



CATÓLICA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

---

VISEU

EVOLUÇÃO DO QUOCIENTE DE ESTABILIDADE DO  
IMPLANTE APÓS COLOCAÇÃO TARDIA DE IMPLANTES  
DENTÁRIOS

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

Por:

Tales Henrique Spessotto

Viseu, 2023



CATÓLICA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

---

UISEU

EVOLUÇÃO DO QUOCIENTE DE ESTABILIDADE DO  
IMPLANTE APÓS COLOCAÇÃO TARDIA DE IMPLANTES  
DENTÁRIOS

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

Por:

Tales Henrique Spessotto

Orientador: Professor Doutor Bruno Leitão de Almeida

Co-Orientador: Professor Doutor Tiago Borges

Viseu, 2023

## Membros do Júri das Provas Públicas

Presidente: \_\_\_\_\_

(Categoria profissional e Filiação académica)

Arguente: \_\_\_\_\_

(Categoria profissional e Filiação académica)

Orientador: \_\_\_\_\_

(Categoria profissional e Filiação académica)

Data das provas públicas: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Classificação: \_\_\_\_\_

Validação e confirmação pelos serviços escolares:

\_\_\_\_\_

## EPÍGRAFE

“Leve é a tarefa quando muitos dividem o trabalho”  
(Homero, séc. 9 a.C.)



# DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e amigos.



## **AGRADECIMENTOS**

Um trabalho desta natureza, como quase todos os projetos importantes da nossa vida, não resultou de um esforço individual; é fruto da conjugação de muitas mãos, muitos olhos e várias cabeças. É sobretudo o produto do investimento intelectual e científico, mas também emocional e afetivo dos elementos que o elaboraram. Para não correr o risco de me esquecer de alguém, gostaria de salientar aquelas pessoas que mais se distinguiram.

Assim, agradeço ao Professor Doutor Bruno Leitão de Almeida, pela sua orientação, conselhos e apoio. Ao Professor Doutor Tiago Borges, pelo contributo disponibilizado. Sem estes dois profissionais nada disto teria sido possível.

Aos meus pais, por toda a compreensão, por serem o meu porto de abrigo e, acima de tudo, por nunca terem deixado de acreditar em mim, mesmo estando a milhares de quilómetros, do outro lado do oceano.

A todos, muito obrigado.



# RESUMO

## **Introdução:**

A estabilidade dos implantes é essencial na osteointegração; A primária depende da estabilidade mecânica e a secundária é biológica. O momento de carga funcional depende da estabilidade do implante. O Quociente de Estabilidade do Implante permite acompanhar a evolução da osteointegração.

## **Objetivos**

Principais: avaliar a evolução do ISQ após colocação tardia de implantes dentários; comparar sucesso, insucesso do implante e o uso de carga com base nas leituras do ISQ.

Secundários: avaliar a relação do torque com o ISQ inicial e outras variáveis com o sucesso do implante e com o valor de ISQ.

## **Materiais e Métodos**

Estudo clínico retrospectivo com recurso a amostra de conveniência composta por pacientes tratados com implantes dentários (Anyridge®, MegaGen Implant, Daegu, Coreia do Sul) tardios no período de Outubro 2022 a Abril 2023. ISQ1 medido no dia da colocação do implante com recurso a SmartPeg 67® e ISQ2 após 3 meses. Variáveis registadas foram: dados demográficos, torque de inserção, realização de carga/tipo de carga entre outras.

## **Resultados**

A média de idade dos participantes foi de  $52,68 \pm 11,94$  anos. Os molares inferiores (n=10; 35,7%) seguidos dos pré-molares superiores (n=8; 28,6%) foram a localização mais frequente, de forma correspondente os tipos de osso III e IV (n=12; 42,9%) os mais frequentes. Na maioria dos implantes (n=26; 92,9%) não foram utilizados substitutos ósseos nem membrana (n=17; 94,4%). Na maioria não foi realizada carga imediata (82,1%). O torque de inserção situou-se maioritariamente entre 35 e 45 N/cm<sup>2</sup> (78,5%). Os valores médios de ISQ 1 e 2 foram respetivamente  $73,67 \pm 4,57$  e  $77,1 \pm 3,34$ , não existindo diferença estatisticamente significativa.

## **Conclusões**

Os resultados sugerem que existe uma correlação positiva entre ISQ1 e 2, sem diferença estatisticamente significativa;

Não foram detetadas diferenças estatisticamente significativas para qualquer uma das variáveis registadas sobre ISQ 1 e 2, incluindo tipo/realização de carga e torque de inserção.

### **Palavras chaves**

Ósseo integração; Estabilidade primária; Estabilidade secundária; Cociente de Estabilidade do Implante

# ABSTRACT

## **Introduction:**

Implant stability is essential in osseointegration; Primary depends on the mechanical stability and the secondary is biological. The functional loading moment depends on implant stability. The Implant Stability Quotient allows to keep track on the evolution of osseointegration.

## **Objectives**

Main: To evaluate the evolution of the ISQ after delayed dental implant placement; to compare success, implant failure and loading based on ISQ readings.

Specific: To evaluate the relationship of torque with ISQ1 and other variables with implant success and ISQ values.

## **Materials and Methods**

A retrospective clinical study using a convenience sample consisting of patients treated with dental implants (Anyridge®, MegaGen Implant, Daegu, South Korea) in the period between October 2022 and April 2023. ISQ1 measured on the day of implant placement using SmartPeg 67® and ISQ2 after 3 months. Variables recorded were demographics, insertion torque, loading/type of loading among others.

## **Results**

The mean age of the participants was  $52.68 \pm 11.94$  years. The mandibular molars (n=10; 35.7%) followed by maxillary premolars (n=8; 28.6%) were the most frequent location, correspondingly bone types III and IV (n=12; 42.9%) were the most frequent. In most cases (n=26; 92.9%) neither bone substitutes or membranes were used (n=17, 94.4%). In the majority, immediate loading was not performed (82.1%). The insertion torque was mostly between 35 and 45 N/cm<sup>2</sup> (78.5%). Mean ISQ 1 and 2 values were respectively  $73.67 \pm 4.57$  and  $77.1 \pm 3.34$ , with no statistically significant difference.

## **Conclusions**

The results suggest that there is a positive correlation between ISQ1 and 2, with no statistically significant difference; No statistically significant differences were detected for any of the variables recorded on ISQ 1 and 2, including type/performance of loading and torque of insertion.

## **Key words:**

Osseointegration; Primary stability; Secondary stability; ISQ

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. História da implantologia .....	3
1.2. Osteointegração .....	3
1.3. Fisiologia e alterações dos tecidos pós-extração .....	5
1.4. Classificações do tecido ósseo da maxila e mandíbula de Misch .....	6
1.5. Momento de colocação de implantes .....	6
1.6. Quociente de estabilidade do implante.....	9
1.7. Objetivos .....	12
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	<b>27</b>
4.1 ISQ.....	29
4.2 Carga/Tipo de carga .....	30
4.3 Diâmetro do implante utilizado .....	30
4.4 Torque de inserção .....	31
4.5 Comprimento do implante utilizado .....	31
4.6 Sucesso .....	32
4.7 Correlação ISQ e torque de inserção .....	32
4.8 Limitações do estudo .....	32
4.9 Aplicações clínicas.....	33
4.10 Investigações futuras .....	33
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>39</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>45</b>
Apêndice 1. Caso clínico ilustrativo.....	47
<b>ANEXOS</b> .....	<b>49</b>
Anexo 1. Parecer Ético da Comissão de Ética para Saúde da Universidade Católica Portuguesa.....	51



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Teste de normalidade de Shapiro-Wilk .....	19
Tabela 2. Caracterização socio-demográfica dos pacientes.....	20
Tabela 3. Resultados descritivos.....	21
Tabela 4. Resultados da estabilidade do implante relativos ao género, idade, zona de implante e tipo de osso .....	23
Tabela 5. Resultados a estabilidade do implante relativos ao xenoxerto, utilização de membrana, carga imediata, tipo de carga imediata e sucesso.....	24
Tabela 6. Correlações de Spearman relacionando a estabilidade do implante com o diâmetro do implante e o torque .....	25
Tabela 7. Correlações de Spearman relacionando o ISQ1 com o ISQ2 .....	25



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Histogramas relativos ao ISQ1 e ISQ2, com curva de normalidade .....	19
---	----



## **LISTA DE SIGLAS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS**

**cf.** – conforme

**e-PTFE** - Membranas de politetrafluoroetileno expandido

**et al.** – e outros autores

**ISQ**- Quociente de estabilidade de implante

**kHz** – Quilohertz

**M** - Média

**mm** - Milímetros

**n** - Frequências absolutas

**N** – Newtons

**p** - Valor de significância (p-value)

**RFA**- Análise de frequência de ressonância



# 1. INTRODUÇÃO



## 1.1. História da implantologia

A primeira evidência de implantes dentários é atribuída à população Maia cerca de 600 d.C., onde se destacaram na utilização de peças de conchas como implantes em substituição dos dentes mandibulares (1). Entre 1930 a 1978, quer na Europa, quer nos Estados Unidos da América, começaram a surgir estudos dos diversos biomateriais e as inovações cirúrgicas e protéticas, através da inserção de diferentes materiais, sendo exemplo a porcelana, vitálio e titânio. Deste modo, desenvolveram-se diferentes tipos de implantes, bem como diversas tentativas de implantes endo-ósseos e implantes sub-periostais (1, 2). A implantologia moderna iniciou com Strock, quando desenvolveu um implante produzido em cromo-cobalto-molibdénio. À medida que a progressão da descoberta do implante continuou, o implante subperiosteal foi desenvolvido nos anos 40 por Dahl, na Suécia. O trabalho de Dahl foi continuado por Gershkoff e Goldberg, bem como Weinberg nos Estados Unidos entre 1947-1948. Gershkoff e Goldberg introduziram o primeiro implante subperiosteal (3). No início da segunda metade do século XX, foram descritas outras soluções protéticas implantares em formato de “agulha” e grelhas de níquel-cobalto. Contudo, sucediam-se casos de infeção secundária. Em 1967 surgiu o implante dentário que se introduzia dentro do osso no sentido longitudinal ao osso maxilar ou mandibular: a lâmina de Linkow. A implantologia, entre os anos 50 a 70 do século XX, “caracterizou-se por experiências, erros e confusões” quanto aos princípios biológicos. Em 1970, James inseriu o implante trans-mandibular e, em 1975, Juillet introduziu o implante tridimensional (2, 3).

