Bortolaia C, Barone A, Sbordone L. Bucco-lingual crestal bone changes after immediate and delayed implant placement. *J Periodontol*. 2004 Dec;75(12):1605–12.
101. Tettamanti L, Andrisani C, Bassi MA, Vinci R, Silvestre-Rangil J, Tagliabue A. Post extractive implant: evaluation of the critical aspects. *Oral Implantol (Rome)*. 2017 Sep;10(2):119–28.
102. Ortega-Martínez J, Pérez-Pascual T, Mareque-Bueno S, Hernández-Alfaro F, Ferrés-Padró E. Immediate implants following tooth extraction. A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012 Mar;17(2):e251-61.
103. Miyamoto Y, Obama T. Dental cone beam computed tomography analyses of postoperative labial bone thickness in maxillary anterior implants: comparing immediate and delayed implant placement. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2011 Jun;31(3):215–25.

104. Kuchler U, Chappuis V, Gruber R, Lang NP, Salvi GE. Immediate implant placement with simultaneous guided bone regeneration in the esthetic zone: 10-year clinical and radiographic outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2016 Feb;27(2):253–7.
105. Ferrus J, Cecchinato D, Pjetursson EB, Lang NP, Sanz M, Lindhe J. Factors influencing ridge alterations following immediate implant placement into extraction sockets. *Clin Oral Implants Res.* 2010 Jan;21(1):22–9.
106. Spray JR, Black CG, Morris HF, Ochi S. The Influence of Bone Thickness on Facial Marginal Bone Response: Stage 1 Placement Through Stage 2 Uncovering. *Ann Periodontol.* 2000 Dec;5(1):119–28.
107. Arora H, Ivanovski S. Correlation between pre-operative buccal bone thickness and soft tissue changes around immediately placed and restored implants in the maxillary anterior region: A 2-year prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Oct;28(10):1188–94.
108. Morton D, Chen S, Martin W, Levine R, Buser D. Consensus Statements and Recommended Clinical Procedures Regarding Optimizing Esthetic Outcomes in Implant Dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29 Suppl:216–20.
109. Förhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: The pink esthetic score. *Clin Oral Implants Res.* 2005 Dec;16(6):639–44.
110. Braut V, Bornstein MM, Belser U, Buser D. Thickness of the anterior maxillary facial bone wall—a retrospective radiographic study using cone beam computed tomography. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011 Apr;31(2):125–31.
111. Molly L, Vandromme H, Quirynen M, Schepers E, Adams JL, van Steenberghe D. Bone Formation Following Implantation of Bone Biomaterials Into Extraction Sites. *J Periodontol.* 2008 Jun;79(6):1108–15.
112. Avila-Ortiz G, Elangovan S, Kramer KW, Blanchette D, Dawson D V. Effect of Alveolar Ridge Preservation after Tooth Extraction. *J Dent Res.* 2014 Oct;93(10):950–8.

113. Girlanda FF, Feng HS, Corrêa MG, Casati MZ, Pimentel SP, Ribeiro FV, et al. Deproteinized bovine bone derived with collagen improves soft and bone tissue outcomes in flapless immediate implant approach and immediate provisionalization: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. Forthcoming 2019;
114. Poskevicius L, Sidlauskas A, Galindo-Moreno P, Juodzbaly G. Dimensional soft tissue changes following soft tissue grafting in conjunction with implant placement or around present dental implants: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2017 Jan;28(1):1–8.
115. Botticelli D, Berglundh T, Buser D, Lindhe J. The jumping distance revisited: An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res*. 2003 Feb;14(1):35–42.
116. Araújo MG, Wennström JL, Lindhe J. Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clin Oral Implants Res*. 2006 Dec;17(6):606–14.
117. Caneva M, Botticelli D, Morelli F, Cesaretti G, Beolchini M, Lang NP. Alveolar process preservation at implants installed immediately into extraction sockets using deproteinized bovine bone mineral - an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Jul;23(7):789–96.
118. Tomasi C, Sanz M, Cecchinato D, Pjetursson B, Ferrus J, Lang NP, et al. Bone dimensional variations at implants placed in fresh extraction sockets: A multilevel multivariate analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2010 Jan;21(1):30–6.
119. Schopper C, Ziya-Ghazvini F, Goriwoda W, Moser D, Wanschitz F, Spassova E, et al. HA/TCP compounding of a porous CaP biomaterial improves bone formation and scaffold degradation—A long-term histological study. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2005 Jul;74(1):458–67.
120. Chan HL, Lin GH, Fu JH, Wang HL. Alterations in Bone Quality After Socket Preservation with Grafting Materials: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013 May;28(3):710–20.
121. Ten Heggeler JM, Slot DE, Van der Weijden GA. Effect of socket preservation therapies following tooth extraction in non-molar regions in humans: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Aug;22(8):779–88.

