

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

EFEITOS DA SOBRECARGA OCLUSAL NA SAÚDE DO TECIDO PERI- IMPLANTAR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA ATUALIZADA DE ESTUDOS EM MODELOS ANIMAIS E HUMANOS

Trabalho submetido por
Tiago Miguel Correia Leitão
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2023

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

EFEITOS DA SOBRECARGA OCLUSAL NA SAÚDE DO TECIDO PERI- IMPLANTAR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA ATUALIZADA DE ESTUDOS EM MODELOS ANIMAIS E HUMANOS

Trabalho submetido por
Tiago Miguel Correia Leitão
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor José João Mendes

e co-orientado por
Prof. Doutor João Botelho
Prof. Doutor Leandro Chambrone

setembro de 2023

Dedicatória

*Dedico esta dissertação aos 4 pilares fundamentais do meu percurso acadêmico e de vida: **Avó, Mana, Avô** e a **Todos os que me apoiam**.*

É com vocês e por vocês, tudo.

Always follow your heart!
nosce te ipsum

AGRADECIMENTOS

À minha segunda casa, a Egas Moniz School of Health & Science, pelos melhores anos da minha vida e por tudo o que aqui aprendi e cresci.

Ao meu orientador, Prof. Doutor José João Mendes, pela disponibilidade e ajuda ao longo não só desta dissertação, mas também no meu percurso académico. É um Mentor para mim. Aos meus coorientadores, Prof. Doutor João Botelho e Prof. Doutor Leandro Chambrone, pela ajuda incondicional e a partilha de sabedoria e motivação.

À Mariana Morgado, uma das melhores pessoas que a Egas Moniz me trouxe, das minhas inspirações diárias e sem dúvida alguém que sempre me motivou e me ajudou em muitos momentos críticos. Obrigado! Há tanto por escrever ainda.

À minha Mãe, ao meu maior pilar e força nesta vida, se um dia for $\frac{1}{3}$ daquilo que és como Ser Humano, serei realizado. És o “Melhor de Mim”! Obrigado por me motivares sempre a fazer mais e melhor, por me dares na cabeça e por me aplaudires de pé. Isto é para ti!

Ao meu Avô, o meu segundo pai, o meu eterno Mentor e guia na vida. Os teus conselhos são as palavras mais sábias e as que procuro sempre que estou em dúvida sobre que decisões tomar. Obrigado por tudo meu querido Avô.

À minha Tia Pipoca. A importância que tens na minha vida e neste meu percurso é tão grandiosa que nem consigo encontrar palavras que possam descrever. Só nós sabemos o que são as nossas horas infindáveis de conversa e partilha. Muito grato por te ter na minha vida, sempre.

Ao meu Pai e ao Edgar, pelo muito que me ensinaram. Sem vós, acredito que não teria algumas das capacidades que atualmente tenho. Obrigado pelo apoio incondicional.

À Joana Costa, a minha eterna parceira e irmã nesta jornada que chamo de “sonho de criança” e a quem devo as melhores memórias criadas nesta casa, merecias toda uma dissertação sobre a nossa amizade. Até sermos velhinhos.

À Bárbara e ao Daniel, os meus de (quase) sempre. Muito vos agradeço pela paciência em ouvir-me e aturar-me a falar sem fim sobre tudo e por serem um porto-abrigo, até sermos velhinhos. Ao Paulo, não podia não agradecer a um amigo tão especial e presente como tu, és dos poucos g.

Aos OM, MI, Ângela, Maria Inês, Ritinha, Rita e “Paivecas”, o meu muito obrigado! Sem vocês, não seria possível. Ao Pedro, o teu apoio e ajuda foram incondicionais e não encontro palavras para descrever o quão bom foi dividir muito deste meu tempo contigo.

RESUMO

Contexto: A reabilitação oral fixa com implantes dentários tem sido alvo de pesquisa nos últimos anos (Alghamdi et al., 2020), com atenção especial aos fatores determinantes do sucesso, incluindo características dos implantes, higiene oral e tabagismo. Embora os implantes proporcionam uma fixação sólida no osso alveolar, complicações como a placa bacteriana e sobrecarga oclusal podem prejudicar o tratamento, levando ao insucesso (Franasiak et al., 2019; Frost, 1994). Chambrone et al. (2010) investigaram o impacto da SO nesse contexto, mas a evolução do conhecimento requer uma revisão atualizada para aprimorar a compreensão do tema.

Materiais e Métodos: Realizou-se uma pesquisa sistemática nas bases de dados PUBMED, EMBASE, LILACS e CENTRAL, com ênfase na inclusão de estudos clínicos, sejam eles randomizados ou não, abordando a influência da sobrecarga oclusal nos tecidos peri-implantares. O período considerado para a busca abrangeu de 2010 até 30 de novembro de 2022.

Resultados: Inicialmente, identificou-se um total de 2.536 artigos. Posteriormente, após a triagem dos títulos, resumos e a análise do tipo de estudo, 29 artigos foram submetidos à segunda fase de exclusão. Contudo, nenhum desses artigos atendeu aos critérios de inclusão pré-estabelecidos. Como resultado, não foi possível incluir artigos nesta atualização da revisão sistemática.

Conclusões: A ausência de evidência científica significativa ainda persiste como um aspecto notório na avaliação dos efeitos da sobrecarga oclusal nos tecidos peri-implantares. Diante desse cenário, elaborou-se um protocolo destinado a orientar e facilitar a condução de futuros estudos com o propósito de abordar essa lacuna evidenciada na literatura científica.

PALAVRAS-CHAVE - Perda óssea alveolar; Implantes Dentários; oclusão dentária traumática; osseointegração.

ABSTRACT

Background: Fixed oral rehabilitation with dental implants has been the subject of study in recent years (Alghamdi et al., 2020), with a particular focus on the determinants of success, including implant characteristics, oral hygiene, and smoking. While implants provide a solid fixation in the alveolar bone, complications such as bacterial plaque and occlusal overload can undermine treatment outcomes (Franasiak et al., 2019; Frost, 1994). Chambrone et al. (2010) investigated the impact of occlusal overload in this context, but the evolving body of knowledge calls for an updated review to enhance our understanding of the topic.

Materials and Methods: A systematic search was conducted in the PUBMED, EMBASE, LILACS, and CENTRAL databases, with a focus on including clinical studies, whether randomized or not, addressing the influence of occlusal overload on peri-implant tissues. The search period spanned from 2010 to November 30, 2022.

Results: Initially, a total of 2,536 articles were identified. Subsequently, after screening titles, abstracts, and analyzing study types, 29 articles proceeded to the second exclusion phase. However, none of these articles met the pre-established inclusion criteria. This resulted in a complete absence of articles included in this systematic review update.

Conclusions: The absence of significant scientific evidence continues to be a notable aspect in assessing the effects of occlusal overload on peri-implant tissues. Given this scenario, a protocol has been developed to guide and facilitate the conduct of future studies aimed at addressing this gap identified in the scientific literature.

KEYWORDS - Alveolar bone loss; dental implant; dental occlusion, traumatic; osseointegration.

ÍNDICE

I.	INTRODUÇÃO	11
1.	Cavidade Oral	11
2.	Reabilitação Oral Fixa de Espaços Edêntulos	12
2.1.	Perda de Peças Dentárias	12
3.	Implantes Dentários	13
3.1.	Anatomia dos Implantes Dentários	14
3.2.	Tratamento de Superfície dos Implantes	15
4.	Osseointegração	17
4.1.	Remodelação Óssea	18
4.2.	<i>Turn-over</i> Ósseo	19
5.	Anatomia dos Tecidos Periodontais e Peri-Implantares	20
6.	Doenças dos Tecidos Peri-Implantares	21
6.1.	Peri-Implantite	21
7.	Carga Oclusal em Implantes Dentários	24
8.	Falha dos Implantes Dentários	25
II.	MATERIAIS E MÉTODOS	27
1.	Tipos de Estudos, Intervenções e Critérios de Inclusão	27
2.	Resultados Primários e Secundários	28
3.	Bases de Dados Utilizadas e Método de Pesquisa	29
4.	Seleção de Estudos	29
4.1.	Avaliação de Validade e Qualidade Metodológica	29
5.	Avaliação do Risco de Viés	30
III.	RESULTADOS	33
1.	Seleção de Estudos	33
IV.	PROTOCOLO DE <i>CLINICAL TRIAL</i> EM ANIMAIS PARA ESTUDAR O EFEITO DA SOBRECARGA OCLUSAL NOS TECIDOS PERI-IMPLANTARES	35
V.	DISCUSSÃO	41
VI.	CONCLUSÕES	43
VII.	PERSPETIVAS FUTURAS	45
VIII.	BIBLIOGRAFIA	47

Lista de Figuras

Figura 1 Implantes Zigomáticos (cinzento) e Cónicos (azul)	15
Figura 2 Representação da molhabilidade numa superfície de um implante dentário e a sua aplicação nas fibrinas	18
Figura 3 Representação de um implante com peri-implantite (A) e sem saudável (B)	22
Figura 4 Representação das diferenças entre um periodonto saudável (esquerda) e com periodontite ativa (direita)	23
Figura 5 Fluxograma PRISMA 2020 para revisões sistemáticas atualizadas que incluíram apenas pesquisas em bancos de dados e registros	33

Lista de Abreviações

BD - Densidade Óssea

BOP - Hemorragia à sondagem

CAL - *Clinical Attachment Loss*

CBCT -Tomografia computadorizada de feixe cônico

DIB - Distância histológica da base do implante ao ponto mais coronal do contato entre osso e implante

GI - Índice Gengival

GM - Margem Gengival

LILACS - Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

LP - Ligamento Periodontal

M - Mobilidade

MD - Medicina Dentária

MEDLINE - *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*

MeShs - *Medical Subject Headings*

NRCT - *Non-Randomized Controlled Trial*

PD - Profundidade de Sondagem

PI - Índice de Placa

PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

RCT - *Randomized Controlled Trial*

RDIB - Distância radiográfica da base do implante ao ponto mais coronal do contato entre osso e implante

SO - Sobrecarga Oclusal

WHO - *World Health Organization*

I. INTRODUÇÃO

1. Cavidade Oral

A cavidade oral, uma componente essencial do sistema estomatognático humano, desempenha um papel de enorme importância na vida cotidiana de todos os seres humanos. Esta serve como uma ferramenta multifuncional que suporta uma série de ações vitais para nosso bem-estar e sobrevivência (Källestål et al., 2000).

Uma das funções primordiais da cavidade oral é a fonética, permitindo a comunicação verbal e a articulação de sons que formam a base da linguagem humana. Através da modulação do fluxo de ar e da interação com as estruturas orais, como a língua, dentes, lábios e palato, a cavidade oral desempenha um papel fundamental na capacidade de expressão e compreensão da linguagem. Além disso, esta é vital para a respiração. Através das vias aéreas superiores, a entrada e saída de ar ocorrem pela boca em situações em que a respiração nasal está comprometida. Essa capacidade de alternar entre as vias respiratórias é crucial em diversas situações, como durante o exercício intenso ou quando se está com o nariz obstruído (Seikel, Drumright & Hudock, 2019). A mastigação é outra função crítica desempenhada pela cavidade oral. A eficiente mastigação dos alimentos é fundamental para a digestão adequada e a absorção de nutrientes no sistema digestivo. Os dentes, componentes intrínsecos da cavidade oral, possuem uma anatomia altamente diferenciada e específica, adaptada às funções desempenhadas durante a mastigação. Essas características incluem tamanho, forma, número de cúspides e raízes, entre outras. Cada tipo de dente desempenha um papel distinto na trituração e processamento dos alimentos (Anand et al., 2013). Além das funções essenciais, a cavidade oral também tem um impacto significativo no bem-estar físico e psicológico. A saúde oral adequada não apenas contribui para a digestão eficaz e a fala clara, mas também desempenha um papel na autoestima e na qualidade de vida geral. Problemas dentários ou condições orais podem afetar negativamente a autoconfiança e a saúde mental de uma pessoa (Källestål et al., 2000).