## 1.2. Osteointegração

A osteointegração dos implantes dentários caracteriza-se por uma ligação funcional entre o osso recém-formado e a superfície do implante (4-6). Embora a osteointegração se destinasse, inicialmente, a descrever uma fixação biológica dos implantes dentários de titânio, é agora utilizada para descrever a fixação de outros materiais utilizados para aplicações dentárias. A análise da interface material-osso mostrou que os implantes osteointegrados podem ter uma camada fibrosa

interveniente ou uma posição óssea direta caracterizada pela aposição óssea, dependendo da composição e propriedades da superfície do biomaterial. Este processo implica complexos mecanismos fisiológicos idênticos aos processos que ocorrem na remodelação direta de uma fratura (7, 8). A osteointegração foi descoberta em 1962 e cunhada como um termo em 1977. As definições originais implicavam contacto direto entre os materiais estranhos e osso sem qualquer camada interposta de tecido mole. Hoje em dia, a osseointegração é considerada como uma resposta ao corpo estranho para separar elementos estranhos do osso. Atualmente, a osteointegração é definida como uma reação a um corpo estranho em que o osso interfacial é formado como uma reação de defesa para proteger o implante dos tecidos (7, 8). Os fatores implicados na osteointegração são o formato e a composição química do implante, a sua localização, o tratamento e material de superfície, o comprimento, o diâmetro, a densidade óssea, as circunstâncias de estabilidade mecânica e de carga aplicada, o uso de tratamentos complementares, nomeadamente, o enxerto ósseo, revestimentos biológicos osteogénicos, a estimulação biofísica e os agentes farmacológicos (7, 8), assumindo grande importância a biocompatibilidade do material do implante, sendo preditiva da osteointegração, na medida em que é fundamental para criar uma fixação (9, 10).

Um implante é considerado como osteointegrado quando não há movimento relativo progressivo entre o implante e o osso com o qual tem contacto direto. Um contacto ósseo direto, conforme observado histologicamente, pode ser indicativo da falta de uma resposta biológica local ou sistémica a essa superfície. A osteointegração não deve ser o resultado de uma resposta biológica vantajosa do tecido, mas sim a ausência de uma resposta negativa do tecido (9). O resultado positivo dos implantes relaciona-se, sobretudo, com as suas propriedades e a biocompatibilidade dos biomateriais usados (10, 11).

O desenho da superfície dos implantes evoluiu para responder aos desafios da reabilitação oral tanto em osso saudável como em osso comprometido. Por exemplo, para fazer face às complicações mais comuns relacionadas com implantes dentários e, subsequente perda de implantes, as superfícies dos implantes foram modificadas para introduzir as propriedades desejadas a um implante dentário e, assim, aumentar a taxa de sucesso dos implantes e expandir as suas indicações. As modificações ideais aumentam a interação entre a superfície do implante e o osso

circundante, o que facilitará a osteointegração, enquanto minimiza a colonização bacteriana para reduzir o risco de formação de biofilme (12, 13)

Os espaços que existem entre as espiras do implante formam um local possível para a criação de um coágulo sanguíneo composto por eritrócitos, neutrófilos, monócitos/macrófagos, bem como uma rede de fibrina (12). Posteriormente, os linfócitos entram no processo de cicatrização e, após quatro dias, depois da colocação do implante inicia-se a formação do tecido de granulação, que é preenchido por células mesenquimais e por vasos sanguíneos que foram formados recentemente, dando origem, *a posteriori*, a um novo tecido conjuntivo (12, 14).

### 1.3. Fisiologia e alterações dos tecidos pós-extração

A extração de um dente altera os tecidos circundantes, quer ao nível do tecido ósseo, quer no que se refere ao tecido gengival. O osso alveolar sofre remodelação depois da extração, emergindo uma possível perda óssea extra em procedimentos de extrações complexas, dando origem à redução do volume ósseo disponível, o que, por sua vez, dificulta a futura reabilitação (15). Depois da extração dentária, o osso alveolar tende a sofrer uma reabsorção devido, por um lado, à falta de estímulos de forças exercidas sobre os dentes, transferidas ao osso que os suporta e, por outro lado, em decorrência da insistência de suprimento sanguíneo, uma consequência da carência do ligamento periodontal (15, 16).

Assim, é fundamental ter conhecimento das fases de cicatrização do alvéolo e compreender os eventos que sucedem neste processo. Ou seja, é importante uma compreensão profunda dos processos biológicos que conduzem a alterações dimensionais dos ossos e dos tecidos moles após a extração (16). Embora o tecido ósseo se apresente como uma estrutura rígida, é conhecida a sua capacidade de adaptação a estímulos mecânicos, cargas e danos sofridos ao longo da vida. A remodelação óssea é um processo dinâmico, coordenado por osteoclastos, osteoblastos e osteócitos. As ações destas células denominam-se de “*Basic Multicellular Unit*”. A capacidade do osso para responder a fenômenos relacionados com a carga e reparar micro-danos é conseguida através do processo de remodelação, que renova o osso ativando grupos de células conhecidas como unidades multicelulares básicas (BMUs). A remodelação é fundamental para manter

tecido ósseo saudável. Contudo, no osso osteoporótico, a reabsorção desequilibrada resulta num aumento da fragilidade óssea e da fratura (17).

#### 1.4. Classificação do tecido ósseo da maxila e mandíbula de Misch

Quanto à densidade óssea, entre as classificações que existem, a mais usada para avaliação da densidade óssea para implantes dentários é a classificação de Lekholm & Zarb (1985), com descrição de quatro tipos de densidade óssea: (osso tipo I; osso tipo II; osso tipo III e osso tipo IV), em conformidade com a proporção de osso cortical e osso trabecular (18). Em 1988, Misch sugeriu quatro grupos de densidade óssea, tendo por base as particularidades macroscópicas do osso cortical e trabecular, que pode estar presente nas regiões edêntulas da maxila e mandíbula. O autor refere igualmente as frequentes localizações e a sensação tátil dos diferentes tipos de densidade óssea. A sua classificação mostra, assim, os quatro tipos ósseos e as suas localizações na maxila e na mandíbula: osso tipo I apresenta osso cortical denso; osso tipo II caracteriza-se por osso cortical poroso denso e osso trabecular denso; osso tipo III é o osso cortical poroso e fino e osso trabecular fino; osso tipo IV, inexistência de osso cortical e osso trabecular fino preenche praticamente todo o volume do osso (19).

#### 1.5. Momento de colocação de implantes

Decidir sobre o *timing* de colocação de implantes é essencial para alcançar os objetivos em todos os tratamentos de reabilitação, assegurando a função e a estética a longo prazo da reabilitação com implantes. A reabilitação funcional e estética através da colocação de implantes dependerá da sua colocação ótima numa apófise alveolar adequada (20). As alterações dimensionais pós-extração terão um impacto direto sobre o procedimento clínico a seguir (20, 21). A reabilitação com recurso a implantes dentários é considerada uma opção de tratamento confiável para a substituição dos dentes perdidos, garantir a função e a estética (21).

Um dos debates na implantologia atual consiste em qual o melhor *timing* para a colocação do implante. Deste modo, são quatro as opções, tendo em conta a análise clínica e a análise radiográfica pré-extração com a finalidade de avaliar o perfil de risco do paciente. Fugazzoto (22) sugere as seguintes opções: colocação

imediate (tipo I), colocação precoce com cicatrização dos tecidos moles (tipo II), colocação precoce com cicatrização dos tecidos duros (tipo III) e colocação tardia (tipo IV). Tendo em conta o tema do presente trabalho, explana-se a colocação tardia (tipo IV), que implica um período de cicatrização pós extração  $\geq 6$  meses. A presença de quistos radiculares, dentes anquilosados, volume ósseo insuficiente para estabilização do implante com colocação imediata ou precoce e grandes lesões ósseas apicais tem indicação para colocação tardia com realização de extração e uso de material de preservação alveolar (22).

Nos primeiros 25 anos da moderna implantologia dentária baseada no conceito de osteointegração, a colocação de implantes foi predominantemente efetuada em locais cicatrizados de pacientes totalmente edêntulos. A maioria destes pacientes era edêntula há anos e a utilização de implantes dentários tinha como objetivo melhorar a função mastigatória e a qualidade de vida (23). Na década de 1980, a aplicação de implantes dentários começou a ser cautelosamente expandida também para pacientes parcialmente edêntulos, e os primeiros relatórios foram publicados com resultados promissores. Desde então, a percentagem de pacientes parcialmente edêntulos na implantologia aumentou significativamente e, atualmente, estas indicações predominam na prática diária, em particular na falha de um único dente (23).