122. MacBeth N, Trullenque-Eriksson A, Donos N, Mardas N. Hard and soft tissue changes following alveolar ridge preservation: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Aug;28(8):982–1004.
123. Kolerman R, Nissan J, Rahmanov A, Zenziper E, Slutzkey S, Tal H. Radiological and Biological Assessment of Immediately Restored Anterior Maxillary Implants Combined with GBR and Free Connective Tissue Graft. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2016 Dec;18(6):1142–52.
124. Chen ST, Darby I. The relationship between facial bone wall defects and dimensional alterations of the ridge following flapless tooth extraction in the anterior maxilla. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Aug;28(8):931–7.
125. Jung RE, Sapata VM, Hämmerle CHF, Wu H, Hu XL, Lin Y. Combined use of xenogeneic bone substitute material covered with a native bilayer collagen membrane for alveolar ridge preservation: A randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2018 May;29(5):522–9.
126. Nunes FAS, Pignatton TB, Novaes AB, Taba M, Messoria MR, Palioto DB, et al. Evaluation of a bone substitute covered with a collagen membrane for ridge preservation after tooth extraction. Clinical and tomographic randomized controlled study in humans. *Clin Oral Implants Res.* 2018 Apr;29(4):424–33.
127. Fortin T, Bosson JL, Isidori M, Blanchet E. Effect of flapless surgery on pain experienced in implant placement using an image-guided system. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006;21(2):298–304.
128. Villa R, Rangert B. Immediate and early function of implants placed in extraction sockets of maxillary infected teeth: A pilot study. *J Prosthet Dent.* 2007 Jun;97(6 Suppl):S96-108.
129. Raes F, Cosyn J, Crommelinck E, Coessens P, De Bruyn H. Immediate and conventional single implant treatment in the anterior maxilla: 1-year results of a case series on hard and soft tissue response and aesthetics. *J Clin Periodontol.* 2011 Apr;38(4):385–94.
130. Fickl S, Zuhr O, Wachtel H, Bolz W, Huerzeler M. Tissue alterations after tooth extraction with and without surgical trauma: a volumetric study in the beagle dog. *J Clin Periodontol.* 2008 Apr;35(4):356–63.

131. Blanco J, Nuñez V, Aracil L, Muñoz F, Ramos I. Ridge alterations following immediate implant placement in the dog: flap versus flapless surgery. *J Clin Periodontol*. 2008 Jul;35(7):640–8.
132. Lin GH, Chan HL, Bashutski JD, Oh TJ, Wang HL. The Effect of Flapless Surgery on Implant Survival and Marginal Bone Level: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Periodontol*. 2014 May;85(5):e91-103.
133. Lemos CAA, Verri FR, Cruz RS, Gomes JML, dos Santos DM, Goiato MC, et al. Comparison between flapless and open-flap implant placement: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018 Apr 20;S0901-5027(18):30132–2.
134. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Flapless versus Conventional Flapped Dental Implant Surgery: A Meta-Analysis. Glogauer M, editor. *PLoS ONE*. 2014 Jun 20;9(6):e100624.
135. Schneider D, Grunder U, Ender A, Hämmerle CH, Jung RE. Volume gain and stability of peri-implant tissue following bone and soft tissue augmentation: 1-year results from a prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Jan;22(1):28–37.
136. van Nimwegen WG, Raghoobar GM, Zuiderveld EG, Jung RE, Meijer HJA, Mühlemann S. Immediate placement and provisionalization of implants in the aesthetic zone with or without a connective tissue graft: A 1-year randomized controlled trial and volumetric study. *Clin Oral Implants Res*. 2018 Jul;29(7):671–8.
137. Bäumer D, Zuhr O, Rebele S, Hürzeler M. Socket Shield Technique for immediate implant placement – clinical, radiographic and volumetric data after 5 years. *Clin Oral Implants Res*. 2017 Nov;28(11):1450–8.
138. Szathvary I, Caneva M, Caneva M, Bressan E, Botticelli D, Meneghello R. A volumetric 3-D digital analysis of dimensional changes to the alveolar process at implants placed immediately into extraction sockets. *J Oral Sci Rehab*. 2015;1:62–9.

