



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Influência da relação coroa-implante na perda óssea marginal utilizando implantes curtos

Paulo Guido Pereira Rodrigues

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

Gandra, 30 de Junho de 2020

Paulo Guido Pereira Rodrigues

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

**Influência da relação coroa-implante na perda óssea marginal
utilizando implantes curtos**

Trabalho realizado sob a Orientação de Mestre Juliana de Sá

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Declaração do Orientador

Eu, Juliana Manuela Barbosa de Sá, com a categoria profissional de Monitor Clínico do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientadora da Dissertação intitulada “Influência da relação coroa-implante na perda óssea marginal utilizando implantes curtos”, do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Paulo Guido Pereira Rodrigues, declaro que sou de parecer favorável para que a Dissertação possa ser depositada para análise do Arguente do Júri nomeado para o efeito para Admissão a provas públicas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 30 de Junho de 2020

O orientador



Agradecimentos

Aos meus pais, por me darem a oportunidade de fazer o curso e constantemente me motivarem e apoiarem mesmo nos momentos em que considerava desistir.

À minha orientadora, Mestre Juliana de Sá, que sempre se mostrou disponível e muito cooperante, guiando-me durante todo o trabalho e que tanto me ensinou em tão pouco tempo.

A todos os meus colegas de curso que durante tantos anos cresceram a meu lado, por todas as noites de estudo e outras noites de aventuras. Um especial obrigado aos meus binómios, Isabel e Craveiro, por toda a entreaajuda e por me ajudarem a compreender a verdadeira definição de companheirismo.

Ao Dorin, o melhor amigo que a universidade me podia ter dado e um verdadeiro companheiro para o resto da vida, começamos uma aventura juntos e vamos acabá-la ainda mais unidos.

RESUMO

Com o objetivo de superar as limitações anatômicas que a colocação de implantes acarreta, têm sido abordadas várias estratégias ao longo dos anos.

A presença de reabsorção óssea pode tornar-se um desafio na medicina dentária, não só por induzir uma menor proporção de osso disponível, como também pela necessidade de optar por coroas com maior dimensão ocluso-cervical. É frequente encontrar reabilitações com proporções desadequadas do complexo coroa/implante. Esta situação poderá provocar sobrecarga no implante o que, progressivamente, poderá evoluir para perda óssea e/ou desintegração do dispositivo.

Diferentes diagnósticos conduzem a diferentes opções de tratamento que, por sua vez, acarretam as suas vantagens e desvantagens. A constante evolução da implantologia exige uma permanente atualização do profissional de saúde no âmbito das novas técnicas e materiais para melhorar a conduta do diagnóstico, plano de tratamento e sua execução. Só assim será possível ampliar a probabilidade de sucesso na execução do plano de tratamento.

O objetivo desta dissertação prendeu-se na realização de uma revisão sistemática integrativa que reflete acerca da influência da proporção coroa/implante na perda óssea marginal, utilizando implantes curtos, identificando quais os fatores e a sua influência sobre alterações ósseas peri-implantares.

Para a sua execução, foi realizada uma pesquisa na base de dados eletrónica PUBMED utilizando a combinação dos seguintes termos científicos: "*Crown/implant ratio*"; "*Dental implants*"; "*Short implants*"; "*Fixed implant rehabilitation*"; "*Marginal bone loss*".

Perante os resultados afere-se que as reabilitações orais com implantes na região posterior maxilar ou mandibular com proporção coroa/implante >2 não indicam um maior risco de perda óssea.

Palavras-Chave: "Proporção Coroa/Implante"; "Implantes dentários"; "Implantes curtos"; "Reabilitação de implantes fixos"; "Perda óssea marginal"

ABSTRACT

In order to overcome the anatomical limitations that implant placement entails, several strategies have been adopted over the years.

The presence of bone resorption can become a challenge in dental medicine, not only because it induces a lower proportion of available bone, but also because of the need to select crowns with a larger occlusal-cervical dimension. Often find rehabilitation with inadequate proportions of the crown / implant complex. This situation can cause overload in the implant which, progressively, can evolve to bone loss and / or disintegration of the device.

