

Noemi Molino

Proprioceção periodontal versus osteoperceção

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade das Ciências da Saúde

Porto, 2018



Noemi Molino

Proprioceção periodontal versus osteoperceção

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade das Ciências da Saúde

Porto 2018

## Proprioção periodontal versus osteoperceção

*Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa,  
como parte dos requisitos para obtenção do grau de  
Mestre em Medicina Dentária.*

---

( Noemi Molino )

## **Resumo**

A perda de dentes determina a perda do ligamento periodontal e, conseqüentemente, leva sempre a alterações na função mastigatória. Dessa forma, uma reabilitação protética com implantes dentários pode exigir uma readaptação do complexo neuromuscular central e periférico, visto entre o osso e o implante, não existir ligamento periodontal.

Esta revisão bibliográfica narrativa tem como objetivo aprofundar o estudo da reabilitação protética com implantes dentários, nomeadamente, ao nível da osteopercepção e compará-la com propriocepção dentária.

A pesquisa bibliográfica da referida revisão foi realizada a partir das bases de dados: Pubmed/Medline, B-on, SciELO, ScienceDirect, sem limitação temporal, e com recursos as seguintes palavras-chave: “Propriocepção periodontal”, “mecanorreceptores”, “implantes dentários”, “osteopercepção”, “periodontal proprioception”, “mechanoreceptors”, “dental implants”, “osteoperception”.

Assim, a osteopercepção associada aos implantes dentários apesar de não capacitar os pacientes totalmente edêntulos da mesma capacidade discriminativo-sensorial de quando tinham dentição natural, proporciona uma via sensitiva suficientemente capaz para a regulação das funções motoras orais.

**PALAVRAS-CHAVE:** “Propriocepção periodontal”, “mecanorreceptores”, “implantes dentários”, “osteopercepção”.

## **Abstract**

The loss of teeth determines the loss of the periodontal ligament and consequently leads to changes in masticatory function. Thus, a prosthetic rehabilitation with dental implants may require a readaptation of the central and peripheral neuromuscular complex, since between the bone and the implant there is no periodontal ligament.

This narrative bibliographic review aims to deepen the study of prosthetic rehabilitation with dental implants, at the level of osteoperception, and compare it to the periodontal proprioception of teeth, in order to a better understanding this process.

The bibliographic research was done in the databases: Pubmed / Medline, B-on, SciELO and ScienceDirect, without temporal limitation, and using the following keywords: “Proprioção periodontal”, “mecanorretores”, “implantes dentários”, “osteoperceção”, ”periodontal proprioception”, “mechanoreceptors”, “dental implants”, “osteoperception”.

Thus, dental implants osteoperception, despite it does not enable the edentulous patients the same discriminative-sensory ability as a natural dentition, provides a sensitive pathway capable of regulating oral motor functions.

**KEY-WORDS:** ”periodontal proprioception”, “mechanoreceptors”, “dental implants”, “osteoperception”.

## **Agradecimentos**

À miha família, por todo o amor, carinho e dedicação que sempre me ofereceram, por serem fundamentais na pessoa que hoje sou, na profissional que serei, por sempre me fazerem acreditar em mim mesma, demonstrando-me que nada é impossível neste mundo.

À minha orientadora, Prof. Dra. Cláudia Barbosa pelo apoio incondicional, pela disponibilidade, paciência e dedicação. Um obrigado muito sincero pelo apoio, orientação e preocupação no acompanhamento desta dissertação.

## Índice Geral

Índice de abreviaturas.....	IX
I. Introdução.....	1
I.1 Materiais e métodos.....	2
II. Desenvolvimento.....	3
II.1 Mecanorreceptores - características morfológicas.....	3
II.2 Estimulação e adaptação dos mecanorreceptores do ligamento periodontal.....	4
II.3 Papel dos mecanorreceptores periodontais no controlo dos movimentos mandibulares.....	5
II.4 Papel dos mecanorreceptores periodontais na sensibilidade táctil do dente .....	6
II. 5 Conceito de osteoperceção.....	6
II.6 Sensibilidade nos implantes dentários comparativamente à dentição natural .....	7
II.7 Força mastigatória nos pacientes com implantes.....	9
III. Discussão.....	11
IV. Conclusão.....	15
V. Bibliografia.....	16

## **Índice de abreviaturas**

LP- Ligamento periodontal

SNC- Sistema Nervoso Central

ATM- Articulação Temporomandibular

N- Newton

µm- Micrómetro

## I. Introdução

Os movimentos funcionais do sistema estomatognático e as suas forças relativas dependem dos sinais derivantes dos vários órgãos sensoriais nas estruturas orofaciais. Um papel importante é realizado por parte dos recetores periodontais e pela respectiva inervação localizada no ligamento periodontal (LP) pois estes estão envolvidos na mecanotransdução e no controlo motor mastigatório (Piancino *et al.*, 2017).

Assim, quando a informação periodontal aferente falta os pacientes mostram uma marcada perturbação no controlo motor da direção de aplicação das forças de mastigação leves, sugerindo o papel importante dos recetores periodontais na especificação do nível, direção e ponto de aplicação das forças usadas na manutenção e manipulação dos alimentos (Johnsen e Trulsson, 2005)

O tratamento com implantes dentários é uma das mais sucedidas modalidades de tratamento na ciência médico-dentária atual, apresentando com uma taxa de sobrevida a longo prazo superior a 95% na maioria dos estudos publicados (Fugazzotto, 2005).

Quando os implantes dentários são mecanicamente colocados uma ação sensorial, muitas vezes referida como osteoperceção, surge (Mishra *et al.*, 2016). O sinal sensorial evocado a partir deste fenómeno é qualitativamente diferente do sinal evocado num dente natural quando em carga oclusal (Trulsson, 2005).