Resumindo, a cavidade oral é muito mais do que apenas uma parte da anatomia humana; ela é um sistema complexo que desempenha papéis cruciais na comunicação, respiração,

digestão e bem-estar geral. A compreensão de sua anatomia e função é fundamental para a manutenção da saúde oral e, conseqüentemente, para a qualidade de vida.

2. Reabilitação Oral Fixa de Espaços Edêntulos

2.1. Perda de Peças Dentárias

A perda de peças dentárias é um problema de saúde oral comum que afeta milhões de pessoas em todo o mundo. É um cenário em que um ou mais dentes naturais são perdidos devido a várias razões, incluindo cárie, doença periodontal, trauma ou outras condições bucais. A ausência de dentes não apenas compromete a função mastigatória, mas também tem um impacto significativo na qualidade de vida e saúde geral dos indivíduos. A prevalência média global estimada de edentulismo total entre indivíduos com 20 anos de idade ou mais é aproximadamente de 7%. Contudo, uma prevalência significativamente mais elevada, chegando a 23%, foi estimada para aqueles com 60 anos de idade ou mais (World Health Organization, 2023)

A mastigação eficaz desempenha um papel crucial na adequada digestão dos alimentos, e a perda de dentes compromete essa função (Gaewkhiew, Sabbah & Bernabé, 2017). Essa deficiência na mastigação pode resultar em problemas nutricionais e digestivos, contribuindo para a má absorção de nutrientes e a digestão inadequada (Bourdiol et al., 2020). Além disso, a perda de dentes afeta adversamente a fala e a articulação, impactando a capacidade de comunicação (Gaewkhiew, Sabbah & Bernabé, 2017). Essa diminuição na função verbal pode levar a desafios na expressão e na compreensão da linguagem (Imam, 2021).

É importante destacar que a perda de dentes não apenas prejudica a função física, mas também tem implicações significativas na qualidade de vida das pessoas afetadas. Ela pode impactar a autoestima, a autoconfiança e até mesmo a interação social (Gerritsen et al., 2010).

Estudos como o realizado por Locker e Slade (2003) demonstraram que a saúde oral está intrinsecamente ligada à qualidade de vida, especialmente em adultos mais velhos. A falta de dentes pode afetar a capacidade de comer, falar e sorrir, influenciando assim o bem-estar geral.

Felizmente, existem várias opções de tratamento disponíveis para a substituição de dentes perdidos, incluindo próteses dentárias removíveis, próteses parciais fixas e implantes dentários. Os métodos de implantes dentários têm sido extensivamente estudados quanto à sua eficácia. De acordo com uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados conduzida por Esposito, Grusovin, Willings e Coulthard (2007), que analisou a eficácia da carga imediata, carga precoce e carga convencional de implantes dentários, foi constatado que essas abordagens variam nos seus resultados clínicos. Essa revisão ressalta a importância de considerar fatores individuais do paciente e características específicas do implante ao determinar a abordagem de carga mais apropriada.

Nos últimos anos, a abordagem para a reabilitação de espaços edêntulos, ou seja, áreas onde há falta de dentes, tem passado por significativas evoluções, proporcionando aos pacientes uma gama mais diversificada de soluções fixas. Nesse cenário, os implantes dentários surgiram como uma opção proeminente e altamente eficaz, devido às suas notáveis vantagens em termos de longevidade e durabilidade.

3. Implantes Dentários

Os implantes dentários consistem numa peça fundamental que pode ser confeccionada a partir de diversos materiais. Dentre esses materiais, os mais comuns e amplamente estudados são o titânio, na sua forma pura ou em ligas metálicas, e o zircônio. Esses materiais são escolhidos com base nas suas características diferenciais, que incluem uma biocompatibilidade excepcional, uma capacidade confiável de osseointegração e uma notável resistência à corrosão. Esses atributos desempenham um papel essencial no sucesso das reabilitações posteriores, tais como a instalação de coroas, pontes ou próteses fixas, garantindo a funcionalidade e a estabilidade a longo prazo dessas restaurações (Glied & Mundiya, 2021).

Além da escolha do material, a decisão sobre o tipo de implante a ser utilizado é igualmente crucial. Nesse contexto, a forma e a superfície do implante desempenham um papel fundamental no processo de seleção. Esses aspectos são discutidos em detalhes num estudo de referência realizado por Smeets et al. (2016), que explora as implicações das diferentes formas e superfícies de implantes na osseointegração e no sucesso geral do

tratamento. Concluimos que a reabilitação de espaços edêntulos tornou-se uma área de grande avanço nos últimos anos, oferecendo aos pacientes uma variedade de opções fixas. Os implantes dentários, feitos de materiais como titânio e zircônio, são altamente conceituados devido às suas propriedades excepcionais, e a seleção criteriosa da forma e da superfície do implante desempenha um papel crucial no sucesso desses procedimentos restauradores.

3.1. Anatomia dos Implantes Dentários

Os implantes dentários apresentam uma variedade de formas distintas, e a seleção criteriosa da forma do implante desempenha um papel crucial no sucesso da reabilitação oral. A escolha da forma do implante depende de diversos fatores, incluindo o tipo de osso presente no local de colocação, o plano de tratamento pretendido e as necessidades específicas do paciente.

Existem diferentes anatomias para os implantes dentários (Ye, 2017 & Heimes et al., 2023):

1. Implantes Cônicos: Possuem um formato que se assemelha a um cone, com uma extremidade mais larga e outra mais estreita. Esses implantes são frequentemente escolhidos devido à sua estabilidade e capacidade de distribuir as forças mastigatórias de maneira eficaz.

2. Implantes Cilíndricos: São caracterizados por terem um formato cilíndrico uniforme ao longo de todo o comprimento. Essa forma é frequentemente utilizada quando se busca uma adaptação mais precisa a espaços restritos ou quando a estabilidade primária é crucial.

3. Implantes em Forma de Lâmina: Apresentam uma forma plana e fina, sendo especialmente úteis em casos onde a largura do osso é limitada. Essa forma permite uma inserção mais fácil e preserva a estrutura óssea circundante.

4. Implantes Helicoidais: Possuem um design espiralado que facilita a fixação e a estabilidade inicial. Esses implantes são frequentemente escolhidos em casos de osso de baixa densidade ou em áreas com carga mastigatória significativa.

5. Implantes Zigomáticos: São implantados na região do osso zigomático, que é uma área alternativa quando o osso maxilar está comprometido. Esses implantes são usados em situações mais complexas de reabilitação oral (Figura 1).

6. Mini-Implantes: São implantes de menor tamanho, geralmente utilizados em situações onde o espaço é limitado ou quando são necessários suportes temporários.

A decisão sobre qual tipo de implante a utilizar é baseada em uma avaliação clínica cuidadosa realizada pelo médico dentista. Além disso, exames complementares, como radiografias e tomografias computadorizadas (CBCT), desempenham um papel fundamental na determinação da forma mais adequada. Cada caso é único, e a escolha da forma do implante é feita levando em consideração as características individuais do paciente, a região onde o implante será colocado e as necessidades específicas do tratamento. A seleção da forma do implante é uma decisão personalizada, na qual o médico dentista desempenha um papel essencial ao escolher a opção que proporcionará a melhor resposta clínica para o paciente (Heimes et al., 2023).

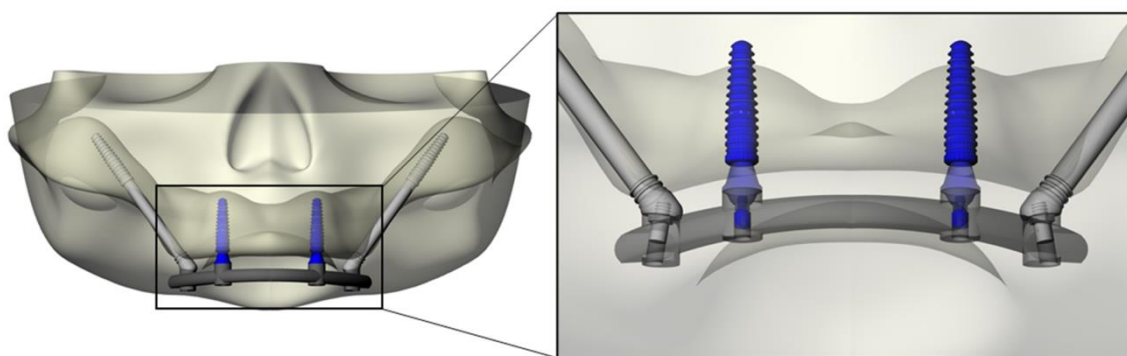


Figura 1 | Implantes zigomáticos (cinzento) e cónicos (azul) (Heboyan et al., 2022)

3.2. Tratamento de Superfície dos Implantes

O tratamento de superfície dos implantes dentários é um fator de extrema importância que desempenha um papel crítico no sucesso global do tratamento. Esses tratamentos são

projetados com o objetivo primordial de melhorar a biocompatibilidade do implante e otimizar a resposta do tecido ósseo à sua presença. A escolha da técnica de tratamento de superfície adequada é uma consideração fundamental e pode influenciar significativamente os resultados clínicos, levando em conta as características individuais do paciente e do próprio implante (Stanford, 2008).

Diversas técnicas de tratamento de superfície estão disponíveis na medicina dentária, cada uma com suas próprias vantagens e aplicabilidades. Algumas dessas técnicas incluem:

1. Alumina Blasting: Este método envolve o jateamento de partículas de óxido de alumínio na superfície do implante para criar uma textura microscópica que promove a osseointegração.

2. Anodização: A anodização é um processo eletroquímico que cria uma camada de óxido na superfície do implante, melhorando sua biocompatibilidade e resistência à corrosão.

3. Texturização: A texturização da superfície do implante envolve a criação de micro-ranhuradas ou padrões na superfície, que podem melhorar a adesão celular e a formação de osso ao redor do implante.

4. Tratamento a Laser: O uso de laser na superfície do implante pode melhorar a rugosidade e, conseqüentemente, a osseointegração.

5. Tratamento com Hidroxiapatita: Implantes revestidos com hidroxiapatita, um componente natural do osso, têm como objetivo promover uma resposta óssea mais favorável.