139. Tian J, Wei D, Zhao Y, Di P, Jiang X, Lin Y. Labial soft tissue contour dynamics following immediate implants and immediate provisionalization of single maxillary incisors: A 1-year prospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2019 May;21(3):492–502.
140. Lal K, White GS, Morea DN, Wright RF. Use of Stereolithographic Templates for Surgical and Prosthodontic Implant Planning and Placement . Part I . The Concept. *J Prosthodont*. 2006;15(1):51–8.
141. Bienz SP, Jung RE, Sapata VM, Hämmerle CHF, Hüsler J, Thoma DS. Volumetric changes and peri-implant health at implant sites with or without soft tissue grafting in the esthetic zone, a retrospective case-control study with a 5-year follow-up. *Clin Oral Implants Res*. 2017 Nov;28(11):1459–65.
142. Sanz Martin I, Benic GI, Hämmerle CHF, Thoma DS. Prospective randomized controlled clinical study comparing two dental implant types: volumetric soft tissue changes at 1 year of loading. *Clin Oral Implants Res*. 2016 Apr;27(4):406–11.
143. Windisch SI, Jung RE, Sailer I, Studer SP, Ender A, Hämmerle CHF. A new optical method to evaluate three-dimensional volume changes of alveolar contours: a methodological in vitro study. *Clin Oral Implants Res*. 2007 Oct;18(5):545–51.
144. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Tutein Nolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Jan;143(1):140–7.
145. Strebel J, Ender A, Paqué F, Krähenmann M, Attin T, Schmidlin PR. In Vivo Validation of a Three-Dimensional Optical Method to Document Volumetric Soft Tissue Changes of the Interdental Papilla. *J Periodontol*. 2009 Jan;80(1):56–61.
146. Sanz-Martín I, Permuy M, Vignoletti F, Nuñez J, Muñoz F, Sanz M. A novel methodological approach using superimposed Micro-CT and STL images to analyze hard and soft tissue volume in immediate and delayed implants with different cervical designs. *Clin Oral Implants Res*. 2018 Oct;29(10):986–95.