Face ao exposto, esta revisão bibliográfica narrativa tem como objetivo aprofundar o estudo da reabilitação protética com implantes dentários, nomeadamente ao nível da osteoperceção, de forma a contribuir para uma melhor compreensão da diferença entre a natural proprioceção periodontal e a osteoperceção e como o entendimento da mesma pode levar a um mais adequado planeamento das reabilitações protéticas sobre implantes dentários

A motivação para a realização da presente revisão bibliográfica deve-se ao facto de ser uma área dinâmica e em constante evolução que procura melhorar a qualidade dos tratamentos dentários por forma a reabilitar indivíduos que perderam prematuramente os dentes, com enfoque não só a nível estético mas através da procura de assemelhar do ponto de vista funcional, os implantes dentários aos dentes naturais.

## **I.1. Materiais e Métodos**

A pesquisa bibliográfica da referida revisão narrativa foi realizada através da consulta de livros, obtidos nas bibliotecas da Universidade Fernando Pessoa, e da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, e a partir das bases de dados Pubmed/Medline, B-on, SciELO e ScienceDirect, através do acesso das mesmas bibliotecas, sem limitação temporal, e com recurso às seguintes palavras-chave: “*proprioção periodontal*”, “*mecanorreceptores*”, “*implantes dentários*”, “*osteoperceção*”, “*periodontal proprioception*”, “*mechanoreceptors dental implants*”, “*osteoperception*”.

Relativamente à metodologia da pesquisa, apenas foram selecionados artigos redigidos nos idiomas inglês e português, do tipo estudos clínicos, revisões e meta-análises, não tendo sido imposto qualquer limite temporal. A seleção foi realizada com base na leitura do título e do resumo, tendo sido rejeitados todos aqueles que, divergiam substancialmente da temática em estudo obtendo-se um total de 78 artigos.. Posteriormente, a exclusão foi determinada pela análise do conteúdo integral de cada artigo, tendo culminado num total de 47 artigos para a redação desta dissertação.

## II. Desenvolvimento

### II.1 Mecanorreceptores - características morfológicas

Os mecanorreceptores são receptores sensitivos que respondem preferencialmente às tensões mecânicas que ocorrem nos tecidos durante as funções. Estes mecanorreceptores quando na cavidade oral (LP, mucosa oral, osso) são muito importantes durante a mastigação pois têm a capacidade de fornecer informações ao SNC acerca da consistência dos alimentos presentes na boca; são fundamentais para guiar a formação, a manipulação e a clivagem do bolo alimentar durante a mastigação (Trulsson e Essick, 1994). Além destes receptores serem sensíveis às deformações dos tecidos eles têm um papel proprioceptivo na especificação da posição e dos movimentos das estruturas mastigatórias durante as funções (Trulsson, 2006).

Os mecanorreceptores da pele da palma das mãos foram os primeiros a serem descritos, tendo sido identificados quatro diferentes tipos de mecanorreceptores: dois tipos de rápida adaptação (“Fast-Adapting”, ou FA I e FA II) para sustentar a deformação da pele e que respondem apenas ao início, e algumas vezes na remoção do estímulo; outros dois tipos de adaptação lenta (“Slow-Adapting” ou SA I e SA II) que além de serem dinamicamente sensíveis à aplicação do estímulo, sinalizam a magnitude de deformação permanente da pele (Trulsson e Essick, 2004)

Morfologicamente cada um destes quatro receptores têm uma terminação nervosa específica: FA I são os corpúsculos de Meissner, SA I são as células de Merkel, FA II são os corpúsculos de Pacini e SA II são as terminações de Ruffini (Johansson and Vallbo, 1983).

Em geral, os mecanorreceptores que fornecem a pele facial, língua e a mucosa oral têm características similares a três dos quatro tipos de mecanorreceptores encontrados na pele da palma das mãos: FA I, SA I, SA II. Assim, na mucosa oral, especialmente no LP, identificamos os corpúsculos de Meissner, terminações glomerulares, as células de Merkel, as terminações de Ruffini e as terminações nervosas livres (Klineberg e Murray, 1999). Alguns estudos demonstraram que as terminações de Ruffini são os principais mecanorreceptores presentes no ligamento periodontal (Byers e Dong, 1989).

Estas terminações são distribuídas em compartimentos especializados de tecido conjuntivo denso em forma de tendões (Iggo and Andres, 1982) são SA II e compreendem ramificações nervosas múltiplas encapsuladas numa membrana de tecido conjuntivo. As principais terminações nervosas periodontais de Ruffini foram classificadas em dois tipos: o tipo1 que

apresenta células terminais lamelares de Schwann e terminais axonais que vão penetrar no tecido circundante; tipo 2 que são caracterizadas por um menor tamanho, com menos ramificações axonais e menos células de Schwann. Ambas estão presentes no LP (Maeda *et al.*, 1999)

Na regulação da posição e dos movimentos das estruturas que intervêm na função mastigatória atuam também outros tipos de mecanorreceptores. De facto, nos músculos da mastigação e na cápsula articular da articulação temporomandibular (ATM) encontramos também os órgãos tendinosos de Golgi, presentes em série na junção músculo-tendinosa com um pequeno número de fibras musculares extrafusais e que são ativados pela contração destas. Por isso estes receptores têm um papel importante na regulação da contração muscular e na sinalização das tensões intramusculares geradas durante a contração voluntária como a intercuspidação máxima (Proske, 1981).