Com a crescente popularidade da técnica de regeneração óssea guiada, as membranas de barreira passaram a ser utilizadas com mais frequência na prática quotidiana e uma das indicações predominantes era a colocação imediata de implantes. Na década de 1990, vários relatos de casos ou estudos clínicos relataram várias técnicas cirúrgicas de regeneração óssea guiada para colocação imediata de implantes. Na maioria dos estudos, foram utilizadas membranas de politetrafluoroetileno expandido (e-PTFE) e foram relatadas exposições frequentes. Para além disso, a maioria dos artigos relataram a aplicação de vários preenchimentos ósseos no defeito ósseo peri-implantar, incluindo enxertos ósseos autógenos e aloenxertos. Principalmente devido ao desejo de reduzir a taxa de complicações com a exposição de membranas de politetrafluoroetileno expandido e eliminar um segundo procedimento cirúrgico para a remoção da membrana, uma mudança lenta das membranas de politetrafluoroetileno expandido para membranas reabsorvíveis foi registada no final da década de 1990 e no início dos anos 2000.

Estas membranas reabsorvíveis eram principalmente feitas de colagénio ou eram de natureza sintética (23).

A colocação imediata de implantes pode ser utilizada em condições clínicas ideais. Os requisitos mais importantes são uma parede óssea totalmente intacta com um biótipo gengival espesso. Quando ambas as condições estão presentes, existe um risco reduzido de recessão da mucosa facial e de achatamento oro facial do perfil do tecido mole no colo da prótese sobre o implante. Para além disso, deve existir um volume ósseo apical e palatino suficiente para permitir um posicionamento tridimensional correto do implante com boa estabilidade primária. Estas condições podem não ser encontradas facilmente na maxila anterior (23). De acordo com vários estudos utilizando tomografia computadorizada de feixe cónico, um fenótipo de parede espessa raramente está presente na região anterior do maxilar (23). A colocação imediata de implantes (após exodontia) deve ser efetuada sem retalho, para evitar um procedimento de retalho aberto. Comparado a colocação do implante imediato com retalho aberto e a colocação do implante sem retalho (após exodontia), demonstrou que há uma menor recessão de mucosa vestibular nos casos de implante imediato sem retalho (24, 25).

Uma elevada estabilidade do implante está positivamente associada a uma osteointegração bem-sucedida. Por conseguinte, é essencial avaliar a estabilidade inicial para assegurar a qualidade da osteointegração, uma vez que a estabilidade primária faz com que o processo de osteointegração ocorram de forma adequada, desde a primeira interface iniciada entre o coágulo e a superfície do implante (24, 25).

Nas últimas décadas, a implantologia oral tornou-se uma das opções terapêuticas mais amplamente utilizadas para tratar (parcial ou totalmente) pacientes com perda de dentes. Os implantes dentários servem como raízes artificiais nos ossos dos maxilares, suportando, assim, mecanicamente vários tipos de próteses fixas e/ou removíveis. Consequentemente, a sua estabilidade mecânica bem estabelecida constitui a base biológica para a sua utilização bem-sucedida, na clínica quotidiana. Imediatamente após a colocação do implante deve ser alcançada a estabilidade primária do implante através da retenção mecânica do implante no osso circundante, estabelecendo a cicatrização óssea gradual. (26).

A estabilidade primária desempenha um papel principal para a estabilidade do implante durante a primeira semana após a colocação do implante e, posteriormente, diminui significativamente para níveis mínimos em cerca de 2 semanas pós-operatórias (25-26).

Enquanto a estabilidade primária dos locais de contacto é estabelecida por técnicas cirúrgicas apropriadas, a estabilidade secundária baseia-se num processo biológico, a osteointegração, durante o qual um novo contacto ósseo estrutural e fisiológico entre as superfícies do implante e os tecidos ósseos circundantes pré-existentes e neoformados é formado por atividades osteogénicas inerentes (25-26).

O grau de estabilidade secundária aumenta em 2,5 semanas após a colocação do implante para atingir um nível mais alto de 5 ou 6 semanas após a colocação do implante (27).

Todo o processo de transição da fase de estabilidade primária, inicialmente dominante, para a fase de estabilidade secundária, finalmente dominante, dura cerca de 5-8 semanas (27).

#### 1.6. Quociente de estabilidade do implante

Nos finais dos anos 90 do século XX, surgiram as primeiras publicações de artigos de autoria de Lars Sennerby e Neil Meredith, onde apresentavam um instrumento de avaliação da estabilidade nas diversas fases da osteointegração. Lennart e Anders Petterson criaram e desenvolveram o aparelho Osstell®, que presentemente se encontra na sua quinta versão. O ISQ - *Quociente de Estabilidade do Implante*, é medido através da irradiação eletromagnética de um SmartPeg® do qual se pode acompanhar a evolução da estabilidade mecânica (primária) para a estabilidade biológica (secundária). É uma peça de alumínio com um íman na ponta, que é aparafusado no hexágono/conexão externa ou hexágono/conexão interna do implante, dependendo do tipo de conexão do implante em questão (25).

Os quocientes de ISQ são obtidos na prática clínica dentária numa base não invasiva através da medição rápida da frequência de ressonância após a colocação cirúrgica dos implantes. Os valores ISQ são utilizados como indicadores da

estabilidade mecânica dos implantes e acredita-se que tenham poder preditivo para o resultado clínico (26). Na prática clínica, são utilizadas avaliações de ISQ como um indicador de prognóstico para uma possível falha do implante (28). Nos últimos anos, a análise da frequência da ressonância tornou-se numa das técnicas mais utilizadas para avaliar a estabilidade do implante na prática clínica. Esta é executada através da medição da resposta de um elemento piezo-cerâmico a um estímulo de vibração constituído por pequenos sinais sinusoidais no intervalo de 5-15 kHz, em passos de 25 Hz sobre o outro elemento. A amplitude do pico da resposta é, então, codificada num parâmetro denominado ISQ que varia de 0 a 100. O valor ISQ reflete positivamente a estabilidade mecânica geral de um implante. Uma análise mais detalhada dos valores ISQ registados ajuda na decisão de carga imediata ou não do implante e avalia a probabilidade de sobrevivência a longo prazo dos implantes dentários. Os valores ISQ estão, no entanto, sob a influência de um grande número de fatores clínicos e biológicos (27, 28).

Métodos clássicos de referência para avaliar a estabilidade do implante são as radiografias ou a análise microscópica, torque de remoção, *push-through* e *pull-through*, ao longo do tempo foram propostos outros métodos, como a avaliação do torque do implante e o ISQ, que tem a capacidade de monitorizar a osteointegração e o sucesso de um implante. O ISQ é uma ferramenta clínica e de diagnóstico valiosa que tem grande alcance na implantologia (28-30).

Segundo as recomendações da Escala Osstell ISQ, o valor de ISQ baseia-se na medição de análise de frequência de ressonância (RFA), sendo este um valor um número inteiro entre 0 e 100, onde 4 estadios fundamentais foram determinados para expor as fases da osteointegração. O estadio mais baixo tem um resultado <60, no qual o implante tem estabilidade fraca. No estadio seguinte, denominado de tradicional, incluem os valores entre 60 e 64, no qual o implante precisa de tempo de cicatrização sem carga. O estadio entre 65 e 69 é indicado como o de carga precoce, onde o médico dentista decide qual o tempo ideal para carregar o implante, por exemplo, quando o ISQ tiver o valor de 65 pode se fazer carga sobre implantes ferulizados em prótese total, mas, não em unitária. O estadio com valor  $\geq 70$ , onde o implante está estável no osso, é considerado o ideal para carga de implantes imediatos unitários (30-33).

A estabilidade dos implantes desempenha um papel fundamental para uma osteointegração bem-sucedida. Uma osteointegração bem-sucedida é um pré-requisito para implantes dentários funcionais. A monitorização contínua de uma forma objetiva e qualitativa é importante para determinar o estado da estabilidade do implante, que é medida em duas fases diferentes: primária e secundária (34). A estabilidade primária resulta do envolvimento mecânico com o osso cortical e a estabilidade secundária é desenvolvida a partir da regeneração e remodelação do osso e do tecido em redor do implante após a inserção e é afetada pela estabilidade primária, formação e remodelação ósseas. O tempo de carga funcional depende da estabilidade do implante (34-35). Por conseguinte, um dos métodos atualmente disponíveis para a avaliação da estabilidade dos implantes é o ISQ (ISQ de 0 a 100) utilizado (35). Quando utilizado no momento da colocação do implante, fornece uma leitura de base para a comparação futura e colocação pós-cirúrgica do implante. Atualmente, o Osstell (Integration Diagnostic AB, Goteborg, Suécia), um produto comercializado que utiliza o conceito de RFA, traduziu a frequência de ressonância que varia entre 3000 e 8500 Hz como o ISQ de 0-100 (35-37).

## 1.7. Objetivos

### Objetivos principais

1. Avaliar a evolução do ISQ após colocação tardia de implantes dentários.
2. Comparar o sucesso ou insucesso do implante mediante as decisões de carga com base nas leituras do ISQ.