147. Thalmair T, Fickl S, Schneider D, Hinze M, Wachtel H. Dimensional alterations of extraction sites after different alveolar ridge preservation techniques - a volumetric study. *J Clin Periodontol*. 2013 Jul;40(7):721–7.
148. Arora H, Ivanovski S. Clinical and aesthetic outcomes of immediately placed single-tooth implants with immediate vs. delayed restoration in the anterior maxilla: A retrospective cohort study. *Clin Oral Implants Res*. 2018 Mar;29(3):346–52.
149. Martins D. Avaliação Tridimensional Dos Resultados Clínicos do Uso de Enxerto de Tecido Conjuntivo nas Técnicas Vista e Tunelização Modificada para Recobrimento Radicular [Tese de Mestrado]. Viseu, Portugal: Universidade Católica Portuguesa; 2018.
150. Emir F, Piskin B, Sipahi C. Effect of dental technician disparities on the 3-dimensional accuracy of definitive casts. *J Prosthet Dent*. 2017 Mar;117(3):410–8.
151. Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Rydén J, Thor A. Accuracy and precision of 3 intraoral scanners and accuracy of conventional impressions: A novel in vivo analysis method. *J Dent*. 2018 Feb;69:110–8.
152. Sanz-Martín I, Sailer I, Hämmerle CH, Thoma DS. Soft tissue stability and volumetric changes after 5 years in pontic sites with or without soft tissue grafting: a retrospective cohort study. *Clin Oral Implants Res*. 2016 Aug;27(8):969–74.
153. Howe MS, Keys W, Richards D. Long-term (10-year) dental implant survival: A systematic review and sensitivity meta-analysis. *J Dent*. 2019 May;84:9–21.
154. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Oct;23(Suppl 6):2–21.
155. Belser UC, Schmid B, Higginbottom F, Buser D. Outcome analysis of implant restorations located in the anterior maxilla: a review of the recent literature. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19 Suppl:30–42.

156. Zuhr O, Rebele SF, Schneider D, Jung RE, Hürzeler MB. Tunnel technique with connective tissue graft versus coronally advanced flap with enamel matrix derivative for root coverage: a RCT using 3D digital measuring methods. Part I. Clinical and patient-centred outcomes. *J Clin Periodontol.* 2014 Jun;41(6):582–92.
157. Grunder U. Crestal ridge width changes when placing implants at the time of tooth extraction with and without soft tissue augmentation after a healing period of 6 months: report of 24 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011 Feb;31(1):9–17.
158. V L, Kenney EB, Weinlaender M, Han T, Klokkevold P, Nedic M, et al. A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. *J Periodontol.* 1997 Jun;68(6):563–70.
159. van Kesteren CJ, Schoolfield J, West J, Oates T. A prospective randomized clinical study of changes in soft tissue position following immediate and delayed implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25(3):532–70.
160. Zigdon H, Machtei EE. The dimensions of keratinized mucosa around implants affect clinical and immunological parameters. *Clin Oral Implants Res.* 2008 Apr;19(4):387–92.
161. Vanhoutte V, Rompen E, Lecloux G, Rues S, Schmitter M, Lambert F. A methodological approach to assessing alveolar ridge preservation procedures in humans: Soft tissue profile. *Clinical Oral Implants Research.* 2014;25(3):304–9.
162. Gonzalez-Martin O, Veltri M, Moraguez O, Belser U. Quantitative Three-Dimensional Methodology to Assess Volumetric and Profilometric Outcome of Subepithelial Connective Tissue Grafting at Pontic Sites: A Prospective Pilot Study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2014;34(5):673–9.
163. Huynh-ba G, Pjetursson BE, Cecchinato D, Lang NP. Analysis of the socket bone wall dimensions in the upper maxilla in relation to immediate implant placement. *Clin Oral Implants Res.* 2010 Jan;21(1):37–42.
164. Kerner S, Etienne D, Malet J, Mora F, Monnet-Corti V, Bouchard P. Root coverage assessment: validity and reproducibility of an image analysis system. *J Clin Periodontol.* 2007 Nov;34(11):969–76.