## **II. 2 Estimulação e adaptação dos mecanorreceptores do ligamento periodontal**

Durante a mastigação os dentes são sujeitos as forças oclusais, determinando um ligeiro movimento do dente no seu alvéolo, clinicamente conhecido como *fremitus*. Este movimento induz compressão e tensão no LP o que gera nos receptores potenciais de depolarização e de ação. O *output* dos mecanorreceptores depende da sua sensibilidade e da efetividade do movimento dentário na produção de tensão nas terminações de Ruffini (Trulsson e Johansson, 1996)

Os fatores mecânicos que determinam a efetividade do movimento na produção de tensões incluem o tamanho e a forma do dente, o eixo de rotação do dente, o ponto de aplicação da força e a presença de dentes adjacentes com pontos de contato (Trulsson e Essik 2004).

A sensibilidade de um mecanorreceptor é influenciada pela localização precisa das terminações de Ruffini nas raízes e das propriedades viscoelásticas do LP, demonstrando assim que cada receptor tem uma força e uma direção ideal de estimulação (Trulsson, 2006).

Os estudos realizados com a técnica de microneurografia, demonstraram também que o número dos receptores tende a diminuir distalmente ao longo da arcada dentária (Johnsen e Trulsson, 2005)

Assim os incisivos, envolvidos nas fases iniciais da mastigação e na guia da mandíbula para a posição de intercuspidação máxima durante a fase final do ciclo de mastigação, têm um maior

número de receptores que são distribuídos à volta da circunferência dos dentes e, os molares têm menor número de receptores com uma clara preferência para a direção disto-lingual, pois estão envolvidos na moagem dos alimentos, sendo solicitados na presença de forças de mastigação mais elevadas e nas fases finais do ciclo de mastigação (Trulsson, 2006).

A relação entre a magnitude de uma força prolongada e a descarga contínua dos mecanorreceptores demonstrou a sensibilidade estática destes, mas também a sensibilidade dinâmica às rápidas mudanças das forças (Trulsson, 1993). Para os incisivos o limite de ativação dos mecanorreceptores é entre 0 e 1 N (Newton) e para os molares é entre 3 e 4 N, portanto quando um receptor recebe uma força maior daquela que é a limite começa a sua descarga mas não fornece informações sobre a magnitude da força enquanto se torna saturado, manifestando a sua sensibilidade estática. No entanto, quando o dente é sujeito a pequenos incrementos de forças e a baixas forças no contacto inicial dos dentes, temos uma maior descarga dos receptores (Johnsen e Trulsson, 2005).

## **II. 3 Papel dos mecanorreceptores periodontais no controlo dos movimentos mandibulares**

O sinal gerado pelas aferências dos mecanorreceptores periodontais é necessário para uma eficiente e adaptativa sequência do ciclo mastigatório visto que estes regulam a atividade dos músculos que geram forças mastigatórias e movimentos mandibulares. (Trulsson e Essik, 2004)

Os mecanorreceptores fornecem *input* de inibição e excitação durante a mastigação, detetando o nível de força no fecho da mandíbula quando as substâncias são manipuladas e mantidas entre os dentes, pois a força máxima de fecho e a força de mastigação são dependentes do número e estabilidade dos contactos oclusais na posição de intercuspidação máxima, que são responsáveis por determinar a descarga dos mecanorreceptores de todos os dentes em contacto (Yang e Türker, 2001).

A ação que o contacto oclusal tem sobre os mecanorreceptores determina uma resposta de *feedback* oclusal onde, a partir da intercuspidação máxima, um fluxo de informação vai dirigir-se ao SNC e este serve para regular a atividade dos músculos da mastigação (Yang e Türker, 2001)

Portanto os mecanorreceptores presentes no LP parecem formar um quadro neural cuja tarefa é enviar as informações ao SNC para (Federici, 1992):

1. Modular a força muscular em relação ao trabalho que a mandíbula tem que realizar para superar a resistência dos alimentos, correlacionar os movimentos para a função fonética, manter a posição postural e ficar em oclusão para permitir a deglutição;
2. Evitar que os dentes antagonistas se toquem nos movimentos funcionais antes do contacto oclusal;
3. Desencadear um reflexo de inibição para os músculos elevadores da mandíbula logo após o contacto oclusal entre os dentes antagonistas.

#### **II. 4 Papel dos mecanorreceptores periodontais na sensibilidade táctil do dente**

Quando falamos de sensibilidade táctil vamos referir-nos ao importante papel dos mecanorreceptores periodontais na diferenciação sobre os eventos mecânicos ocorridos na manipulação, corte e mastigação de alimentos (Trulsson e Essick, 2004). Estas interações sensitivo-motoras são prejudicadas aquando da perda do LP que ocorre durante a extração dentária, o que leva então a um possível impedimento do funcionamento táctil. Mesmo assim, com parte deste mecanismo de *feedback* perdido após a extração, as funções orais permanecem relativamente bem (Jacobs e Steenberghe, 1991).

Para que haja estimulação dos implantes orais é necessário o aumento do nível do limiar táctil e por consequência verificar-se-ão algumas implicações clínicas às quais é necessário estar atento e ser prudente uma vez que pode levar a sobrecargas relacionadas com o mecanismo de *feedback* que se devem à fraca percepção do paciente em relação à oclusão. Tendo em conta o importante papel do feedback sensorial no ajuste do controlo motor da mandíbula, após a colocação de implantes os limiares de deteção são aumentados em pelo menos 50-100 µm de espessura e 50-100 g de carga sobre o dente. Dando-se então o fenómeno de osteopercepção que leva a que os mecanorreceptores no osso peri-implantar e no periósseo sejam ativados pela carga do implante (Lindhe, Lang e Karring, 2008).