A escolha da técnica de tratamento de superfície adequada depende de uma série de fatores, incluindo a densidade óssea do paciente, a localização do implante, as características individuais do caso clínico e a preferência do Médico Dentista. É fundamental adotar uma abordagem personalizada na seleção do material, da forma e do tratamento de superfície do implante para garantir o sucesso a longo prazo da reabilitação de espaços edêntulos (Stanford, 2008). Portanto, a integração de uma técnica de

tratamento de superfície específica no planejamento do implante dentário desempenha um papel crucial na otimização da osseointegração, na estabilidade do implante e, por fim, na eficácia do tratamento fixo. Essa abordagem personalizada visa assegurar que o implante seja bem aceito pelo organismo do paciente e alcance resultados clínicos bem-sucedidos (Rupp et al., 2018).

4. Osseointegração

O fator que tem recebido destaque primordial quando se avalia o sucesso de um implante dentário é a osseointegração. Esse processo biológico representa a interação íntima e microscópica entre o osso vivo e o implante, com o objetivo de alcançar uma estabilidade de longo prazo. As vantagens associadas a este processo são substanciais, principalmente no que diz respeito à preservação do osso alveolar (Elias & Meirelles, 2010).

Normalmente, após a perda de um dente, esse osso alveolar tende a passar por um processo de reabsorção, o que pode resultar numa diminuição significativa do volume ósseo na área afetada. No entanto, quando um implante dentário é osseointegrado com sucesso, esse processo de reabsorção é minimizado e, em alguns casos, pode até mesmo ser revertido, estimulando a deposição de osso ao redor do implante. A molhabilidade do implante é também um fator importante a ter em consideração, quanto maior este valor, melhor será a integração das fibrinas nos implantes, que tem inúmeros benefícios como adesão e cicatrização pós-cirúrgica (Figura 2) (Guglielmotti et al., 2019). Os benefícios dessa osseointegração são inúmeros. Em primeiro lugar, esta promove uma notável estabilidade, garantindo que o implante permaneça firmemente ancorado no osso adjacente. Isso, por sua vez, contribui para a durabilidade da restauração implanto-suportada e para sua capacidade de resistir às forças mastigatórias ao longo do tempo. Além disso, a osseointegração oferece um suporte sólido para a futura restauração que será fixada sobre o implante, resultando em uma restauração funcional e esteticamente satisfatória. Os estudos de Brånemark et al. (1983) e Mavrogenis et al. (2009) têm sido referências fundamentais nesse contexto, destacando a importância da osseointegração como um pilar fundamental para o sucesso dos implantes dentários. Essa compreensão é essencial tanto para os profissionais da área quanto para os pacientes, enfatizando a importância de cuidados adequados e acompanhamento após a colocação de implantes, a

fim de otimizar a osseointegração e, por consequência, o êxito a longo prazo dos tratamentos implantares.

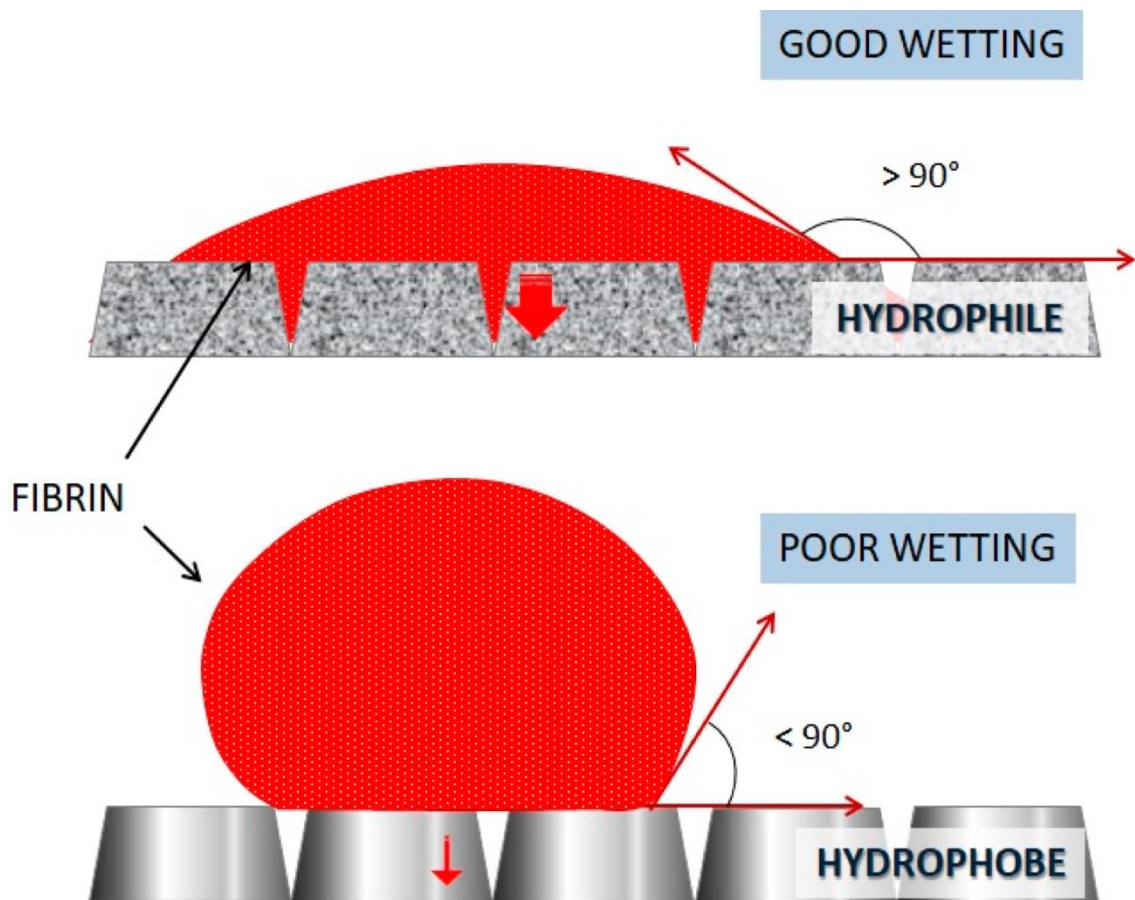


Figura 2 | Representação da molhabilidade numa superfície de um implante dentário e a sua aplicação nas fibrinas (Inchigolo et al., 2023)

4.1. Remodelação Óssea

Quando discutimos as condições consideradas "normais" relacionadas à oclusão e à carga aplicada sobre um implante dentário, é natural esperar alguma remodelação óssea na área circundante, dependendo da magnitude da força à qual o implante será submetido. Isso se aplica igualmente a casos que envolvem a restauração de um único dente, a colocação de múltiplos dentes como parte de uma ponte fixa ou até mesmo a aplicação de uma prótese total fixa. É importante compreender que essa remodelação óssea é um processo fisiológico, metabólico e altamente dinâmico (Insua et al., 2017).

A remodelação óssea em torno de um implante dentário passa por várias etapas distintas durante a absorção e deposição do osso. Inicialmente, o osso que se forma é relativamente

primitivo na sua composição. No entanto, ao longo do tempo, esse osso inicial é gradualmente substituído por um osso lamelar maduro, que é altamente estável e adequado para sustentar a integridade e a funcionalidade do implante. Essa transformação é um processo complexo, conforme destacado por Berglundh et al. (2005). Portanto, a remodelação óssea em torno de implantes dentários é uma resposta natural e adaptativa às forças funcionais que atuam sobre eles. O osso é capaz de se ajustar e de se regenerar para otimizar o suporte e a estabilidade do implante, garantindo assim o sucesso a longo prazo das reabilitações implanto-suportadas. Este conhecimento é essencial para os profissionais de MD ao planejar e monitorar o tratamento com implantes, permitindo uma abordagem mais informada e personalizada para cada paciente.

4.2. *Turn-over* Ósseo

O "*turn-over* ósseo" é um processo contínuo de remodelação do tecido ósseo que ocorre naturalmente no nosso corpo. Quando se trata de implantes dentários, esse fenômeno desempenha um papel crucial na manutenção da saúde e estabilidade desses mesmos implantes. Um estágio fundamental nesse processo é a osseointegração, conforme destacado no estudo de Lini et al. (2019). Durante a osseointegração, o osso circundante liga-se firmemente à superfície do implante, proporcionando uma âncora estável para o dispositivo. No entanto, mesmo após a osseointegração, o tecido ósseo ao redor do implante continua a passar por um processo constante de *turn-over*, que engloba a absorção e formação de osso. Neste contexto, células essenciais entram em cena, nomeadamente os osteoblastos e os osteoclastos. Os osteoclastos têm a responsabilidade de reabsorver o osso antigo, enquanto os osteoblastos promovem a formação de novo tecido ósseo (Berglundh et al., 2018). Esse equilíbrio delicado entre a reabsorção e a formação óssea é fundamental para a manutenção da saúde óssea peri-implantar.

Múltiplos fatores podem influenciar o processo de *turn-over* ósseo ao redor dos implantes, incluindo a carga oclusal (a força exercida durante a mastigação), a qualidade do osso, a saúde geral do paciente e o desenho específico do implante. É importante ressaltar que uma carga oclusal excessiva ou mal distribuída nos implantes pode ou não resultar na perda óssea peri-implantar. No caso de existir perda, é uma complicação significativa que deve ser evitada. A monitorização regular desse processo é essencial

para avaliar a saúde óssea peri-implantar e a estabilidade dos implantes ao longo do tempo. Isso é alcançado por meio de radiografias periódicas e exames clínicos, que permitem aos profissionais de saúde avaliar quaisquer mudanças indesejadas. Além disso, a escolha criteriosa do tipo de implante, a sua anatomia e a técnica cirúrgica utilizada desempenham um papel fundamental na influência do *turn-over* ósseo (Lindhe et al., 2008).

Compreender este processo complexo é crucial para assegurar o sucesso a longo prazo dos implantes dentários e a manutenção da saúde óssea peri-implantar, garantindo assim a qualidade de vida dos pacientes que dependem desses dispositivos para funções essenciais, como mastigação e fonética.

5. Anatomia dos Tecidos Periodontais e Peri-Implantares

É fundamental destacar que todos os dentes, em condições normais, estão firmemente ancorados no osso alveolar da maxila ou da mandíbula por meio de uma estrutura fundamental conhecida como ligamento periodontal. Este ligamento apresenta características verdadeiramente notáveis, exibindo elasticidade e uma notável capacidade de adaptação, especialmente em ambientes orais que frequentemente podem ser desafiadores (Somerman et al., 1990). Essa elasticidade e capacidade de adaptação do ligamento periodontal se tornam particularmente evidentes durante o processo de mastigação, quando desempenha um papel crítico na absorção e distribuição das forças oclusais geradas durante a trituração dos alimentos. Em vez de permitir que essas forças se concentrem em áreas específicas, o LP age como um amortecedor, distribuindo as forças uniformemente pelos dentes e, crucialmente, pelos tecidos circundantes. Essa habilidade notável do ligamento periodontal de dissipar as forças de mastigação desempenha um papel vital na proteção e preservação da saúde e integridade tanto dos dentes quanto dos tecidos periodontais que os circundam (Mandel et al., 1986).

Em resumo, o LP é um componente essencial que contribui significativamente para a funcionalidade e a capacidade de absorção de impacto dos dentes durante atividades cotidianas, como a mastigação. Sua notável flexibilidade e capacidade de adaptação desempenham um papel crítico na manutenção da saúde oral e na prevenção de lesões decorrentes de forças oclusais excessivas (Mandel et al., 1986). Portanto, compreender

sua função e importância é crucial na prática clínica em MD e para o entendimento geral da biomecânica dental. A cavidade oral, juntamente com seus dentes e as estruturas periodontais associadas, desempenham um papel fundamental na vida das pessoas, influenciando não apenas sua saúde física, mas também sua qualidade de vida e bem-estar emocional. Compreender as complexas interações que ocorrem nesse ambiente é de suma importância para a área da MD e para a saúde oral como um todo.