165. Molina A, Sanz-Sánchez I, Martín C, Blanco J, Sanz M. The effect of one-time abutment placement on interproximal bone levels and peri-implant soft tissues: a prospective randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Apr;28(4):443–52.
166. Jung RE, Philipp A, Annen BM, Signorelli L, Thoma DS, Hämmerle CHF, et al. Radiographic evaluation of different techniques for ridge preservation after tooth extraction: a randomized controlled clinical trial. *Journal of Clinical Periodontology.* 2013 Jan;40(1):90–8.
167. Mazzocco F, Jimenez D, Barallat L, Paniz G, Del Fabbro M, Nart J. Bone volume changes after immediate implant placement with or without flap elevation. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Apr;28(4):495–501.
168. Younes F, Eghbali A, Raes M, De Bruyckere T, Cosyn J, De Bruyn H. Relationship between buccal bone and gingival thickness revisited using non-invasive registration methods. *Clin Oral Implants Res.* 2016 May;27(5):523–8.
169. Moraschini V, Luz D, Velloso G, Barboza EDP. Quality assessment of systematic reviews of the significance of keratinized mucosa on implant health. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017 Jun;46(6):774–81.
170. Spinato S, Galindo-Moreno P, Zaffe D, Bernardello F, Soardi CM. Is socket healing conditioned by buccal plate thickness? A clinical and histologic study 4 months after mineralized human bone allografting. *Clin Oral Implants Res.* 2014 Feb;25(2):e120-6.
171. Lee CT, Chiu TS, Chuang SK, Tarnow D, Stoupe J. Alterations of the bone dimension following immediate implant placement into extraction socket: systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2014 Sep;41(9):914–26.
172. Chen S, Buser D. Esthetic Outcomes Following Immediate and Early Implant Placement in the Anterior Maxilla—A Systematic Review. *Esthetic Outcomes Following Immediate and Early Implant Placement in the Anterior Maxilla.* 2014;29 Suppl:186–215.

173. Migliorati M, Amorfini L, Signori A, Biavati AS, Benedicenti S. Clinical and Aesthetic Outcome with Post-Extractive Implants with or without Soft Tissue Augmentation: A 2-Year Randomized Clinical Trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015 Oct;17(5):983–95.
174. Caneva M, Botticelli D, Viganò P, Morelli F, Rea M, Lang NP. Connective tissue grafts in conjunction with implants installed immediately into extraction sockets. An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res*. 2013 Jan;24(1):50–6.
175. Dimitrios P, Vassilis K, Antonis K, Danae AA. Interim tissue changes following connective tissue grafting and two-stage implant placement. A randomised clinical trial. *J Clin Periodontol*. Forthcoming 2019;
176. Sanz M, Lorenzo R, Aranda JJ, Martin C, Orsini M. Clinical evaluation of a new collagen matrix (Mucograft® prototype) to enhance the width of keratinized tissue in patients with fixed prosthetic restorations: a randomized prospective clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2009 Oct;36(10):868–76.
177. Masaki C, Nakamoto T, Mukaibo T, Kondo Y, Hosokawa R. Strategies for alveolar ridge reconstruction and preservation for implant therapy. *J Prosthodont Res*. 2015 Oct;59(4):220–8.
178. Sanz M, Lindhe J, Alcaraz J, Sanz-Sanchez I, Cecchinato D. The effect of placing a bone replacement graft in the gap at immediately placed implants: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2017 Aug;28(8):902–10.
179. Chen ST, Darby IB, Reynolds EC. A prospective clinical study of non- submerged immediate implants : clinical outcomes and esthetic results. *Clin Oral Implants Res*. 2007 Oct;18(5):552–62.
180. Pluemsakunthai W, Le B, Kasugai S. Effect of Buccal Gap Distance on Alveolar Ridge Alteration After Immediate Implant Placement. *Implant Dent*. 2015 Feb;24(1):70–6.
181. Peñarrocha-Oltra, D. Peñarrocha-Diago, M. Encinas RF, Ippolito DR, Xhanari E, Esposito M. Natural or palatal positioning of immediate post-extractive implants in the aesthetic zone? Three-year results of a multicentre randomised controlled trial. *Int J Oral Implantol (New Malden)*. 2019;12(2):181–94.