#### **II. 5 Conceito de Osteopercepção**

Em função do que foi referido vai-se agora falar do conceito de osteopercepção.

O termo foi usado pela primeira vez por volta dos anos 60 pelo professor Branemark e posteriormente definido de várias formas por outros autores (Lin *et al.*, 2009).

A osteopercepção pode ser considerada como a mecanorrecepção na ausência do *input* mecanorreceptivo funcional periodontal e deriva dos mecanorreceptores cutâneos, mucosos, do periósseo, musculares e da ATM que fornecem informações mecanossensoriais para a sensibilidade cinética oral em relação às funções mandibulares e aos contactos entre dentes artificiais (Klineberg *et al.*, 2005).

Neste sentido, vai ser de particular importância a demonstração da presença no periósseo das terminações nervosas livres, dos complexos não capsulados e encapsulados. Buma *et al.* (1995) efetuaram estudos em animais que investigaram a mudança dos padrões de inervação óssea associados à colocação de implantes demonstrando que as fibras nervosas podem ser regeneradas depois da colocação destes. Corpas *et al.* em 2014, descreveram a presença de fibras nervosas peri-implantares à volta dos implantes e tanto as fibras mielinizadas como as não mielinizadas podem ser identificadas dentro dos canais de Havers do osso perto dos implantes. Outros estudos histológicos revelaram a presença de terminações de Ruffini na vizinhança imediata dos implantes e do epitélio peri-implantar e além disso, os pesquisadores, identificaram abundantes fibras não mielinizadas abaixo da área do implante e um aumento do número de terminações nervosas devido à carga do implante (Huang *et al.*, 2015). Wada *et al.*, em 2001 observaram a germinação de novas fibras à volta dos implantes e também o número das terminações nervosas entre a interface osso-implante aumentava durante a primeira semana após a colocação destes.

## **II.6 Sensibilidade nos implantes dentários comparativamente à dentição natural**

Nos estudos realizados para determinar o limiar entre pacientes com implantes e pacientes com dentição natural no que diz respeito à sensibilidade foram introduzidos os conceitos de sensibilidade passiva e ativa. Na determinação do limiar passivo os estímulos são aplicados passivamente sobre os dentes ou implantes sem qualquer ação física por parte do sujeito. Tal comparação permite determinar o papel dos receptores periodontais ou dos recetores intra-ósseos (Trulsson e Essick, 2004). Contrariamente, na determinação do limiar ativo implica que os sujeitos toquem ou manipulem os objetos de diferentes tamanhos posicionado entre os dentes antagonistas ou implantes (Abarca *et al.*, 2006)

Portanto, os resultados da sensibilidade táctil passiva são expressos como a mínima pressão percebida através do dente ou do implante (N) e a sensibilidade táctil ativa como a mínima espessura dum corpo estranho percebida (mm) (Enkling *et al.*, 2012).

Grieznis *et al.*, em 2010, compararam a sensibilidade passiva dos dentes naturais e dos implantes e concluíram que os pacientes com implantes sentem a sensação de toque quando forças maiores são aplicadas em comparação com os dentes naturais, prospectivamente de 0.3 N para dentes naturais e 15 N para implantes.

Em 2014, Kazemi *et al.*, analisaram a sensibilidade ativa e concluíram que o limiar para os dentes é em média de 21.4  $\mu\text{m}$  para os dentes naturais e 30  $\mu\text{m}$  para os implantes.

A grande discrepância entre o limiar ativo e passivo pode ser explicada pelo fato de vários recetores respondem aos testes ativos enquanto que nos métodos passivos ativam seletivamente recetores do LP. Estes últimos são eliminados depois das extrações e isso pode explicar a reduzida função táctil nos pacientes edêntulos. Ao contrário do que acontece nos pacientes reabilitados com implantes que parecem ter uma boa função táctil porque recebem estímulos mecânicos exercidos sobre os implantes no osso ( Bhatnagar *et al.*, 2015).

A sensibilidade vibrotáctil foi igualmente testada e comparada e os estudos demonstraram que os dentes naturais têm, ligeiramente, uma melhor função vibrotáctil do que os implantes (Jacobs *et al.*, 2000). Surpreendentemente, a deteção desta função é prejudicada em maior grau quando a anestesia é induzida nos dentes naturais do que nos implantes (Abarca *et al.*, 2006).

Uma possível explicação para isso, reside no fato das vibrações serem mais facilmente transmitidas através da interface rígida dos implantes do que através do ligamento periodontal por causa das suas características de amortecimento (Trulsson, 2005).

É evidente que os implantes dentários oferecem um outro tipo de transferência de força e carga diferente dos dentes naturais, considerando um íntimo contacto osso-implante com as propriedades elásticas do osso, em vez das características viscoelásticas do LP. Assim, as forças aplicadas aos implantes dentários são diretamente transferidas ao osso e a sua deformação pode ativar os recetores presentes no osso peri-implantar e no periósseo (Kumar *et al.*, 2012).

Macefield, em 2005, confirmou que a resposta táctil vai reduzindo ao nível da conexão do pilar posteriormente aquando da segunda cirurgia implantar. Isso pode ser devido ao trauma dos dois procedimentos cirúrgicos (retalho cirúrgico para colocação do implante e exposição do implante) por descontinuidade do periósseo.

Considerando a abundante inervação do periósseo com corpúsculos de Pacini e terminações nervosas livres, que são sensíveis às tensões, parece que a reduzida função sensorial pode ser em parte atribuída ao dano ou à interrupção da inervação do periósseo (Mishra *et al.*, 2016).