Different diagnoses lead to different treatment options that, in turn, have their advantages and disadvantages. A constant evolution of implantology requires a permanent update of the health professional without the scope of new techniques and materials to improve the conduct of the diagnosis, treatment plan and its execution. Only then will it be possible to increase the probability of success in the execution of the treatment plan.

The objective of this dissertation is to carry out an integrative systematic review that reflects on the influence of the crown / implant ratio on marginal bone loss, using short implants, identifying which factors and their influence on the implantation of bone.

For its execution, a search was conducted in the electronic database PUBMED using a combination of the following scientific terms: "Crown / implant ratio"; "Dental implants"; "Short implants"; "Rehabilitation of fixed implants"; "Marginal bone loss "

In view of the results, it appears that oral rehabilitation with implants in the posterior maxillary or mandibular region with a crown / implant ratio > 2 did not indicate a greater risk of bone loss.

Key-words: "Crown/implant ratio"; "Dental implants"; "Short implants"; "Fixed implant rehabilitation"; "Marginal bone loss".

Índice Geral

1- Introdução	1
2- Objetivos e Hipóteses.....	3
3- Materiais e Métodos	4
4- Resultados	1
5- Desenvolvimento.....	2
5.1- Génese da implantologia.....	2
5.2- Tipos de implantes	2
5.2.1- Implantes pterigóides.....	3
5.2.2- Implantes inseridos com diferente angulação	Erro! Marcador não definido.
5.2.3- Implantes zigomáticos.....	4
5.2.4- Implantes curtos.....	4
5.3- Osteointegração	6
5.4- Reabsorção óssea	7
5.5- Remodelação óssea	7
5.6- Perda óssea marginal	10
5.8- Conexão implante/pilar	10
5.9- Periimplantite	11
5.10- Proporção coroa/implante	12
5.11- Sobrecarga oclusal.....	13
5.12- Proporção coroa/implante e perda óssea marginal	14
6- Conclusão	16
7- Referências bibliográficas.....	17

1- Introdução

Em termos clínicos, a proporção coroa/raiz constitui a relação entre o comprimento do dente desde a sua zona oclusal ou incisal até à crista alveolar e, ainda, o tamanho radicular com suporte ósseo. Esta conexão, determinada radiograficamente, é relevante para a avaliação da reabilitação, bem como para deliberação do prognóstico de um órgão dentário. Idealmente, a relação coroa/raiz de 2:3 será a mais adequada à realização de uma prótese fixa com pilares dentários. A relação mínima aplicável é de 1:1 ¹.

Anteriormente, o uso de implantes curtos era associado a menores taxas de sucesso, considerando-se 10mm o comprimento mínimo para a correta repartição das forças oclusais à extensão do corpo do implante ². No entanto, pesquisas mais recentes indicam que a concentração das forças oclusais ocorre no osso cortical, independentemente do tamanho do implante ^{3;4}.

Apesar de todo o avanço tecnológico, a reabsorção óssea continua a apresentar vários desafios, entre os quais a posição apropriada do implante ou até presença de osso insuficiente para colocação do dispositivo⁵. A salvaguarda do osso de suporte periimplantar é a base do sucesso a longo prazo dos implantes dentários. Os dois principais fatores apontados como responsáveis pela perda de implantes são a periimplantite e a sobrecarga oclusal^{6;7}.

Uma elevada reabsorção óssea no setor posterior dos maxilares, conduz não só a uma menor quantidade de osso disponível, como possivelmente à necessidade de coroas mais altas. Este fenómeno conduz, frequentemente, a uma proporção coroa/implante >1 ⁸.

Algumas estratégias têm sido testadas no sentido de contornar as limitações anatómicas ao uso de implantes no setor posterior maxilar e mandibular. Apesar de uma considerável percentagem destas técnicas apresentar elevadas taxas de sobrevivência, outros fatores devem ser considerados, tais como: a experiência do médico e o seu grau de destreza, os valores inerentes à reabilitação, o período exigido até à conclusão do

tratamento bem como a elevada morbidade e os reduzidos perigos para o paciente. Estes fatores tornam a reabilitação com implantes curtos uma solução bastante atrativa. Até ao presente não existem demonstrações científicas que corroborem a relação direta entre o tamanho do implante e a sua taxa de sobrevivência ¹, sendo possível averiguar que não existe na literatura uma definição exata de implantes curtos. Em diferentes estudos, podem designar-se curtos os implantes que apresentam tamanho de <10mm, ≤8mm ⁹ ou ≤7mm ⁶. A colocação de implantes em diferentes níveis ósseos possibilita uma outra noção de implante curto, definindo este como qualquer implante com um comprimento calculado de 8mm ou menos, completamente submerso no osso ⁶.