6. Doenças dos Tecidos Peri-Implantares

6.1. Peri-Implantite

A peri-implantite e a periodontite são duas condições inflamatórias crônicas que afetam os tecidos de suporte oral, apresentando origens e características distintas, embora compartilhem algumas semelhanças patológicas. Ambas têm o potencial de exercer impactos significativos nos implantes dentários e na saúde oral global dos pacientes (Schwarz et al., 2018).

A peri-implantite é uma condição patológica exclusivamente associada a implantes dentários que se manifesta pela inflamação dos tecidos moles adjacentes ao implante, acompanhada pela perda progressiva de osso alveolar circundante (Figura 3) (Mombelli et al., 2012). A sua etiologia principal está relacionada com a acumulação de biofilme na zona peri-implantar, desencadeando uma resposta inflamatória exacerbada, que culmina numa reabsorção óssea peri-implantar e, em estágios avançados, mobilidade e eventual falha do implante (Monje et al., 2019). Os sintomas clínicos incluem sangramento gengival, aumento da profundidade de sondagem, mobilidade do implante e, nas fases mais avançadas, exposição da superfície do implante, que é esteticamente desconfortável para o paciente. A abordagem terapêutica frequentemente consiste em medidas de terapia mecânica, como alisamento radicular, terapia antimicrobiana local, administração de agentes antibióticos sistêmicos e, em casos complexos, procedimentos cirúrgicos para remoção de tecido infectado ou mesmo substituição do implante afetado (Schwarz et al., 2018).

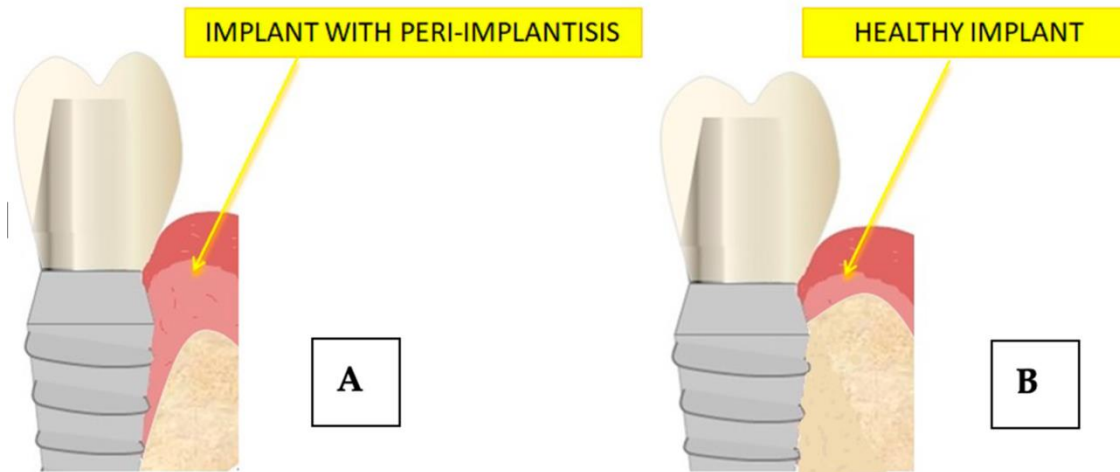


Figura 3 | Representação de um implante com peri-implantite (A) e saudável (B) (Inchingolo et al., 2023)

A periodontite, por outro lado, tem como alvo os tecidos de suporte natural dos dentes, abrangendo as gengivas e o osso alveolar. A sua origem está associada à acumulação de placa bacteriana em dentes naturais, o que instiga uma resposta inflamatória crônica e culmina na perda gradual da inserção periodontal e do osso alveolar adjacente (Figura 4) (Pihlstrom et al., 2005). Os sintomas clínicos compartilhados com a peri-implantite incluem sangramento gengival, aumento da profundidade de sondagem e mobilidade dentária. O tratamento da periodontite também segue uma abordagem similar, que engloba procedimentos de raspagem e alisamento radicular, eliminação da placa bacteriana, uso de antimicrobianos e, nos cenários mais avançados, intervenções cirúrgicas periodontais (Lang et al., 2015).

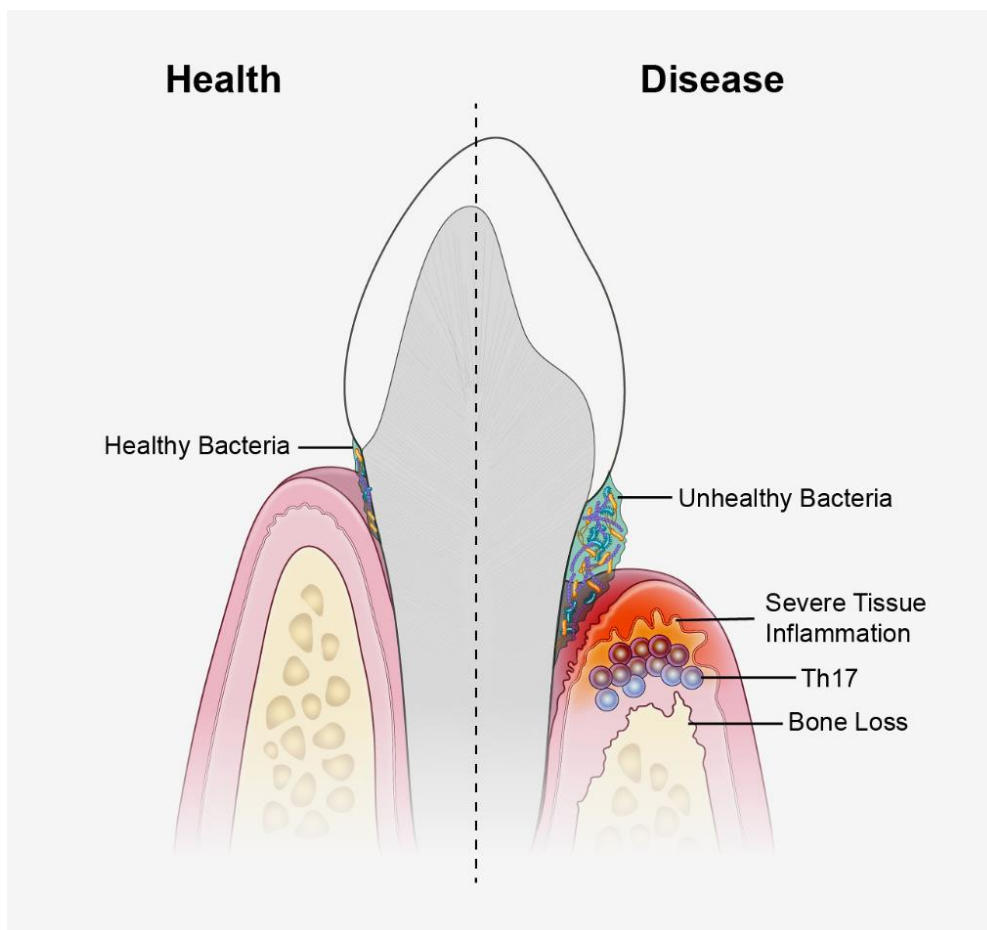


Figura 4 | Representação das diferenças entre um periodonto saudável (esquerda) e com periodontite ativa (direita) (NIH)

Ambas as condições mencionadas anteriormente têm o potencial de exercer impactos adversos sobre os implantes dentários. No contexto da peri-implantite, a perda óssea peri-implantar compromete a estabilidade do implante, culminando em seu insucesso (Heitz-Mayfield, 2008). No âmbito da periodontite, a condição não controlada pode afetar negativamente a saúde dos tecidos circundantes aos implantes, prejudicando sua adaptação e estabilidade (Zitzmann & Berglundh, 2008).

Portanto, a prevenção e o controle eficazes são de suma importância. Os pacientes portadores de implantes dentários devem adotar uma rigorosa rotina de higiene oral, que inclui práticas regulares de escovação e uso de fio dentário, além de consultas de acompanhamento periódicas com o profissional de saúde oral. A vigilância clínica regular é vital para a detecção precoce de quaisquer indicativos de inflamação ou perda óssea peri-implantar ou periodontal, permitindo a instituição de medidas terapêuticas oportunas

(Jepsen et al., 2015). Dessa maneira, é possível preservar a saúde oral a longo prazo, tanto dos implantes quanto dos dentes naturais.

7. Carga Oclusal em Implantes Dentários

O estudo realizado por Berglundh et al. em 2005 desempenhou um papel crucial na compreensão dos efeitos da carga oclusal sobre a osseointegração de implantes dentários. Este estudo envolveu a análise de seis cães da raça Beagle, com cerca de um ano de idade, submetidos a extrações dos pré-molares mandibulares, seguidas de colocação de implantes com diferentes abordagens de carga oclusal. Uma das abordagens aplicadas foi a carga oclusal imediata e funcional, enquanto a outra envolveu uma carga oclusal não funcional. Ao longo de um período de acompanhamento de três meses após a cirurgia de implantação, foram realizadas avaliações periódicas e implementado um protocolo rigoroso de controle de placa bacteriana. Isso incluiu o uso de radiografias e estudos histológicos dos locais dos implantes. Os resultados deste estudo, obtidos após dez meses da implantação dos implantes, revelaram descobertas significativas. De acordo com os resultados, nos implantes submetidos à carga oclusal funcional, foi observado um aumento substancial do contato entre o implante e o osso peri-implantar. Isso sugere que a aplicação de carga oclusal funcional pode promover a osseointegração, contribuindo para a formação de uma conexão sólida entre o implante e o tecido ósseo circundante. Além disso, esses achados indicaram que a carga oclusal funcional não resultou em perda de osso marginal, o que é um fator crítico para o sucesso a longo prazo dos implantes dentários. É importante destacar que, assim como nos dentes naturais, a aplicação de carga excessiva pode resultar em trauma oclusal. Isso pode desencadear uma série de respostas biológicas e mecânicas, incluindo a remodelação do ligamento periodontal e a reabsorção do osso peri-implantar. Essas complicações podem levar a problemas clínicos, como a fratura do parafuso oclusal, o afrouxamento da prótese ou do implante, bem como a reabsorção óssea. Portanto, os resultados deste estudo fornecem valiosas informações sobre a relação entre a carga oclusal e a osseointegração de implantes dentários, destacando a importância da carga oclusal funcional na promoção da estabilidade a longo prazo dos implantes. Estes achados têm implicações significativas na prática da

implantologia, auxiliando os profissionais na tomada de decisões clínicas informadas para garantir o sucesso dos implantes dentários (Schwarz, 2000).

Segundo um estudo recente de Sadowsky em 2019, a sobrecarga oclusal tem sido associada a complicações em implantes dentários, incluindo perda óssea peri-implantar e, em alguns casos, falha do implante. No entanto, os resultados desses estudos têm variado e ainda não existe um consenso claro sobre os limites de força aceitáveis para implantes dentários. Portanto, a pesquisa continua a ser fundamental para esclarecer essa questão e estabelecer diretrizes clínicas mais precisas.