### Objetivos secundários

1. Avaliar a relação do torque com o ISQ inicial.
2. Avaliar a relação das outras variáveis registadas com o sucesso do implante e com o valor de ISQ.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**



Este estudo clínico retrospectivo foi efetuado com recurso uma amostra de conveniência, composta por pacientes adultos (>18 anos de idade) tratados com implantes dentários tardios no período entre outubro de 2022 e abril de 2023 na clínica privada do Professor Doutor Bruno Leitão de Almeida.

O recrutamento dos pacientes foi realizado independentemente da investigação, de acordo com os critérios de inclusão: pacientes submetidos à colocação tardia de implantes dentários e dispostos a assinar a declaração de consentimento informado. Como critérios de exclusão são pacientes com doenças ósseas sistémicas, fumadores, pacientes grávidas ou sob tratamento com medicamento que possam potencialmente alterar o metabolismo ósseo.

A variável dependente do presente estudo é a estabilidade mecânica do implante, tendo em conta as duas avaliações ISQ1 e ISQ2, e as variáveis independentes: a idade, o género, a zona do implante colocado, tipo de osso (tipo I, II, III e IV), utilização de membrana, diâmetro do implante, comprimento, a realização/tipo de carga imediata e valor de torque de inserção.

Os casos incluídos nesta amostra foram previamente realizados de acordo com o seguinte procedimento cirúrgico (caso modelo é apresentado no anexo 1) que incluiu: anestesia local com articaína; incisão muco periosteal linear da crista alveolar e elevação do retalho muco periosteal; inserção dos implantes dentários no local de acordo com o protocolo cirúrgico preconizado pelo fabricante (Anyridge, MegaGen Implant, Daegu, Coreia do Sul); Primeira leitura do ISQ (ISQ 1) com Mega ISQ II (MegaGen Implant, Daegu, Coreia do Sul) com recurso a SmartPeg 67® em quatro direções (vestibular, lingual, mesial, distal); Sutura do retalho, com utilização de fio de supramida 4/0. Instruções pós-operatórias ao paciente, cuidados pós-operatórios, higienização com clorexidina e medicado com ibuprofeno 600mg. A sutura foi removida após 8 dias. A segunda leitura de ISQ (ISQ 2) foi realizada 3 meses após fase cirúrgica, seguindo a mesma metodologia descrita.

Foi obtido o parecer positivo do projeto nº 240 pela Comissão de Ética para a Saúde da Universidade Católica Portuguesa (Anexo 2).

No presente estudo, após a recolha dos dados foi realizada a codificação e a sua inserção na base de dados no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 26.0, tendo-se, assim, realizado o tratamento estatístico,

em conformidade com os objetivos do estudo. Recorreu-se à estatística descritiva para calcular as frequências absolutas (n) e percentuais (%), algumas medidas de tendência central: medidas de tendência central: Média (M); medidas de dispersão: Desvio padrão ( $\pm$ ). Na escolha das técnicas estatísticas, nomeadamente dos testes, atendeu-se à natureza e características das variáveis envolvidas. Fez-se igualmente uso da estatística inferencial, formulando-se algumas relações entre as variáveis, que foram testadas através de testes não paramétricos, nomeadamente testes U de Mann-Whitney, Testes de Kruskal-Wallis e Correlações de Spearman, considerando-se, em todos os testes, os valores de significância de 5%,  $p < 0.05$ .

### **3. RESULTADOS**



Optou-se por testar através de testes não paramétricos, uma vez que não existe uma distribuição normal do ISQ1 e ISQ2 e a amostra é significativamente reduzida (n=28), como mostra a seguir o teste da normalidade Shapiro-Wilk. Assim, verificou-se que a distribuição de dados referentes ao ISQ1 e ISQ2 não se encontra enquadrada na normalidade ( $p < 0,05$ ) (tabela 1). Visto isto, e pela análise dos gráficos (1), assumiu-se a inexistência de uma distribuição normal ou próximo do normal, o que limitou de certa forma a utilização de medidas estatísticas paramétricas.

Tabela 1. Teste de normalidade de Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk	
	Estadísticas	p
ISQ1	0,113	0,000
ISQ2	0,185	0,016

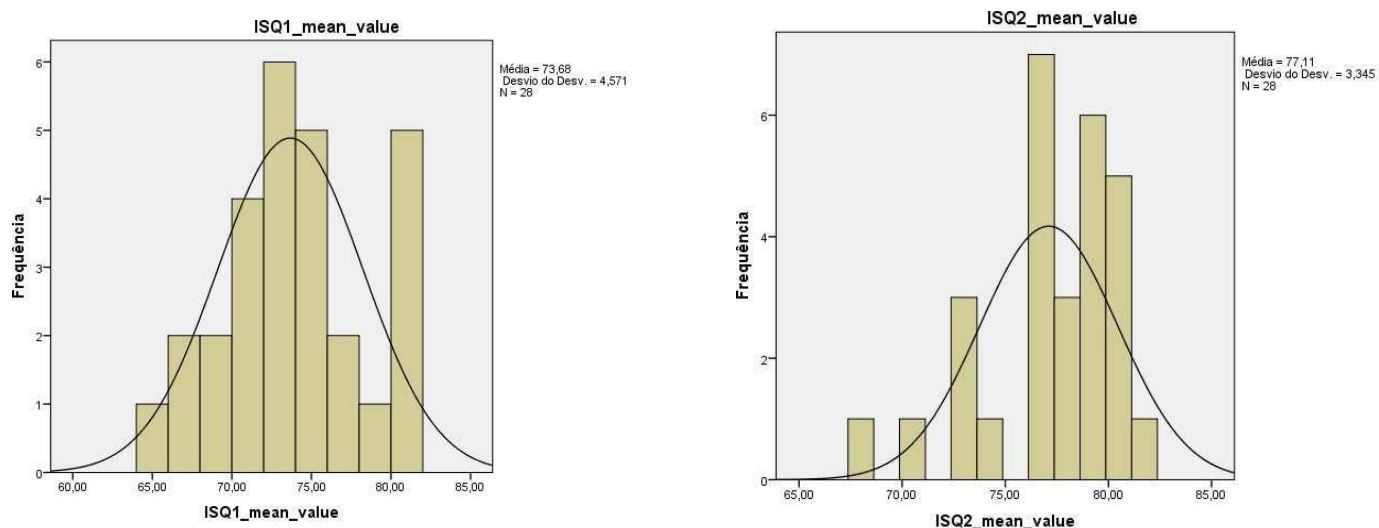


Figura 1 – Histogramas relativos ao ISQ1 e ISQ2, com curva de normalidade

Entre os 28 pacientes, prevalecem os que possuem idade entre os 51-60 anos (n=11; 39,3%), seguindo-se os que se situam na faixa etária dos 41-50 anos (n=7; 25,0%), com uma média de 52,68 anos ( $\pm 11,94$  anos), a oscilar entre um mínimo de 34 anos e um máximo de 78 anos. Quanto ao género, 15 pacientes (53,6%) são mulheres e 13 homens (46,4%) (cf. tabela 2).

*Tabela 2. Caracterização sociodemográfica dos pacientes*

Pacientes	N=28 (100,0%)			
	Média (N)	Desvio-padrão %	Mínimo	Máximo
<b>Idade</b>				
31-40 anos	4	14,3		
41-50 anos	7	25,0		
51-60 anos	11	39,3		
61-70 anos	3	10,7		
71-80 anos	3	10,7		
<b>Género</b>				
Masculino	13	46,4		
Feminino	15	53,6		

Na tabela 3 apresentam-se os resultados de 28 pacientes, tendo em conta a zona do implante colocado, tipo de osso (tipo I, II, III e IV), utilização de substituto ósseo, utilização de membrana, diâmetro e comprimento do implante, realização/tipo de carga imediata, valor de torque de inserção, valor de ISQ 1 e de ISQ 2.

Os dentes que com maior frequência foram reabilitados por implantes dentários na amostra, foram os molares inferiores (n=10; 35,7%), seguindo-se os pré-molares superiores em 8 pacientes (28,6%). Correspondentemente, o tipo de osso mais frequente, de acordo com a classificação de Misch (19) foi com igual percentagem os tipos III e IV (n=12; 42,9%) Na maioria dos implantes (n=26; 92,9%) não foi colocado qualquer substituto ósseo nem membrana (n=17; 94,4%). O diâmetro do implante mais utilizado foi de 4,0 mm (n=17; 60,7%), com uma variação, na amostra total, tendo sido utilizado implantes com diâmetros compreendidos entre 3,5mm (n=10; 35,7%) e 4,5mm (n=1; 3,6%). No que diz respeito ao comprimento de implante utilizado, a maior prevalência foi de 11,5 mm (n=7; 38,9%) e de 10,0 mm (n=6; 33,3%). Na maioria dos casos não foi realizada carga imediata (n=23; 82,1%). Aplicou-se carga em relação com sobredentadura (7,1%) e carga unitária em 3

casos (10,7%). Em relação ao parâmetro do torque, as forças avaliadas no torquímetro foram sobretudo entre 35 e 45N/cm<sup>2</sup>. Assim, 7,2% dos implantes apresentaram torque inferior a 35N, entre 35 a 45 Newton localizaram-se a maioria dos casos (n=22; 78,5%) e apenas 14,3% dos implantes (N=4) apresentaram torque de inserção acima de 45 N/cm<sup>2</sup>. Foi obtido sucesso em todos os casos exceto num paciente (96,4% de sucesso).