2- Objetivos e Hipóteses

Objetivo principal:

Identificar a influência da relação coroa/implante na perda óssea marginal utilizando implantes curtos.

3- Materiais e Métodos

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed (via National Library of Medicine) recorrendo às palavras-chave e sua associação: "Proporção coroa/implante"; "Implantes dentários"; "Implantes curtos"; "Reabilitação de implantes fixos"; "Perda óssea marginal"

Desta pesquisa destacaram-se 167 artigos com base no título e no resumo, dos quais foram selecionados 75 artigos, sendo devidamente analisados de acordo com os seguintes critérios:

Critérios de inclusão:

- Artigos escritos em inglês e português;
- Artigos com texto completo;
- Artigos nos quais se verificasse a presença das palavras-chave ou alguma associação entre as mesmas;
- Artigos com resumos considerados relevantes para o desenvolvimento deste trabalho;
- Artigos presentes na bibliografia de artigos resultantes da pesquisa inicial e que suscitasse algum interesse para o desenvolvimento deste trabalho.

Critérios de exclusão:

- Artigos que não cumprissem os critérios de inclusão;
- Artigos que, após análise detalhada, não mostrassem relevância para o desenvolvimento deste trabalho;
- Artigos que não incluíssem as palavras chave;

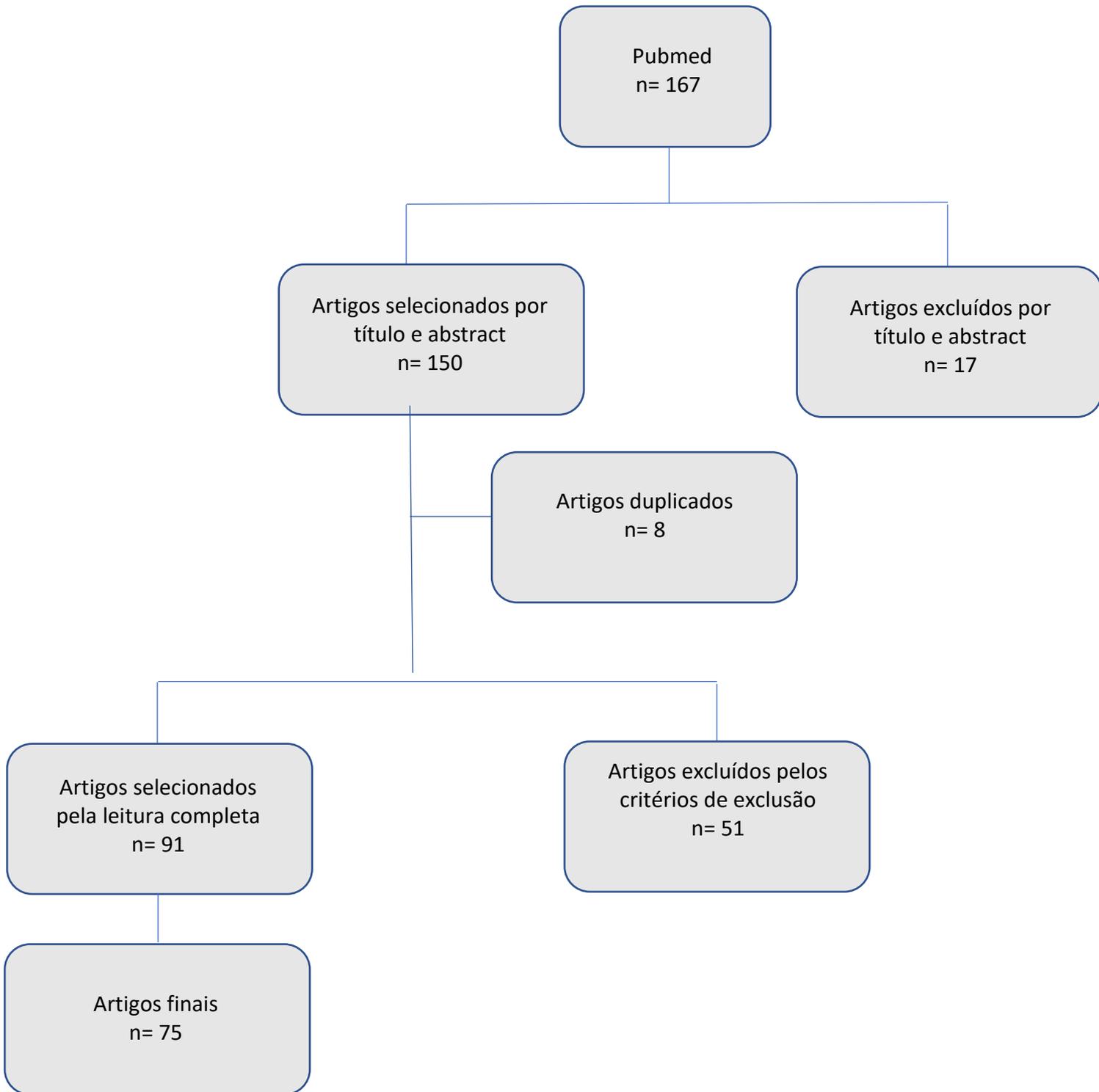


Fig.1 - Fluxograma da pesquisa bibliográfica.

4- Resultados

Autor (ano)	Design do estudo	Nº Implantes	Tipo de implante	Altura dos implantes	Perda óssea	Resultados (percentagem de sobrevivência)
