

# **INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **OCCLUSÃO COMO FATOR DE RISCO NA PERI-IMPLANTITE**

Trabalho submetido por  
**Clarisse Lucine Bouvet**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**julho de 2023**



# **INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **OCLUSÃO COMO FATOR DE RISCO NA PERI-IMPLANTITE**

Trabalho submetido por  
**Clarisse Lucine Bouvet**  
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutor Paulo Maurício**

**julho de 2023**



## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Doutor Paulo Maurício, por me ter feito a honra de orientar a minha tese, por seu apoio, sua paciência e pela pertinência das suas críticas e sugestões, para elaborar este projeto.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, pela excelente formação académica.

A todos os professores do curso de Medicina Dentária, pela transmissão dos ensinamentos que me permitiram assimilar e adquirir conhecimentos que contribuíram a construção da minha futura vida profissional.

Aos meus pais, que nunca deixaram de acreditar em mim, e que me deram todo o apoio e amor diariamente, para alcançar o meu sonho. Sem eles, nada disto seria possível.

Ao meu irmão Félicien, a minha inspiração, por ter sido sempre presente por mim. Tenho sorte de te ter na minha vida e de ter todos estes momentos de cumplicidade contigo. Estou orgulho de poder partilhar contigo a minha futura vida profissional.

Aos meus avós que me acompanharam direta ou indiretamente nesta aventura.

A todos os amigos que conheci nesta instituição, a tudo o que partilhámos em conjunto, tanto nos momentos de alegria como nos momentos de stress, vocês embelezaram este percurso.

À minha dupla, Fanny, por todos os momentos e lembranças que partilhámos.

A Portugal que foi a minha segunda casa durante cinco anos.



## **RESUMO**

A implantologia é um ramo amplamente desenvolvido da Medicina Dentária moderna. Atualmente, os implantes dentários são uma das terapias mais comuns utilizadas na reabilitação oral parcial ou total para satisfazer as necessidades funcionais e estéticas dos pacientes desdentados.

Como resultado, têm elevadas taxas de sobrevivência e sucesso, mas também podem surgir certas complicações, sendo importante e necessário identificar os fatores que influenciam o início e a progressão da deterioração da condição peri-implantar.

É por isso que o objetivo atual é investigar e compreender as causas e os fatores de risco que desempenham um papel no sucesso a longo prazo dos implantes osteointegrados. Uma das principais complicações associadas à perda tardia de um implante é de origem biológica, a peri-implantite.

Ao contrário dos dentes naturais, os implantes osteointegrados não possuem ligamento periodontal, que reage de forma biomecânica diferente à força oclusal.

Conseqüentemente, o impacto das forças oclusais afecta o osso circundante devido às diferenças entre os dentes naturais e os implantes. A sobrecarga oclusal funcional ou para-funcional pode ser suspeita como um dos fatores que contribuem para a perda óssea marginal. A potencial correlação entre a sobrecarga oclusal e a peri-implantite é uma questão que muitos clínicos se colocam atualmente, e continua a ser um assunto altamente controverso.

O objetivo desta revisão da literatura é discutir a influência da oclusão no insucesso da reabilitação implanto-suportada e as complicações que podem surgir da sobrecarga oclusal.

Palavras-chaves: peri-implantite, oclusão, implantes dentários, osteointegração



## **ABSTRACT**

Implantology is a widely developed branch of modern dentistry. Today, dental implants are one of the most common therapies used in partial or total oral rehabilitation to meet the functional and aesthetic requirements of edentulous patients.

As a result, they have high survival and success rates, however, certain complications can also arise, and it is important and necessary to identify the factors that influence the initiation and progression of deterioration in the peri-implant condition.

This is why the aim today is to research and understand the causes and risk factors that play a role in the long-term success of osseointegrated implants. One of the main complications associated with the late loss of an implant is of biological origin, peri-implantitis.

Unlike natural teeth, osseointegrated implants have no periodontal ligament, which reacts bio-mechanically differently to occlusal force.

As a result, the impact of occlusal forces affects the surrounding bone due to the differences between natural teeth and implants. Functional or para-functional occlusal overload may be suspected as one of the factors contributing to marginal bone loss. The potential correlation between occlusal overload and peri-implantitis is a question that many clinicians are asking today and remains a highly controversial subject.

The aim of this literature review is to discuss the influence of occlusion on the failure of implant-supported rehabilitation and the complications that may arise from occlusal overload.

Keywords : peri-implantitis, occlusion, dental implants, osseointegration



## RESUMÉ

L'implantologie est une branche largement développée de la dentisterie moderne. Actuellement, les implants dentaires sont l'une des thérapies les plus courantes en réhabilitation orale, partielle ou totale, pour pallier les critères fonctionnel et esthétique de patients édentés.

Par conséquent, ils présentent des taux de survie et de réussite élevés, cependant, certaines complications peuvent également survenir, et il est important et nécessaire d'identifier les facteurs qui influencent l'initiation et la progression de la détérioration de l'état péri-implantaire.

C'est pourquoi, aujourd'hui, l'objectif est de rechercher et de comprendre les causes et les facteurs de risque qui jouent un rôle dans le succès à long terme des implants ostéointégrés. L'une des principales complications liées à la perte tardive d'un implant est d'origine biologique, la péri-implantite.

Contrairement aux dents naturelles, les implants ostéointégrés sont dépourvus de ligament parodontal, réagissant bio-mécaniquement différemment à la force occlusale.

Ainsi, l'impact des forces occlusales affecte l'os environnant en raison des différences entre les dents naturelles et les implants. La surcharge occlusale fonctionnelle ou para-fonctionnelle peut être suspectée d'être l'un des facteurs contribuant à la perte osseuse marginale. La potentielle corrélation entre la surcharge occlusale et la péri-implantite est une question qu'un grand nombre de cliniciens se pose aujourd'hui, et reste un sujet très controversé.

L'objectif de cette révision bibliographique, est de discuter de l'influence de l'occlusion sur l'échec de la réhabilitation avec implant ainsi que des complications qui peuvent survenir et dériver de la surcharge occlusale.

Mots clés : péri-implantite, occlusion, implants dentaires, ostéo-intégration



## ÍNDICE GERAL

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>15</b>
<b>1. PRINCÍPIOS DE OCLUSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Conceitos oclusais .....</b>	<b>15</b>
1.1.1. Oclusão dentária/oclusão funcional.....	16
<b>1.2. Padrão oclusal em implantologia.....</b>	<b>17</b>
1.2.1. Relação centrica.....	17
1.2.2. Máxima intercuspidação oclusal .....	19
1.2.3. Oclusão balanceada bilateral .....	20
1.2.4. Oclusão balanceada unilateral .....	21
1.2.5. Guia canina.....	22
<b>1.3. Parafunções .....</b>	<b>23</b>
<b>1.4. Comportamento natural dos dentes.....</b>	<b>24</b>
<b>2. IMPLANTES.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Generalidades.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2. Osteointegração.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3. Princípios biomecânicos em implantologia.....</b>	<b>26</b>
2.3.1. Posicionamento.....	27
2.3.2. Altura do implante .....	28
2.3.3. Diâmetro do implante .....	28
<b>2.4. Falhas nos implantes.....</b>	<b>29</b>
<b>2.5. Comportamento natural do implante .....</b>	<b>30</b>
<b>3. PERI-IMPLANTITE .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1. Definição .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2. Diagnóstico .....</b>	<b>32</b>
3.2.1. Exames clínicos .....	32

3.2.2.	Exame radiográfico.....	34
<b>3.3.</b>	<b>Fatores de risco .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.</b>	<b>Tratamento .....</b>	<b>35</b>
3.4.1.	Tratamentos não cirúrgicos .....	36
3.4.2.	Tratamentos cirúrgicos .....	37
3.4.3.	Prevenção.....	38
<b>4.</b>	<b>NEUROFISIOLOGIA DO SISTEMA DENTÁRIO.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.</b>	<b>Diferença fisiológica entre o dente e o implante.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.</b>	<b>Impacto fisiológico de força sobre o dente/implante .....</b>	<b>40</b>
<b>4.3.</b>	<b>Propriocepção e Osteopercepção.....</b>	<b>42</b>
<b>4.4.</b>	<b>Adaptação das forças oclusais: princípios biomecânicos ósseo interface implante-osso .....</b>	<b>44</b>
4.4.1.	Transmissão das forças sobre a interface implante-osso .....	44
4.4.2.	Adaptação do osso a carga oclusal .....	46
4.4.3.	Histologia do osso peri-implantar sob carga .....	50
<b>5.</b>	<b>OCCLUSÃO E TECIDO PERI-IMPLANTAR.....</b>	<b>51</b>
<b>5.1.</b>	<b>Sobrecarga .....</b>	<b>51</b>
5.1.1.	Impacto da sobrecarga oclusal sobre o tecido peri-implantar .....	52
5.1.2.	Complicações relacionadas a sobrecarga .....	54
5.1.3.	Factores que causam sobrecarga.....	55
<b>5.2.</b>	<b>Parafunções e implante .....</b>	<b>55</b>
<b>5.3.</b>	<b>Prevenção e tratamento das complicações sobre implante devido a sobrecarga.....</b>	<b>56</b>
	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>61</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>63</b>

## **Índice de tabelas**

**Tabela 1.** Classificação da doença peri-implantite (Valente & Andreana, 2016). ..... 33

**Tabela 2.** Terapia de Suporto Interceptiva e Cumulativa (TSIC) (Lang et al., 2000)... 35

**Tabela 3.** Reação dos ossos a diferentes tipos de solicitações (Bert, 2015). ..... 47

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Máxima intercuspidação (Santos Jr, 1996).....	19
<b>Figura 2.</b> Oclusão balanceada. Durante os movimentos cêntricos e excêntricos, todos os dentes estão em contacto (Jambhekar et al., 2010).....	21
<b>Figura 3.</b> Função de grupo. Durante movimentos laterais, a pressão é distribuída sobre a metade da arcada, no lado de trabalho, do incisivo central até ao molar.....	22
<b>Figura 4.</b> Diferença na profundidade de sondagem no dente e no implante dentário, com uma mucosa saudável (Coli et al., 2017).....	33
<b>Figura 5.</b> Diferentes componentes do periodonto. ....	40
<b>Figura 6.</b> Diferença ponto de fulcro dente/implante (Tardelli, 2021). ....	41
<b>Figura 7.</b> Forças oclusais que passam pelo sistema de implantes (Delgado-Ruiz et al., 2019).....	45
<b>Figura 8.</b> Seções histológicas de um implante sem carga (Isidor, 2006). ....	48
<b>Figura 9.</b> Modelação numérica das tensões de tração e de compressão geradas na estrutura (Mellal et al., 2004). ....	49

## **Lista de siglas**

**ATM:** Articulação Temporomandibular

**BoP:** (Bleeding on Probing) Sangramento à sondagem

**CBCT:** (Cone Beam Computed Tomography) Tomografia computadorizada de feixe cônico.

**MIC:** Máxima Intercuspidação

**mm:** milímetros

**RANKL:** Receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand

**RC:** Relação Cêntrica



## **INTRODUÇÃO**

O sistema dentário compreende um conjunto complexo de órgãos, que inclui, em particular os dentes e o periodonto, estruturado em duas arcadas, maxilar e mandibular. Este sistema é também um todo funcional, composto por estruturas osteoarticulares, bem como elementos do sistema neuromuscular, é o aparelho mastigatório. Todo este complexo, participa em funções vitais como a respiração, deglutição; mas também desempenha um papel preponderante na fonação, que é uma característica especial do homem, ao contrário do género animal. Os dentes também contribuem para a estética do rosto (Orthlieb et al., 1996).

Uma boa saúde oral está associada a uma saúde dos dentes, que permite ao nível fisiológico exercer as funções vitais e assegurar a saúde física do ser humano. A ausência ou deficiência de um ou vários dentes pode ter um impacto negativo na vida social e na saúde do indivíduo. O fator estético, hoje em dia tem uma grande importância na sociedade atual (Faria, 2021).

Portanto um dos objetivos e desafios da odontologia moderna, é dar uma resposta á perda dentária a fim de restaurar a função e a estética do paciente. Os implantes foram introduzidos para reabilitar pacientes edêntulos completos, parcial ou unitários. Eles foram consideradam um dos melhores recursos, que devido à sua biocompatibilidade e estética semelhante aos dentes naturais tornam-se uma solução viável e mais comum de utilizar (Bicudo et al., 2016; João et al., 2021).

Mas existe uma diferença biomecânica entre um dente natural e um implante. De facto, o dente natural é suportado por uma estrutura viscoelástica, o ligamento periodontal. Tem um papel de apoio, permite que o dente fique preso ao osso alveolar. O ligamento periodontal tem uma capacidade de absorção de choques, absorve as forças oclusais, e depois distribui-as pelo osso alveolar. Ao contrário do implante, que é osteointegrado, não tem estrutura ligamentar e, portanto nenhuma capacidade de amortecimento. As forças oclusais são diretamente transferidas para o osso alveolar (Chang et al., 2021).

A fiabilidade da terapia com implantes está agora bem comprovada de acordo com a literatura, com uma taxa de sucesso de 90-95% nos últimos dez anos. No entanto, embora seja uma opção de tratamento previsível, não se podem excluir falhas, e podem dever-se a uma variedade de razões. A remoção mecânica do implante móvel, devido à ausência de osteointegração, é a definição do resultado da falha do implante.(Bazli et al., 2020) Entre estas falhas, a peri-implantite é a principal complicação tardia dos implantes dentários (Robertson et al., 2015).

O papel da oclusão no início e a progressão da doença periodontal no dente natural tem sido muito debatido e controverso, mas é agora reconhecido como um dos principais fatores causais na destruição dos tecidos periodontais. Numerosos estudos mostram uma correlação entre o trauma oclusal e a inflamação periodontal causadora de lise óssea (Harrel, 2003).

No entanto, em relação aos implantes dentários, muitos clínicos questionam o papel da oclusão e a condição peri-implantar. É, no entanto, essencial identificar os fatores que podem desempenhar um papel na iniciação e na progressão da deterioração da condição peri-implantar (Graves et al., 2016).

## **DESENVOLVIMENTO**

### **1. PRINCÍPIOS DE OCLUSÃO**

No tratamento dentário diário, há sempre um envolvimento oclusal com maior ou menor importância. Em qualquer tratamento dentário, o objetivo é oclusal, ou seja, obter a otimização das funções mandibulares, e manter o sistema dentário de uma forma duradoura, facilitando e poupando o confronto oclusal (Orthlieb et al., 2013).

Assim, o equilíbrio oclusal baseia-se em leis biomecânicas, ou seja, princípios mecânicos sob controlo proprioceptivo com constantes capacidades de absorção, transformação de tecidos e adaptação comportamental. O conjunto de dentes, suporte ósseo, articulação temporomandibular, músculos; estabelece uma combinação de funções e proteções, assim como compensações organizadas numa arquitetura hierárquica (Orthlieb et al., 2013).

#### **1.1. Conceitos oclusais**

A oclusão dentária é o contacto entre os dentes maxilares e mandibulares, quando a mandíbula está fechada (Orthlieb et al., 2013).

Este conceito abrange as relações morfológicas e funcionais dinâmicas entre todos os componentes do sistema mastigatório, não só os dentes e os seus tecidos de suporte, mas também o sistema neuromuscular, as articulações temporomandibulares e o esqueleto craniofacial (Türp et al., 2008).

É um estado estático que pode referir-se a todos os estados possíveis de confrontação mútua dos dois arcos dentários. Esta função oclusal é desenvolvida durante a infância, à medida que os dentes deciduos aparecem, visto que as capacidades de mastigação de um indivíduo são criadas durante esta fase de desenvolvimento. O contacto total e uniforme depende do indivíduo e do tipo de dentes que estão em contacto, sendo um estado difícil de alcançar (Faria, 2021).

Das muitas posições mandibulares, a mais estável é a oclusão em intercuspidação máxima (MIC). É uma posição mandibular de referência fisiológica, onde a relação dentária é caracterizada por um máximo de contactos inter arcadas (Orthlieb et al., 2013).