## **II. 7 Força mastigatória nos pacientes com implantes**

Nos pacientes com dentição natural a força de mastigação é em média de 740 N e para pacientes com prótese total implantossuportada esta força varia desde 35 N até 330 N, portanto em função destes dados Jacobs e Van Steenberghe, em 2006, afirmaram que as forças desenvolvidas durante o esforço máximo de mastigação voluntário são mais baixas do que as desenvolvidas nos pacientes com dentição natural mas mais altas dos pacientes reabilitados com prótese total convencional.

De facto Van der Bilt numa revisão sistemática de 2011, relata que a força máxima de mastigação em pacientes com implantes dentários é entre 60-200% mais alta do que os pacientes com prótese convencional total.

Bokke *et al.* em 2002 relatam que num grupo de 12 pacientes com implantes dentários mandibulares, a média da força máxima de mastigação aumenta desde 116 N antes da colocação dos implantes até 200 N três meses depois do tratamento e, consegue manter-se ao mesmo nível, 5 anos depois.

Van Kampen *et al.* conduziram um estudo em 2004 que lhes permitiu concluir que a função mastigatória melhorou significativamente após o tratamento de pacientes edêntulos com próteses implantossuportadas; apesar do número de ciclos mastigatórios tenha diminuído apenas ligeiramente foi possível verificar uma performance mastigatória significativamente melhor. Ao nível da atividade muscular durante a mastigação pode verificar-se, num estudo de 2008 (Berretin-Felix *et al.*, 2008) que esta não se altera significativamente após o tratamento implantar sendo que, mesmo assim, verifica-se ainda uma diminuição da atividade do músculo masséter depois da colocação dos implantes o que pode indicar a adaptação às novas condições de estabilidade. Helkman *et al.* (2009) relatam que após 10 anos da colocação dos implantes os parâmetros da atividade muscular mandibular aproxima-se aos valores dos pacientes com dentição natural.

Svensson e Trulsson (2011) realizaram um estudo onde compararam a habilidade de controlar forças leves e elevadas na manipulação e divisão dos alimentos entre pacientes com dentes naturais, pacientes com prótese dento-suportada e pacientes com prótese implantossuportada e

observaram que os pacientes com prótese dento ou implanto suportadas manifestaram maiores forças durante a fase de manipulação do que durante a fase de divisão dos alimentos; só os grupos com dentes naturais conseguiram adaptar as forças à textura dos alimentos.

Grigoridis *et al.* em 2014, num estudo sobre a mastigação no primeiro ciclo mastigatório relatam maior número de deslizamentos nos pacientes com prótese implantossuportada ou prótese total convencional sem suporte implantar o que indica um menor controlo espacial em comparação com os pacientes com dentes naturais devido a ausência do *input* sensorial derivado dos mecanoreceptores periodontais.

### III. Discussão

Nas últimas décadas assistimos a uma evolução exponencial na área da saúde oral, não só pelo fato de vivermos numa era de desenvolvimento tecnológico crescente, mas também devido à qualidade do atendimento dentário, bem como, à consciencialização da população em geral para a higiene e manutenção dentária.

No entanto, e apesar da crescente melhoria destes cuidados de saúde oral, a perda de uma ou várias peças dentárias é um problema muito comum (Gaviria *et al.*, 2014).

Os implantes dentários são uma excelente solução para esse problema, quer para edêntulos totais quer parciais, devido à sua previsibilidade, estabilidade, ótima função estética, conforto e melhor função quando comparada a outras soluções restauradoras (Mizraji, Ingver e Kolenc, 2006).

Atualmente, o tratamento implantar é um das mais bem-sucedidas modalidades médico-dentárias com uma sobrevivência de 95% na maioria dos estudos publicados a longo prazo tornando-se portanto a melhor opção para a substituição de um ou mais dentes. No entanto, e para garantir esta sobrevivência e função a longo prazo é importante os implantes harmonizem funcionalmente e biologicamente com o sistema estomatognático (Mizraji, Ingver e Kolenc, 2006; Dhall *et al.*, 2017).

O movimento corporal é um componente fundamental e essencial da vida humana. Nas atividades diárias, a maioria do que um ser humano faz durante a interação com o ambiente está associado com a geração de movimento. Uma mudança fundamental no campo de pesquisa controle do movimento humano ocorreu nas últimas décadas, em grande parte devido a uma crescente compreensão do papel que informação sensorial desempenha na neuroplasticidade (Han *et al.*, 2016).

Ao nível oral, o controlo dos movimentos motores orais tais como morder, mastigar, manipulação dos alimentos e falar está intrinsecamente ligado à informação que é transmitida ao cérebro através dos órgãos sensitivos das estruturas orofaciais. Os dentes naturais possuem sensores táteis extremamente sensíveis, chamados mecanoreceptores periodontais, que se localizam nas fibras de colagénio presentes no LP (Trulsson, 2006).

A definição original de propriocepção, dada por Charles Sherrington quando usou o termo pela primeira vez, foi que a propriocepção é "... a percepção do movimento articular e corporal, bem

como a posição do corpo, ou segmentos do corpo, no espaço". Sherrington refere-se à proprioção como "perceção" da posição e movimento do corpo. No entanto, uma característica da percepção é que não é simplesmente a recepção passiva de um sinal sensorial, mas em vez disso, percepção é moldada pela memória e aprendizagem (Han *et al.*, 2016).