Naert <i>et al</i> 2002	Longitudinal	1959	Maquinado	<10 mm	31 mm/ano	81,5%
Minsk <i>et al</i> 1996	Retrospectivo	1263	Maquinado/ Rugoso	7-9 mm	0.91 mm/ano	91,3 %
Grant <i>et al</i> 2009	Restrospectivo	335	Rugoso	8 mm	<1mm/ano	99%
Deporter <i>et al</i> 2008	Caso de séries	26	Poroso	5 mm	<1mm/ano	85,7% na maxila 100% na mandibula
Romeo <i>et al</i> 2006	Longitudinal	265	Straumann/rugoso	8 mm	>1mm/ano + 0.12mm	97,9%

Van Steenberghe 1992	Prospetivo multicentro	558	Maquinado Branemark	7 mm	NS	97,5 %
Fugazzotto 2008	Restrospetivo	2073	Straumann/rugoso	6-9mm	+ - 2mm/ano	98,1-99,7%
Herrmann <i>et al</i> 2005	Pesquisa em base de dados	487	Maquinado	7 mm	1.06mm/ ano \pm 0.46 mm	78,2%
Weng <i>et al</i> 2003	Prospetivo multicentro	1179	Implant Innovations/ Maquinado	<10 mm	1,26 mm/ano	89%
Lekholm <i>et al</i> 1999	Prospetivo multicentro	461	Maquinado	7 mm	0.7 mm/ano	93,5%
Winkler <i>et al</i> 2000	Prospetivo	43	Maquinado	7 mm	0.73-0.79 mm/ ano	78,2%
Gentile <i>et al</i> 2005	Retrospectivo	127	Bicon / rugoso	5.7 mm	1mm / ano	92,2%
Friberg 1991	Retrospectivo	4641	Maquinado	7 mm	NS	94,5%
Ivanoff 1999	Retrospectivo	229	Maquinado	8 mm	NS	91%

Misch <i>et al</i> 2006	Retrospetivo	745	Rugoso	7.9 mm	<1mm/ ano	98,2%
----------------------------	--------------	-----	--------	--------	-----------	-------

5- Desenvolvimento

5.1- Génese da implantologia

A Implantologia é a área da Medicina Dentária que envolve a substituição de peças dentárias outrora perdidas ou que irão ser extraídas por outro motivo, por dispositivos médicos fixos associado a atos cirúrgicos ⁴.