Desde a emergência da odontologia moderna, o estudo da oclusão dentária tem sido de grande interesse. A oclusão é a base para o sucesso clínico dos tratamentos de prótese dentária fixa e removível. É essencial compreender os princípios que determinam o seu desenvolvimento durante o tratamento e que podem afetar a oclusão de um paciente. A interface dinâmica das superfícies oclusais maxilares e mandibulares tem sido estudada há mais de três séculos (Wiens & Priebe, 2014).

### **1.1.1. Oclusão dentária/oclusão funcional**

A oclusão dentária pode ser definida por três tipos de oclusão: a oclusão ideal, que permite relações funcionais e estruturais consideradas ideais; a oclusão fisiológica, cujas características não são ideais, mas bem adaptadas, que não causa manifestações patológicas ou problemas disfuncionais. Em contraste com a oclusão patológica, que apresenta sinais e/ou sintomas de patologias e/ou disfunções (Fernandes, 2018).

A oclusão ideal é uma oclusão que é considerada estereotipada das relações estruturais teoricamente necessárias para o ideal de saúde, função, bem estar e estética. É a oclusão que permite realizar todas as funções fisiológicas do sistema estomatognático, preservando ao mesmo tempo a saúde das estruturas que o compõem. No caso da oclusão ideal e estável, os dentes maxilares e opostos estão idealmente ligados de um ponto de vista anatómico e funcional (Furtado et al., 2018).

A oclusão fisiológica ou normal é aquela que representa um equilíbrio funcional entre todos os componentes do sistema mastigatório. Este tipo de oclusão é tipicamente encontrado em pacientes saudáveis e com bem estar (Furtado et al., 2018).

Para ser considerada uma oclusão funcional, deve satisfazer os requisitos de estabilidade mandibular com harmonia entre os determinantes anatómicos e as unidades fisiológicas do sistema estomatognático, assegurando simultaneamente funções vitais, com ausência de sinais e sintomas da articulação temporomandibular (ATM), sem ruído ou resalto e

sem problemas periodontais com uma carga funcional (Okeson, 2008; Sabrina & Machado, 2018; Sette, 2018).

As forças oclusais são transmitidas na direção do longo eixo dos dentes posteriores, com contactos bilaterais e simultâneos, dimensão vertical adequada, movimentos de lateralidades que são promovidos pelos caninos, guia anterior imediato, oclusão mútua e a relação centrada que, coincide com a MIC (Okeson, 2008).

A oclusão patológica releva-se com aparecimento de sinais físicos de trauma e destruição. Frequentemente, são observados os traumas resultados da desarmonia oclusal como facetas de desgastes severas nas superfícies oclusais, fraturas de cúspides e mobilidade dentária (Sabrina & Machado, 2018).

## **1.2. Padrão oclusal em implantologia**

Para os pacientes com dentes naturais ou implantes, os conceitos oclusais desenvolvidos a partir da dentição natural podem ser transpostos para sistemas de suporte de implantes sem mais modificações devido aos padrões de movimento mandibular, velocidade e mastigação (Pricila et al., 2019).

Portanto, seguindo os critérios convencionais de oclusão da dentição natural e transferindo-os para a reabilitação com implantes, podem ser nomeados os seguintes princípios básicos para uma oclusão estável sobre implantes: estabilidade bilateral em intercuspidação máxima; contactos e forças oclusais igualmente distribuídos; liberdade de movimento em intercuspidação máxima; guia anterior quando for possível; excursões mandibulares laterais suaves sem interferências do lado de trabalho e de não-trabalho; ausência de interferências entre a posição de relação cêntrica e intercuspidação máxima (Miguel & Gomes, 2012).

### **1.2.1. Relação centrada**

A relação cêntrica é o conceito mais controverso na Medicina Dentária. A definição da relação cêntrica evoluiu ao longo dos anos, com uma melhor compreensão do movimento mandibular, sendo possível mudar novamente no futuro (Palaskar et al., 2013).

O termo relação cêntrica é geralmente utilizado para referir a posição da mandíbula quando os côndilos se encontram numa posição ortopédica estável. É uma posição relacionada com os ligamentos da ATM, que também é conhecida como a posição ligamentar (Okeson, 2008).

Correspondendo a uma posição articular de referência, a relação cêntrica representa a situação disco-condiliana que permite o movimento axial terminal. Refere-se a uma posição limite fisiológica a partir da qual todos os movimentos condilares são possíveis (Orthlieb et al., 1996).

O conceito de relação cêntrica nasceu da procura de uma posição mandibular estável e reprodutível que permitisse a reabilitação protética. A definição da relação cêntrica evoluiu de uma posição pósterio-superior do côndilo em relação à fossa glenoidal para uma posição ântero-superior (Palaskar et al., 2013).

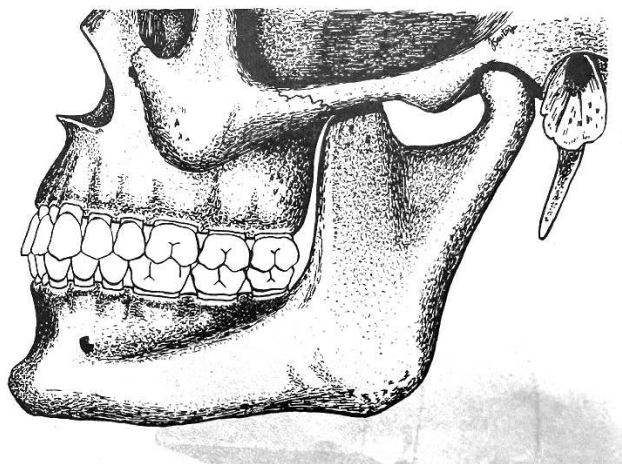
De facto, a relação cêntrica foi assumida como a posição mais retraída das cabeças condilares nas fossas articulares. Contudo, sabe-se, atualmente que a relação articular ideal só é alcançada quando os côndilos estão nas suas posições mais ântero-superiores na fossa articular, repousando nas encostas posteriores das eminências articulares com os discos articulares interpostos. Esta posição não tem qualquer relação com os contactos dentários. Os côndilos assumem esta posição quando os músculos elevadores são ativados sem interferência oclusal (Grassi E, 2016).

A relação cêntrica é amplamente utilizada e está a tornar-se uma opção indispensável para tratamentos de reabilitação e, em alguns casos de patologia estritamente relacionada com a oclusão, em que esta posição deve ser utilizada com guia, devido às suas características que correspondem à posição fisiológica porque é compatível com a função e reprodutível (Grassi E, 2016; S. S. Rocha et al., 2010).

### 1.2.2. Máxima intercuspidação oclusal

A intercuspidação máxima é fisiologicamente uma posição mandibular de referência onde a relação dentária se caracteriza pelo número máximo de contactos interarcadas (Figura 1). A MIC é a posição oclusal onde a intensidade das contrações isométricas é máxima, ou seja, quando a tensão durante um aumento muscular excede a carga inicial exercida sem alterar o comprimento dos músculos. Esta relação é independente da localização dos côndilos nas fossas mandibulares. O termo de intercuspidação inclui a noção de deslocamento, ou seja, o movimento da mandíbula para a posição de MIC (Orthlieb et al., 2013).

A MIC é a chave fundamental da função mastigatória, permitindo uma posição mandibular precisa, única, média e repetitiva que promove uma função muscular automática e simple. Caracteriza-se pela multiplicidade de contactos oclusais simultâneos, assegurando a distribuição de esforços por toda a dentição, mesmo que os dentes anteriores estejam ligeiramente menos sobrecarregados. Esta posição facilita a deglutição e absorve as tensões importantes exercidas durante as fases de encerramento dos maxilares (Orthlieb et al., 2013).



**Figura 1.** Máxima intercuspidação (Santos Jr, 1996).

A MIC pode ou não coincidir com a oclusão cêntrica, dependendo da posição do côndilo. Se os côndilos estiverem fisiologicamente centrados, a posição de máxima intercuspidação e a posição de oclusão cêntrica são as mesmas. Contudo, se a intercuspidação máxima ocorre quando os côndilos não estão centrados, as duas posições não coincidem, e a intercuspidação máxima é chamada de fechamento habitual e posição excêntrica. Neste caso, a posição de intercuspidação é anterior à posição centrada e numa

dimensão vertical inferior. A posição de MIC é utilizada para determinar a dimensão vertical de oclusão, isto é, a distância entre dois pontos distintos na maxila e na mandíbula na linha média (João et al., 2021).

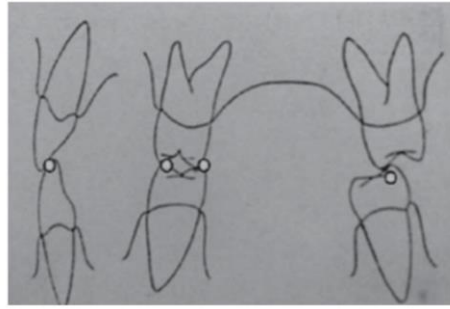
### **1.2.3. Oclusão balanceada bilateral**

O primeiro conceito importante desenvolvido para descrever a oclusão funcional ideal, foi denominado oclusão balanceada. Este conceito requer contactos bilaterais e balanceados durante todos os movimentos laterais e protrusivos (Okeson, 2008).

Oclusão bilateral balanceada refere-se aos contactos simultâneos entre os segmentos posteriores direito e esquerdo em posições estáticas (MIC), e contactos entre todos os elementos dentários durante todos os movimentos laterais e protrusivos. Estes são contactos bilaterais harmoniosos entre os arcos antagónicos tanto do lado de trabalho como do lado de balanceio, tanto em posições cêntricas como excêntricas (Figura 2) (Fernandes, 2018; C. C. V. Rocha et al., 2018; Sanitá et al., 2009).

Este tipo de padrão oclusal foi originalmente desenvolvido pela fabricação de próteses totais e posteriormente foi aplicado às próteses fixas (Rangarajan et al., 2015). Este conceito é útil na construção de próteses totais, nas quais o contacto no lado não funcional é importante para evitar a inclinação da prótese. Foi também posteriormente, utilizado na reabilitação oclusal completa com o objetivo de partilhar o stress sobre um maior número de dentes (Jambhekar et al., 2010).

A oclusão balanceada em dentaduras totais é única, pois não ocorre com dentes naturais. A ideia principal por detrás do modelo de oclusão bilateral balanceada é a estabilidade da prótese devido aos contactos bilaterais durante a função, ou seja, durante os movimentos mandibulares excursivos e permite a estabilidade horizontal (C. C. V. Rocha et al., 2018).



**Figura 2.** Oclusão balanceada. Durante os movimentos cêntricos e excêntricos, todos os dentes estão em contacto (Jambhekar et al., 2010).

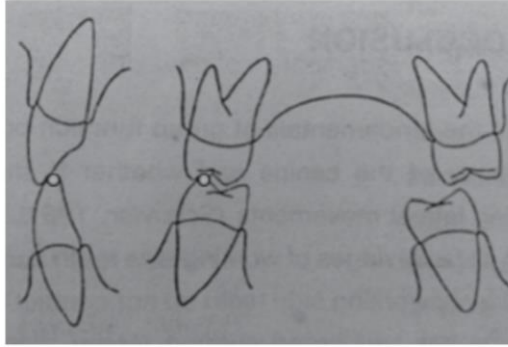
#### 1.2.4. Oclusão balanceada unilateral

Em 1929, Schuyler observou que as forças destrutivas são associadas aos contactos laterais não funcionais, e concluiu que eram traumáticas para a dentição natural, provocando distúrbios neuromusculares, disfunções da ATM, lesões periodontais aceleradas ou aumentadas e desgaste excessivo (Jambhekar et al., 2010).

Os princípios básicos deste conceito de oclusão podem ser sintetizado da seguinte maneira: em posição MIC os dentes encontram-se em contactos bilaterais, simultâneos e estáveis em RC; do lado de trabalho, os dentes devem deslizar em grupo, de canino ao primeiro molar; e do lado de balanceio há uma ausência de contacto entre os todos os dentes (Figura 3). Em movimento protrusivo, os dentes anteriores tocam-se e desocluem os dentes posteriores (Discacciati, 2011).

A oclusão balanceada unilateral, também é conhecida como a função de grupo. A função de grupo no lado de trabalho distribui as cargas oclusais, e a ausência de contactos no lado de balanceio impede que esses dentes sejam submetidos às forças destrutivas (Jambhekar et al., 2010).

A oclusão do tipo função de grupo é semelhante à oclusão mutuamente protegida. Este tipo de esquema oclusal tem sido indicado para casos de comprometimento periodontal dos caninos, com objetivo de distribuir as forças laterais geradas nos movimentos de lateralidade, que, nos casos de oclusão mutuamente protegida, se concentram nesses dentes (Sanitá et al., 2009).



**Figura 3.** Função de grupo. Durante movimentos laterais, a pressão é distribuída sobre a metade da arcada, no lado de trabalho, do incisivo central até ao molar. (Jambhekar et al., 2010).

### 1.2.5. Guia canina

Os caninos superiores têm uma face vestibular em formato de pentágono, por causa de sua cúspide na região incisal, sendo que se alinha ao longo eixo do dente e é considerado o dente mais longo e robusto da arcada dentária. Os caninos inferiores têm uma coroa longa, com uma face vestibular convexa. Devido a estas características, o canino superior recebe os impactos das forças musculares durante o momento da mastigação (Fontenelle, 2021).

O canino é de grande importância por várias razões, tem uma grande função proprioceptiva devido ao grande tamanho da sua raiz, que oferece uma grande superfície com o ligamento periodontal. Este dente tem uma localização vantajosa, está distante do côndilo, e devido a este fator recebe as forças com menor intensidade. O canino, durante a desoclusão dos molares, favorece um maior relaxamento dos músculos de elevação, de modo a não haver pressão ou stress sobre a componente articular (Orlando, 2007).

A guia canina é capaz de diminuir a tensão dos músculos da mastigação por dissipar as forças oclusais recebidas. No entanto, se a saúde do canino estivesse comprometida, não se tornaria ideal. Assim, caso este estivesse ausente, a guia em função de grupo seria recomendada visto que consegue dissipar as cargas oclusais recebida (Fontenelle, 2021).

A importância da função efetiva da guia canino na dissipação das forças, é de guiar os dentes para a MIC, desenvolvendo uma mastigação mais verticalizada. Isto torna-se essencial para o equilíbrio no sistema estomatognático, recebendo a carga mastigatória, e

dissipando forças sobre os dentes posteriores e assim proteger os mesmos de forças oclusais intensivas e evitar os contactos traumáticos (Fontenelle, 2021; Orlando, 2007).

### 1.3. Parafunções

Na odontologia, o termo bruxismo é usado para diagnosticar parafunções que ocorrem durante o sono e a vigília. As parafunções orais são caracterizadas por choques oclusais, que incluem atividades orais não nutritivas relacionadas com hiperatividades musculares frequentemente involuntárias, repetitivas, na sua maioria inconscientes. Podem incluir um vasto espectro de comportamentos orais não funcionais, tais como apertar, manter a boca fechada com muita força, ranger os dentes, moder as unhas, lábios, língua ou bochechas. O bruxismo severo é um fator de risco para os elementos dentários, especialmente se forem artificiais podendo criar desgaste ou fraturas. Na profissão dentária, há uma crença generalizada de que o bruxismo e a oclusão dentária estão interligados (Furlanetto, 2018; Orthlieb et al., 2016).

Lobbezoo et al. (2013), propõem uma definição para o bruxismo:

*“ Bruxismo é uma atividade repetitiva do músculo maxilar caracterizada pelo apertar ou ranger dos dentes e/ou pela trancar ou empurrar da mandíbula. Bruxismo tem duas manifestações circadianas distintas: que pode ocorrer durante o sono (chamado bruxismo do sono) ou durante a vigília (chamado buxismo do acordado)”*

Mas em 2018, Lobbezoo et al atualizam esta definição em favor de duas definições separadas:

*“ 1- Bruxismo do sono é a atividade dos músculos mastigatórios durante o sono caracterizada como rítmica (fásica) ou não rítmica (tônica) e não uma desordem de movimento ou uma desordem do sono, quando em indivíduos saudáveis.*

*2- Bruxismo do acordado é a atividade dos músculos mastigatórios durante a vigília caracterizada pelo repetitivo ou sustentado contacto dos dentes e/ou pelo manter (segurar) ou empurrar da mandíbula e não uma desordem de movimento quando em indivíduos saudáveis.”*

Assim, concluíram que para indivíduos saudáveis, o bruxismo não deveria ser considerado com uma desordem, mas sim como um comportamento que pode ser um fator de risco a certas consequências clínicas (Lobbezoo et al., 2018).