*Tabela 3. Resultados descritivos*

<b>Pacientes</b>	<b>N=28 (100,0%)</b>	
	<b>(N)</b>	<b>%</b>
<b>Zona do implante</b>		
Molares superiores	3	10,7
Pré-molares superiores	8	28,6
Incisivos e caninos superiores	1	3,6
Molares inferiores	10	35,7
Pré-molares inferiores	3	10,7
Incisivos e caninos inferiores	3	10,7
<b>Tipo de osso</b>		
I	3	10,7
II	1	3,6
III	12	42,9
IV	12	42,9
<b>Xeno-enxerto</b>		
Não	26	92,9
Sim	2	7,1
<b>Membrana</b>		
Não	27	94,4
Sim	1	5,6
<b>Diâmetro implante (mm)</b>		
3,5	10	35,7
4,0	17	60,7
4,5	1	3,6
<b>Comprimento implante (mm)</b>		
7,5	1	5,6
8,5	3	16,7
10,0	6	33,3
11,5	7	38,9
13,0	1	5,6
<b>Carga imediata</b>		
	<b>(N)</b>	<b>%</b>
Não	23	82,1
Sim	5	17,9
<b>Tipo de carga imediata</b>		
Não realizada	23	82,1
Sobredentadura	2	7,1
Unitária	3	10,7
<b>Torque (N/cm<sup>2</sup>)</b>		
25	1	3,6
30	1	3,6
35	10	35,7

	40	2	7,1		
	45	10	35,7		
	45+	4	14,3		
<b>ISQ 1</b>					
	64,00	1	3,6		
	67,00	2	7,1		
	69,00	2	7,1		
	70,00	4	14,3		
	72,00	2	7,1		
	73,00	2	7,1		
	74,00	3	10,7		
	75,00	4	14,3		
	77,00	2	7,1		
	79,00	1	3,6		
	80,00	4	14,3		
	81,00	1	3,6		
		<b>Média</b>	<b>Desvio-padrão</b>	<b>Minímo</b>	<b>Máximo</b>
		73,67	4,57	64,00	81,00
<b>ISQ 2</b>					
	68,00	1	3,6		
	70,00	1	3,6		
	73,00	3	10,7		
	74,00	1	3,6		
	76,00	5	17,8		
	77,00	4	14,3		
	78,00	1	3,6		
	79,00	5	17,8		
	80,00	4	14,3		
	81,00	2	7,1		
	82,00	1	3,6		
		<b>Média</b>	<b>Desvio-padrão</b>	<b>Minímo</b>	<b>Máximo</b>
		77,10	3,34	68,00	82,00
<b>Sucesso</b>					
	Sim	27	96,4		
	Não	1	3,6		

Procedeu-se à comparação dos resultados da estabilidade mecânica do implante por género, idade, zona de implante e tipo de osso. Para tal, realizaram-se testes de Kruskal-Wallis e de Mann-Whitney, consoante as características das variáveis em causa. Assim, pela observação das ordenações médias e equivalentes valores médios do ISQ1, constatou-se que os pacientes do género feminino, os que possuíam idade entre os 31-40 anos, cuja zona de implante foi o grupo 4, (molares inferiores), e osso do tipo III apresentaram uma estabilidade inicial do implante mais elevada. Contudo, com ausência de diferenças estatísticas significativas para qualquer uma das variáveis independentes ( $p > 0,05$ ). Já para o ISQ2, pela observação das ordenações médias e equivalentes valores médios, constatou-se que os homens, pacientes na faixa etária dos 71-80 anos, com zona de implante do grupo 5 (pré-molares) inferiores e com osso do tipo III foram os que manifestaram um maior coeficiente de estabilidade do implante. Porém, também com ausência de

diferenças estatísticas significativas para qualquer uma das variáveis independentes ( $p > 0,05$ ) (cf. tabela 4)

Tabela 4. Resultados do ISQ 1 e 2 relativos ao género, idade, zona de implante e tipo de osso

Variáveis	ISQ1		ISQ2		Teste		
	Ordenação média	Média	Ordenação média	Média			
<b>Género</b>	Masculino	13,96	73,50	15,77	77,58	Mann-Whitney	
	Feminino	14,97	73,83	13,40	76,70		
	(p)	0,751		0,467			
<b>Idade</b>	31-40 anos	20,25	77,38	16,00	77,00	Kruskal-Wallis	
	41-50 anos	10,57	71,57	14,71	77,36		
	51-60 anos	14,77	73,54	13,00	76,61		
	61-70 anos	14,50	74,00	15,83	77,33		
	71-80 anos	15,00	73,83	16,17	78,25		
	(p)	0,462		0,950			
<b>Zona de impante</b>	Molares superiores	15,33	74,03	12,17	76,50	Kruskal-Wallis	
	Pré-molares superiores	10,94	71,50	13,38	76,72		
	Incisivos e caninos superiores	14,50	73,80	14,50	77,50		
	Molares inferiores	17,65	75,65	17,30	77,88		
	Pré-molares inferiores	15,00	73,83	16,17	78,25		
	Incisivos e caninos inferiores	12,17	72,33	8,83	74,92		
	(p)	0,657		0,683			
	<b>Tipo de osso</b>	I	12,17	72,33	8,83		74,92
II		14,50	73,80	14,50	77,50		
III		17,13	75,29	17,00	77,90		
IV		12,46	72,38	13,42	76,83		
(p)		0,527		0,432			

Procedeu-se também à comparação dos resultados da estabilidade do implante com a utilização de xeno-enxerto, membrana, diâmetro do implante, comprimento do implante, a realização/tipo de carga imediata e, valor de torque de inserção. Foram realizados testes de Kruskal-Wallis e de Mann-Whitney, em conformidade com as características das variáveis em causa. Assim, pela observação das ordenações médias e equivalentes valores médios do ISQ1, registou-se que os pacientes com utilização de xeno-enxerto, utilização de membrana, sem carga imediata, apresentaram maior estabilidade do implante. Contudo, com ausência de diferenças estatísticas significativas para qualquer uma das variáveis ( $p > 0,05$ ). Pela observação das ordenações médias e equivalentes valores médios do ISQ2, observou-se que os pacientes sem substituto ósseo, sem utilização de membrana, sem carga imediata e com sucesso apresentaram maior

estabilidade do implante. Porém, também com ausência de diferenças estatísticas significativas para qualquer uma das variáveis ( $p > 0,05$ ) (cf. tabela 5).

*Tabela 5. Resultados da estabilidade do implante relativos ao xeno-enxerto, utilização de membrana, carga imediata, tipo de carga imediata e sucesso*

Variáveis		ISQ1		ISQ2		Teste
		Ordenação média	Média	Ordenação média	Média	
<b>Xeno-enxerto</b>	Sim	15,25	74,00	6,50	74,63	Mann-Whitney
	Não	14,44	73,65	15,12	77,30	
	<b>(p)</b>	0,894		0,190		
<b>Utilização de membrana</b>	Sim	15,25	74,00	6,50	74,63	Mann-Whitney
	Não	14,44	73,65	15,12	77,30	
	<b>(p)</b>	0,894		0,190		
<b>Carga imediata</b>	Sim	9,70	71,20	12,70	76,50	Mann-Whitney
	Não	15,54	74,21	14,89	77,24	
	<b>(p)</b>	0,154		0,600		
<b>Tipo de carga</b>	Não aplicável	15,54	74,21	14,89	77,24	Kruskal-Wallis
	Carga total/Sobre D.	9,00	71,00	11,75	76,00	
	Carga unitária	10,17	71,33	13,33	76,83	
	<b>(p)</b>	0,347		0,845		
<b>Sucesso</b>	Sim	14,00	73,40	14,96	77,37	Mann-Whitney
	Não	28,00	81,00	2,00	70,00	
	<b>(p)</b>	0,093		0,121		

Com o objetivo de avaliar como variam os coeficientes de estabilidade do implante nas duas medições, diâmetro do implante comprimento do implante e torque aplicado, efetuou-se uma Correlação de Spearman, de onde se salienta a existência de correlações positivas entre o diâmetro do implante e as duas medições. Apesar de não termos resultados estatísticos significativos, os mesmos sugerem que quanto maior o diâmetro do implante maior é a estabilidade do implante, isso ocorreu nas duas medições. O mesmo se passa com o torque aplicado, ou seja, quanto maior o grau do torque, maior foi a estabilidade do implante, isso também ocorreu nas suas medições. Já para o comprimento do implante registou-se correlações negativas, significando que quanto maior o comprimento do implante, menor a estabilidade do implante nas duas avaliações. Porém, com a inexistência de diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,05$ ) (cf. tabela 6).

*Tabela 6. Correlações de Spearman relacionando a estabilidade do implante com o diâmetro do implante, comprimento do implante e o torque*

Variáveis	ISQ1		ISQ2		Teste
	Rho	p	Rho	p	
Diâmetro do implante (mm)	0,184	0,349	0,333	0,083	Correlação de Spearman
Comprimento do implante (mm)	-0,051	0,797	-0,158	0,421	
Torque de inserção (N/cm <sup>2</sup> )	0,167	0,395	0,007	0,972	

Para avaliar a variação dos ISQ1 em função do ISQ2, efetuou-se uma Correlação de Spearman, de onde se salienta a existência de uma correlação positiva entre ambos, indicando que com o aumento do score do ISQ1, aumenta o score obtido no ISQ2 e vice-versa. Contudo, com ausência de diferenças estatísticas significativas (cf. tabela 7).