182. Benic GI, Mokti M, Chen CJ, Weber HP, Hämmerle CH, Gallucci GO. Dimensions of buccal bone and mucosa at immediately placed implants after 7 years: A clinical and cone beam computed tomography study. *Clin Oral Implants Res.* 2012 May;23(5):560–6.
183. Chen ST, Buser D. Clinical and esthetic outcomes of implants placed in postextraction sites. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24 Suppl:186–217.
184. Kheur MG, Kantharia NR, Kheur SM, Acharya A, Le B, Sethi T. Three-Dimensional Evaluation of Alveolar Bone and Soft Tissue Dimensions of Maxillary Central Incisors for Immediate Implant Placement: A Cone-Beam Computed Tomography Assisted Analysis. *Implant Dent.* 2015 Aug;24(4):407–15.
185. Cook DR, Mealey BL, Verrett RG, Mills MP, Noujeim ME, Lasho DJ, et al. Relationship between clinical periodontal biotype and labial plate thickness: an in vivo study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011;31(4):345–54.
186. Buser D, Martin W, Belser UC. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: anatomic and surgical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19 Suppl:43–61.
187. Kato T, Nakano T, Fujita Y, Kobayashi T, Yatani H. Influence of different implant operative procedures on morphologic changes in peri-implant alveolar bone and soft tissue: a one-year prospective clinical study. *J Prosthodont Res.* 2018 Oct;62(4):490–6.





## **ANEXOS**



## 8. ANEXOS

### 8.1. Anexo I – Consentimento informado

Termo de Consentimento Informado
<p style="text-align: center;"><b>DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO, LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO EM INVESTIGAÇÃO</b></p>
<p>Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.</p>
<p><b>Título do estudo:</b> <i>Avaliação tridimensional das alterações volumétricas dos tecidos peri-implantares em implantes imediatos após extrações dentárias – um estudo retrospectivo.</i></p> <p><i>Multi-level dimensional changes at immediate implant sites: a retrospective case-control study.</i></p>
<p><b>Enquadramento:</b> Investigação de âmbito académico a efetuar na Clínica Dentária da Universidade Católica Portuguesa tendo como responsável o Prof. Dr. Tiago Borges, Professor Auxiliar do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Católica Portuguesa.</p>
<p><b>Exatidão do estudo e do tratamento:</b> O estudo pretende avaliar a evolução do volume alveolar durante e após o tratamento com implantes dentários colocados em alvéolos frescos pós-extraccionais, recolhendo dados sobre as alterações ósseas marginais peri-implantares, volume de tecido gengival e sua relação com diferentes variáveis e hábitos dos pacientes. Este estudo vai recolher dados clínicos obtidos através do tratamento com implantes dentários que lhe foi proposto e que consiste na extração de um dente, que foi diagnosticado como perdido, e na colocação imediata de um implante dentário no mesmo local e no mesmo momento cirúrgico. O tratamento descrito não consiste em nenhuma técnica experimental nem pretende testar dispositivos ou produtos sem registo ou certificação pelas entidades competentes. O estudo não pretende recolher amostras biológicas dos seus participantes. A recolha de dados será efectuada através de um scanner óptico que não está sujeito à emissão de radiação.</p>
<p><b>Condições:</b> Este estudo não envolve procedimentos que não se enquadrem na prática clínica normal. A participação neste estudo é totalmente voluntária, não acarretando quaisquer custos, podendo o paciente retirar o seu consentimento em qualquer etapa do estudo, sem necessidade de facultar qualquer explicação aos seus responsáveis e com total ausência de prejuízos caso não queira participar. Ao decidir participar pode colocar todas as questões que considerar necessárias para o seu esclarecimento ou facultar informações aos responsáveis do estudo em qualquer etapa do mesmo.</p>
<p><b>Achados acidentais:</b> Qualquer achado acidental não relacionado com a anatomia do alvéolo dentário, cuja descoberta foi efectuada durante o estudo, será obrigatoriamente e imediatamente comunicada ao</p>

Consentimento informado (Página 1)

## Termo de Consentimento Informado

paciente participante. O paciente pode expressar a vontade de a mesma informação ser comunicada ao seu médico assistente, informando-o da condição de saúde do participante.

**Confidencialidade:** Os dados recolhidos para o presente estudo são de uso exclusivo do investigador e tratados de modo a garantir a sua máxima confidencialidade de modo a promover o seu anonimato. A análise dos dados recolhidos será efetuada em ambiente que garanta a privacidade dos mesmos, sendo estes utilizados exclusivamente pelo investigador envolvido no projeto. A identificação do participante será realizada por meio de código que identifica as iniciais e código numérico do mesmo, não sendo identificável por terceiras partes além do investigador responsável. Serão respeitadas todas as disposições legais relacionadas com a nova Lei Geral de Proteção de Dados de 25 de Maio de 2018. Este estudo foi submetido a uma avaliação ética pelo Instituto de Bioética da Universidade Católica Portuguesa, estando o seu protocolo de acordo com todas as normas exigíveis.