A etiologia do bruxismo é multifatorial. Vários estudos relevam que o bruxismo não tem uma única causa característica mas vários fatores etiológicos. Portanto, a etiologia está intimamente relacionada com fatores psico-emocionais e neuropáticos, tais como stress emocional, depressão e ansiedade. Mas também com o uso de substâncias psicoativas (nicotina, café, álcool), distúrbios psiquiátricos e doenças neurológicas, são fatores desencadeantes do bruxismo (Alves, 2021).

O bruxismo é classificado em bruxismo primário e secundário. Diz-se que o primário é idiopático, não tem nenhum fator ou causa óbvia. Por outro lado, o secundário está relacionado com condições clínicas ( neurológicas, psiquiátrica, apneia do sono o uso de drogas) (Carvalho et al., 2020).

#### **1.4. Comportamento natural dos dentes**

As fibras de Sharpey são orientadas funcionalmente para amortecer as forças oclusais e distribuí-las por todo o alvéolo, tornando o sistema altamente adaptável. A mobilidade axial de um dente é muito ampla. Na direção axial, pode variar de 25 a 100  $\mu\text{m}$ , com uma média de cerca de 60  $\mu\text{m}$ . A mobilidade lateral de um dente é um parâmetro essencial: os dentes são muito diferentes uns dos outros em termos de mobilidade lateral. Os dentes mais móveis horizontalmente são os incisivos, a mobilidade lateral dos pré-molares é menor, seguidos dos caninos e molares, que têm a menor mobilidade horizontal. O centro de rotação do dente situa-se no terço apical, o que faz com que as forças de tração e compressão se distribuam por todo o alvéolo. Este facto reduz consideravelmente a tensão por unidade de área sobre o tecido ósseo (Mariani et al., 2008).

## 2. IMPLANTES

### 2.1. Generalidades

Um implante dentário é uma raiz artificial feita de materiais aloplásticos implantados em tecidos orais tais como mucosa, periósteo e/ou osso para proporcionar retenção e suporte a uma prótese fixa ou removível (Gupta et al., 2017).

Existem diferentes tipos de próteses fixas suportadas por implantes: simples, pontes ou arco completo. Os implantes dentários têm muitas vantagens, tais como restaurar a estética e a função de um dente, preservar os dentes adjacentes e o equilíbrio dos maxilares (Mores, 2021).

Para substituir dentes em falta, várias opções podem ser consideradas, mas os implantes dentários tornaram-se um dos biomateriais bastante utilizados, nas últimas décadas (Guillaume, 2016).

A implantologia moderna foi possível graças aos estudos de Brånemark nos anos 60 na Suécia. Ele foi o primeiro a propor o conceito de osteointegração de um biomaterial metálico implantado no osso. Num estudo experimental, descobriu que o osso estava firmemente ancorado na superfície de dispositivos de titânio implantados em defeitos ósseos (Guillaume, 2016).

### 2.2. Osteointegração

Brånemark revolucionou a implantologia com a ideia que o contacto direto entre o osso e o implante era fundamental. É a osteointegração. Estes estudos permitiram que o Brånemark em 1983 definisse a osteointegração com: (Brånemark, 1983)

*“A conexão direta estrutura e funcional entre um osso vivo e remodelado e a superfície de um implante suportando uma carga e confiável ao longo do tempo.”*

Um implante dentário osteointegrado reflete a fixação biológica e mecânica do dispositivo de implante no osso maxilar sob função clínica normal. O processo de osteointegração do implante é descrito como a chave para o sucesso dos implantes dentários (Alghamdi & Jansen, 2020).

O local ósseo pré-implante é o ponto mais importante a considerar na sua capacidade de promover a osteointegração do implante, ou seja, a ancoragem óssea primária neste biomaterial metálico; e a sua estabilidade ao longo prazo. Contudo, a redução do volume ósseo prejudica a colocação de implantes (Guillaume, 2016).

Isto ocorre em duas fases distintas, a estabilidade primária e secundária.

Na estabilidade primária ou mecânica, o implante é instalado na estrutura óssea da tomada cirúrgica, com trauma mecânico, aquecimento e compressão óssea. Assim, quanto maior for a densidade óssea da tomada cirúrgica, maior será a estabilidade mecânica do implante, o que será decisivo para o sucesso do implante (Faria, 2021).

A estabilidade secundária ou biológica é a fase em que a camada óssea danificada ou necrótica adjacente ao implante é reabsorvida pelos macrófagos dos vasos sanguíneos e a neoformação óssea ocorre por osteoblastos. Assim, esta estabilidade é alcançada através da remodelação óssea (Faria, 2021).

### **2.3. Princípios biomecânicos em implantologia**

A biomecânica é um campo interdisciplinar que estuda a resposta dos tecidos biológicos às cargas aplicadas. Os implantes dentários, em uso, serão sujeitos as cargas, que podem variar em amplitude, duração e frequência. As forças exercidas pela musculatura produzem cargas horizontais fracas mas frequentes sobre os pilares dos implantes (C. Misch, 2015).

A biomecânica é definida por vários pontos importantes:

- A massa, é a propriedade física de um corpo e é responsável pela quantidade de matéria contida num corpo, independentemente do local onde este se encontra (Lin & Su, 2020).

- A força, em Newton. As forças que são aplicadas aos implantes dentários são expressas como vetores, que têm uma magnitude e uma direção. Normalmente não são aplicadas diretamente ao longo eixo do implante, mas ao longo de três eixos dominantes, mesio-distal; facio-lingual e ocluso-apical. A oclusão é o principal determinante para definir a direção da carga. A posição dos contactos oclusais na prótese influencia diretamente o tipo de força distribuída ao longo do sistema de implantes. As forças compressivas tendem a preservar a integridade do osso e da interface do implante, enquanto que as forças de tração e cisalhamento tendem a perturbar este interface. Uma pequena quantidade de força aplicada durante um longo período de tempo pode levar a uma falha por causa da fadiga (Lin & Su, 2020; C. Misch, 2015).

- A tensão depende de dois fatores, a magnitude da força e a área a que a força é aplicada. A magnitude a força no implante dentário é normalmente determinada pela força externa dada pelos músculos em diferentes situações de oclusão (Lin & Su, 2020; C. Misch, 2015).

### **2.3.1. Posicionamento**

Os implantes dentários devem ser submetidos a diferentes forças externas em diferentes posições e em diferentes situações oclusais (Lin & Su, 2020).

Os dentes posteriores suportam forças oclusais mais elevadas do que os dentes anteriores, pelo que o sistema de implantes dentários na região dos dentes posteriores é mais suscetível a danos. Portanto ao avaliar biomecânica dos implantes dentários, o impacto das diferentes posições dos implantes deve também ser tido em conta (Lin & Su, 2020).

Assim, para evitar falhas pós-operatórias nos pacientes, os implantes na região dos dentes posteriores podem utilizar implantes mais espessos, capazes de resistir a forças externas mais elevadas (Lin & Su, 2020).

### **2.3.2. Altura do implante**

Além disso, a relação coroa/implante que define a altura oclusal, desempenha um papel na redução do stress, uma vez que um aumento da relação coroa/implante pode levar a maiores concentrações de stress nos tecidos peri-implantares. Mas esta continua a ser uma ideia controversa (Hingsammer et al., 2019).

O implante com uma relação coroa/implante mais elevada têm aumentados a atividade de remodelação óssea mas não têm um risco mais elevado de fracasso.

Quando a densidade óssea é baixa, será dada mais atenção ao comprimento do implante, que será maior, mas quando a densidade óssea é alta, o foco será no diâmetro do implante e não no seu tamanho (Hingsammer et al., 2019).

### **2.3.3. Diâmetro do implante**

De um ponto de visto biomecânico, quanto mais longo o implante e quanto maior o diâmetro, maior é a superfície de contacto entre o implante dentário e o osso, tornando o implante mais resistente à carga mecânica. No entanto, por vezes, devido às limitações estruturais ósseas do paciente, não é possível utilizar implantes dentários longos e espessos (Lin & Su, 2020).

Ficou demonstrado que o diâmetro do implante é uma característica mais eficaz para evitar o risco de sobrecarga, em comparação com o comprimento do implante. Em particular, foi encontrada uma redução significativa de stress na área cortical através do aumento do diâmetro do implante (Hingsammer et al., 2019).

## 2.4. Falhas nos implantes

O implante dentário representa uma melhor opção de tratamento devido à sua eficácia e previsibilidade, contudo este tratamento tem limitações com uma taxa de insucesso que varia de 1 a 19% (Do et al., 2020).

Estas falhas são classificadas como falhas precoces e tardias, dependendo de quando o pilar foi ligado:

As falhas precoces ocorrem antes da aplicação da carga funcional, quando o implante dentário ainda não está completamente fixado no osso, a osteointegração não foi alcançada devido a complicações associadas, tais como problemas de infecção, sobrecarga oclusal, ou cicatrização deficiente. Estas complicações são os principais factores nas falhas do implante, que interferem com o processo, impedindo uma ligação com o osso. Podem estar relacionadas com a técnica utilizada pelo médico ou com as características do paciente (Do et al., 2020; Ferreira et al., 2021).

As falhas tardias ocorrem depois de a carga oclusal ter sido aplicada, a osteointegração não foi mantida (Do et al., 2020).

A falha precoce ocorre durante o período de osteointegração, enquanto a falha tardia ocorre após a osteointegração ter ocorrido e o implante estar funcional (Neves et al., 2018). Enquanto a falha precoce é apenas uma complicação biológica, a falha tardia pode ter complicações biológicas ou mecânicas. As complicações biológicas podem ser devidas à peri-implantite, que geralmente envolve a reabsorção de tecido mole e duro (Do et al., 2020).

Vários factores foram analisados, dos quais os seguintes podem ser a causa de falha do implante dentário:

- A inadequação, devido à tensão entre o implante e a estrutura, produzida por uma estrutura não passiva, afetando a sua estabilidade.

- Os factores de carga estão directamente relacionados com as forças oclusais que ocorrem durante os movimentos mastigatórios. Níveis de carga indesejáveis podem levar a falha dos implantes.

- O bruxismo pode levar a um desgaste adicional do implante.
- O tipo de modelo restaurativo pode influenciar as cargas e tensões sobre o implante.
- O diâmetro, ou seja, um diâmetro menor, está associado a uma maior tendência para a fratura, em comparação com os implantes de maior diâmetro.
- O fenômeno da reabsorção óssea induz maiores tensões sobre o implante devido à perda de suporte ósseo (Faria, 2021).

## **2.5. Comportamento natural do implante**

A mobilidade axial de um implante é reduzida, devido à ausência de fibras de Sharpey, e diz respeito ao conjunto osso-implante, uma vez que o fenômeno de osteointegração implica que estes dois elementos são integrais. A amplitude da deslocação é pequena, entre 3  $\mu\text{m}$  e 5  $\mu\text{m}$ , em relação direta com a densidade óssea, com uma deslocação vertical média de apenas 4  $\mu\text{m}$ . Em termos de mobilidade lateral de um implante, uma vez que o osso e o implante estão ligados por osteointegração, é novamente o conjunto que se desloca em função da densidade óssea. O movimento deste conjunto é, portanto, linear. O centro de rotação do implante situa-se no lado oposto ao do dente, ao nível do terço cervical do implante. Tal como acontece com as forças oclusais axiais, isto resulta numa concentração cervical das forças horizontais ou das componentes horizontais das forças oblíquas. Este conjunto de dados mostra que as raízes artificiais têm um comportamento muito diferente das raízes naturais: são menos adaptáveis, as tensões são transmitidas mais diretamente ao osso e as forças resultantes aplicadas concentram-se na região cervical (Mariani et al., 2008).

## **3. PERI-IMPLANTITE**

### **3.1. Definição**

As lesões inflamatórias que se desenvolvem nos tecidos em redor dos implantes são coletivamente conhecidas como doenças peri-implantar. A doença peri-implantar foi descrita e definida pela primeira vez em 1994 na *European Federation of Periodontology*.

De acordo com Alberktsson e Isidor, a doença peri-implantar deve ser considerada como um grupo de complicações biológicas semelhantes à doença periodontal que pode ser dividido em duas entidades distintas dependendo do tipo de tecido afetado:

A mucosite peri-implantar, semelhante à gengivite é uma reação inflamatória reversível no tecido mole que envolve um implante dentário funcional sem afetar o nível ósseo. A mucosite é considerada como o precursor da peri-implantite (Zitzmann & Berglundh, 2008).

A peri-implantite, que é semelhante à periodontite, é descrita como uma reação inflamatória associada à perda de osso de suporte em redor de um implante osteointegrado (Heitz-Mayfield & Salvi, 2018; Zitzmann & Berglundh, 2008).

No Workshop Mundial de Periodontologia em 2017, foram discutidas características e foi fornecida uma nova definição:

A peri-implantite é uma condição patológica associada à placa que ocorre nos tecidos em redor dos implantes dentários e que se caracteriza pela inflamação da mucosa peri-implantar e pela perda progressiva do osso de suporte. Os locais da peri-implantite mostram sinais clínicos de inflamação, hemorragia na sondagem e/ou supuração, aumento da profundidade de sondagem e/ou recessão da margem da mucosa, para além da perda ósseo radiograficamente visível (Berglundh et al., 2018; Romandini et al., 2021).

A manutenção do implante é assim ameaçada pela osteólise peri-implantar, a sua progressão é não linear e pode ser acelerada por fatores de risco como o tabagismo e a má higiene oral (Guillaume, 2016).

Por outro lado, de acordo com um estudo de Pesce et al, não foi possível estabelecer um consenso quanto à etiologia da osteólise peri-implantar, contudo, a acumulação de placa e a sobrecarga oclusal/trauma parecem ser as duas causas mais propostas (Pesce et al., 2014).

### **3.2. Diagnóstico**

A monitorização do estado ósseo após a reabilitação com implantes dentários é essencial para determinar um possível diagnóstico precoce da perda óssea, uma vez que a doença peri-implantar deve ser diagnosticada o mais cedo possível, a fim de implementar tratamentos apropriados e evitar a perda do implante dentário. Portanto, para detetar os sinais e sintomas suficientemente cedo, os elementos de diagnóstico devem ser parâmetros sensíveis (Bohner et al., 2017; Ramanauskaite & Juodzbaly, 2016).

Os critérios de diagnóstico da peri-implantite são baseados em parâmetros clínicos e radiográficos. Diferentes aspetos devem ser avaliados, tais como a presença de hemorragia a sondagem (BoP), a supuração, bem como a avaliação radiográfica com sinais de perda óssea associada (Bohner et al., 2017; Ramanauskaite & Juodzbaly, 2016; Renvert et al., 2018).

#### **3.2.1. Exames clínicos**

A sondagem é um exame fundamental no diagnóstico da peri-implantite, em conjunto com a análise radiográfica. A sondagem periodontal deve ser utilizada de modo a aplicar uma pressão suave, com uma força não superior a 0,25N, de modo a não danificar o tecido peri-implantar. Este é um exame fiável e essencial para monitorizar a presença de doença peri-implantar. Podem ser avaliados sinais tais como hemorragia ou supuração na sondagem (Bohner et al., 2017; Ramanauskaite & Juodzbaly, 2016).

A hemorragia na sondagem é um indicador de presença de inflamação do tecido mole que envolve o implante dentário. A hemorragia a sondagem é frequentemente sinónimo de perda do suporte tecidual e é preditiva da progressão da doença peri-implantar (Ramanauskaite & Juodzbaly, 2016; Valente & Andreana, 2016).