A extração ou perda de um dente, conseqüentemente, do seu LP leva a uma indisponibilidade da informação sobre a função oral motora naquele dente. Quando a reposição destes dentes se dá recorrendo a implantes dentários, ancorados no osso alveolar, a transmissão de forças dá-se diretamente para o osso e este facto é a base para uma modalidade sensorial conhecida como osteoperceção (Mizraji, Ingver e Kolenc, 2006; Trulsson, 2006)

Apesar da osteoperceção ser um tema amplamente estudado ao longo dos anos, diferentes autores descrevem e explicam este fenómeno de formas diferentes. Linden e Scott (1989) postularam que após a extração dentária alguns recetores do LP permanecem dentro do osso. Estes recetores também podem desempenhar um papel importante na coordenação dos músculos mandibulares. Por sua vez Bonte (1993) documentou que a reinervação em associação a forças controladas dirigidas ao implante resulta em proprioção. Esta teoria tem apoio máximo, porque de facto os implantes de carga imediata demonstram melhor proprioção que os implantes não-funcionais. Em 2000, Van Steenberghe sugere que o periósseo pode ser uma fonte de resposta propriocetiva. Os mecanoreceptores encontrados no periósseo em torno dos implantes enviam impulsos propriocetivos. Esta teoria também é das mais aceitesmas apenas uma pequena quantidade de recetores se encontram no periósseo o que pode não ser suficiente para que resulte em um movimento mandibular preciso. Weiner (2004) sugere que o osso nas regiões adjacente ao implante contém fibras nervosas que podem servir como resposta nervosa sensorial. Esta teoria é amplamente aceite no que concerne à intensidade do *input* neuronal (Dhall *et al.*, 2017)

Ao nível da psicofisiologia vários estudos foram realizados ao longo dos anos com o intuito de provar que os pacientes podem perceber estímulos mecânicos exercidos sobre implantes dentários osseointegrados. Entre eles destaca-se um estudo de 1991 conduzido por Jacobs e van Steenberghe que afirma que a sensibilidade tátil dos implantes é reduzida em relação aos dentes naturais e os recetores remanescentes dos tecidos peri-implantares podem desempenhar um papel compensatório na diminuição da função exteroceptiva. Também Schulte (1995) afirma que a sensibilidade tátil passiva parece estar menos claramente localizada no caso de implantes em comparação aos dentes naturais. Jacobs *et al.* (2000) também afirmam o

anteriormente dito, que a dentição natural oferece uma função vibro-tátil superior em comparação com qualquer outro estado de reabilitação. Em 2003, El-Sheikh *et al.* chega ainda a acrescentar que há um aumento significativo na sensibilidade tátil passiva durante a fase de cicatrização após a colocação de um implante dentário. Mais recentemente, em 2012, Enkling *et al.* chegam mais longe afirmando que a sensibilidade tátil ativa dos implantes de dente único com dentes naturais opostos não é apenas atribuída ao periodonto do dente oposto, mas também à percepção sobre o próprio implante. Este estudo apoia a hipótese segundo a qual o implante pode ter uma sensibilidade tátil própria.

Branemark no estudo de 1997, postulou a ideia de que uma prótese completa implantossuportada pode restaurar o *feedback* motoro-sensorial através da sensação gerada na ATM, nos músculos, mucosa e periósseo e fornecer informações sensoriais e motoras relacionadas com os movimentos mandibulares e oclusão.

Yan *et al.* em 2008 analisaram a neuroplasticidade dos pacientes edêntulos reabilitados com prótese total implantossuportada e sugeriram que a atividade do córtex motoro-sensorial nestes pacientes poderia explicar a melhoria da sensibilidade tátil e a habilidade de função mastigatória muito similar à da dentição natural.

Habre-Hallage *et al.* em 2011 estudaram a plasticidade cerebral, e referem que a ativação do córtex ocorre quando os implantes são colocados na zona de dentes extraídos. Esta ativação cortical parece representar o mecanismo de osteopercepção. Estes autores, em outro estudo (Habre-Hallage *et al.*, 2012), valorizaram também as mudanças sensoriais que ocorrem nos tecidos moles posteriormente à colocação dos implantes, demonstrando que a perda dos dentes diminui a atividade sensorial da mucosa oral e que esta função parece ser parcialmente restaurada após a colocação dos implantes, no entanto, o contributo dos tecidos moles peri-implantares ainda têm que ser determinado.

Independentemente da não existência de uma unanimidade total no que diz respeito a toda esta temática existem pontos fulcrais em que a maioria dos autores concorda. Também durante esta redação foi possível formular algumas opiniões no que diz respeito ao tema em questão. Nomeadamente ao nível do desempenho e do papel crucial da proprioção no controlo do movimento humano que é fundamental para as mais diversas atividades diárias e a importância do processamento central na compreensão da proprioção que tem sido reconhecida nos últimos anos.

No entanto, os mecanismos periféricos e centrais subjacentes ao controlo proprioceptivo ainda não são claros. Todavia, e com base nos estudos clínicos até à data, existem evidências disponíveis sobre a plasticidade do SNC e o fornecimento de uma possível base neural para a acomodação dos pacientes às mudanças no seu estado dentário.

Diversos estudos em animais e humanos mostraram que existe de facto osteoperceção embora ainda seja um conceito bastante diferente da proprioção natural o que leva a uma necessidade de investigação adicional por forma a que seja possível diminuir esta diferença, aumentando sensibilidade dos implantes e investigar melhor ao nível revestimento da superfície do implante, para que o implante possa ser uma alternativa melhor e mais comparável ao dente natural em todos os aspetos num futuro próximo.

#### **IV. Conclusão**

Apesar dos enormes avanços feitos na prevenção e tratamento de doenças orais, a perda dentária continua a ser uma realidade. Na busca para a resolução deste problema da melhor forma surgem os implantes dentários que se apresentam em lugar de destaque, devido à sua previsibilidade, estética, respeito pelas estruturas anatómicas vizinhos, conforto e melhor função em relação a outras soluções. Estas duas últimas vantagens devem-se à ancoragem óssea dos implantes, que dá estabilidade à restauração e à capacidade de transmitir forças diretamente ao osso.