Os primeiros registos de atividade em Medicina Dentária remontam a 1000 a.C., contudo foi a partir do ano de 1687, com a intervenção de Charles Allen, que os primeiros avanços cirúrgicos se iniciaram, com o reimplante dentário de dentes de heterólogos. Durante os anos 1500 a 1800 este foi o formato de reabilitação de substituição de dentes perdidos. O alotransplante acabou por ser abandonado, na sequência de infeções como a sífilis ou a tuberculose, uma vez que colocava os reimplantados em risco ⁷. No passado afirmava-se que sobre o implante não era apropriado exercer qualquer tipo de carga durante o período de cicatrização ⁸.

O professor Brånemark, um dos pais da implantologia moderna, foi também uma das pessoas que revolucionou o fenómeno de osseointegração, quando percebeu que o metal e o osso se integravam perfeitamente, sem haver rejeição ⁵.

Por volta de 1930, escavações arqueológicas em Honduras revelaram que a civilização Maia tinha os primeiros exemplos conhecidos de implantes dentários, datados de cerca de 600 d.C., quando foi encontrado um fragmento de mandíbula com implantes. A amostra tinha três pedaços de conchas esculpidas em formato de dente, colocados nas cavidades dos três dentes incisivos inferiores ausentes. Posteriormente, também foi observado que havia formação óssea compacta em torno de dois implantes ¹⁰. Entre os anos 1500 e 1800, na Europa, os dentes eram colecionados dos mais desfavorecidos ou de cadáveres para o uso de alotransplante ¹¹.

5.2- Implantes Dentários

Os implantes dentários são dispositivos médico-dentários fabricados numa liga de titânio ou zircónia. Têm como função substituir as raízes de peças dentárias ausentes/perdidas, sendo a base as coroas e pontes, sendo o implante composto por ¹:

- Parafuso (implante propriamente dito) que se une ao osso, formando assim uma base estável.

- Coroa (cimentada ou aparafusada) que se une ao implante propriamente dito (direta ou indiretamente) promovendo estética e função mastigatória.

Na colocação de implantes existe também o parâmetro da angulação, sendo que estes podem ser colocados verticalmente ou com uma certa inclinação ³.

A colocação de implantes com diferentes angulações é descrita como uma abordagem alternativa à reabilitação parcial ou total de maxilares atroficos e procura o máximo de osso livre no sentido de não serem necessários enxertos ósseos ³.

Para alcançar o êxito do implante, pode-se basear o sucesso através dos seguintes princípios ³:

- colocação de implantes mais longos e conseqüente maior superfície de contato implante/osso;
- ancoragem em uma ou mais corticais com conseqüente elevada estabilidade primária;
- a saída do implante mais posterior, eliminando ou reduzindo o cantiléver protético e aumentando a distância inter-implantar;
- evitar utilizar enxertos ósseos com conseqüente redução de morbidade.

Num estudo conduzido por *Ata-Ali, et al.* estes concluíram haver uniformidade nas taxas de sobrevivência de implantes retos e angulados e que estes apresentam perdas ósseas marginais idênticas ⁴.

5.2.1- Implantes pterigóides

Definem-se como implantes pterigóides “implantes que atravessam a tuberosidade maxilar até à apófise pterigóidea” ¹².

Este tipo de implantes são longos (15 a 20 mm), colocados na região do 1º ou 2º molar, inclinados póstero-superiormente na direção méso-cranial, atravessando a tuberosidade maxilar, apófise piramidal do osso palatino e ancorando-se por fim na apófise pterigóidea do osso esfenoide ^{2; 13}.

Apresentam uma alta taxa de sobrevivência (91,7 a 100% até 3 anos) e redução da duração do procedimento, é considerada uma técnica cirúrgica sensível, pois não é possível uma boa visão da área cirúrgica e devido a anatomia de estruturas vitais na proximidade ^{13; 14}.

Este tipo de implantes é utilizado preferencialmente quando é necessária uma maior estabilidade primária e quando o espaço ósseo disponível é reduzido ou em regiões estéticas numa situação de emergência ¹⁴.