O aumento da sondagem peri-implantar pode ser um sinal constante e indispensável para o diagnóstico da peri-implantite. Mombelli e Lang (1994), afirmam que as bolsas superiores ou iguais a 5mm, favorecem a proteção de patogénicos causadores da doença peri-implantar (Mombelli & Lang, 1994).

No entanto, é importante notar a diferença anatômica entre o implante dentário e o dente natural, o que pode levar a interpretações erradas. Por estas razões, o nível de fixação relativo a um ponto de referência fixo no implante dentário ou na sua superestrutura deve ser utilizado como referência para o diagnóstico durante a sondagem do implante (Figura 4) (Renvert et al., 2018).



**Figura 4.** Diferença na profundidade de sondagem no dente e no implante dentário, com uma mucosa saudável (Coli et al., 2017).

A supuração ou exsudado inflamatório na maioria dos casos está associado à doença peri-implantar, e sugere inflamação dos tecidos moles. No entanto, a perda óssea associada à presença de pus pode servir como diagnóstico diferencial de mucosite para a peri-implantite (Ramanauskaite & Juodzbaly, 2016).

A presença de sinais e sintomas tais como vermelhidão, inchaço ou dor ao exame visual ajudará a avaliar a existência de inflamação. O exame radiográfico será então indicado para fazer o diagnóstico diferencial da mucosite para a peri-implantite, com base a perda óssea em contorno do implante dentário (Renvert et al., 2018).

A mobilidade do implante não é um sintoma essencial da peri-implantite, mas ocorre na fase final da progressão da doença e indica a perda completa da osteointegração (Mombelli & Lang, 1994).

Em 2016, Valente propõe uma classificação da doença peri-implantar:

<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
<b>Precoce</b>	Bolsas $\geq 4$ mm (BoP/SoP) Perda óssea $<25\%$ do comprimento do implante
<b>Moderado</b>	Bolsas $\geq 6$ mm (BoP/SoP) Perda óssea entre 25 e 50% do comprimento do implante
<b>Avançado</b>	Bolsas $\geq 8$ mm (BoP/SoP) Perda óssea $>50\%$ do comprimento do implante

**Tabela 1.** Classificação da doença peri-implantite (Valente & Andreana, 2016).

### **3.2.2. Exame radiográfico**

O exame radiográfico é o mais importante e mais utilizado no diagnóstico da peri-implantite, uma vez que permite determinar a quantidade de perda óssea alveolar em redor do implante dentário. A perda do tecido de suporte é um parâmetro considerável no diagnóstico diferencial da mucosite e da peri-implantite (Ramanauskaite & Juodzbaly, 2016). Devem ser tomadas radiografias normalizadas e comparadas com radiografias de base quando os implantes tiverem sido colocados em função (Renvert et al., 2018).

As radiografias intra-orais e panorâmicas fornecem uma imagem bidimensional do osso peri-implantar; como tal, podem ocorrer distorções geométricas e sobreposições anatómicas. Alternativas como CBCT podem ser usados, que fornecem imagens tridimensionais, no entanto, há limitações tais como custo elevado, exposição à radiação e artefactos metálicos (Bohner et al., 2017).

As radiografias de seguimento são cruciais para detetar alterações no nível ósseo peri-implantar ao longo do tempo, independentemente do tipo de radiografia escolhida, um exame radiográfico deve ser realizado regularmente cada 6 meses para avaliar e prevenir possíveis perdas ósseas (Valente & Andreana, 2016).

### **3.3. Fatores de risco**

A peri-implantite é uma doença comum, complexa e multifatorial (Hashim & Cionca, 2020).

Os indicadores de risco são chamados fatores associados à doença peri-implantar.

Contudo, a fim de identificar os verdadeiros fatores de risco, são necessários estudos prospetivos, uma vez que atualmente existem poucos estudos deste tipo. Assim, o termo indicador de risco tem sido utilizado na maioria dos estudos (Rokaya et al., 2020).

Os indicadores de risco identificados de doença peri-implantar são placa com higiene oral e negligência de cuidados de manutenção regulares após tratamento com implantes, tabagismo, diabetes, história de doença periodontal. Para além destes outros fatores associados à peri-implantite podem estar relacionados com o profissional, tais como o desenho do implante e a rugosidade superficial da parte transmucosa, o cimento residual,

os implantes que foram colocados em circunstâncias menos ideais, tais como um ângulo de emergência superior a 30 graus, bem como a largura do tecido queratinizado. É de notar que a sobrecarga oclusal, um história de falha de implantes, os hábitos parafuncionais dos pacientes e a má posição dos implantes também podem ser indicadores de risco (Berglundh et al., 2018; Rokaya et al., 2020).

As provas limitadas mostraram a correlação da doença peri-implantar com o consumo de álcool, tal como os traços genéticos podem estar correlacionados com a doença peri-implantar, no entanto, os resultados são contraditórios e limitados (Rokaya et al., 2020).

### 3.4. Tratamento

O objetivo do tratamento da doença peri-implantar é devolver ao paciente um estado de boa saúde e uma função aceitável, restaurando o implante. Embora nem todas as variáveis de sucesso tenham sido definidas, existem parâmetros clínicos quantificáveis lógicos e geralmente aceites que podem ser utilizados como indicadores, tais como a redução das bolsas peri-implantar, a redução da BoP ou o preenchimento de defeitos ósseos radiográficos. Pode ou não ser possível restaurar a osteointegração; também pode ser possível apenas preencher o defeito ósseo ou simplesmente parar a doença. A recidiva ou a necessidade de novo tratamento podem também tornar-se opções inevitáveis (Robertson et al., 2015).

O protocolo “Terapia de Suporte Interceptiva e Cumulativa” (TSIC) foi concebido para adaptar o tratamento de lesões peri-implantares de acordo com parâmetros clínicos facilmente mensuráveis e tem sido aceite desde a sua introdução em 2000 por Lang et al. (Tabela 2). É importante lembrar que estes protocolos são cumulativos dependendo do diagnóstico (Lang et al., 2000; Robertson et al., 2015).

Clinical parameters					Maintenance classification	CIST
Pll	BOP	Suppuration	PD mm	RX defect		
±	-	-	<4	-	0	(A)
+	+	-	<4	-	I	A
+	+	±	4-5	+	II	A+B
+	+	±	>5	++	III	A+B+C
+	+	±	>5	+++	IV	A+B+C+D
+	+	±	>5	++++	V	E

**Tabela 2.** Terapia de Suporte Interceptiva e Cumulativa (TSIC) (Lang et al., 2000).

### **3.4.1. Tratamentos não cirúrgicos**

As várias terapias não cirúrgicas para a doença peri-implantar incluem instruções mecânicas, químicas, antibióticas e de higiene oral (Lang et al., 2000).

O protocolo A envolve o desbridamento mecânico profissional, é indicado para implante com profundidade de sondagem inferior a 3mm com depósito de placa e/ou cálculo com presença de BoP e com ausência de supuração (Lang et al., 2000).

O desbridamento mecânico reduz a inflamação ao remover a placa microbiana da superfície do implante. Os instrumentos mecânicos para a remoção da placa incluem curetas plásticas, escovas de metal ou de titânio (Rokaya et al., 2020). Contudo, as curetas metálicas não são recomendadas, podem danificar a superfície do implante e promover a colonização bacteriana (Robertson et al., 2015).

Embora também estejam disponíveis curetas de plástico, podem não remover completamente os detritos ou o biofilme (Rokaya et al., 2020).

O protocolo B consiste numa terapia anti-séptica, é utilizada para lesões com profundidade de sondagem de 3 a 5mm, ou superiores a 5mm sem cratera óssea radiograficamente identificável à volta do implante (Lang et al., 2000).

O desbridamento mecânico, tal como descrito no protocolo A, é considerado insuficiente para este grupo de lesões devido ao aumento da profundidade das bolsas exigindo assim o esforço de antisepsia (Robertson et al., 2015).

A clorexidina é normalmente utilizada em doença peri-implantar, atrasa a colonização bacteriana e a sua concentração de 0,12% reduz eficazmente a doença peri-implantar. Recomenda-se o tratamento antisséptico com clorexidina duas vezes por dia, durante 3 a 4 semanas, para obter resultados positivos (Rokaya et al., 2020).

O protocolo C envolve a adição de antibióticos sistémicos ou locais e é recomendado para lesões com profundidade de sondagem superior a 5mm, com BoP e um defeito ósseo identificável até 2mm na radiografia (Lang et al., 2000).

Como as bolsas periodontais são mais profundas, são mais propensas à colonização por gram-negativos, principalmente bactérias anaeróbias, pelo que é necessário utilizar a terapia antibiótica para agir contra a infeção, inibindo ou matando o agente infeccioso. As

opções antibióticas sistêmicas incluem amoxicilina, metronidazol, clindamicina, tetraciclina e muitas outras (Robertson et al., 2015).

### **3.4.2. Tratamentos cirúrgicos**

O protocolo D envolve a terapia cirúrgica, é reservado para defeitos na peri-implantite que se encontram numa fase moderada ou grave ou na sequência do fracasso dos tratamentos não cirúrgicos dos protocolos A a C (Robertson et al., 2015).

O tratamento cirúrgico permite o acesso da lesão inflamatória para proceder a limpeza. Geralmente o tratamento cirúrgico inclui retalho de acesso e desbridamento, cirurgia de recessão, e abordagens regenerativas utilizando enxertos ósseos com ou sem membrana (Rokaya et al., 2020).

O objetivo da cirurgia ressectiva é reduzir a profundidade das bolsas por osteoplastia e/ou osteotomia, para corrigir o defeito ósseo e permitir uma melhor adaptação do retalho.

Para além da remodelação óssea, pode ser realizada uma implantoplastia da superfície do implante. Esta é uma técnica de descontaminação da superfície que permite o controlo da peri-implantite, através da modificação da superfície do implante com instrumentos rotativos obtendo uma superfície lisa, o que diminui a aderência da placa. A desvantagem da implantoplastia são os detritos metálicos, geralmente citotóxicos e genotóxicos, provenientes dos implantes que frequentemente permanecem nos tecidos peri-implantares, o que pode causar efeitos adversos (Rokaya et al., 2020).

A cirurgia regenerativa tenta regenerar o osso em redor dos locais da peri-implantite. Os materiais utilizados são enxertos ósseos, com ou sem membranas, ou apenas com membranas. Agentes biológicos, tais como fatores de crescimento ou proteínas morfogénicas ósseas, podem ser considerados (Rokaya et al., 2020).

O protocolo E consiste na explantação do implante dentário, e é requerido quando a lesão peri-implantar envolve todo o comprimento e circunferência do implante, levando à mobilidade. Radiograficamente, pode ser visível em uma imagem radiolúcida ao redor do contorno do implante e clinicamente acompanhado de presença de um exsudado supurativo com um BoP evidente e uma profundidade de sondagem aumentada, superior a 8mm (Lang et al., 2000).

### **3.4.3. Prevenção**

A prevenção da peri-implantite deve, portanto, ser uma prioridade na implantologia. Os elementos chave na prevenção da doença peri-implantar são informações completas e instruções sobre medidas de higiene oral autorrealizadas em torno do implante e um programa de terapia de suporte de acompanhamento personalizado, levando em consideração as necessidades específicas e os potenciais fatores de risco/ indicadores de risco apresentados pelo paciente (Berglundh et al., 2019).

## **4. NEUROFISIOLOGIA DO SISTEMA DENTÁRIO**

O aparelho mastigatório é constituído pelo sistema dentário, estruturas osteoarticulares e elementos do sistema neuromuscular (Orthlieb et al., 1996).

Os movimentos funcionais deste aparelho e as forças que recebe dependem de sinais provenientes de vários órgãos sensoriais distribuídos pelas estruturas orofaciais, como os dentes, os maxilares e a ATM. O aparelho manducatório apresenta uma notável capacidade de adaptação a um ambiente biomecânico em mutação, que se trate de alterações estruturais ou de exigências funcionais (Cazals, 2018).

Os mecanorreceptores periodontais e a sua inervação sensorial desempenham um papel especial neste contexto, uma vez que estão localizados no ligamento periodontal e permitem a deteção de forças que atuam sobre os dentes e os maxilares, através da mecanotransdução. Esta é a transformação de um sinal físico inicial em mensagens nervosas para fornecer uma resposta adaptada. Os mecanorreceptores são sensíveis à direção da força. Existem vários campos recetivos dentários que permitem ao sistema nervoso central localizar com precisão a carga aplicada a um dente (Cazals, 2018).

O papel essencial destes receptores desmodontais na coordenação dos músculos mastigatórios, nos reflexos de evitamento, de deslocação ou de reforço na presença de um obstáculo e em todos os movimentos da mandíbula obriga-nos a interrogamo-nos sobre o comportamento de um implante, privado deste recetores, em termos de integração neurofisiológica das forças que lhe são aplicadas (Bert M, 2018).

#### **4.1. Diferença fisiológica entre o dente e o implante**

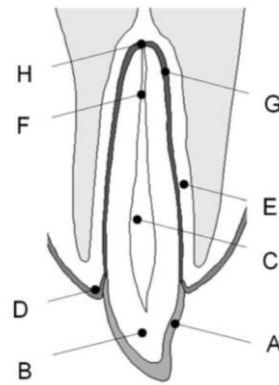
A diferença fundamental entre um dente e um implante é que um implante está em contacto direto com o osso, enquanto um dente natural está suspenso pelo ligamento periodontal (Figura 5) (Kim et al., 2005).

Uma das estruturas mais importante do sistema dentário humano é o ligamento periodontal. É um tecido conjuntivo altamente vascular e celular localizado entre o dente e o osso alveolar que fornece suporte, fixação e funções sensoriais (Cazals, 2018; Mores, 2021). A largura de um ligamento periodontal em homeostase é de aproximadamente 0,15 a 0,38mm, dependendo do tipo de dente. A largura do ligamento é um critério para determinar a mobilidade dentária (Jiang et al., 2015).

O ligamento periodontal está funcionalmente orientado para a carga axial, o que leva a um ajuste fisiológico e funcional da tensão oclusal ao longo o eixo do dente e à adaptabilidade funcional periodontal a condições de tensão variáveis (Kim et al., 2005). Este ligamento atua como um amortecedor natural contra as tensões produzidas durante a mastigação. Também fornece um suprimento vascular e nutrientes ao cemento para o osso alveolar e o próprio ligamento periodontal (Jiang et al., 2015).

O ligamento periodontal tem a propriedade da viscoelasticidade, uma vez que existe uma relação não linear entre a força intrusiva e o movimento dentário. A mobilidade dentária do ligamento periodontal pode proporcionar adaptabilidade à deformação do esqueleto maxilar ou à torção dos dentes naturais (Chang et al., 2021; Kim et al., 2005).

A substância fundamental do ligamento é constituída por 70% de líquido, para além da água, o soro sanguíneo e a linfa são outros componentes devidos à fase líquida do ligamento periodontal. Este facto aumenta consideravelmente a capacidade de um dente a resistir à carga por efeito hidrostático. A presença deste fluido tem vários efeitos. Quando uma força é aplicada, o fluido tende a deslocar as regiões circundantes do ligamento. Este movimento, que resulta num efeito de dissipação quando um dente é carregado, é uma das razões para o comportamento parcialmente viscoso do ligamento, que foi demonstrado em vários ensaios experimentais (Natali et al., 2004).

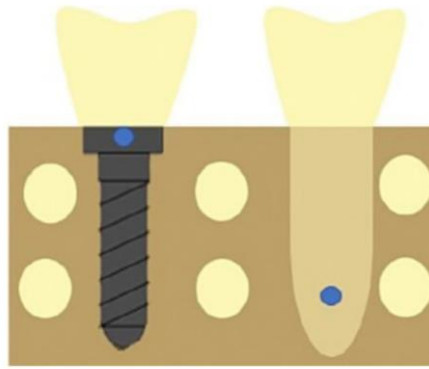


**Figura 5.** Diferentes componentes do periodonto. (A) esmalte, (B) dentina, (C) polpa, (D) gengiva, (E) ligamento periodontal, (F) canal radicular, (G) cimento, (H) abertura do ápice (Natali et al., 2004).