Evidências clínicas e experimentais mostram que as próteses suportadas por implantes são a solução mais adequada do ponto de vista funcional para a substituição de dente(s) ausentes. O fenómeno da osteoperceção é um fator importante nesse sucesso, pois proporciona uma via sensitiva que permite uma melhor perceção do mundo externo pelos pacientes e uma melhor regulação da função motora que qualquer outra forma de reabilitação removível dentomuscossuportada ou mucossuportada.

Existem muitos aspetos chave deste fenómeno que ainda precisam ser melhor conhecidos e estudados verificando-se com estarevisão bibliográfica ainda não existir unanimidade do que diz respeito às verdadeiras diferenças entre proprioção e osteoperceção. Há, então, vários aspetos ainda por esclarecer, nomeadamente, ideterminar se a colocação do implante imediatamente após a extração do dente é a melhor solução para a readaptação das fibras nervosas remanescentes. Há também ainda necessidade de conhecer melhor os mecanismos pelos quais esta reorganização sensorial ocorre após a colocação dos implantes e os tempos necessários para isso acontecer por forma a que a recuperação de funções orais se dêem o mais rápido possível. Perceber como se poderá melhorar a integração funcional das próteses implantossuportadas no sistema estomatognático com vista a maximizar a qualidade de vida dos pacientes

No entanto, cabe ao Médico Dentista perceber que há uma necessidade de melhor comunicação e colaboração entre diferentes disciplinas para permitir o desenvolvimento de estratégias eficazes de tratamento interdisciplinar baseadas em evidências para maximizar o resultado dos tratamento com implantes dentários.

## V. Bibliografia

1. Abarca, M. *et alii* (2006). The neurophysiology of osseointegrated oral implants. A clinically underestimated aspect, *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(3), pp. 161–169.
2. Berretin-Felix, G. *et alii* (2008). Electromyographic evaluation of mastication and swallowing in elderly individuals with mandibular fixed implant-supported prostheses, *Journal of Applied Oral Science*, 16(2), pp. 16-21.
3. Brånemark, R. *et alii* (1997). Biomechanical characterization of osseointegration during healing: an experimental in vivo study in the rat, *Biomaterials*, 8(14), pp. 969–978.
4. Byers, M. R. e Dong, W. K. (1989). Comparison of trigeminal receptor location and structure in the periodontal ligament of different types of teeth from the rat, cat, and monkey, *The Journal of Comparative Neurology*, 279(1), pp. 117–127.
5. Buma, P., Elmans, L. e Oestreicher, A. B. (1995). Changes in innervation of long bones after insertion of an implant: Immunocytochemical study in goats with antibodies to calcitonin gene-related peptide and B-50/GAP-43, *Journal of Orthopaedic Research*, 13(4), pp. 570–577.
6. Corpas, L. D. S. *et alii*. (2014). Peri-implant bone innervation: histological findings in humans, *European Journal of Oral Implantology*, 7(3), pp. 283–92.
7. Dhall, R. S. *et alii* (2017). Osseoperception in Dental Implants, *International Journal of Periodontology and Implantology*, 2(4), pp. 130–135.
8. El-Sheikh, A. M. *et alii* (2003). Changes in passive tactile sensibility associated with dental implants following their placement, *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 18(2), pp. 266–72.
9. Enkling, N. *et alii* (2012). Tactile Sensibility of Single-Tooth Implants and Natural Teeth Under Local Anesthesia of the Natural Antagonistic Teeth, *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 14(2), pp. 273–280.
10. Federici, E. (1992). *Le Basi Della Gnatologia Neuro-Motoria*. Torino, Unione Tipografico - Editrice Torinese.
11. Fugazzotto, P. (2005). Success and failure rates of osseointegrated implants in function in regenerated bone for 72 to 133 months, *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 20(1), pp. 77–83.
12. Gaviria, L. *et alii* (2014). Current trends in dental implants, *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 40(2), pp. 50–60.
13. Grieznis, L., Apse, P. e Blumfelds, L. (2010). Passive tactile sensibility of teeth and osseointegrated dental implants in the maxilla, *Stomatologija*, 12(3), pp. 80–6.
14. Habre-Hallage, P. *et alii* (2011). Perceptual Changes in the Peri-Implant Soft Tissues Assessed by Directional Cutaneous Kinaesthesia and Graphaesthesia: A Prospective Study, *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 13(4), pp. 296–304.
15. Habre-Hallage, P. *et alii* (2012). Brain plasticity and cortical correlates of osseoperception revealed by punctate mechanical stimulation of osseointegrated oral implants during fMRI, *European Journal of Oral Implantology*, 5(2), pp. 175–90.
16. Han, J. *et alii* (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods, *Journal of Sport and Health Science*, 5(1), pp. 80–90.
17. Huang, Y. *et alii* (2015). Sensory innervation around immediately vs. delayed loaded implants: a pilot study, *International journal of Oral Science*, 7(1), pp. 49–55.