A única evidência significativa existente, relatada por Quirynen et al. (1992), sugere que implantes dentários com geometria de hexágono externo e superfície lisa podem sofrer perda óssea peri-implantar quando submetidos a SO. No entanto, é importante notar que esses resultados não podem ser generalizados para todos os sistemas de implantes e aplicados diretamente a seres humanos, uma vez que seria antiético submeter indivíduos a condições clínicas tão desafiadoras em ensaios clínicos.

Para abordar essa questão central, são necessários estudos rigorosos que sigam protocolos específicos e criteriosos, com parâmetros bem definidos e examinados detalhadamente. Esses estudos devem incluir uma avaliação abrangente, que englobe aspectos clínicos, radiográficos e histológicos, do implante e do tecido peri-implantar. O objetivo é determinar em que medida as forças oclusais excessivas afetam o sucesso dos implantes e identificar qualquer evidência de inflamação nos tecidos circundantes. Essa investigação é crucial para fornecer respostas sólidas e embasadas cientificamente sobre como a sobrecarga oclusal pode influenciar a saúde e a estabilidade dos implantes dentários.

8. Falha dos Implantes Dentários

O estudo de Tonetti e Schmid (1994) lançou luz sobre uma série de complicações associadas à falha de implantes dentários, ressaltando a importância de entender as raízes dessas complicações e a necessidade de prevenção e gestão eficazes. As complexidades envolvidas nesse fenômeno podem ser equiparadas às complicações observadas nos dentes naturais, com um foco especial na influência da acumulação de placa bacteriana e

no subsequente metabolismo bacteriano no sulco peri-implantar. O processo metabólico bacteriano na área peri-implantar pode desencadear a formação de lesões inflamatórias na mucosa circundante ao implante (Rösing et al., 2019). Essas lesões inflamatórias não só podem resultar em desconforto e dor para o paciente, mas também têm o potencial de causar danos significativos ao osso marginal, que é essencial para a estabilidade do implante. A perda de osso marginal, por sua vez, pode levar a um fenômeno conhecido como des-osseointegração do implante, onde a conexão estrutural entre o implante e o osso é perdida, comprometendo a capacidade funcional do implante e eventualmente levando à sua falha (Derks & Tomasi, 2015). A gravidade dessas complicações é acentuada pelo fato de que, se não forem devidamente controladas e tratadas, podem ter consequências graves para a saúde oral do paciente e para a eficácia do tratamento de implantes dentários. Portanto, a prevenção e a gestão adequada desempenham um papel crucial na promoção da saúde peri-implantar.

A manutenção de uma higiene oral rigorosa é um dos pilares fundamentais para prevenir o acúmulo de placa bacteriana e minimizar o risco de lesões inflamatórias na área peri-implantar. Além disso, o acompanhamento médico-dentário regular é essencial para monitorar a saúde oral e intervir precocemente em qualquer sinal de complicação. É nesse contexto que o trabalho de Tonetti e Schmid enfatiza a importância do gerenciamento eficaz da saúde oral em torno de implantes dentários. Essa compreensão profunda e a necessidade de medidas preventivas são cruciais tanto para os profissionais da área quanto para os pacientes. A colaboração contínua entre ambas as partes desempenha um papel vital na manutenção da saúde oral após a colocação de implantes dentários. Afinal, a prevenção não apenas preserva a integridade do implante, mas também promove sua longevidade, garantindo resultados bem-sucedidos a longo prazo para os pacientes (Jepsen et al., 2015).

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Na busca por compreender a osseointegração em implantes dentários e entender como ela se comporta sob a pressão das condições de carga oclusal excessiva (OV), torna-se imperativo adotar uma abordagem metodológica de extrema rigidez. Esta necessidade é amplamente justificada pelo fato de que a maioria dos estudos relevantes se baseia em configurações experimentais, muitos dos quais fazem uso de modelos animais.

1. Tipos de Estudos, Intervenções e Critérios de Inclusão

Os critérios de elegibilidade foram definidos como: ensaios clínicos randomizados (RCT's) diretamente relacionados à questão que estamos a investigar. Antecipando uma escassez de estudos que sigam o protocolo de um RCT, conseqüentemente e deliberadamente decidimos estender a investigação para abranger estudos clínicos não randomizados (NRCT's). Este movimento estratégico tem o propósito de tentar enriquecer substancialmente o conjunto de evidências disponíveis para análise. Combinando informações provenientes de investigações experimentais e clínicas, procuramos obter uma compreensão abrangente e sólida da osseointegração em implantes dentários sob as condições desafiantes impostas pela carga oclusal excessiva.

Para que os estudos fossem considerados elegíveis para inclusão nesta revisão, era necessário que eles fornecessem dados abrangentes relacionados à avaliação clínica, radiográfica e histológica de implantes dentários, que tivessem sido submetidos a cargas oclusais excessivas. A análise desses estudos tem como objetivo principal compreender como os implantes individuais reagem em face de condições extremas de carga oclusal e como essas condições impactam o processo de osseointegração.

É importante destacar que foram excluídos da presente revisão estudos que envolviam implantes conectados, conhecidos como "*splinted implants*". Essa decisão foi tomada com base na necessidade de focar estritamente em implantes individuais e na sua capacidade intrínseca de osseointegração sob a pressão da carga oclusal excessiva.

A exclusão dos implantes conectados tem como objetivo evitar a introdução de variáveis adicionais que poderiam complicar a interpretação dos resultados e garantir que a análise se concentre na resposta de implantes independentes a essas condições desafiadoras.

2. Resultados Primários e Secundários

Para uma avaliação abrangente do impacto na osseointegração face às condições de carga oclusal excessiva, adotamos uma abordagem multifacetada, considerando múltiplas medidas de resultados. No contexto clínico, examinamos minuciosamente as alterações na profundidade de sondagem (PD), no nível de inserção clínica (CAL), no índice de placa (PI), no índice gengival (GI), no sangramento à sondagem (BOP), na distância entre o ombro do implante (plataforma) e a margem gengival (GM), na mobilidade (M), na ocorrência de efeitos adversos (sim ou não) e/ou complicações pós-operatórias (sim ou não). Estas métricas clínicas oferecem uma visão abrangente das respostas biológicas e clínicas dos implantes dentários diante das exigências impostas pela carga oclusal excessiva.

Para além das medidas clínicas, conduzimos avaliações de resultados radiográficos e histológicos. Isto englobou a meticulosa medição da distância radiográfica e histológica a partir da base do implante, ou seja, do topo do seu pescoço, até o ponto mais coronal do contato entre o osso e o implante, que referenciamos como RDIB e DIB, respetivamente. Além disso, examinamos cuidadosamente a densidade óssea (BD). Esses parâmetros fornecem informações de extrema relevância sobre a integração estrutural e biológica dos implantes com o osso circundante, bem como sobre quaisquer indícios de reabsorção óssea que possam surgir em resposta às demandas impostas pela carga excessiva. Essas análises detalhadas visam proporcionar uma compreensão holística dos complexos processos que regem a relação entre implantes dentários e osso, sobretudo quando submetidos a desafios significativos de carga oclusal. Para encontrar estudos relevantes para inclusão ou avaliação nesta revisão, empreendemos um esforço meticuloso na elaboração de estratégias de busca detalhadas para cada pesquisa nas bases de dados. Estas estratégias foram cuidadosamente construídas, seguindo de perto a metodologia adotada no Sistema de Análise e Recuperação da Literatura Médica Online (MEDLINE). A busca foi conduzida com a intenção de abranger artigos e resumos publicados em todos os idiomas, assegurando a inclusão de uma variedade de fontes de informação.

3. Bases de Dados Utilizadas e Método de Pesquisa

Exploramos diversas bases de dados, incluindo MEDLINE (via PubMed), Excerpta Medica Database (EMBASE) e Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS) e Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), abrangendo estudos publicados de 1 Janeiro de 2010 até 30 de Novembro de 2022. Para garantir uma pesquisa ampla e completa, utilizamos termos, palavras-chave e outros descritores do Medical Subject Headings (MeSH), combinados com operadores booleanos (OR, AND), e utilizamos o *search query*: *((dental implant [MeSH] OR dental AND implant OR osseointegration [MeSH]) OR implant loading [MeSH] OR occlusal load [MeSH] OR dental occlusion [MeSH]) OR bone remodeling [MeSH] OR bone resorption [MeSH] OR bone loss [MeSH] OR bone defect [MeSH] OR implant failure [MeSH]) AND overload [MeSH] OR excessive occlusal load [MeSH]*. Além disso, conduzimos uma busca específica por dados não publicados, utilizando um banco de dados que cataloga estudos não publicados, o *System for Information on Gray Literature in Europe* (Open SINGLE). Para aprofundar a pesquisa, examinamos minuciosamente as listas de referências de ensaios clínicos em potencial, na esperança de identificar outros estudos relevantes que pudessem contribuir para nossa compreensão abrangente da osseointegração em implantes dentários sob a influência de cargas oclusais excessivas.

Esta abordagem abrangente foi adotada com o objetivo primordial de garantir que incluíssemos estudos de alta relevância e que alcançássemos uma compreensão completa e bem fundamentada da osseointegração em implantes dentários quando submetidos a cargas oclusais excessivas.

4. Seleção de Estudos

4.1. Avaliação de Validade e Qualidade Metodológica

Na avaliação deste estudo, foram designados dois revisores independentes, denominados T.L. e J.C. Estes revisores procederam à análise minuciosa dos títulos, resumos e textos completos dos artigos que foram identificados durante o processo de pesquisa. Em situações em que surgiram discordâncias entre os revisores, estas foram resolvidas através

de discussão e consenso com um terceiro revisor, J.B., assegurando assim a qualidade e precisão da avaliação.

Nos casos em que se verificou a ausência de dados necessários para a avaliação, os revisores tomaram a iniciativa de tentar contactar diretamente os autores dos relatórios originais. Este contacto teve como propósito obter informações adicionais e esclarecimentos que pudessem preencher eventuais lacunas na análise.

Para garantir a consistência e uniformidade na recolha de dados, os revisores utilizaram formulários de avaliação que seguiam padrões predefinidos e estabelecidos, contribuindo assim para a objetividade e fiabilidade do processo de recolha de informações. Esta abordagem rigorosa assegurou que os resultados obtidos fossem confiáveis e fundamentados.

A integridade do período de acompanhamento também foi avaliada com base em três perguntas essenciais. Primeiramente, procurou-se determinar se o número de animais no início do estudo era igual ao número no final. Em seguida, verificou-se se todos os animais que participaram do estudo foram devidamente contabilizados ao seu término. Por fim, confirmou-se que as análises estatísticas englobam o número total de animais inscritos na pesquisa.

Para assegurar a imparcialidade dos resultados, avaliou-se se os examinadores estavam mascarados em relação aos procedimentos de tratamento utilizados durante o estudo. Isso significa que os responsáveis pela avaliação não tinham conhecimento das intervenções a que os participantes foram submetidos.

5. Avaliação do Risco de Viés

A ferramenta de avaliação de risco de viés (RoB) a ser utilizada é a do SYRCLE (Centro de Revisão Sistemática para Experimentação em Animais de Laboratório), que é uma ferramenta especializada desenvolvida para avaliar a qualidade metodológica e o risco de viés em estudos de intervenção com animais. Esta ferramenta foi desenvolvida para abordar os aspetos únicos e potenciais fontes de viés específicos.