No entanto, os implantes dentários não têm estas vantagens devido à ausência deste ligamento. Um implante osteointegrado está anquilosado no osso, ou seja, existe um contacto entre o osso e o biomaterial, sem formação de tecido fibroso intermédio ou fibrocartilagem. Este processo é designado por osteointegração ou anquilose funcional. A biocompatibilidade do material é de grande importância e um preditor da osteointegração, assim como a imobilidade entre o implante e o osso com o qual está em contacto direto, uma vez que é essencial para estabelecer uma fixação estável, que é um critério para o sucesso da osteointegração (Khan et al., 2012).

#### **4.2. Impacto fisiológico de força sobre o dente/implante**

O ponto imaginário, fulcro sobre o qual o dente e implante tende a rotacionar, nos dentes está localizado entre os terços médio e apical, enquanto nos implantes na crista óssea (Figura 6). A presença do ligamento periodontal, viscoelástico confere ao dente a capacidade de mover-se com uma amplitude de 25 a 100 mm modo axial na cavidade alveolar, ao contrário dos implantes osteointegrados, é de cerca 3 a 5mm (Tardelli, 2021).



**Figura 6.** Diferença ponto de fulcro dente/implante (Tardelli, 2021).

A força mais comum recebida pelo sistema de implantes dentários é a força oclusal, gerada pela mastigação. Nas regiões dentárias onde é gerado um stress elevado, também será gerado um grande stress no osso alveolar devido às diferentes condições oclusais e aos diferentes sistemas de implantes dentários envolvidos (Lin & Su, 2020).

Quando uma carga é aplicada, o movimento de um dente natural começa por impactar o periodonto com uma fase inicial que é maioritariamente não linear e complexa, seguida de uma fase secundária que envolve o osso alveolar (Kim et al., 2005).

Depois de uma força axial ter sido aplicada aos dentes naturais, fazendo com que estes inicialmente se afundem rapidamente com a raiz em direção ao fundo do alvéolo, a deslocação parece abrandar sob carga constante. Dependendo do microambiente do dente e do tecido de suporte circundante, a resistência ao abaixamento pode ter aumentado devido ao estiramento do ligamento periodontal e à extrusão de fluido para o espaço do ligamento (Chang et al., 2021).

Quando o sistema de implante dentário recebe uma força externa, terá uma ligeira deslocação para baixo, comprimindo o osso alveolar e gerando a mesma deslocação na junção do osso cortical e trabecular (Lin & Su, 2020). Um implante carregado deforma-se inicialmente num padrão linear e elástico, e o movimento do implante sob carga depende da deformação elástica do osso (Kim et al., 2005).

Sob carga, as capacidades de compressão e deformação do ligamento periodontal dos dentes naturais permitem a adaptação da força em comparação com os implantes osteointegrados (Kim et al., 2005).

Quando uma carga lateral é aplicada a um dente natural, o dente move-se rapidamente de 56 a 108 mm e roda no terço apical da raiz, e a força lateral sobre o dente é imediatamente diminuída a partir da crista óssea ao longo da raiz. Por outro lado, o movimento de um implante ocorre gradualmente, atingindo até cerca de 10 a 50 mm sob uma carga lateral semelhante. Para além disso, existe uma maior concentração da força na crista óssea que rodeia o implante dentário sem qualquer rotação do implante. Os estudos sugerem que o implante suporta uma maior proporção de cargas concentradas na crista óssea circundante (Kim et al., 2005).

Os resultados do estudo de Robinson, mostraram que o dente é mais eficaz na atenuação da carga oclusal do que o implante dentário, com tensões e deformações significativamente mais baixas no alvéolo e no osso circundante do dente, em comparação com o implante dentário (Robinson et al., 2019).

A geometria cilíndrica do implante dentário com um cone elevado, bem como a sua rosca, podem levar a concentrações de tensão no osso em contacto. Além disso, a maior rigidez do titânio do implante em comparação com a dentina do dente natural pode resultar numa maior transferência de carga para o osso (Robinson et al., 2019).

No seu estudo, Robinson mostra que o osso peri-implantar é mais vulnerável as forças periféricas ou posicionadas lateralmente, enquanto forças aplicadas mais centralmente, como na ponta da cúspide ou no sulco central, causam menores tensões no dente natural, no implante e, conseqüentemente, no osso. Para a coroa do implante, a localização da cúspide vestibular corresponde ao longo eixo do dente, e é esta cúspide que está normalmente em contacto com a dentição oposta na máxima intercuspidação em oclusão normal. Essas forças axiais aplicadas centralmente são distribuídas de forma mais uniforme sobre o osso peri-implantar (Robinson et al., 2019).

### **4.3. Propriocepção e Osteopercepção**

A propriocepção é a função que permite ao sistema nervoso central ser informado da posição de um músculo ou de uma articulação e das pressões que podem ser exercidas sobre ele. No caso de um dente, a propriocepção informa os centros nervosos superiores sobre as pressões exercidas pelos dentes, o que permite a estes centros modular a contração dos músculos mandibulares (Marc & Paris, 2009).

A presença do ligamento periodontal garante aos dentes a propriocepção, transmissão de informações por meio de terminações nervosas livres ao sistema nervoso central, enquanto, os implantes apresentam a osteopercepção, que é consideravelmente menos apurada na detecção de forças oclusais. Quando a sensibilidade tátil, o limiar de detecção de pressão mínima é significativamente maior para os dentes naturais quando comparado aos implantes (Tardelli, 2021).

O limiar para uma resposta a uma simulação mecânica é de um grama para um dente. Esta sensibilidade foi descrita como epicrítica e direcional. A sensibilidade epicrítica é fina e é transmitida por fibras nervosas de grande calibre, muito mielinizadas e que não perdem nenhuma informação. A sensibilidade epicrítica de origem desmodontal é direcional, uma vez que o paciente testado é capaz de indicar se a força aplicada é de pressão ou de tração, confirmando assim a sua finura de percepção. O limiar de resposta a uma simulação mecânica é de 8 gramas para o implante. A informação é vaga, difusa, qualificada de "protopática", ou seja, transmitida, como no caso da dor difusa, por fibras de baixo calibre, não mielinizadas ou apenas ligeiramente mielinizadas e, sobretudo, sujeitas a filtragem (Marc & Paris, 2009).

A origem da propriocepção dentária é o receptor desmodontal situado no ligamento alvéolo-dentário. Os receptores desmodontais são numerosos nos incisivos e nos caninos, e o seu número diminui dos pré-molares para os molares. O receptor desmodontal regista as pressões sobre um dente, quer sejam axiais ou laterais, e transmite essas pressões ao núcleo sensorial do trigêmeo, quinto par craniano, através de um primeiro neurónio um protoneurónio, cujo corpo celular se encontra no gânglio de Gasser. Existe, portanto, um mecanismo de proteção, a propriocepção permite inibir a pressão quando esta ultrapassa os limites fisiológicos aceitáveis (Marc & Paris, 2009).

A integração do implante unitário, no que diz respeito à percepção tátil, poderia ser explicada pelo estímulo das estruturas periodontais do antagonista natural ou do dente natural adjacente (Mores, 2021).

Após a degeneração das fibras nervosas mielinizadas relacionadas com a extração dentária e colocação de implantes, são rapidamente produzidas novas fibras com pouca

ou nenhuma mielinização com um aumento do número de terminações livres perto da interface osso-implante. Como o osso não tem mecanorreceptores, o fornecimento de novas fibras nervosas é o resultado da neovascularização causada por lesão óssea e adaptação óssea relacionada com a colocação de implantes no osso, ambas ocorrendo através de osteões centradas num canal de Havers em que cada canal tem uma artéria, uma veia e um nervo capaz de transmitir informações sensoriais de origem mecânica (Mores, 2021).

No entanto, vários fatores, como a baixa densidade de fibras nervosas e a ausência de recetores no ligamento periodontal após a colocação do implante, dificultam a percepção das forças mastigatórias e da carga oclusal passiva por parte dos pacientes. Consequentemente, as forças mastigatórias elevadas podem conduzir a uma sobrecarga do implante que, por sua vez, pode levar à reabsorção óssea e à eventual falha do implante (Song et al., 2022).

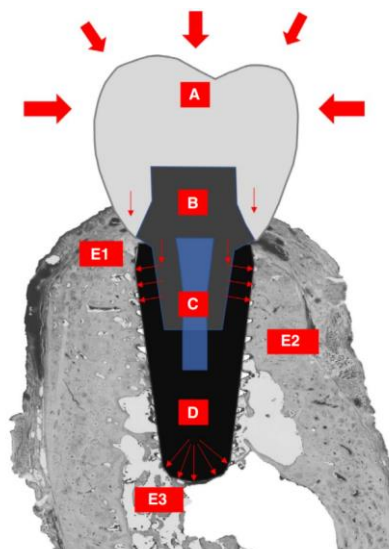
#### **4.4. Adaptação das forças oclusais: princípios biomecânicos ósseo interface implante-osso**

##### **4.4.1. Transmissão das forças sobre a interface implante-osso**

As forças transmitidas na interface implante-osso num implante restaurado são multidirecionais, ou seja, com diferentes quantidades de carga axial, não axial e transversal. Foi demonstrada uma predominância da direção axial durante o encerramento e uma combinação das direções axial, não axial e transversal durante o ciclo de mastigação e os movimentos de excursão. As forças transmitidas pelos dentes anteriores são menores do que as transmitidas pelos dentes posteriores, dos quais o segundo molar exerce os níveis mais elevados de força, e é de notar que o género influencia a força de mordida, com os homens a gerarem forças de mordida mais elevadas do que as mulheres. As cargas mastigatórias funcionais e as cargas parafuncionais são concentradas e transferidas para o osso circundante através da interface implante-osso (Delgado-Ruiz et al., 2019).

A ausência do ligamento periodontal à volta dos implantes dentários afeta a distribuição das tensões no osso circundante. Um sistema de implantes tem deformações dadas apenas pelas deformações do osso e do implante, que são 10 a 100 vezes inferiores às de um dente natural. Esta ligação fixa entre o implante e o osso pode levar à reabsorção óssea e ao subsequente afrouxamento da osteointegração, uma vez que os implantes tendem a transmitir e a distribuir mais tensão ao osso circundante. (Benaissa, 2015) A rigidez dos implantes orais feitos de titânio ou das suas ligas é várias vezes superior à do osso cortical. Quando um implante oral é sujeito a uma carga oclusal, a tensão é transferida para o osso, com a tensão mais elevada na parte mais coronal do osso de suporte (Isidor, 2006).

Quando a carga axial é predominante, as tensões compressivas são transmitidas para o ápice do implante, gerando um componente de tensão mínimo no osso cortical. Ao mesmo tempo, a carga fora do eixo e as cargas transversais produzem uma combinação de tensões de compressão no lado da carga aplicada e tensões de tração significativas no lado oposto à carga aplicada na zona cortical e na transição entre o osso cortical e o osso esponjoso (Figura 7) (Delgado-Ruiz et al., 2019).



**Figura 7.** Forças oclusais que passam pelo sistema de implantes. (A) ao nível coronal, são aplicadas forças de diferentes magnitudes e direções à restauração; (B) as forças deslocam-se do pilar/estrutura para o parafuso de retenção, plataforma do implante e paredes internas da conexão implante-pilar; (C) o parafuso de retenção transfere forças para as paredes internas do implante; (D) o corpo do implante recebe forças a nível coronal ou apical, podendo ocorrer momentos de flexão; depois, as forças são transmitidas à interface implante-osso sob a forma de forças de compressão ou de cisalhamento nos terços coronal (E1), médio (E2) e apical (E3) e, finalmente, são distribuídas no osso circundante (Delgado-Ruiz et al., 2019).

As tensões de compressão e de tração são então redistribuídas no osso cortical e na rede trabecular, o que é influenciado pela qualidade do osso, pela arquitetura óssea, pelas dimensões do implante, pela geometria e pelas propriedades do material.

A magnitude das tensões transferidas está fortemente correlacionada com a espessura do osso cortical. Uma maior espessura significa valores de tensão máxima mais baixos no osso cortical (Delgado-Ruiz et al., 2019).

O osso é mais forte sob forças de compressão, mais fraco sob cargas de tração e ainda mais fraco sob cisalhamento (Isidor, 2006). Quando o osso é sujeito a uma força de tração, a sua resistência diminui em cerca de 30%, e para uma carga de cisalhamento em 65%. Este facto implica um maior risco de falha quando a componente de cisalhamento é grande. O efeito destrutivo das forças de cisalhamento é maior para os implantes porque estes não têm um ligamento periodontal (Benaissa, 2015). Forças compressivas de uma certa magnitude podem aumentar a densidade óssea e a resistência ao longo do tempo; em contraste, as forças de cisalhamento estão associadas a maiores taxas de reabsorção. Um equilíbrio entre as forças de compressão e tração e forças de cisalhamento mínimas são desejáveis para a estabilidade da interface osso-implante (Delgado-Ruiz et al., 2019).

Desta forma, é criada uma interação permanente entre o implante carregado e o osso circundante, em que a intensidade e a direção das cargas aplicadas ditam os processos de reparação e remodelação, bem como a destruição do osso (Delgado-Ruiz et al., 2019).

#### **4.4.2. Adaptação do osso a carga oclusal**

A tensão mecânica exercida sobre o osso provoca a sua deformação. Esta deformação é definida como a alteração relativa do comprimento do osso, ou seja, o seu alongamento ou encurtamento, e é muitas vezes expressa em micro-deformações, sendo que 1000 micro-deformações correspondem a uma deformação de 0,1% (Isidor, 2006).

No caso de uma carga fisiológica, as forças inferiores a 3000 microtensões são dissipadas pelas superfícies oclusais, pela estrutura protética, pela conexão implante-pilar, pelo parafuso de retenção, pelo corpo do implante, pela interface implante-osso e pelo osso circundante. Ao mesmo tempo, as tensões de sobrecarga superiores a 3000 microtensões podem afetar a parte mais fraca do sistema, conduzindo a uma falha estrutural e/ou biológica (Delgado-Ruiz et al., 2019).

As forças de mordida oclusal aplicadas são extremamente difíceis de quantificar, uma vez que não são absolutas e apresentam um elevado grau de variabilidade, influenciado por fatores como a duração, distribuição, direção e magnitude das forças. Além disso, outros fatores como o número e a localização dos dentes e implantes, a sua inclinação dentro da arcada dentária, o tipo de restauração e a qualidade do osso podem influenciar as forças resultantes e, conseqüentemente, a sua medição precisa (Delgado-Ruiz et al., 2019).

De acordo com Wolff, o tecido ósseo é considerado uma estrutura auto-otimizada que se adapta às condições de carga exógenas (Wolff, 2012).

As leis de Julius Wolff de 1892 (Tabela 3), que se baseiam unicamente na observação, explicam as reações ósseas em função da tensão (Bert, 2015; Wolff, 2012).

<b>Solicitação</b>	<b>Reação óssea</b>
Esforços acima dos limites fisiológicos	Reabsorção óssea
Cargas de trabalho excessivas dentro dos limites fisiológicos	Formação óssea
Esforço normal	Estado estacionário
Esforço insuficiente	Hipotrofia óssea

**Tabela 3.** Reação dos ossos a diferentes tipos de solicitações (Bert, 2015).

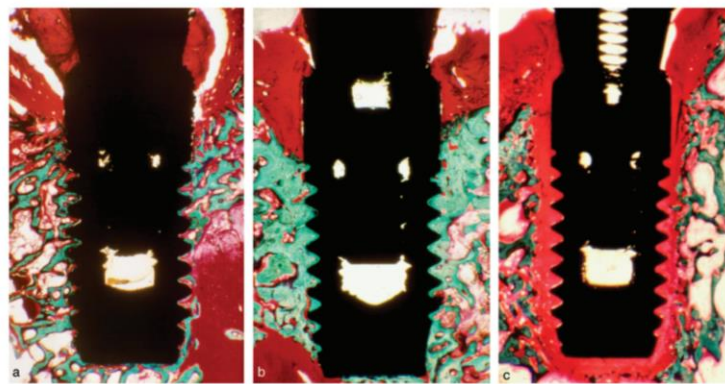
A transmissão fisiológica das tensões na interface segue a fórmula:

$$P=F/S,$$

em que P é a pressão sobre o tecido ósseo, F é a carga oclusal sobre o implante e S é a área de contacto entre o implante e o tecido ósseo. Se a pressão for superior aos limites fisiológicos do osso, ocorrerá reabsorção. A pressão depende da força aplicada dividida pela área de superfície do implante (Bert, 2015; Wolff, 2012).