18. Iggo, A. e Andres, K. H. (1982). Morphology of Cutaneous Receptors, *Annual Review of Neuroscience*, 5(1), pp. 1–31.
19. Jacobs, R. *et alii* (2000). Evaluation of the psychophysical detection threshold level for vibrotactile and pressure stimulation of prosthetic limbs using bone anchorage or soft tissue support, *Prosthetics and Orthotics International*, 24(2), pp. 133–142.
20. Jacobs, R. e van Steenberghe, D. (1991). Comparative evaluation of the oral tactile function by means of teeth or implant-supported prostheses, *Clinical Oral Implants Research*, 2(2), pp. 75–80.
21. Johansson, R. S. e Vallbo, Å. B. (1983). Tactile sensory coding in the glabrous skin of the human hand, *Trends in Neurosciences*, 6, pp. 27–32.
22. Johnsen, S. E. e Trulsson, M. (2005). Encoding of Amplitude and Rate of Tooth Loads by Human Periodontal Afferents From Premolar and Molar Teeth, *Journal of Neurophysiology*, 93(4), pp. 1889–1897.
23. Kazemi, M. *et alii* (2014). Active Tactile Sensibility of Single-Tooth Implants versus Natural Dentition: A Split-Mouth Double-Blind Randomized Clinical Trial, *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 16(6), pp. 947–955.
24. Klineberg, I. *et alii* (2005). A consensus statement on osseoperception consensus statement, *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 32, pp. 145–146.
25. Klineberg, I. e Murray, G. (1999). Osseoperception: Sensory Function and Proprioception, *Advances in Dental Research*, 13(1), pp. 120–129.
26. Kumar, L. *et alii* (2012). Osseoperception in Implants Supported Prosthesis - A Review, *Online Journal of Medicine and Medical Science Research*, 1(1), pp. 1–4.
27. Lin, C. *et alii* (2009). Dental implants with the periodontium: A new approach for the restoration of missing teeth, *Medical Hypotheses*, 72(1), pp. 58–61.
28. Lindhe, J., Lang, N. P. e Karring T. (2012). *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. Oxford, Blackwell Munksgaard.
29. Macefield, V. G. (2005). Physiological characteristics of low-threshold mechanoreceptors in joints, muscle and skin in human subjects, *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 32(1–2), pp. 135–144.
30. Maeda, T. *et alii* (1999). The Ruffini ending as the primary mechanoreceptor in the periodontal ligament: its morphology, cytochemical features, regeneration, and development, *American Association of Oral Biologists*, 10(3), pp. 307–27.
31. Mishra, S. K. *et alii* (2016). Osseoperception in Dental Implants: A Systematic Review, *Journal of Prosthodontics*, 25(3), pp. 185–195.
32. Mizraji, M., Ingver, C. e Kolenc, F. (2006). Oseopercepción : la sensibilidad mediada por los implantes oseointegrados, *Actas Odontológicas*, 3(2), pp. 25–33.
33. Mohan Bhatnagar, V. *et alii* (2015). Osseoperception: An implant mediated sensory motor control- A review, *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(9), pp. ZE18-ZE20.
34. Piancino, M. G. *et alii* (2017). From periodontal mechanoreceptors to chewing motor control: A systematic review, *Archives of Oral Biology*, 78, pp. 109–121.
35. Proske, U. (1981). The Golgi tendon organ. Properties of the receptor and reflex action of impulses arising from tendon organs, *International Review of Physiology*, 25, pp. 127–71.
36. Schulte, W. (1995). Implants and the periodontium, *International Dental Journal*, 45(1), pp. 16–26.

37. Svensson, K. G., Grigoriadis, J. e Trulsson, M. (2013). Alterations in intraoral manipulation and splitting of food by subjects with tooth- or implant-supported fixed prostheses, *Clinical Oral Implants Research*, 24(5), pp. 549–555
38. Svensson, K. G. e Trulsson, M. (2011). Impaired force control during food holding and biting in subjects with tooth- or implant-supported fixed prostheses, *Journal of Clinical Periodontology*, 38(12), pp. 1137–1146.
39. Trulsson, M. (1993). Multiple-tooth receptive fields of single human periodontal mechanoreceptive afferents, *Journal of Neurophysiology*, 69(2), pp. 474–481.
40. Trulsson, M. (2005). Sensory and motor function of teeth and dental implants: A basis for osseoperception, *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 32(1–2), pp. 119–122.
41. Trulsson, M. (2006). Sensory-motor function of human periodontal mechanoreceptors, *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(4), pp. 262–273.
42. Trulsson, M. (2006). Sensory-motor function of human periodontal mechanoreceptors, *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(4), pp. 262–273.
43. Trulsson, M. e Essick, G.K. (2004). Mechanosensation. In: Miles T.S., Nauntofte, B. e Svensson P. (Ed.). *Clinical Oral Physiology*. Copenhagen, Quintessence Books.
44. Trulsson, M. e Johansson, R. S. (1996). Encoding of tooth loads by human periodontal afferents and their role in jaw motor control, *Progress in Neurobiology*, 49(3), pp. 267–84.
45. van der Bilt, A. (2011). Assessment of mastication with implications for oral rehabilitation: A review, *Journal of Oral Rehabilitation*, 38(10), pp. 754–780.
46. Van Kampen, F. M. C. *et alii* (2004). Masticatory function with implant-supported overdentures, *Journal of Dental Research*, 83(9), pp. 708–711.
47. Van Steenberghe, D. e Jacobs, R. (2006). Jaw motor inputs originating from osseointegrated oral implants, *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(4), pp. 274–281.
48. Yan, C. *et alii* (2008). Neuroplasticity of edentulous patients with implant-supported full dentures, *European Journal of Oral Sciences*, 116(5), pp. 387–393.
49. Yang, J. e Türker, K. S. (2001). Distribution of periodontal afferent input to motoneurons of human masseter, *Archives of Oral Biology*, 46(11), pp. 989–996.
50. Wada, S. *et alii* (2001). Effect of loading on the development of nerve fibers around oral implants in the dog mandible, *Clinical Oral Implants Research*, 12(3), pp. 219–24.