A ferramenta RoB da SYRCLE é adaptada da ferramenta RoB da Cochrane, amplamente utilizada para avaliar o viés em ensaios clínicos. No entanto, a ferramenta SYRCLE leva em consideração as diferenças no desenho, condução e reporte entre estudos com animais e ensaios clínicos.

Os principais recursos e componentes da ferramenta RoB da SYRCLE incluem:

1. Questões de Sinalização: A ferramenta inclui um conjunto de questões de sinalização que orientam os revisores na avaliação de aspectos específicos do desenho do estudo, condução e reporte. Estas questões são adaptadas para abordar questões relevantes para estudos com animais.

2. 10 Domínios: A ferramenta RoB da SYRCLE contém 10 domínios ou áreas que abrangem diversos aspectos de potencial viés, incluindo viés de seleção, viés de desempenho, viés de detecção, viés de atrito, viés de reporte e outras fontes de viés que podem ser únicas em investigações pré-clínicas com animais.

3. Adaptação para Estudos com Animais: Ao contrário da ferramenta RoB da Cochrane, que é projetada para ensaios clínicos, a ferramenta da SYRCLE reconhece as diferenças no desenho experimental e randomização comum em estudos com animais. Ela adapta os critérios para se adequar melhor a este tipo de estudo.

4. Avaliação Crítica: O principal objetivo da ferramenta RoB da SYRCLE é auxiliar os investigadores e revisores sistemáticos na avaliação crítica da qualidade da evidência derivada de estudos com animais. Ao identificar e avaliar fontes de viés, os revisores podem interpretar melhor os resultados do estudo e tirar conclusões válidas.

5. Melhorar a Qualidade Metodológica: Outro objetivo da ferramenta é aumentar a conscientização sobre a importância da rigorosidade metodológica em estudos com animais. Esta incentiva os investigadores a desenhar e conduzir experimentos com maior atenção à minimização do viés, o que pode, em última análise, aprimorar a tradução das descobertas da investigação com animais para a prática clínica.

A ferramenta de avaliação de risco de viés da SYRCLE para estudos com animais é um recurso valioso para investigadores envolvidos na avaliação da qualidade da evidência

deste tipo de estudo. Ajudando a abordar os desafios específicos e os potenciais vieses associados à investigação com animais, contribuindo assim para conclusões científicas mais robustas e confiáveis (Hooijmans et al., 2014).

III. RESULTADOS

1. Seleção de Estudos

A pesquisa resultou num total de 2.673 registos (819 do PubMed, 1.830 do EMBASE, 23 do LILACS e 1 do CENTRAL). Após a remoção de registos repetidos, 2.507 artigos foram excluídos com base na avaliação dos títulos e resumos. Dos artigos restantes, 1 foi excluído durante a avaliação do texto completo devido a não atender aos critérios de inclusão, e os restantes 28 por não estarem relacionados com os resultados que pretendemos PRISMA (M. J. Page et al., 2021). Concluindo, um total de 0 artigos foi incluído na análise qualitativa e quantitativa desta revisão sistemática (Figura 5).

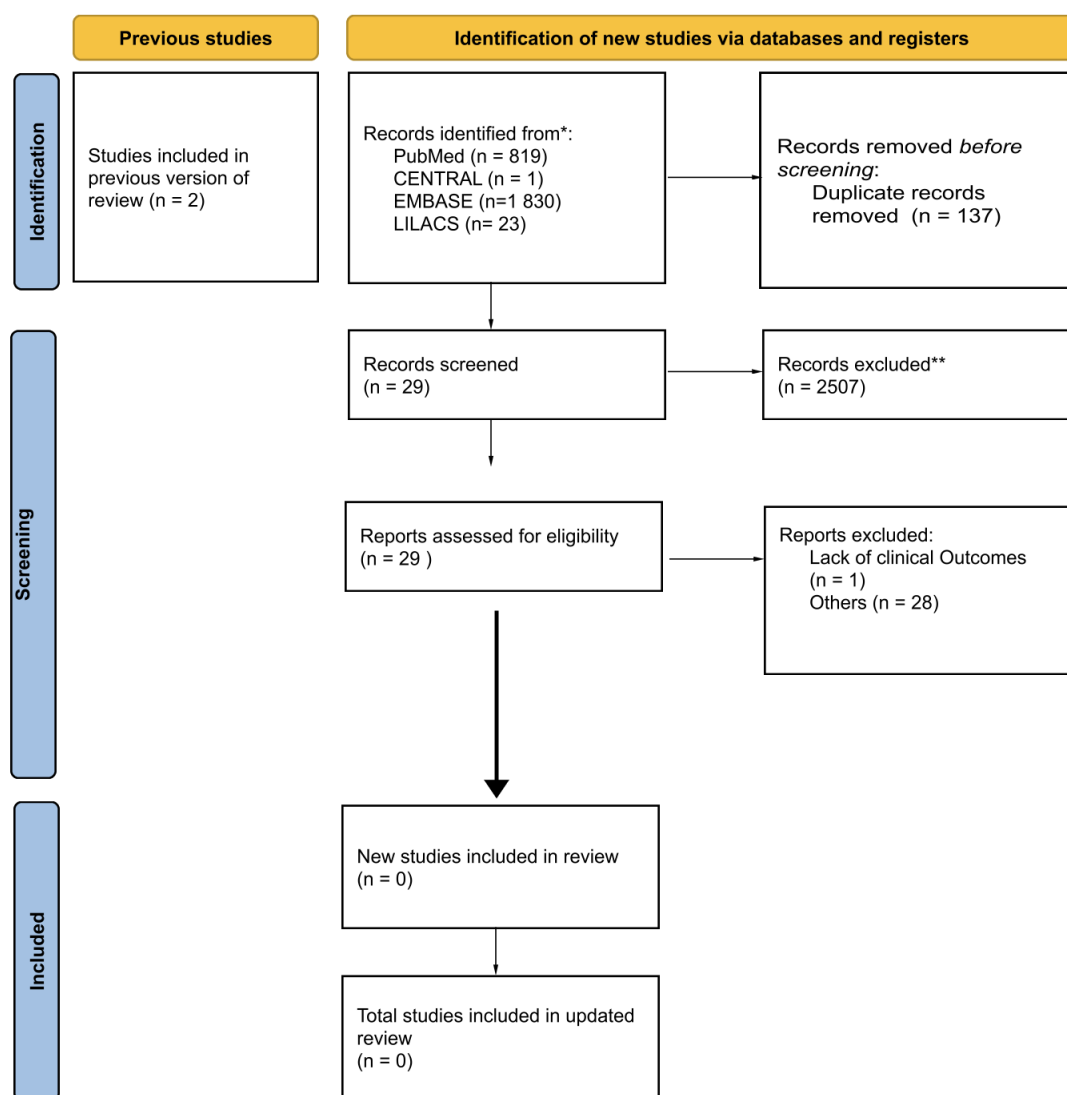


Figura 5 | Fluxograma PRISMA 2020 para revisões sistemáticas atualizadas que incluíram apenas pesquisas em bancos de dados e registros (Page et al., 2021)

IV. PROTOCOLO DE *CLINICAL TRIAL* EM ANIMAIS PARA ESTUDAR O EFEITO DA SOBRECARGA OCLUSAL NOS TECIDOS PERI-IMPLANTARES

Devido à falta de evidência no âmbito desta revisão sistemática, foi notável também a ausência de protocolos clínicos específicos e detalhados sobre regimes de avaliação periódica e acompanhamento. Nesse contexto, é necessário criar um protocolo específico e diferenciado para a avaliação da SO nos tecidos peri-implantares. Desse modo, existem etapas a ser seguidas:

1. Planejamento Inicial

- **Objetivo da Pesquisa:** Além de definir o objetivo, é necessário especificar claramente as perguntas da pesquisa, como os efeitos da sobrecarga oclusal na osseointegração e no desempenho a longo prazo dos implantes.

- **Aprovações Éticas:** Assegurar a obtenção de aprovação de um comitê de ética em pesquisa humana/animal, incluindo um protocolo detalhado de cuidados com os humanos/animais, garantindo o bem-estar deles.

2. Seleção de Modelos Animais:

- **Espécie Animal:** Escolha de espécies com base na analogia com o sistema estomatognático humano, levando em consideração fatores como anatomia e resposta biológica. De acordo com Struillou et al. (2010), os modelos animais experimentais desempenham um papel significativo na pesquisa em periodontologia, sendo os cães e primatas não-humanos os com a melhor relação de aproximação para com os humanos.

- **Tamanho da Amostra:** Através de cálculos estatísticos robustos é possível determinar o tamanho da amostra necessário, considerando a variabilidade biológica esperada.

3. Implantes e Preparação Cirúrgica:

- **Seleção de Implantes:** Considerar cuidadosamente o tipo de implantes a serem utilizados, levando em conta características como anatomia, material, superfície e geometria. Os estudos mais comuns para uma avaliação inicial devem ser *non-splinted*, uma vez que o estudo basal centraliza-se em implantes unitários, não sujeitos a tantas adversidades que podem enviesar os resultados, tais como forças laterais provenientes da má posição calculada do implante adjacente.

- **Procedimento Cirúrgico:** Descrever em detalhe o procedimento cirúrgico, incluindo a técnica de osteotomia, a posição e a angulação dos implantes, bem como as medidas para prevenir infecções.

4. Aplicação do *Overload* Oclusal:

- **Padronização da Sobrecarga:** Estabelecer critérios rigorosos para aplicar a sobrecarga oclusal de maneira precisa e controlada, incluindo a instrumentação utilizada e a mensuração das forças aplicadas.

5. *Follow-Up* Clínico:

- **Avaliação Radiográfica:** Além das radiografias convencionais e tomografia computadorizada (CBCT), avaliar a distância da base do implante (isto é, o topo do colo do implante) até o ponto mais coronal do contato osso-implante (RDIB) e até o ponto mais coronal da distância radiográfica osso-implante (DIB). Além disso, medir a densidade óssea (BD) nessas áreas para uma avaliação completa do suporte ósseo (Papaspriidakos et al., 2012).

- **Avaliação Histológica:** Realizar análises histológicas das amostras de tecido peri-implantar para avaliar a presença de inflamação, marcadores de remodelação óssea e osso circundante, o que pode fornecer informações valiosas sobre as mudanças no tecido mole e duro (Papaspriidakos et al., 2012).

- **Outcomes Clínicos:** Avaliar e registrar as seguintes medidas de desfecho clínico (Papaspnyridakos et al., 2012):

- Mudanças na profundidade de sondagem (PD).
- Nível de ligação clínica (CAL).
- Índice de placa (PI).
- Índice gengival (GI).
- Sangramento à sondagem (BOP).
- Distância entre o ombro do implante (plataforma) e a margem gengival (GM).
- Mobilidade (M).
- Ocorrência de efeitos adversos (sim ou não).
- Complicações pós-operatórias (sim ou não).
- Verificar a ocorrência de efeitos adversos ou complicações pós-operatórias.