Regra geral, estima-se que um osso funciona num intervalo de deformação entre 50 e 1500 micro-deformações. Se a carga máxima exercida sobre um osso resultar em deformações de 1500 a 3000 micro-deformações, existe uma ligeira sobrecarga. Esta situação pode provocar lesões de fadiga mecânica, mas a remodelação repara normalmente as lesões e evita a sua acumulação. As cargas que afetam o osso nesta gama podem mesmo levar a uma adaptação do osso através da formação óssea, para reduzir o stress funcional futuro do osso. A sobrecarga do osso pode aumentar os microdanos. As

tensões repetidas sobre o osso que conduzem a deformações superiores a 3000 micro-deformações aumentam os microdanos. Estas deformações podem exceder o mecanismo de reparação e conduzir a uma falha por fadiga. Por outro lado, se a deformação do osso não exceder 50 a 100 micro-deformações, o osso não é utilizado e a remodelação conduz a uma perda de osso. Assim, um aumento moderado da carga funcional ótima conduz a um aumento da massa óssea. Pelo contrário, quando a carga funcional é reduzida a um nível tal que as deformações ideais não são atingidas, ocorre perda óssea (Figura 8). É importante compreender que, nesta teoria, não é a carga efetiva que é importante, mas o efeito da carga no osso (Isidor, 2006).



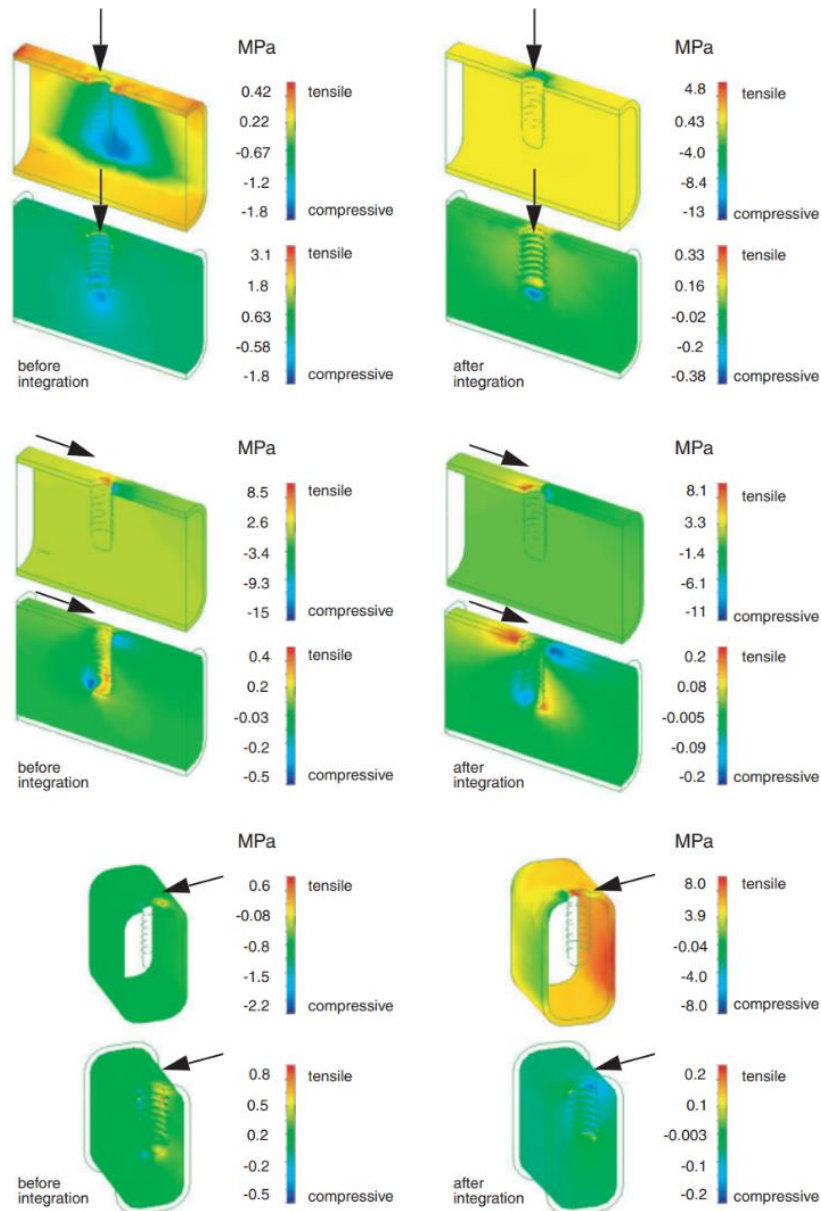
**Figura 8.** Seções histológicas de um implante sem carga (Isidor, 2006).

(a) e dois implantes com carga excessiva (b e c). O osso mineralizado é verde e o tecido mole é vermelho.

A diferença acentuada na densidade óssea entre (a) e (b) pode refletir que o osso adjacente ao implante com carga excessiva (b) está adaptado à carga. O osso adjacente ao implante com carga excessiva (c) não conseguiu adaptar-se à carga e o implante perdeu completamente a osteointegração. Uma zona de tecido fibroso é interposta entre o implante e o osso circundante.

Por conseguinte, postula-se que a inserção de um implante numa crista edêntula altera o estado de tensão local sob carga e induz fenómenos adaptativos (Mellal et al., 2004).

Mellal analisa a resposta do osso a cargas aplicadas, em termos de tensão de tração e compressão, com condições de carga definidas, correspondentes a uma intensidade de força fisiológica, 100N na vertical e 30N na horizontal. Para permitir uma correta discriminação das tensões geradas, o osso cortical e o osso esponjoso são apresentados separadamente para cada caso de carga. Por convenção, as tensões de tração são positivas e as tensões de compressão são negativas (Mellal et al., 2004).



**Figura 9.** Modelação numérica das tensões de tração e de compressão geradas na estrutura (Mellal et al., 2004).

Antes e depois da osteointegração, registam-se elevados níveis de deformação. Na maioria das situações, as deformações mais elevadas estão localizadas ao nível do osso mais coronal. Para os implantes não integrados, as deformações são determinadas principalmente pela carga compressiva, enquanto a ligação devido à osteointegração tende a distribuir as tensões por toda a interface osso-implante (Figura 9) (Mellal et al., 2004).

#### **4.4.3. Histologia do osso peri-implantar sob carga**

O implante carregado forma um complexo dinâmico no qual forças, materiais, interfaces, tecido ósseo e células interagem de forma orquestrada para alcançar e manter a osteointegração, a estabilidade do implante e a função óssea correta ao longo do tempo. As forças oclusais são percebidas pelo osso através do mecanismo de mecanotransdução, e as células reagem ao ambiente, modificando as suas reações biológicas e bioquímicas em condições de carga. Este fenómeno é fundamental para estabelecer a homeostase dos tecidos. As células envolvidas neste fenómeno são os osteócitos, os osteoblastos, os osteoclastos e as células estaminais indiferenciadas. Estes grupos de células apresentam respostas variáveis às forças de tração e de compressão. Histologicamente, o osso altera a sua microestrutura e aumenta a sua densidade sob determinadas cargas. As forças compressivas estáticas produzem uma resposta osteoclástica mais fraca do que as forças dinâmicas de menor magnitude (Delgado-Ruiz et al., 2019).

As forças transferidas para a interface implante-osso influenciam a remodelação óssea através de vários processos celulares. A regeneração óssea resulta, em grande parte, das interações osteoblastos-osteoclastos, impulsionadas pelos osteócitos e pela mecânica dos fluidos que ocorre através das porosidades ósseas. Em comparação com a maioria dos tecidos moles, o tecido ósseo gera maiores fluxos de fluido intersticial induzidos por contrações musculares, pressão sanguínea e carga mecânica. Os gradientes de pressão no fluido intersticial provocam e forçam o fluido a deslocar-se de regiões de compressão para regiões de tensão. Este movimento do fluido através da porosidade multi-escalar do osso trabecular e cortical cria forças de cisalhamento do fluido que estimulam os osteócitos (Delgado-Ruiz et al., 2019).

O osteócito é um osteoblasto diferenciado preso na matriz óssea. Juntamente com os osteoblastos e os osteoclastos, são células essenciais na regulação da massa e da estrutura óssea (Insua et al., 2017).

A rede de osteócitos recebe sinais mecânicos e transmite sinais bioquímicos a todas as células ósseas através do movimento do fluido intersticial no sistema canalicular (Delgado-Ruiz et al., 2019).

Os osteoblastos derivam de células estaminais do mesênquima e sintetizam uma nova matriz óssea (Insua et al., 2017). A sua diferenciação é determinada por fatores mecânicos e bioquímicos ativados por hormonas e carga mecânica (Delgado-Ruiz et al., 2019).

Os osteoclastos são células multinucleadas diferenciadas terminalmente a partir da linhagem monócito-macrófago e, para além do seu papel na reabsorção óssea, estas células são também uma fonte de citocinas que desempenham um papel importante na homeostase óssea. Os osteócitos mantêm um papel importante na formação e reabsorção óssea e são a principal fonte de RANKL no osso, que é necessário para a diferenciação e função dos osteoclastos (Insua et al., 2017).

Os fatores externos, como a carga mecânica ou a inflamação, podem fazer com que as células do revestimento ósseo deixem a fase de repouso e entrem numa fase de função ativa, o que histologicamente indica um forte sinal de potencial osteogénico.

A presença de microfissuras ou de danos difusos pode alterar o fluxo intracelular e/ou extracelular de sinais entre os osteócitos e as células do revestimento ósseo e pode também aumentar a presença de citocinas ou de iões cálcio, levando a uma redução do sinal. A carga excessiva e os microdanos têm sido associados a um aumento da apoptose dos osteócitos, a que se segue um aumento da libertação de RANKL no osso, levando à osteoclastogénese e à reabsorção óssea. Os mediadores inflamatórios, como a interleucina, também aumentam os níveis de RANKL e induzem a morte dos osteócitos (Insua et al., 2017).

## **5. OCLUSÃO E TECIDO PERI-IMPLANTAR**

### **5.1. Sobrecarga**

Geralmente, os dentes naturais e os implantes dentários devem estar em oclusão fisiológica, que é descrita como a oclusão em harmonia com as funções do sistema mastigatório. Se o padrão oclusal não for harmonioso nos dentes naturais, pode ocorrer um trauma oclusal. Isto pode levar a uma resposta adaptativa, como o espessamento da lâmina dura ou o desgaste oclusal e o alargamento do ligamento periodontal. No contexto da oclusão do implante, o termo apropriado é sobrecarga oclusal (Sheridan et al., 2016).

A sobrecarga oclusal é definida como a aplicação de uma carga oclusal, por função ou parafunção, maior do que a prótese, o componente do implante ou a interface osteointegrada é capaz de suportar sem danos estruturais ou biológicos. Esta é a principal causa de complicação biomecânica do implante, que é um desvio técnico e inesperado do resultado terapêutico normal. Pode envolver complicações mecânicas como a fratura do implante, a fratura do pilar ou o afrouxamento do parafuso e a fratura da prótese são consequências clinicamente documentadas da sobrecarga oclusal (Fu et al., 2012).

### **5.1.1. Impacto da sobrecarga oclusal sobre o tecido peri-implantar**

Foram efetuados vários estudos para avaliar o impacto da sobrecarga nos tecidos peri-implantares. Não existe uma definição exata do nível de força oclusal em todos estes estudos. A sobrecarga excessiva tem efeitos diferentes nos tecidos do que a sobrecarga moderada (Romanos et al., 2019).

Isidor, em 1997 foi o primeiro a examinar a sobrecarga em macacos; os resultados mostraram uma perda de crista óssea à volta dos implantes sobrecarregados. Neste estudo, foram utilizados implantes revestidos com dióxido de titânio. Após 18 meses de carga, o resultado histológico mostrou que 6 dos 8 implantes carregados perderam a sua osteointegração. Concluiu-se que a sobrecarga oclusal pode ser o principal fator de perda óssea num implante já osteointegrado. No entanto, não existe um protocolo de manutenção rigoroso para o controlo da placa bacteriana em macacos porque os implantes não podem ser limpos sem anestesia geral. Devido aos efeitos negativos da sedação contínua, este tipo de estudos não pode fornecer dados a longo prazo com um excelente controlo da placa bacteriana. Deve ter-se em conta que, no estudo mencionado, o autor não fornece parâmetros periodontais dos implantes sobrecarregados para descrever com maior precisão as condições dos tecidos moles peri-implantares, ou seja, a presença ou ausência de inflamação, formação de bolsas e perda de ligação, que ocorrem em conjunto com a sobrecarga (Isidor, 1997; Romanos et al., 2019; Sadowsky, 2019).

Miyata e seus colaboradores colocaram coroas em implantes dentários osteointegrados sem contactos oclusais para o grupo de controlo e outros com contactos oclusais interceivos prematuros de 100 microns, 180 microns e 250 microns num modelo animal.

Cada macaco foi sujeito a um trauma oclusal durante 4 semanas. Os níveis de crista óssea para os implantes de controlo de 100 micrones e sem carga foram semelhantes. No entanto, foi observada uma perda óssea crestal estatisticamente significativa no grupo da coroa de 180 microns e o grupo da coroa de 250 microns registou uma perda óssea dois a três vezes superior à das coroas com prematuridade moderada (Misch et al., 2005).

Kozlovsky et al., descobriram que a sobrecarga oclusal dinâmica criou perda óssea marginal, no entanto, a extensão foi determinada pela presença de inflamação. Sem inflamação, a reabsorção óssea não ocorreu abaixo do colo do implante. A presença de inflamação induzida por placa levou a uma perda óssea significativamente maior nas roscas dos implantes (Kozlovsky et al., 2007; Sheridan et al., 2016).

Uribe e sua equipa, apresentaram um estudo de caso de um homem de 46 anos, não fumador, sem antecedentes médicos patológicos relevantes. O exame clínico revelou um ligeiro avermelhamento da mucosa adjacente ao implante, com uma bolsa peri-implantar com 6 mm de profundidade que sangrava ligeiramente à sondagem. O papel de articulação mostrou um contacto prematuro positivo com a coroa protética. A radiografia panorâmica revelou uma área radiotranslúcida no osso marginal. A regeneração óssea foi observada após o ajuste oclusal e o desbridamento da lesão. A análise histológica revelou uma zona central de tecido fibroconjuntivo denso com poucas células inflamatórias. Segundo os autores, este achado difere do tecido inflamatório crónico associado à peri-implantite infecciosa e pode estar diretamente relacionado com a sobrecarga oclusal (Misch et al., 2005; Uribe et al., 2004).

Merin, descreve o caso clínico de uma paciente de 60 anos de idade, do sexo feminino, com história de bruxismo. Três anos após a carga do implante, uma radiografia mostrou que o implante tinha uma perda óssea peri-implantar significativa, não havia sangramento à sondagem e as margens gengivais estavam niveladas com as margens da coroa do implante. Não havia evidência de excesso de cimento na avaliação clínica e radiográfica. Quando se utilizou papel de articulação na restauração do implante, verificaram-se marcas fortes nas vertentes de trabalho e não trabalho, tanto em oclusão cêntrica como em excursões laterais. Foi efetuado um ajuste oclusal. Cinco meses depois, novas radiografias revelaram uma reparação óssea marginal à volta do implante. Neste caso, o paciente foi tratado apenas com um ajuste oclusal (Merin, 2014).

A perda óssea precoce devido à sobrecarga foi demonstrada em alguns estudos. A perda total da osteointegração de um implante parece possível quando a força aplicada excede o limite biológico, mas este limite é atualmente desconhecido e depende da qualidade do osso e possivelmente do nível de inflamação (Sadowsky, 2019).