**Assinatura(s) dos responsáveis pelo projeto:**

O INVESTIGADOR: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela(s) pessoa(s) que acima assina(m). Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, poder recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo investigador.*

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_ Visou, \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_

**ESTE DOCUMENTO É COMPOSTO DE 2 PÁGINAS E FEITO EM DUPLICADO: UMA VIA PARA O INVESTIGADOR, OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE**

## 8.2. Anexo II – *Ethics Screening Report*



# **ETHICS LAB**

**ETHICAL ANALYSIS,  
CONSULTATION AND  
MONITORING OF SCIENTIFIC  
RESEARCH PROJECTS AND  
CLINICAL TRIALS**



**ETHICS SCREENING REPORT**

Institution	Instituto de Ciências da Saúde
Principal investigator	Tiago Borges
Proposal name	<i>Multi-level early dimensional changes at immediate implant sites: a retrospective case-control study</i>
ESR number	10A.2018
Ethics reviewer name	<i>Joana Araújo</i> Joana Araújo
Assessment Date	31.10.2018

### ETHICS EVALUATION

<b>X</b>	<b>ETHICS CLEARANCE</b> (the proposal is 'ethics ready')	<b>REASONS:</b>
	<b>CONDITIONAL ETHICS CLEARANCE AN ETHICS ASSESSMENT REQUIRED</b> (i.e. clearance is subject to conditions, i.e. ethics requirements. The requirements must fulfilled before the commencement of the experimental part of the work and the Ethics Assessment Report will be provided)	<b>REASONS:</b>
	<b>NO ETHICS CLEARANCE</b> (i.e. the project cannot as such be assessed)	<b>REASONS:</b>

This study will investigate the early healing events, focusing on the dimensional changes of soft tissues and the alveolar bone walls of fresh extraction sockets following immediate implant installation.

The main ethical issues that are involved in the methodologies that will be applied include: research with adult healthy volunteers, data protection and privacy. It is only planned to involve participants who are able to consent.

#### HUMANS

Informed consent will always be obtained before participants begin their participation. Participants will read an informed consent form and then indicate their agreement (or lack of agreement) to participate by signing an informed consent form. These forms will be designed in a language that can be understandable to the participants involved.

#### DATA

Any information obtained during the course of the studies will be kept strictly confidential. All personal data will be stored in a manner in which participants cannot be identified with their personal data. All data will be pseudo-anonymised (coded) and only the PI will have access to this information. The data will be stored in a password protected computer. Data files with participants' identifying information and their corresponding data will never be stored on the same computer.

Copies of ethical approvals for the collection of personal data by the competent University Data Protection Officer must be provided.

The Ethical issues of the proposal have been clearly described and very well addressed and all the required documents have been provided.

#### ETHICS CHECK

In your opinion, would an Ethics Check during the project implementation be necessary?

No  Yes

Reasons (mandatory if YES):

Appropriate Timing (mandatory if YES):

### **8.3. Anexo III – Produção científica**

**Correlation between alveolar bone morphology and volumetric dimensional changes in immediate maxillary implant placement: a 1-year prospective study.**

Artigo científico submetido para publicação na revista indexada *Clinical Oral Implants Research*.

**Multi-level volumetric changes at immediate implant sites: a retrospective case-control study.**

Poster aceite para apresentação em European Association for Osseointegration (EAO) 28th Annual Scientific Meeting; Lisbon, 26-28 Sep 2019.

**Correlation between alveolar bone features and dimensional changes at immediate implant sites.**

Poster aceite para apresentação em European Association for Osseointegration (EAO) 28th Annual Scientific Meeting; Lisbon, 26-28 Sep 2019.