*Tabela 7. Correlações de Spearman relacionando o ISQ1 com o ISQ2*

Variáveis	ISQ 2		Teste
	Rho	p	
ISQ 1	0,137	0,486	Correlação de Spearman
(p)			



## **4. DISCUSSÃO**



A presente investigação foi concebida como um estudo clínico retrospectivo, realizado com recurso a uma amostra de conveniência, composta por pacientes adultos (>18 anos de idade) tratados com implantes dentários colocados em fase tardia, tendo como objetivos principais avaliar a evolução do ISQ após colocação tardia de implantes dentários e comparar o sucesso ou insucesso do implante mediante as decisões de carga com base nas leituras do ISQ

#### 4.1 ISQ

Os ISQ são obtidos na prática clínica dentária numa base não invasiva através da medição da frequência de ressonância rapidamente após a colocação dos implantes (36-37). Os valores ISQ são utilizados como indicadores da estabilidade mecânica dos implantes e acredita-se que têm poder preditivo para o resultado clínico (34), no entanto, Zix *et al.* (38) relatam que valor do ISQ pode expor resultados falso-positivos, estando dependente da forma como o implante é colocado, bem como do suporte ósseo alcançado.

Na nossa amostra de conveniência, foi medido o ISQ1 com recurso do SmartPeg 67® em quatro direções (vestibular, lingual, mesial e distal) com valor médio de  $73,67 \pm 4,57$ , enquanto na segunda leitura, após 3 meses, o valor médio do ISQ2 foi de  $77,10 \pm 3,34$ . O que demonstrou estabilidade mecânica em ISQ1 e estabilidade biológica em ISQ2, com um aumento entre eles, embora com ausência de diferença estatística significativa.

No seu estudo, Granić *et al.* (36), com uma amostra de 60 pacientes com colocação de implantes na região pré-molar do maxilar (30 implantes colocados imediatamente após a extração do dente e 30 implantes colocados em locais de osso cicatrizado), o ISQ foi obtido através da utilização do dispositivo Osstell Mentor, com registo no momento da colocação do implante (ISQ1) e 20 semanas após a colocação, no momento da carga do implante (ISQ2). Não foi realizada carga funcional durante o período de acompanhamento. Não foram registadas falhas nos implantes durante o período de acompanhamento de 6 meses. O valor médio do ISQ para a colocação imediata de implantes foi de 61,43 em ISQ1 e 66,23 em ISQ2. Os implantes colocados em osso cicatrizado apresentaram valores ISQ mais elevados em comparação com os implantes colocados imediatamente (o valor ISQ médio foi de 64,17 em ISQ1 e 68,83 em ISQ2). As diferenças nos valores médios de ISQ

foram estatisticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Após o período completo de osteointegração, a variação média do ISQ foi de 4,8 para os implantes colocados imediatamente em comparação com 4,66 para os implantes colocados em locais de osso cicatrizado (36). No nosso estudo, com uma amostra de 28 implantes, todos implantes colocados em locais de osso cicatrizado, o ISQ obtido no momento da colocação do implante (ISQ1) teve uma média 73,67; em apenas 5 implantes foi realizada carga imediata e 23 não foram carregados funcionalmente. Após 3 meses o ISQ2 teve um valor médio de 77,10 e apenas 1 implante falhou; Dos resultados, salienta-se a existência de uma correlação positiva entre ambos com aumento de 3,43% entre o ISQ1 para o ISQ2, contudo com ausência de diferenças estatísticas significativas, provavelmente por ser uma amostra reduzida.

#### **4.2 Carga/Tipo de carga**

No estudo de Ersanli *et al.* (39), a média de idade foi dos pacientes foi de 51,7 anos, total de 122 implantes, sendo 87 implantes colocados em osso cicatrizado e 35 implantes imediatos; nenhum implante com carga imediata. Para a estabilidade primária utilizou-se torque manual, leituras do ISQ imediatamente durante a colocação dos implantes. Aguardou-se um período de 3 meses para mandíbula e 6 meses para maxila para realizar novo registo de ISQ. Existiu sucesso em 120 implantes e 2 foram perdidos. Os autores concluíram que, nos dois implantes perdidos, o quociente de estabilidade caiu gradualmente até 40, o que se traduziu na mobilidade e, conseqüentemente, na perda do implante. Todos os implantes que foram colocados com cargas tardia obtiveram aumento do ISQ inicial comparado com 3 meses para mandíbula e 6 meses para maxila, com maior valor de ISQ na mandíbula. Quando comparado com o nosso estudo, onde não se aplicou carga em 23 implantes (82,1%), a nossa média de ISQ1 foi de 71,2 com aumento médio em ISQ2 para 76,5, contudo, este aumento médio não se traduziu em diferenças estatísticas significativas e não foi possível estabelecer mais relações dadas as características da amostra.

#### **4.3 Diâmetro do implante utilizado**

Segundo Swami *et al.*, de acordo com a literatura atual, os diâmetros dos implantes parecem influenciar a estabilidade primária e secundária do implante e, conseqüentemente, os valores do ISQ. Assim, quando o diâmetro do implante

aumenta, o valor do ISQ também aumenta, de acordo com algumas publicações (35,36). Todavia, há evidências que documentam a inexistência de diferenças estatisticamente significativas, indicando ausência de consenso a este nível (33).

No nosso estudo, em 17 pacientes (60,7%) o diâmetro dos implantes foi de 4,0mm; em 10 pacientes (35,7%) o diâmetro dos implantes utilizados foram de 3,5mm e apenas 3,6% dos implantes colocados foram de 4,5mm de diâmetro. Apesar de uma amostra pequena, quando o diâmetro do implante aumenta, os valores do ISQ também aumentam; quanto à correlação de Spearman, o valor-p em ISQ1 foi de 0,349 enquanto o valor-p em ISQ2 foi de 0,083 salientando-se uma correlação positiva entre as duas medições quando comparado com o diâmetro do implante, o que indica o aumento do *score*, contudo, sem diferença estatisticamente significativa.

#### **4.4 Torque de inserção**

No estudo de Cabaço et al. (40) e no que se refere à correlação entre os valores de ISQ e os valores do torque, para implantes de diâmetro 3,3 mm, foi registada uma relação forte, significativa e positiva entre as duas variáveis, indicando que “*quando uma variável aumenta, a outra também aumenta*”. Contudo, para os implantes de diâmetro 4,1 e 2,9 mm, a correlação não foi significativa.

Na nossa amostra, no que se refere à correlação entre o ISQ e torque de inserção (que se localizou entre 35 e 45 N/cm<sup>2</sup> para a maioria dos implantes: n=17, 4,0mm), efetuou-se uma correlação de Spearman, e salienta-se uma correlação positiva, embora sem diferença estatística significativa (p>0,05). Evidências de estudos clínicos, como é exemplo o estudo de Kotsovilis *et al.* (39), revelam que em casos de pacientes com implantes de diâmetros inferiores, menor que 3,0 mm, promovem suficiente estabilidade primária em casos com volume ósseo limitado.

#### **4.5 Comprimento do implante utilizado**

Barikani *et al.* (41), com base no seu estudo, referem que o aumento do comprimento do implante tem um papel essencial na redução do *stress* ósseo, aumentando a estabilidade do implante em ossos de tipo IV. No presente estudo, o comprimento do implante com maior prevalência foi de 11,5 mm. Efetuou-se a Correlação de Spearman, demonstrando que apesar de não termos resultados

estatísticos significativos, os mesmos sugerem que quanto maior o comprimento do implante menor é a estabilidade do implante, no ISQ 1 e ISQ2; O estudo de Han *et al.* (42) sugere que a colocação de implantes com maior dimensão pode ser uma estratégia para aumentar a estabilidade primária. Todavia, Miyamoto *et al.* (43), com base no seu estudo, referem que o uso de implantes de maior dimensão não é eficiente para o aumento da estabilidade primária.

#### **4.6 Sucesso**

Granić *et al.* (36), com uma amostra de 60 implantes, não registou qualquer insucesso nos implantes no período de acompanhamento; O valor médio do ISQ para a colocação imediata de implantes foi de 61,43 em ISQ1 e 66,23 em ISQ2. No estudo de Ersanli *et al.* (39), com uma amostra de 122 implantes, sendo 87 implantes colocados em osso cicatrizado e 35 implantes imediatos existiu sucesso em 120 implantes e 2 foram perdidos. Zix *et al.* (38) relatam que valor do ISQ pode expor resultados falso-positivos, estando dependente da forma como o implante é colocado, bem como do suporte ósseo alcançado. Comparado com os autores referenciados, nossos resultados estão em conformidade, uma vez que obtivemos uma taxa de sucesso de 96,4% em 28 pacientes.

#### **4.7 Correlação ISQ e torque de inserção**

Na nossa amostra, no que se refere à correlação entre o ISQ e Torque de inserção, constatou-se a existência de correlações positivas entre o torque e ambos os ISQ1 e ISQ2. Isto significa que, com o aumento do torque de inserção aumentou o score obtido nos valores médios de ambos os ISQ, apesar de se ter constatado que a correlação seja mais forte na relação com o ISQ1 ( $\rho=0,167$ ) do que com o ISQ2 ( $\rho=0,007$ ). De qualquer forma, constatou-se a ausência de diferenças estatísticas significativas em qualquer uma das relações ( $p>0,05$ ).

#### **4.8 Limitações do estudo**

Ao longo do presente estudo foram encontradas algumas limitações, sendo a mais evidente tratar-se de uma amostra de conveniência e de dimensão reduzida. A

falta de significância estatística obtida estará, provavelmente, relacionada a este último factor. Outra limitação prende-se com o facto de ter sido usado apenas um modelo de implante, não tendo sido abordado os efeitos que o macro-design e o micro-design do implante podem ter sobre a evolução da estabilidade de um implante dentário.