### **5.1.2. Complicações relacionadas a sobrecarga**

A sobrecarga devida à parafunção e ao hábito pode ser a causa mais provável da perda do implante e da perda de osso marginal após a carga. As cargas oclusais sobre um implante podem aumentar a tensão no osso marginal, que pode causar a fratura do corpo do implante. Antes da fratura do corpo do implante, pode ocorrer perda óssea marginal (Misch et al., 2005).

A perda óssea devido à sobrecarga oclusal não só é possível, como também pode ser reversível quando detetada no início do processo. Por conseguinte, embora até à data nenhum estudo clínico prospetivo tenha demonstrado claramente uma relação direta entre o stress e a perda óssea sem fracasso do implante, muitos profissionais concordam que pode existir uma relação causal (Misch et al., 2005).

Estudar a sobrecarga oclusal e interpretar a literatura sobre o assunto é difícil por várias razões. As forças oclusais, como todas as forças, podem ser descritas em termos dos seguintes quatro tópicos: amplitude, duração, distribuição e direção. Para além disso, embora a carga oclusal possa ser medida ao nível da prótese ou do pilar, as medições mecânicas não podem ser obtidas a partir da interface osso-implante. Considerações adicionais, como fatores de confusão e risco de enviesamento, complicam o estudo da sobrecarga oclusal. Finalmente, por razões éticas óbvias, os ensaios clínicos que aplicam a sobrecarga oclusal não são éticos em seres humanos. Por este motivo, a sobrecarga oclusal em implantes continua a ser controversa. Apesar disso, suspeita-se que a sobrecarga oclusal esteja associada a inúmeras complicações dos implantes, tanto biológicas como biomecânicas. De facto, a sobrecarga oclusal e a peri-implantite foram descritas como as duas causas mais comuns de fracasso tardio dos implantes.

Isto é importante porque estas complicações podem ser dispendiosas, demoradas e algumas complicações, como a fratura da fixação do implante, podem levar ao fracasso do implante (Sheridan et al., 2016).

Quando existe uma transferência de força efetiva entre um implante e o tecido circundante, a carga mecânica pode até estimular a formação óssea peri-implantar e, conseqüentemente, a osteointegração. Devido aos possíveis efeitos negativos da sobrecarga em condições parafuncionais, como o bruxismo, na presença de inflamação, os médicos são aconselhados a evitar a sobrecarga do implante, de modo a garantir a estabilidade a longo prazo das próteses suportadas por implantes. Os efeitos estimulantes e deletérios das forças mastigatórias não podem ser excluídos como um factor potencial que, em conjunto com a placa bacteriana e a inflamação, pode levar à perda de osso da crista (Romanos et al., 2019).

### **5.1.3. Factores que causam sobrecarga**

Reconhecer os fatores que podem causar sobrecarga oclusal é útil para prevenir a sobrecarga oclusal e as suspeitas de complicações associadas. Estes fatores incluem: grandes saliências, hábitos parafuncionais ou bruxismo, inclinações abruptas das cúspides, má distribuição de forças, em contactos limitados por exemplo, interferência e má qualidade óssea. Por conseguinte, é importante controlar a oclusão do implante dentro dos limites fisiológicos e, assim, proporcionar uma carga ótima do implante para garantir o sucesso do implante a longo prazo (Sheridan et al., 2016).

## **5.2. Parafunções e implante**

As considerações individuais do doente influenciam a oclusão do implante. Por exemplo, os hábitos parafuncionais ou o bruxismo têm um impacto no planeamento, restauração e manutenção dos implantes. O bruxismo está associado a uma sobrecarga oclusal, perda óssea marginal, problemas mecânicos e falhas técnicas e biológicas dos implantes. O desenho da prótese é fundamental para os pacientes com bruxismo, assim como a colocação correta do implante de acordo com as considerações anatómicas, de modo a reduzir as forças de cisalhamento. A qualidade do osso do doente influencia as decisões de oclusão do implante. As pessoas com bruxismo têm mais complicações e falhas de implantes, pelo que é aconselhável um acompanhamento frequente (Sheridan et al., 2016).

A taxa de sobrevivência dos implantes dentários com bruxismo foi de 90% após 1 ano, 87% após 2 anos, 85% após 3 anos, 75% após 4 anos e 72% após 5 anos. É provável que as forças aplicadas aos implantes durante o bruxismo sejam ainda mais elevadas do que as exercidas sobre os dentes naturais, devido à propriocepção reduzida dos implantes. A sobrecarga patológica também pode ocorrer devido à duração do contacto. Isto pode amplificar as cargas e tensões, levando a gradientes de deformação que excedem o limiar de tolerância fisiológica do osso, causando microfraturas na interface osso-implante. Embora cargas elevadas únicas e repetidas possam levar à falha e causar microfraturas no tecido ósseo, a aplicação contínua de cargas baixas também pode levar à falha por fadiga (Sadowsky, 2019).

### **5.3. Prevenção e tratamento das complicações sobre implante devido a sobrecarga**

Os pacientes com hábitos parafuncionais ou contactos oclusais pesados ou prematuros estão predispostos a complicações biomecânicas dos implantes associadas a uma sobrecarga excessiva. Este fenómeno pode ser atribuído à ausência de um mecanismo de proteção neurosensorial em torno dos implantes endósseos. Muitas vezes, os pacientes não têm consciência dos seus hábitos parafuncionais, pelo que a proteção oclusal está indicada para prevenir possíveis complicações biomecânicas do implante, uma vez concluída a fase de restauração (Fu et al., 2012).

No caso de pacientes que sofrem de bruxismo, para minimizar o risco de fracasso do implante, recomenda-se a utilização de um implante mais comprido e com um diâmetro maior, o que aumenta a estabilidade inicial, a resistência a longo prazo quando são aplicadas forças, a cicatrização acelerada e um risco reduzido de movimento na interface (Chrcanovic et al., 2016).

Para além das dimensões do implante, a conceção da plataforma do implante desempenha um papel na distribuição da tensão. Os módulos de crista com micro-roscas geraram menos força de cisalhamento do que os módulos de crista com um colar liso. Além disso,

um aumento do número de roscas melhora o contacto osso-implante e reduz a tensão (Fu et al., 2012).

Um padrão oclusal adequado é um pré-requisito para a sobrevivência a longo prazo dos implantes, particularmente em casos de parafunção. Um padrão oclusal deficiente aumenta as tensões mecânicas e as deformações no osso da crista, que atua como fulcro em caso de sobrecarga oclusal (Swaminathan & Rao, 2013).

O sucesso clínico e a longevidade dos implantes podem ser alcançados com uma oclusão controlada biomecanicamente (Verma et al., 2015).

A oclusão protegida por implantes, criada por Misch, é um plano oclusal que é frequentemente único e especificamente concebido para melhorar a longevidade dos implantes e das próteses, reduzindo as forças oclusais nas próteses sobre implantes para proteger os implantes. Consequentemente, foram propostas várias modificações aos conceitos oclusais convencionais para reduzir a sobrecarga nas próteses sobre implantes. A oclusão protegida por implantes tem em conta muitos fatores, tais como contactos ou interferências oclusais prematuras, a articulação mutuamente protegida, o corpo do implante, a inclinação das cúspides, as cargas em cantilever, a altura da coroa e as posições de contacto oclusal (Acharya et al., 2021; Swaminathan & Rao, 2013).

Durante a MIC, nenhum contacto oclusal deve ser prematuro. A prematuridade oclusal entre a MIC e a oclusão cêntrica deve ser tida em conta, particularmente em próteses implanto-suportadas. O contacto ocorre normalmente num plano inclinado, o que aumenta a componente horizontal da carga e aumenta a tensão de tração no osso da crista. O contacto prematuro deve, por isso, ser eliminado. O ajuste oclusal pode ser efectuado utilizando papel de articulação fino com menos de 25 µm para avaliar a relação cêntrica do contacto oclusal (Acharya et al., 2021; Swaminathan & Rao, 2013).

Quando uma carga inclinada é aplicada a o corpo do implante que esta perpendicular ao plano oclusal, ou a carga oclusal é aplicada a o corpo do implante inclinado, o risco biomecânico aumenta. Quando o ângulo da carga aumenta, a componente de cisalhamento da carga também aumenta. O corpo do implante deve ser colocado perpendicularmente ao plano oclusal e ter contacto oclusal primário (Acharya et al., 2021).

O ângulo da força em relação ao corpo do implante é afetado pela inclinação das cúspides, o que aumenta a tensão no osso da crista. Por conseguinte, o contacto oclusal numa coroa de implante deve ser feito numa superfície plana e perpendicular ao corpo do implante. Isto pode ser conseguido aumentando a largura da ranhura central para 2 a 3 mm nas coroas de implantes posteriores, e a cúspide oposta é remodelada para ocluir a fossa central directamente no corpo do implante (Acharya et al., 2021).

É necessária uma área de superfície suficiente para suportar a carga transmitida à prótese. Consequentemente, quando um implante com uma área de superfície reduzida é sujeito a uma carga que é aumentada em amplitude, direção ou duração, a tensão e a deformação no tecido interfacial aumentam (Swaminathan & Rao, 2013).

A articulação mutuamente protegida significa que durante a excursão, os dentes posteriores são protegidos pela guia anterior, enquanto durante a oclusão cêntrica, os dentes anteriores têm apenas um ligeiro contacto e são protegidos pelos dentes posteriores. A guia anterior de uma prótese sobre implantes com implantes anteriores deve ser tão rasa quanto possível. Quanto mais inclinada for a guia anterior, maiores serão as forças previstas sobre os implantes anteriores. No caso de um implante de um único dente a substituir um canino, não é recomendado qualquer contacto oclusal na coroa do implante durante a excursão para o lado oposto. A lógica subjacente à oclusão mutuamente protegida é que as forças são distribuídas pelos segmentos do maxilar com uma redução global das amplitudes de força (Verma et al., 2015).

Os cantilevers com uma relação coroa/implante desfavorável aumentam a tensão sobre o implante. A magnitude da carga do implante é aproximadamente proporcional ao comprimento da saliência, mas também varia consoante o número de implantes, o espaçamento e a localização (Swaminathan & Rao, 2013).

Em geral, o objetivo deve ser reduzir o comprimento e, consequentemente, a força no cantilever. O aumento da altura da coroa atua como um cantilever vertical e aumenta a tensão na interface implante-osso. Isto leva a uma carga angular com um maior componente lateral de força. O contacto oclusal ideal deve ser no corpo do implante com a carga axial dos implantes. Por conseguinte, é colocado um implante posterior sob a fossa central da coroa do implante. Um contacto com a cúspide vestibular é também

considerado como uma carga de compensação ou cantilever. O contacto com o rebordo marginal também é uma carga em cantilever, uma vez que o rebordo marginal também pode estar a vários milímetros de distância do corpo do implante (Acharya et al., 2021).

A oclusão protegida por implante gera menos tensões oblíquas prejudiciais no implante, na coroa, no osso e em geral, em comparação com a oclusão carregada com cúspide. Por conseguinte, a oclusão protegida por implantes é um esquema oclusal melhor para uma prótese parcial fixa suportada por implantes (Acharya et al., 2021).

Existem inúmeras variáveis numa população de pacientes, pelo que nenhum esquema oclusal pode ser adequado para todos os pacientes com implantes. Assim, se uma condição clínica for susceptível de aumentar as tensões biomecânicas, os dentistas devem implementar mecanismos oclusais para diminuir as tensões e desenvolver um esquema oclusal que minimize os fatores de risco e permita que a restauração funcione em harmonia com o resto do sistema estomatognático (Chen et al., 2008).

O planeamento do tratamento para a reabilitação implanto-protética deve depender de um algoritmo biomecânico adaptado a cada paciente. Este facto levou a uma tendência para procedimentos invasivos e dispendiosos em vez de abordagens menos invasivas (Sadowsky, 2019).

Quando se observa perda óssea peri-implantar, na presença de hábitos parafuncionais suspeitos, pode ser recomendada uma goteira oclusal para evitar complicações biomecânicas. Finalmente, o paciente deve ser colocado num protocolo de manutenção regular, no qual a oclusão e as forças oclusais são constantemente reavaliadas e reequilibradas. Quando todos os fatores tiverem sido cuidadosamente considerados, é possível obter elevadas taxas de sucesso cumulativo a longo prazo das próteses dentárias, quer sejam implanto-suportadas ou retidas (Fu et al., 2012).



## CONCLUSÃO

Entre os vários fatores que influenciam o sucesso dos implantes osteointegrados, a oclusão desempenha um papel muito importante na implantologia e deve ser absolutamente dominada.

Há muitos anos que existe um consenso geral de que os problemas oclusais, ou seja, a sobrecarga oclusal, podem ter efeitos negativos no processo de reabilitação com implantes, em particular na osteointegração e na reabsorção óssea peri-implantar. Este é ainda um assunto extremamente controverso.

As cargas oclusais têm um limiar diferente, quer para o dente natural quer para o implante, devido à diferença de estrutura que os envolve e à falta de propriocepção do implante, o que implica um ajuste oclusal diferente consoante a entidade.

Os vários estudos realizados sobre este tema contêm vieses significativos, como a duração insuficiente do estudo, o número reduzido de pacientes incluídos ou o controlo insuficiente da higiene.

De um ponto de vista biomecânico e clínico, a perda óssea peri-implantar devido à sobrecarga oclusal parece plausível. No entanto, não existe evidência científica suficiente na literatura atual para determinar o papel da sobrecarga oclusal nos tecidos peri-implantares, ou mesmo para afirmar uma relação causal.

Devemos tomar medidas preventivas para prevenir o efeito potencialmente negativo da carga oclusal sobre as reabilitações implanto suportadas.



**BIBLIOGRAFIA**

Acharya, P. H., Patel, V. V., Duseja, S. S., & Chauhan, V. R. (2021). Comparative evaluation of peri-implant stress distribution in implant protected occlusion and cusally loaded occlusion on a 3 unit implant supported fixed partial denture: A 3D finite element analysis study. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 13(2), 79.

Alghamdi, H. S., & Jansen, J. A. (2020). The development and future of dental implants. *Dental Materials Journal*, 39(2), 167–172.

Alves, K. K. (2021). O bruxismo: etiologia, classificação e tratamentos.

Bazli, L., khoramabadi, H. N., Chahardehi, A. M., Arsad, H., Malekpouri, B., Jazi, M. A., & Azizabadi, N. (2020). Factors influencing the failure of dental implants: a systematic review. *Journal of Composites and Compounds*, 2(2), 18–25.

Benaissa, A. (2015). Étude des effets du chargement mécanique sur la durabilité des implants dentaires.

Berglundh, T., Armitage, G., Araujo, M. G., Avila-Ortiz, G., Blanco, J., Camargo, P. M., Chen, S., Cochran, D., Derks, J., Figuero, E., Hämmeler, C. H. F., Heitz-Mayfield, L. J. A., Huynh-Ba, G., Iacono, V., Koo, K. T., Lambert, F., McCauley, L., Quirynen, M., Renvert, S., ... Zitzmann, N. (2018). Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Periodontology*, 89(1), S313–S318.

Berglundh, T., Jepsen, S., Stadlinger, B., & Terheyden, H. (2019). Peri-implantitis and its prevention. *Clinical Oral Implants Research*, 30(2), 150–155.

Bert, M. (2015). Fonction occlusale de la canine en implantologie. *Actualités Odonto-Stomatologiques*, 273, 6.

Bert M. (2018). Intégration neurophysiologique d'un implant dentaire. *Actualités Odonto-Stomatologiques*, 290, 4.

Bicudo, P., Reis, J., Deus, A. M., Reis, L., & Vaz, M. F. (2016). Performance evaluation of dental implants: An experimental and numerical simulation study. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 85, 74–83.

Bohner, L. O. L., Mukai, E., Oderich, E., Porporatti, A. L., Pacheco-Pereira, C., Tortamano, P., & De Luca Canto, G. (2017). Comparative analysis of imaging techniques for diagnostic accuracy of peri-implant bone defects: a meta-analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 124(4), 432- 440.

Brånemark, P. I. (1983). Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent*, 50, 399–410.