Este protocolo abrange agora a avaliação clínica, radiográfica, histológica e de *outcomes* clínicos para obter uma compreensão completa dos efeitos do *overload* oclusal nos tecidos peri-implantares em modelos animais. Certificar-se da documentação e analisar todos estes parâmetros de forma rigorosa de modo a obter resultados robustos e contribuir para a evidência científica na área da implantologia.

6. Avaliação Laboratorial:

- **Amostras Biológicas:** Coleta de biópsias de tecido peri-implantar para avaliar a inflamação, os níveis de citocinas, marcadores de remodelação óssea e a histologia do osso circundante (Moaven et al., 2022).

- **Análises Bioquímicas:** Realizar análises bioquímicas de fluido gengival, fluido crevicular e fluido peri-implantar para avaliar biomarcadores específicos (Moaven et al., 2022).

7. Análise Estatística:

- **Análise de Dados:** Utilizar métodos estatísticos avançados, como análise de variância (ANOVA) ou modelos de regressão, para identificar diferenças significativas entre os grupos e avaliar as correlações entre as variáveis.

8. Resultados e Conclusões:

- **Interpretação dos Resultados:** Análise dos resultados de forma crítica e interprete as implicações clínicas, relacionando-os às perguntas de pesquisa.

- **Publicação e Partilha:** Artigos científicos de alta qualidade de modo a partilhar os resultados com a comunidade científica.

9. Considerações Éticas:

- **Bem-Estar Animal:** Manter o bem-estar dos animais como prioridade, proporcionando alojamento adequado, alimentação e cuidados veterinários.

- **Custos Éticos:** Considerar os custos éticos de sacrificar animais no final do estudo, e planeie procedimentos adequados para minimizar o sofrimento.

10. Financiamento e Recursos:

- **Recursos Financeiros:** Financiamento adequado para cobrir todos os aspetos do estudo, incluindo cuidados com animais, exames clínicos, análises laboratoriais e recursos humanos.

11. Pós-Operatório e Acompanhamento a Longo Prazo:

- **Monitorização Contínua:** Realizar um acompanhamento a longo prazo para avaliar o impacto a longo prazo do *overload* oclusal nos tecidos peri-implantares e identificar quaisquer complicações tardias. Existem várias razões para enfatizar a importância do acompanhamento clínico em RCT's. Primeiramente, ele possibilita uma avaliação

robusta de resultados a longo prazo, aspecto particularmente relevante em estudos relacionados a implantes dentários. Por exemplo, a osseointegração, a estabilidade e a saúde dos tecidos peri-implantares podem se desenvolver ao longo de meses ou anos após a intervenção inicial. Portanto, o acompanhamento clínico contínuo permite uma análise mais precisa desses desfechos críticos.

Além disso, o acompanhamento clínico é essencial para a detecção de eventos adversos tardios. Certos efeitos adversos ou complicações podem não se manifestar imediatamente após a intervenção, e seu surgimento pode ser identificado apenas ao longo do tempo. A vigilância contínua dos participantes do estudo permite a identificação e a documentação desses eventos, contribuindo para uma avaliação completa dos riscos e benefícios da intervenção.

Outro aspecto crucial é a capacidade de avaliar a sustentabilidade dos resultados observados. É imperativo determinar se os benefícios iniciais da intervenção persistem ao longo do tempo ou se há uma deterioração gradual. Essa informação é crucial para orientar a tomada de decisões clínicas e ajustar os protocolos de tratamento conforme necessário. O acompanhamento clínico oferece a oportunidade de refinamento dos protocolos de tratamento com base em dados em tempo real. Os resultados e observações obtidos durante o follow-up podem direcionar ajustes nas técnicas, materiais ou estratégias terapêuticas, aprimorando assim a qualidade dos cuidados de saúde.

Este protocolo mais abrangente detalha cada etapa do processo de pesquisa e enfatiza a necessidade de rigor científico, ética e bem-estar animal. Adaptar o protocolo às regulamentações e requisitos específicos da instituição e país. A colaboração com especialistas em pesquisa animal é fundamental para o sucesso do estudo.

V. DISCUSSÃO

A notável escassez de artigos e ensaios clínicos que se dediquem a investigar o fenômeno do *overload* (ou sobrecarga) de implantes dentários em estudos envolvendo animais é um ponto de reflexão profunda e crítica no cenário da pesquisa médico-dentária contemporânea. O *overload* de implantes, caracterizado pela aplicação de forças excessivas sobre esses dispositivos médicos inseridos no osso maxilar ou mandibular, é um tópico de imensa relevância, tanto para a prática clínica como para a compreensão dos fatores determinantes da saúde e estabilidade dos mesmos. No entanto, a despeito da sua importância clínica indiscutível, a investigação nesse âmbito permanece notoriamente por investigar, particularmente no que se refere a estudos que utilizam modelos animais.

Existem diversos fatores que podem ser identificados como contribuintes para essa lacuna notável na literatura científica. Primeiramente, a realização de investigações em animais é um empreendimento intrinsecamente complexo e repleto de desafios. Isso implica a necessidade de instalações adequadas, o acesso a modelos animais apropriados, financiamento substancial e a estrita conformidade com regulamentos éticos rigorosos. Para além disso, os estudos em animais frequentemente requerem um período significativo para que sejam observados e analisados resultados a longo prazo, o que pode levar a erros derivados da falta de acompanhamento e/ou tempo para a realização dos mesmos.

Outra barreira a ser considerada é a incerteza que envolve os resultados esperados. O *overload* de implantes é uma questão notavelmente complexa, com resultados que podem variar substancialmente, dependendo de uma série de variáveis, como o tipo de implante utilizado, a qualidade do osso circundante, as forças mastigatórias envolvidas e a presença de placa bacteriana. Essa complexidade acrescida torna os estudos em animais particularmente valiosos, uma vez que podem fornecer informações cruciais sobre as complexas interações biomecânicas e biológicas que ocorrem nos implantes sob condições de *overload*, contrariamente a estudos *in-vitro*.

É também importante ressaltar que a investigação com animais desempenha um papel vital na redução da distância entre estudos realizados em ambiente de laboratório (*in-vitro*) e ensaios clínicos em seres humanos/animais. Os modelos animais conseguem

simular de forma mais precisa as condições clínicas reais, fornecendo dados diretamente relevantes para a prática clínica. Portanto, a ausência de estudos em animais sobre a SO de implantes representa uma oportunidade perdida para o avanço do conhecimento nesse campo crucial da implantologia.

É preciso enfatizar que o *overload* de implantes é um tema de relevância incontestável para a prática clínica, uma vez que está associado a complicações sérias, tais como perda óssea ao redor do implante, falha do próprio implante e desadaptação da osseointegração. A compreensão dos mecanismos subjacentes a essas complicações é de importância crucial para aprimorar a qualidade dos tratamentos com implantes dentários e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

Por fim, é imperativo destacar a necessidade premente de suprir essa carência de estudos e artigos relacionados à sobrecarga de implantes em modelos animais. Isso requer um comprometimento inabalável com a investigação envolvendo animais, alocar recursos adequados e o pleno reconhecimento da relevância desse tópico tanto para a prática clínica quanto para a expansão do conhecimento na área da implantologia. A esperança reside no fato de que estudos futuros possam preencher essa lacuna e fornecer *insights* valiosos sobre o impacto do *overload* de implantes na saúde oral.

VI. CONCLUSÕES

Verificámos uma falta de estudos relevantes e uma fraca evidência científica na investigação do impacto do *overload* oclusal nos tecidos peri-implantares. Tal cenário suscita importantes considerações e destaca a necessidade premente de abordar essa lacuna de conhecimento de forma abrangente e proativa.

Segundo a revisão sistemática base de Chambrone et al., em 2010, não está firmemente estabelecido se uma carga oclusal excessiva tem um impacto negativo na osseointegração, desde que um controle adequado da placa seja mantido.

Assim, são necessários estudos pré-clínicos com, de acordo com as *guidelines* SYRCLE para avaliar os resultados clínicos, radiográficos e histológicos em diferentes tipos de implantes, restaurações protéticas, cargas oclusais (sejam elas normais ou excessivas) e regimes de controlo de placa. Esses estudos permitirão explorar os efeitos da sobrecarga oclusal em implantes que se encontram em condições clinicamente estáveis.

VII. PERSPETIVAS FUTURAS

À medida que avançamos para o futuro, podemos antecipar um aumento na relevância e na sofisticação de investigações na área da medicina dentária, uma vez que a demanda por reabilitações orais em pacientes edêntulos, nomeadamente com implantes dentários, continua a crescer em todo o mundo.

Uma das perspetivas futuras mais promissoras neste campo é o uso de tecnologias de imagem avançadas, como a tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) e a ressonância magnética (RM), para avaliar com maior precisão as alterações nos tecidos peri-implantares sob condições de sobrecarga oclusal. Isto permitirá aos investigadores e clínicos observar não apenas a morfologia dos tecidos, mas também os aspetos funcionais e biomecânicos, proporcionando uma compreensão mais completa das implicações clínicas da sobrecarga oclusal nos implantes.

Além disso, a integração de dados clínicos e moleculares em estudos futuros pode abrir novas portas para a compreensão dos mecanismos subjacentes à resposta dos tecidos peri-implantares à sobrecarga oclusal. Isso inclui: a análise de marcadores biológicos, citocinas e genes específicos envolvidos na inflamação e na regeneração dos tecidos. Com essas informações, os investigadores podem desenvolver abordagens terapêuticas mais personalizadas e eficazes para os pacientes.

Além disso, a investigação translacional desempenhará um papel importante nas perspetivas futuras de estudos em animais. A transposição de descobertas obtidas em modelos animais para aplicações clínicas humanas ajudará a melhorar os protocolos de tratamento e aprimorar a prevenção de complicações relacionadas a este tema.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Allen P. F. (2003). Assessment of oral health related quality of life. *Health and quality of life outcomes*, 1, 40. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-1-40>
- Anand, B., Singh, A. P., Rohit, B., Vishal, A., & Gulati, M. (2013). Comparative tooth anatomy – A review. *International Journal of Dental Science and Research*, 1(1), 34–37. <https://doi.org/10.1016/j.ijdsr.2013.03.003>
- Anthony Seikel, J., Drumright, D. G., & Hudock, D. J. (2019). *Anatomy & physiology for speech, language, and hearing, Sixth Edition*. Plural Publishing.
- Berglundh, T., Abrahamsson, I., & Lindhe, J. (2005). Bone reactions to longstanding functional load at implants: an experimental study in dogs. *Journal of Clinical Periodontology*, 32(9), 925–932. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.2005.00747.x>
- Berglundh, T., Armitage, G., Araujo, M. G., Avila-Ortiz, G., Blanco, J., Camargo, P. M., Chen, S., Cochran, D., Derks, J., Figuero, E., Hämmerle, C. H. F., Heitz-Mayfield, L. J. A., Huynh-Ba, G., Iacono, V., Koo, K. T., Lambert, F., McCauley, L., Quirynen, M., Renvert, S., Salvi, G. E., ... 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 clinical periodontology*, 45 Suppl 20, S286–S291. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12957>
- Bourdiol, P., Hennequin, M., Peyron, M. A., & Woda, A. (2020). Masticatory adaptation to occlusal changes. *Frontiers in Physiology*, 11, 263.
- Brånemark, P., Adell, R., Albrektsson, T., Lekholm, U., Lundkvist, S., & Rockler, B. (1983). Osseointegrated titanium fixtures in the treatment of edentulousness. *Biomaterials*, 4(1), 25–28. [https://doi.org/10.1016/0142-9612\(83\)90065-0](https://doi.org/10.1016/0142-9612(83)90065-0)
- Chambrone, L., Chambrone, L. A., & Lima, L. A. (2010). Effects of occlusal overload on peri-implant tissue health: a systematic review of animal-model studies. *Journal of periodontology*, 81(10), 1367–1378. <https://doi.org/10.1902/jop.2010.100176>
- De Jong, T., Bakker, A. D., Everts, V., & Smit, T. H. (2017). The intricate anatomy of the periodontal ligament and its development: Lessons for periodontal regeneration. *Journal of Periodontal Research*, 52(6), 965–974. <https://doi.org/10.1111/jre.12477>