#### **4.9 Aplicações clínicas**

Como aplicações para a prática clínica, há a referir a aparente utilidade no registo do ISQ após a colocação de implantes dentários e o acompanhamento da osteo-integração do implante, permitindo a escolha adequada do momento da reabilitação- provisória ou definitiva- de acordo com os valores registados e o tipo de reabilitação.

#### **4.10 Investigações futuras**

Neste sentido, será importante replicar-se este estudo, numa investigação futura, com uma amostra maior, com diferentes implantes, diferentes macro e micro-geometrias e superfícies, colocações em momentos diferentes. Também poderemos avaliar a estabilidade de implantes que apresentem patologia, nomeadamente peri-implantite, para melhor determinar o momento de perda do implante, a sobrevivência e o sucesso.



## **5. CONCLUSÃO**



## Conclusões

- Registou-se uma correlação positiva entre os valores médios de ISQ 1 ( $73,67 \pm 4,57$ ) e ISQ 2 ( $77,10 \pm 3,34$ ), porém com ausência de diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

- Os valores médios de ISQ 2 na presente amostra referem-se a uma taxa de sucesso de 96,4%.

- A comparação dos resultados de ISQ 1 e 2 por realização/tipo de carga, género, idade, zona de implante, tipo de osso, realização ou não de procedimentos regenerativos, torque de inserção, comprimento e diâmetro de implante não apresentou diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,05$ ) embora apresentando uma correlação positiva para todas as variáveis, exceto o comprimento do implante.

- Os pacientes do género feminino com idade entre os 31-40 anos, substituição de molares inferiores em osso do tipo III, apresentaram uma estabilidade do implante mais elevada em ISQ1; contudo, com ausência de diferenças estatísticas significativas para qualquer uma das variáveis ( $p > 0,05$ ).

- Os pacientes do género masculino, na faixa etária dos 71-80 anos, substituição de pré-molares inferiores em osso do tipo III, apresentaram uma maior estabilidade do implante em ISQ2; contudo, com ausência de diferenças estatísticas significativas para qualquer uma das variáveis ( $p > 0,05$ ).



## 6. BIBLIOGRAFIA



1. Abraham CM. A brief historical perspective on dental implants, their surface coatings and treatments. *Open Dent J.* 2014;8:50-5.
2. Amorim A, Claudio C R, Milton D, Neto F, Da Cruz F. Implantodontia: Histórico, Evolução e Atualidades. *Rev. Mult. Psic.* 2019;13(45):36-48.
3. Linkow LI, Dorfman JD. Implantology in dentistry. A brief historical perspective. *N Y State Dent J.* 1991; 57(6):31-5.
4. Goto T. Osseointegration and dental implants. *Clin Calcium.* 2014 Feb;24(2):265-71.
5. Jayesh RS, Dhinakarsamy V. Osseointegration. *Journal of pharmacy & bioallied sciences.* 2015;7 Suppl 1:S226–S229.
6. Von Wilmsky C, Moest T, Nkenke E, Stelzle F, Schlegel KA. Implants in bone: part I. A current overview about tissue response, surface modifications and future perspectives. *Oral Maxillofac Surg.* 2014;18(3):243-57.
7. LeGeros RZ, Craig RG. Strategies to affect bone remodeling: osteointegration. *J Bone Miner Res.* 1993;8(2):S583-96.
8. Sul YT, Johansson CB, Jeong Y, Röser K, Wennerberg A, Albrektsson T. Oxidized implants and their influence on the bone response. *J Mater Sci Mater Med.* 2001; 12(10-12):1025-31.
9. Mavrogenis AF, Dimitriou R, Parvizi J, Babis GC. Biology of implant osseointegration. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2009;9(2):61-71.
10. Schierano G, Canuto RA, Navone R, Peirone B, Martinasso G, Pagano M, Maggiora M, Manzella C, Easton M, Davit A, Trombetta A, Amedeo S, Biolatti B, Carossa S, Preti G. Biological factors involved in the osseointegration of oral titanium implants with different surfaces: a pilot study in minipigs. *J Periodontol.* 2005; 76(10):1710-20.
11. Hao CP, Cao NJ, Zhu YH, Wang W. The osseointegration and stability of dental implants with different surface treatments in animal models: a network meta-analysis. *Sci Rep.* 2021;11(1):13849.
12. 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;68(1):135–52.
13. Lee MH, Oh N, Lee SW, Leesungbok R, Kim SE, Yun YP, et al. Factors influencing osteoblast maturation on microgrooved titanium substrata. *Biomaterials.*

2010;31(14):3804–15

14. 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;20(3):e316-25.
15. Barone A, Ricci M, Tonelli P, Santini S, Covani U. Tissue changes of extraction sockets in humans: a comparison of spontaneous healing vs. ridge preservation with secondary soft tissue healing. *Clin Oral Implants Res*. 2013;24(11):1231-7.
16. Chappuis V, Araújo MG, Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. *Periodontol* 2000. 2017;73(1):73-83.
17. Harrison KD, Cooper DM. Modalities for visualization of cortical bone remodeling: The past, present, and future. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2015;11(6):122.
18. He J, Zhao B, Deng C, Shang D, Zhang C. Assessment of implant cumulative survival rates in sites with different bone density and related prognostic factors: an 8-year retrospective study of 2,684 implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;30(2), 360–371.
19. Misch CE. Bone Density: A Key determinant for clinical success. In Misch, C. E. (Ed.), *Dental Implants Prosthetics* (pp 130-135). 2005. Saint Louis, EUA: Mosby, Inc.
20. Weng D, Stock V, Schliephake H. Are socket and ridge preservation techniques at the day of tooth extraction efficient in maintaining the tissues of the alveolar ridge? Systematic review, consensus statements and recommendations of the 1st DGI consensus conference in September 2010, Aerzen, Germany. *Eur J Oral Implantol* 2011;4 Suppl:s59-s66.
21. Tan W, Wong T, Wong M, Lang N. A systematic review of postextraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Impl Res*. 2012;23 Suppl.5: 1-21.
22. Fugazzotto P. A retrospective analysis of immediately placed implants in 418 sites exhibiting periapical pathology: results and clinical considerations. *Int Oral Maxillofac Implants* 2012; 27:192 – 202.
23. 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;73(1):84-102.

24. 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;5(4):162-7.

25. Raghavendra S, Wood MC, Taylor TD. Early wound healing around endosseous implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20(3):425-31.

26. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont.* 1998;11(5):491-501.

27. Dottore, A. M., Kawakami, P. Y., Bechara, K., Rodrigues, J. A., Cassoni, A., Figueiredo, L. C., Shibli, J. A. Stability of implants placed in augmented posterior mandible after alveolar osteotomy using resorbable nonceramic hydroxyapatite or intraoral autogenous bone: 12-month follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;16(3): 330–336.

28. Lozano-Carrascal N, Salomo-Coll O, Gilabert-Cerda M, Farre-Pages N, Gargallo-Albiol J, Hernandez-Alfaro F. Effect of implant macro-design on primary stability: A prospective clinical study. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal.* 2016;e214–e221.

29. Deng B, Tan KB, Liu GR, Lu Y. Influence of osseointegration degree and pattern on resonance frequency in the assessment of dental implant stability using finite element analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants.* 2008;23:1082-1088

30. Huang HG, Wu G, Hunziker H. The clinical significance of implant stability quotient (ISQ) measurements: A literature review. *Journal of oral biology and craniofacial research;* 2020;10(4):629–638.

31. Pammer D. Calculating ISQ primary stability of a dental implant through micromotion. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering.* 2020; 64(1):43–50.

32. Andersson, P., Pagliani, L., Verrocchi, D., Volpe, S., Sahlin, H., & Sennerby, L. Factors influencing resonance frequency analysis measurements and 5-year survival of neoss dental implants. *International Journal of Dentistry,* 2019, 1–9.

33. Wada, M., Tsuiki, Y., Suganami, T., Ikebe, K., Sogo, M., Okuno, I., & Maeda, Y. (2015). The relationship between the bone characters obtained by CBCT and primary stability of the implants. *International Journal of Implant Dentistry,* 1(1), 3.

34. Huang H, Wu G, Hunziker E. The clinical significance of implant stability

quotient (ISQ) measurements: A literature review. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2020 Oct-Dec;10(4):629-638.

35. Swami V, Vijayaraghavan V, Swami V. Current trends to measure implant stability. *J Indian Prosthodont Soc.* 2016 Apr-Jun;16(2):124-30.

36. Granić M, Katanec D, Vučićević Boras V, Sušić M, Jurič IB, Gabrić D. Implant stability comparison of immediate and delayed maxillary implant placement by use of resonance frequency analysis--a clinical study. *Acta Clin Croat.* 2015 Mar;54(1):3-8.

37. Raghavendra S, Wood MC, Taylor TD. Early wound healing around endosseous implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20(3):425-31.

38. Zix J, Kessler-Liechti G, Mericske-Stern R. Stability measurements of 1-stage implants in the maxilla by means of resonance frequency analysis: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20(5):747-52

39. Ersanli S, Karabuda C, Beck F, Leblebicioglu B. Resonance Frequency Analysis of One- Stage Dental Implant Stability During the Osseointegration Period. *Journal of Periodontology.* 2005, 76(7):1066–1071.

40. Cabaço TM. Estabilidade Primária em Implantes de Diâmetro Reduzido – Um estudo in vitro [Tese de Mestrado]. Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Dentária. 2019.