Carvalho, G. A. O., Sousa, G. P. de, Pierote, J. J. A., Caetano, V. da silva, Lima, D. E. O. de, Costa, I. V. S., Silva, F. A. de J. C., & Lima, L. F. C. (2020). Anxiety as an ethological factor of bruxism - literature. *Research, Society and Development*, 9(7).

Cazals, G. (2018). Neurophysiologie de l'occlusion : rôle des mécanorécepteurs parodontaux. *Actualités Odonto-Stomatologiques*, 290, 2.

Chang, H. H., Yeh, C. L., Wang, Y. L., Huang, Y. C., Tsai, S. J., Li, Y. T., Yang, J. H., & Lin, C. P. (2021). Differences in the biomechanical behaviors of natural teeth and dental implants. *Dental Materials*, 37(4), 682–689.

Chen, Y. Y., Kuan, C. L., & Wang, Y. B. (2008). Implant occlusion: biomechanical considerations for implant-supported prostheses. *J Dent Sci*, 3(2), 65-74.

Chrcanovic, B. R., Kisch, J., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2016). Bruxism and dental implant failures: a multilevel mixed effects parametric survival analysis approach. *Journal of Oral Rehabilitation*, 43(11), 813–823.

Coli, P., Christiaens, V., Sennerby, L., & Bruyn, H. De. (2017). Reliability of periodontal diagnostic tools for monitoring peri-implant health and disease. *Periodontology 2000*, 73(1), 203–217.

Delgado-Ruiz, R. A., Calvo-Guirado, J. L., & Romanos, G. E. (2019). Effects of occlusal forces on the peri-implant-bone interface stability. *Periodontology 2000*, 81(1), 179–193.

Discacciati, J. A. C. (2011). Oclusão em Implantodontia.

Do, T. A., Le, H. S., Shen, Y. W., Huang, H. L., & Fuh, L. J. (2020). Risk Factors related to Late Failure of Dental Implant—A Systematic Review of Recent Studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health 2020*, Vol. 17, Page 3931, 17(11).

Faria, G. M. R. (2021). Dentes naturais versus implantes dentários: estudo comparativo dos campos de estado e do funcionamento biomecânico: estudo in silico.

Fernandes, R. C. J. (2018). Oclusão em Prótese Sobre Implantes.

Ferreira, daniel henrique cordeiro, Lourenço, enoque luiz da silva, & Melo, I. (2021). O insucesso na perda precoce de implantes dentários. *Revista Cathedral*, 3(1), 48–56.

Fontenelle, A. T. S. P. (2021). Guia canina como chave de oclusão: revisão de literatura.

Fu, J. H., Hsu, Y. T., & Wang, H. L. (2012). Identifying occlusal overload and how to deal with it to avoid marginal bone loss around implants. *European Journal of Oral Implantology*, 5.

Furlanetto, R. M. (2018). Bruxismo: uma revisão de definição, classificação e etiologia. Faculdade Sete Lagoas.

Furtado, F., Vermudt, A., Ghizoni, J. S., Pereira, J. R., & Pamato, S. (2018). Princípios básicos de oclusão ideal. *Journal of Research in Dentistry*, 6(3), 49.

Grassi E. (2016). A importância dos princípios da oclusão na prática odontológica.

Graves, C. v., Harrel, S. K., Rossmann, J. A., Kerns, D., Gonzalez, J. A., Kontogiorgos, E. D., Al-Hashimi, I., & Abraham, C. (2016). The Role of Occlusion in the Dental Implant and Peri-implant Condition: A Review. *The Open Dentistry Journal*, 10(1), 594.

Guillaume, B. (2016). Dental implants: A review. *Morphologie*, 100(331), 189–198.

Gupta, R., Gupta, N., & Weber, D. K. (2017). Dental Implants. *Bioceramics Calcium Phosphate*, 115–130.

Harrel, S. K. (2003). Occlusal forces as a risk factor for periodontal disease. *Periodontology 2000*, 32(1), 111–117.

Hashim, D., & Cionca, N. (2020). A Comprehensive Review of Peri-implantitis Risk Factors. *Current Oral Health Reports*, 7(3), 262–273.

Heitz-Mayfield, L. J. A., & Salvi, G. E. (2018). Peri-implant mucositis. *Journal of Clinical Periodontology*, 45, S237–S245.

Hingsammer, L., Pommer, B., Hunger, S., Stehrer, R., Watzek, G., & Insua, A. (2019). Influence of Implant Length and Associated Parameters Upon Biomechanical Forces in Finite Element Analyses: A Systematic Review. *Implant Dentistry*, 28(3), 296–305.

Insua, A., Monje, A., Wang, H. L., & Miron, R. J. (2017). Basis of bone metabolism around dental implants during osseointegration and peri-implant bone loss. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 105(7), 2075–2089.

Isidor, F. (1997). Histological evaluation of peri-implant bone at implants subjected to occlusal overload or plaque accumulation. *Clinical Oral Implants Research*, 8(1), 1–9.

Isidor, F. (2006). Influence of forces on peri-implant bone. *Clinical Oral Implants Research*, 17(S2), 8–18.

Jambhekar, S., Kheur, M., Kothavade, M., & Dugal, R. (2010). Occlusion and Occlusal Considerations in Implantology. *Indian Journal Of Dental Advancements*, 2(1), 125–130.

Jiang, N., Guo, W., Chen, M., Zheng, Y., Zhou, J., Kim, S. G., Embree, M. C., Songhee Song, K., Marao, H. F., & Mao, J. J. (2015). Periodontal Ligament and Alveolar Bone in Health and Adaptation: Tooth Movement. *Frontiers of Oral Biology*, 18, 1–8.

João, T., De, P., & Peixoto, A. (2021). Oclusão como fator de risco para o insucesso nas reabilitações implanto-suportadas.

Khan, S. N., Ramachandran, M., Senthil Kumar, S., Krishnan, V., & Sundaram, R. (2012). Osseointegration and more—A review of literature. *Indian Journal of Dentistry*, 3(2), 72–76.

Kim, Y., Oh, T. J., Misch, C. E., & Wang, H. L. (2005). Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clinical Oral Implants Research*, 16(1), 26–35.

Kozlovsky, A., Tal, H., Laufer, B. Z., Leshem, R., Rohrer, M. D., Weinreb, M., & Artzi, Z. (2007). Impact of implant overloading on the peri-implant bone in inflamed and non-inflamed peri-implant mucosa. *Clinical Oral Implants Research*, 18(5), 601–610.

Lang, N. P., Wilson, T. G., & Corbet, E. F. (2000). Biological complications with dental implants: their prevention, diagnosis and treatment. *Clinical Oral Implants Research*, 11 Suppl 1, 146–155.

Lin, P. J., & Su, K. C. (2020). Biomechanical Design Application on the Effect of Different Occlusion Conditions on Dental Implants with Different Positions—A Finite Element Analysis. *Applied Sciences* 2020, Vol. 10, Page 5826, 10(17), 5826.

Lobbezoo, F., Ahlberg, J., Glaros, A. G., Kato, T., Koyano, K., Lavigne, G. J., de Leeuw, R., Manfredini, D., Svensson, P., & Winocur, E. (2013). Bruxism defined and graded: an international consensus. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40(1), 2–4.

Lobbezoo, F., Ahlberg, J., Raphael, K. G., Wetselaar, P., Glaros, A. G., Kato, T., Santiago, V., Winocur, E., De Laat, A., De Leeuw, R., Koyano, K., Lavigne, G. J.,

Svensson, P., & Manfredini, D. (2018). International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(11), 837–844.

Marc, B. D. S. O., & Paris, D. (2009). La canine en implantologie. *Actualités Odontostomatologiques*, 245(245), 37–52.

Mariani, P., Margossian, P., & Laborde, G. (2008). Choix d'un concept occlusal en implantologie. *Stratégie Prothétique*, 8(1), 5–13.

Mellal, A., Wiskott, H. W. A., Botsis, J., Scherrer, S. S., & Belser, U. C. (2004). Stimulating effect of implant loading on surrounding bone. *Clinical Oral Implants Research*, 15(2), 239–248.

Merin, R. L. (2014). Repair of peri-implant bone loss after occlusal adjustment: A case report. *The Journal of the American Dental Association*, 145(10), 1058–1062.

Miguel, J., & Gomes, F. (2012). Princípios de oclusão ideal em diferentes tipos de reabilitação.

Misch, C. (2015). *Dental Implant Prosthetics: Clinical Biomechanics in Implant Dentistry* (2 ed). Elsevier Mosby.

Misch, C. E., Suzuki, J. B., Misch-Dietsh, F. M., & Bidez, M. W. (2005). A positive correlation between occlusal trauma and peri-implant bone loss: Literature support. *Implant Dentistry*, 14(2), 108–116.

Mombelli, A., & Lang, N. P. (1994). Clinical parameters for the evaluation of dental implants. *Periodontology 2000*, 4(1), 81–86.

Mores, F. A. J. (2021). Avaliação comparativa da osseopercepção entre os dentes naturais e os implantes dentários: Uma revisão sistemática.

Natali, A. N., Pavan, P. G., & Scarpa, C. (2004). Numerical analysis of tooth mobility: formulation of a non-linear constitutive law for the periodontal ligament. *Dental Materials*, 20(7), 623–629.

- Neves, J., de Araújo Nobre, M., Oliveira, P., Martins dos Santos, J., & Malo, P. (2018). Risk Factors for Implant Failure and Peri-Implant Pathology in Systemic Compromised Patients. *Journal of Prosthodontics*, 27(5), 409–415.
- Okeson, Jeffrey. P. (2008). Fundamentos de oclusão e desordens temporomandibulares. (6 ed). *Elsevier*.
- Orlando, M. L. (2007). Considerações oclusais na terapia com implantes osseointegrados. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Orthlieb, J. D., Darmouni, L., Pedinielli, A., & Jouvin Darmouni, J. (2013). Fonctions occlusales : aspects physiologiques de l'occlusion dentaire humaine. *EMC-Médecine Buccale*, 8(1), 1–11.
- Orthlieb, J. D., Laplanche O, & Preckel, E. B. (1996). La fonction occlusale et ses dysfonctionnements. *Réalités Cliniques*, 7(2), 121–146.
- Orthlieb, J. D., Ré, J. P., Jeany, M., & Giraudeau, A. (2016). Articulation temporo-mandibulaire, occlusion et bruxisme. *Revue de Stomatologie, de Chirurgie Maxillo-Faciale et de Chirurgie Orale*, 117(4), 207–211.
- Palaskar, J. N., Murali, R., & Bansal, S. (2013). Centric relation definition: A historical and contemporary prosthodontic perspective. *Journal of Indian Prosthodontist Society*, 13(3), 149–154.
- Pesce, P., Menini, M., Tealdo, T., Bevilacqua, M., Pera, F., & Pera, P. (2014). Periimplantitis: A Systematic Review of Recently Published Papers. *The International Journal of Prosthodontics*, 27(1), 15–25.
- Pricila, A., de Souza, A., Élen, A., De, A., Lucas, A., Nunes, G., Jandesilson, A., Brígido, A., Dantas, A., & Saldanha, D. (2019). A importância da oclusão na implantodontia- Revisão de literatura.

- Ramanauskaite, A., & Juodzbaly, G. (2016). Diagnostic Principles of Peri-Implantitis: a Systematic Review and Guidelines for Peri-Implantitis Diagnosis Proposal. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, 7(3), 3–8.
- Rangarajan, V., Gajapathi, B., Yogesh, P. B., Ibrahim, M. M., Kumar, R. G., & Karthik, P. (2015). Concepts of occlusion in prosthodontics: A literature review, part I. *The Journal of the Indian Prosthodontic Society*, 15(3), 200.
- Renvert, S., Persson, G. R., Pirih, F. Q., & Camargo, P. M. (2018). Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations. *Journal of Clinical Periodontology*, 45, S278–S285.
- Robertson, K., Shahbazian, T., & MacLeod, S. (2015). Treatment of Peri-Implantitis and the Failing Implant. *Dental Clinics*, 59(2), 329–343.
- Robinson, D., Aguilar, L., Gatti, A., Abduo, J., Vee, P., Lee, S., & Ackland, D. (2019). Load response of the natural tooth and dental implant: A comparative biomechanics study. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 11, 169–178.
- Rocha, C. C. V., Grangeiro, M. T. V., & Figueiredo, V. M. G. de. (2018). Padrão de oclusão em prótese Protocolo de Brånemark: uma revisão de literatura. *Revista Da Faculdade de Odontologia - UPF*, 23(3), 377–381.
- Rocha, S. S., Marques, J. L. S., Fernandes, C. M. de O., Cardoso, P. de C., & Torres, É. M. de. (2010). Reabilitação estética-funcional com ajuste prévio da oclusão em relação cêntrica. *Revista Odontológica Do Brasil Central*, 19(51).
- Rokaya, D., Srimaneepong, V., Wisitrasameewon, W., Humagain, M., & Thunyakitpisal, P. (2020). Peri-implantitis update: Risk indicators, diagnosis, and treatment. *European Journal of Dentistry*, 14(4), 672–682.
- Romandini, M., Lima, C., Pedrinaci, I., Araoz, A., Soldini, M. C., & Sanz, M. (2021). Prevalence and risk/protective indicators of peri-implant diseases: A universityrepresentative cross-sectional study. *Clinical Oral Implants Research*, 32(1), 112– 122.

Romanos, G. E., Delgado-Ruiz, R., & Sculean, A. (2019). Concepts for prevention of complications in implant therapy. *Periodontology 2000*, 81(1), 7–17.

Sabrina, M., & Machado, B. (2018). Princípios de uma oclusão ideal.

Sadowsky, S. J. (2019). Occlusal overload with dental implants: a review. *International Journal of Implant Dentistry 2019*, 5(1), 1–5.

Sanitá, P. V., Pinelli, L. A. P., Silva, R. H. B. T. da, & Segalla, J. C. M. (2009). Aplicação clínica dos conceitos oclusais na implantodontia. *Revista Da Faculdade de Odontologia - UPF*, 14(3), 268–275.

Santos Jr, J. (1996). *Oclusão - Princípios e Conceitos* (4 ed).

Sette, L. C. F. (2018). Princípios fisiológicos da oclusão aplicados em reabilitação oral: relato de caso. 32–32.

Sheridan, R. A., Decker, A. M., Plonka, A. B., & Wang, H. L. (2016). The Role of Occlusion in Implant Therapy: A Comprehensive Updated Review. *Implant Dentistry*, 25(6), 829–838.

Song, D., Shujaat, S., Politis, C., Orhan, K., & Jacobs, R. (2022). Osseoperception following dental implant treatment: A systematic review. *Journal of Oral Rehabilitation*, 49(5), 573–585.

Swaminathan, Y., & Rao, G. (2013). Implant protected occlusion. *IOSR J Dent Med Sci*, 11(3), 20–25.

Tardelli, J. D. C. (2021). Considerações oclusais em prótese sobre implante.

Türp, J. C., Greene, C. S., & Strub, J. R. (2008). Dental occlusion: a critical reflection on past, present and future concepts. *Journal of Oral Rehabilitation*, 35(6), 446–453.

Uribe, R., Peñarrocha, M., Sanchis, J. M., & García, O. (2004). Marginal peri-implantitis due to occlusal overload. A case report. *Medicina Oral : Organo Oficial de La Sociedad*

Espanola de Medicina Oral y de La Academia Iberoamericana de Patologia y Medicina Bucal, 9(2), 160–162, 159.

Valente, N. A., & Andreana, S. (2016). Peri-implant disease: what we know and what we need to know. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 46(3), 136–151.

Verma, M., Nanda, A., & Sood, A. (2015). Principles of occlusion in implant dentistry. *Journal of the International Clinical Dental Research Organization*, 7(3), 27.

Wiens, J. P., & Priebe, J. W. (2014). Occlusal stability. *Dental Clinics of North America*, 58(1), 19–43.

Wolff, J. (2012). The law of bone remodelling. *Springer Science & Business Media*.

Zitzmann, N. U., & Berglundh, T. (2008). Definition and prevalence of peri-implant diseases. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(8), 286–291.