- De Lima Saintrain, M. V., & De Souza, E. H. A. (2011). Impact of tooth loss on the quality of life. *Gerodontology*, 29(2), e632–e636. <https://doi.org/10.1111/j.1741-2358.2011.00535.x>
- Derks, J., & Tomasi, C. (2015). Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *Journal of clinical periodontology*, 42 Suppl 16, S158–S171. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12334>
- Elias, C. N., & Meirelles, L. (2010). Improving osseointegration of dental implants. *Expert review of medical devices*, 7(2), 241-256.
- Esposito, M., Grusovin, M. G., Willings, M., Coulthard, P., & Worthington, H. V. (2007). The effectiveness of immediate, early, and conventional loading of dental implants: a Cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 22(6), 893–904.
- Gaewkhiew, P., Sabbah, W., & Bernabé, E. (2017). Does tooth loss affect dietary intake and nutritional status? A systematic review of longitudinal studies. *Journal of dentistry*, 67, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.10.012>
- Gerritsen, A. E., Allen, P. F., Witter, D. J., Bronkhorst, E. M., & Creugers, N. H. (2010). Tooth loss and oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis. *Health and quality of life outcomes*, 8, 126. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-8-126>
- Glied, A., & Mundiya, J. (2021). Implant Material Sciences. *Dental clinics of North America*, 65(1), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2020.09.006>
- Guglielmotti, M. B., Olmedo, D. G., & Cabrini, R. L. (2019). Research on implants and osseointegration. *Periodontology 2000*, 79(1), 178-189.
- Heboyan, A., Lo Giudice, R., Kalman, L., Zafar, M. S., & Tribst, J. P. M. (2022). Stress distribution pattern in zygomatic implants supporting different superstructure materials. *Materials*, 15(14), 4953.
- Heimes, D., Becker, P., Pabst, A., Smeets, R., Kraus, A., Hartmann, A., ... & Kämmerer, P. W. (2023). How does dental implant macrogeometry affect primary implant stability? A narrative review. *International Journal of Implant Dentistry*, 9(1), 1-11.
- Heitz-Mayfield, L. J. (2008). Peri-implant diseases: diagnosis and risk indicators. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(8_suppl), 292-304.
- Heitz-Mayfield, L. J. A., Salvi, G. E., Mombelli, A., Loup, P. J., Heitz, F., Kruger, E., & Lang, N. P. (2018). Supportive peri-implant therapy following anti-infective

- surgical peri-implantitis treatment: 5-year survival and success. *Clinical oral implants research*, 29(1), 1–6. <https://doi.org/10.1111/clr.12910>
- Hooijmans, C.R., Rovers, M.M., de Vries, R.B., et al. (2014). SYRCLE's risk of bias tool for animal studies. *BMC Medical Research Methodology*, 14, 43. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-14-43>
- Imam A. Y. (2021). Impact of Tooth Loss Position on Oral Health-Related Quality of Life in Adults Treated in the Community. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 13(Suppl 2), S969–S974. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_87_21
- Inchingolo, Angelo Michele, Giuseppina Malcangi, Laura Ferrante, Gaetano Del Vecchio, Fabio Viapiano, Alessio Danilo Inchingolo, Antonio Mancini et al. "Surface Coatings of Dental Implants: A Review." *Journal of Functional Biomaterials* 14, no. 5 (2023): 287.
- 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.
- Jepsen, S., Berglundh, T., Genco, R., Aass, A. M., Demirel, K., Derks, J., Figuero, E., Giovannoli, J. L., Goldstein, M., Lambert, F., Ortiz-Vigon, A., Polyzois, I., Salvi, G. E., Schwarz, F., Serino, G., Tomasi, C., & Zitzmann, N. U. (2015). Primary prevention of peri-implantitis: managing peri-implant mucositis. *Journal of clinical periodontology*, 42 Suppl 16, S152–S157. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12369>
- Källestål, C., Dahlgren, L., & Stenlund, H. (2000). Oral health behaviour and self-esteem in Swedish children. *Social science & medicine*, 51(12), 1841-1849.
- Lang, N. P., Bartold, P. M., & Periodontology, A. A. (2015). Periodontal health. *Journal of Clinical Periodontology*, 42(S16), S1-S7.
- Lindhe, J., Meyle, J., & Group D of European Workshop on Periodontology (2008). Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *Journal of clinical periodontology*, 35(8 Suppl), 282–285. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2008.01283.x>
- Lini, F., Poli, P. P., Beretta, M., Cortinovis, I., & Maiorana, C. (2019). Long-term retrospective observational cohort study on the survival rate of stepped screw titanium implants followed up to 20 years. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 34(4), 999–1006. <https://doi.org/10.11607/jomi.7007>
- Mandel, U., Dalgaard, P., & Viidik, A. (1986). A biomechanical study of the human periodontal ligament. *Journal of biomechanics*, 19(8), 637-645.

- Mavrogenis, A. F., Dimitriou, R., Parvizi, J., & Babis, G. C. (2009). Biology of implant osseointegration. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, 9(2), 61–71.
- Moaven, H., Giacaman, A., Beltrán, V., Sam, Y. H., Betancur, D., Mainas, G., Tarjomani, S. A., Donos, N., & Sousa, V. (2022). Biomarker Expression of Peri-Implantitis Lesions before and after Treatment: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 19(21), 14085. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114085>
- Mombelli, A., Müller, N., & Cionca, N. (2012). The epidemiology of peri-implantitis. *Clinical Oral Implants Research*, 23(S6), 67-76.
- Monje, A., Aranda, L., Diaz, K. T., & Alarcón, M. A. (2019). Bacterial and host factors in dental implant failure: a retrospective case-control study. *Journal of Periodontal Research*, 54(3), 239-245.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed.)*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Papaspyridakos, P., Chen, C. J., Singh, M., Weber, H. P., & Gallucci, G. O. (2012). Success criteria in implant dentistry: a systematic review. *Journal of dental research*, 91(3), 242–248. <https://doi.org/10.1177/0022034511431252>
- Pihlstrom, B. L., Michalowicz, B. S., & Johnson, N. W. (2005). Periodontal diseases. *Lancet (London, England)*, 366(9499), 1809–1820. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67728-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67728-8)
- Pihlstrom, B. L., Michalowicz, B. S., & Johnson, N. W. (2005). Periodontal diseases. *The Lancet*, 366(9499), 1809-1820.
- Quirynen, M., Naert, I., & Van Steenberghe, D. (1992). Fixture design and overload influence marginal bone loss and future success in the Brånemark® system. *Clinical Oral Implants Research*, 3(3), 104–111. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1992.030302.x>
- Renvert, S., Hirooka, H., Polyzois, I., Kelekis-Cholakis, A., Wang, H. L., & Working Group 3 (2019). Diagnosis and non-surgical treatment of peri-implant diseases and maintenance care of patients with dental implants - Consensus report of working

- group 3. *International dental journal*, 69(Suppl 2), 12–17.
<https://doi.org/10.1111/idj.12490>
- Rösing, C. K., Fiorini, T., Haas, A. N., Muniz, F. W. M. G., Oppermann, R. V., & Susin, C. (2019). The impact of maintenance on peri-implant health. *Brazilian oral research*, 33(suppl 1), e074. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0074>
- Rupp, F., Liang, L., Geis-Gerstorfer, J., Scheideler, L., & Hüttig, F. (2018). Surface characteristics of dental implants: A review. *Dental materials*, 34(1), 40-57.
- Sadowsky, S.J. Occlusal overload with dental implants: a review. *Int J Implant Dent* 5, 29 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40729-019-0180-8>
- Schwarz, F., Derks, J., Monje, A., & Wang, H. L. (2018). Peri-implantitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(S20), S246-S266.
- Schwarz, M. (2000). Mechanical complications of dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, 11, 156–158. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.011s1156.x>
- Smeets, R., Stadlinger, B., Schwarz, F., Beck-Broichsitter, B., Jung, O., Precht, C., Kloss, F., Gröbe, A., Heiland, M., & Ebker, T. (2016). Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration. *BioMed Research International*, 2016, 1–16.
<https://doi.org/10.1155/2016/6285620>
- Somerman, M. J., Young, M. F., Foster, R. A., Moehring, J. M., Imm, G., & Sauk, J. J. (1990). Characteristics of human periodontal ligament cells in vitro. *Archives of oral biology*, 35(3), 241-247.
- Stanford, C. M. (2008). Surface modifications of dental implants. *Australian dental journal*, 53, S26-S33.
- Struillou, X., Boutigny, H., Soueidan, A., & Layrolle, P. (2010). Experimental animal models in periodontology: a review. *The open dentistry journal*, 4, 37–47.
<https://doi.org/10.2174/1874210601004010037>
- Tonetti, M. S., & Schmid, J. (1994). Pathogenesis of implant failures. *Periodontology* 2000, 4(1), 127–138. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1994.tb00013.x>
- World Health Organization. (2023). Oral Health. Recuperado de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>
- Ye L. (2017). *Hua xi kou qiang yi xue za zhi = Huaxi kouqiang yixue zazhi = West China journal of stomatology*, 35(1), 18–28. <https://doi.org/10.7518/hxkq.2017.01.003>

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

IX. APÊNDICES

Ficheiro Suplementar 1 – PRISMA Checklist (Page et al., 2021)

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

Ficheiro Suplementar 2 – Prisma Abstract Checklist (Page et al., 2021)

Section and Topic	Item #	Checklist item	Reported (Yes/No)
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
BACKGROUND			
Objectives	2	Provide an explicit statement of the main objective(s) or question(s) the review addresses.	
METHODS			
Eligibility criteria	3	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review.	
Information sources	4	Specify the information sources (e.g. databases, registers) used to identify studies and the date when each was last searched.	
Risk of bias	5	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies.	
Synthesis of results	6	Specify the methods used to present and synthesise results.	
RESULTS			
Included studies	7	Give the total number of included studies and participants and summarise relevant characteristics of studies.	
Synthesis of results	8	Present results for main outcomes, preferably indicating the number of included studies and participants for each. If meta-analysis was done, report the summary estimate and confidence/credible interval. If comparing groups, indicate the direction of the effect (i.e. which group is favoured).	
DISCUSSION			
Limitations of evidence	9	Provide a brief summary of the limitations of the evidence included in the review (e.g. study risk of bias, inconsistency and imprecision).	
Interpretation	10	Provide a general interpretation of the results and important implications.	
OTHER			
Funding	11	Specify the primary source of funding for the review.	
Registration	12	Provide the register name and registration number.	