41. Barikani H, Rashtak S, Akbari S, Badri S, Daneshparvar N, Rokn A. The effect of implant length and diameter on the primary stability in different bone types. *J Dent (Tehran).* 2013;10(5):449-55.

42. Han J, Zhang X, Tang Z, Zhang L, Shi D, Meng H. A prospective, multicenter study assessing the DENTSPLY Implants, OsseoSpeed() TX, length 6 mm in the posterior maxilla and mandible: a 1-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(4):452-7.

43. Miyamoto I, Tsuboi Y, Wada E, Suwa H, Iizuka T. Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery--clinical, prospective, biomechanical, and imaging study. *Bone.* 2005;37(6):776-80.

## APÉNDICE



Apêndice 1. Caso clínico ilustrativo



Fig. 1 Pré-operatório (região de 14 e 15)



Fig. 2 Retalho em envelope de espessura total



Fig. 3 Radiografia de controle de posicionamento com pinos paralelizadores

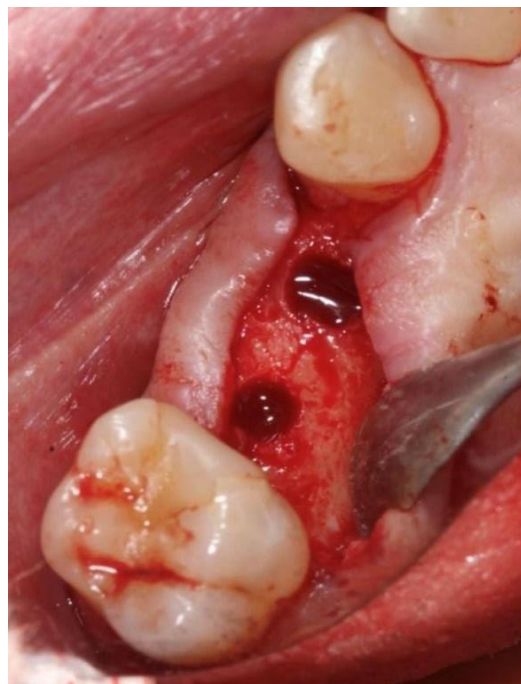


Fig. 4 Após preparação dos leitos implantares

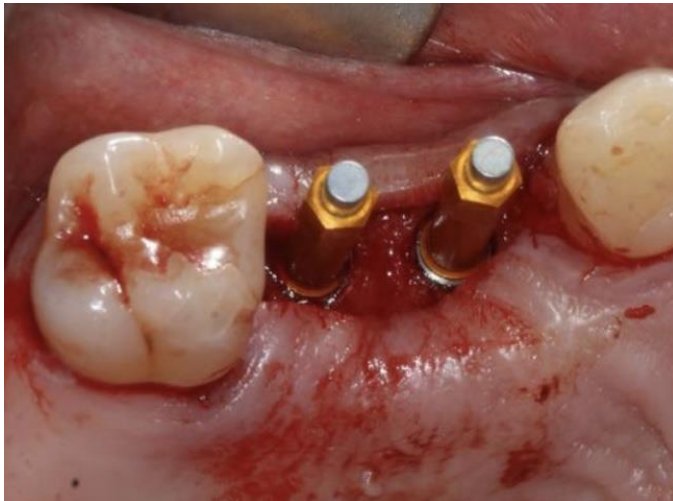


Fig. 5 SmartPeg modelo 67® aparafusado aos implantes para medição de ISQ 1 com o Mega ISQ II

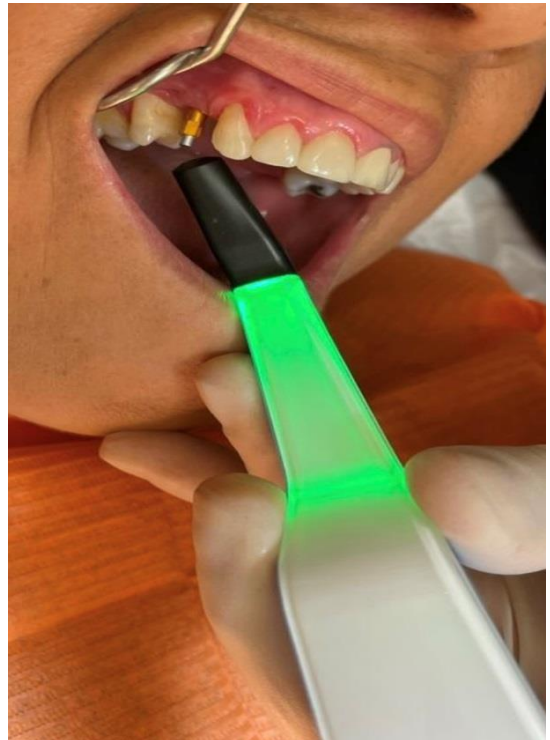


Fig.6 Ilustrativa com Mega ISQ II a medir o ISQ2.



Fig. 7 Parafusos de cicatrização e sutura

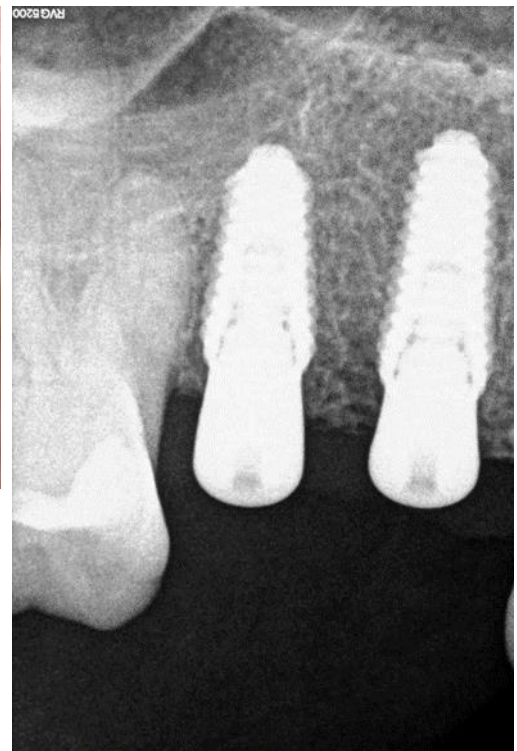


Fig. 8 Radiografia final imediatamente após cirurgia


## **ANEXOS**



# Anexo 1. Parecer Ético da Comissão de Ética para Saúde da Universidade Católica Portuguesa



**Parecer sobre o projeto nº 240**  
Comissão de Ética para a Saúde da Universidade Católica Portuguesa  
Mandato 2019/2023

<b>Projeto de Investigação</b> Na reunião do dia 15 de dezembro de 2022 a CES-UCP esteve reunida e apreciou do ponto de vista ético os elementos submetidos pelo investigador principal. Após apreciação redige o parecer que agora se apresenta.
<b>Título:</b> Evolução do ISQ após colocação tardia de implantes dentários.
<b>Investigador Principal:</b> Doutor Bruno Morais Leitão de Almeida <b>Outros Investigadores:</b> Tales Spessoto (mestrando) e Tiago Borges (doutorado)
<b>Resumo:</b> Este estudo tem como objetivo (i) Avaliar a evolução do quociente de estabilidade do implante ISQ após colocação de implantes em zonas edentulas cicatrizadas até ao momento da restauração final. (ii) Avaliar como as decisões de carga baseadas no ISQ se traduzem em sucesso, ou não, do implante. (iii) Caracterizar a evolução do ISQ em função de diferentes tipos de colocação de implante e fatores locais e demográficos. A recolha será na Sorri.dente Clínica Médico-Dentária e análise de dados na clínica da Fac. MDentária de Viseu. A população a estudar serão Pacientes adultos (>18 anos) tratados com implantes dentários (Anyridge, MegaGen Implant, Daegu, South Korea) colocados em zonas cicatrizadas edentulas. Não se identificam potenciais riscos relacionados com a recolha de dados dos pacientes uma vez que a medição do ISQ é um procedimento indolor e não invasivo que não emite radiações ionizantes. Não foram recolhidas amostras biológicas. Todos os dados estão de acordo com a Lei Geral de Proteção de Dados de 25 de maio de 2018. Aos participantes no estudo será fornecido o contacto do responsável do Gabinete de Proteção de Dados da Universidade Católica Portuguesa (GPD) para qualquer explicação ou dúvida adicional que os intervenientes no estudo criam necessária. Esse contacto é parte integrante do documento de Consentimento Informado fornecido a cada um dos participantes. Não há grupos vulneráveis. O Consentimento Informado está correto, assim como os restantes documentos. Não se vislumbram potenciais riscos nem incómodos sendo apenas uma medição.
<b>Estiveram presentes na reunião nº 45 da CES-UCP</b> Presidente: Doutora Mara de Sousa Freitas Doutor Jerónimo Santos Trigo Doutor Pedro Garcia Marques Doutora Ana Mineiro Zaky Doutora Marta Brites
<b>Conclusão</b> Ouvido o Relator, e o plenário da reunião de 15 de dezembro de 2022, realizada por videoconferência, esta CES delibera, por unanimidade, emitir <b>parecer favorável</b> . Esta CES solicita ao Investigador Principal que, aquando da conclusão do estudo, lhe seja enviada uma síntese dos resultados obtidos e respetivas conclusões, via eletrónica, para o correio eletrónico da CES UCP.
A Presidente,   Mara de Sousa Freitas 15/12/2022