5.2.2- Implantes zigomáticos

São implantes utilizados como opção viável na área da reabilitação, isentando o recurso a enxertos ósseos o que leva a uma redução do número de intervenções cirúrgicas e a durabilidade do procedimento ¹³.

Estudos anatómicos demonstram que o osso zigomático possui um volume reduzido, mas um osso trabecular denso e com uma elevada percentagem de osso cortical ¹⁴. A taxa de sobrevivência destes implantes varia entre 96 e 100%, com resultados semelhantes independentemente do protocolo cirúrgico utilizado ¹⁵. Apesar desta alta taxa de sucesso estão descritas complicações graves narradas com a sua aplicação, podendo dividir-se em 3 parâmetros: biológicas, mecânicas e funcionais ¹⁶.

A complicação biológica mais recorrente é a sinusite (2,3 a 13,6%) ^{16;17} que pode ser ultrapassada através do uso de antibióticos (penicilina) ¹⁸. Há também o risco de uma possível parestesia da zona inervada pelo nervo infraorbitário, normalmente transitória ¹⁹ e um crescimento nos valores de profundidade de sondagem ou ainda inflamação dos tecidos com aparição de fístula ¹⁶.

As complicações mecânicas incluem a fratura/desaperto ou perda dos componentes protéticos ^{16; 19}.

Relativamente às complicações funcionais encontradas com maior frequência quando utilizada a técnica trans-sinusal ¹⁶ (um método que minimiza a presença do implante zigomático através do seio), estão descritas dificuldades de higienização, mastigatórias e fonéticas devido a saída palatina dos implantes ^{19; 20}.

5.2.3- Implantes curtos

Podem ser designados curtos os implantes que apresentam tamanho de <10mm, ≤8mm ⁹ ou ≤7mm ⁶. A colocação de implantes em diferentes níveis ósseos vem ainda possibilitar uma outra definição de implante curto como qualquer implante com um comprimento calculado de 8mm ou menos completamente submerso no osso ⁹.

Como vantagens, tanto para o médico dentista como para o paciente, quando comparados aos implantes convencionais ($\geq 10\text{mm}$) temos ¹⁸:

- redução da utilização de enxertos ósseos em altura com um consequente intervalo menor de procedimento, redução de preço e incómodo;
- probabilidade mais reduzida de uma possível perfuração da membrana de *Schneider*, parestesia ou de lesão de raízes de dentes adjacentes;
- despesas gerais mais reduzidas relacionadas com as técnicas regenerativas.

Anteriormente era comum afirmar que a redução do tamanho dos implantes estava relacionada com a redução da taxa de sobrevivência e que a altura mínima para uma correta distribuição das forças oclusais ao longo do corpo do implante seria 10 mm ²¹.

Contudo, está demonstrado que essas forças se concentram na porção cortical do osso periimplantar e que o tamanho do implante não influencia essa localização ^{22; 23}.

Estudos comprovam que um implante longo está relacionado a um maior risco de advertências mecânicas por não apresentar a flexibilidade de um implante curto, característica que é associada a uma redução do *stress* sobre os dentes e, assim sendo, menor risco de fratura ²³.

Na revisão sistemática conduzida por *Kotsovilis, et al* ²⁴ compararam os implantes curtos ($\leq 8\text{mm}$ ou $< 10\text{mm}$) com implantes de tamanhos convencionais ($\geq 10\text{mm}$) e estes concluíram que não existem diferenças significativas na taxa de sobrevivência, quando utilizados em reabilitação total ou parcial. Os autores concluíram também que os implantes curtos podem ser considerados uma modalidade terapêutica eficiente na reabilitação dos espaços edêntulos quando não for possível a colocação de implantes de tamanho convencional ²⁴.

Resultados semelhantes obtiveram *Menchero-Cantalejo, et al.* ⁶ na sua meta-análise e *Annibali, et al.* ²⁵ na sua revisão sistemática. Em ambos os estudos, a taxa de sobrevivência acumulada de implantes curtos ($< 10\text{mm}$) de superfície rugosa, atingiu níveis semelhantes às dos implantes de tamanho convencional ($> 10\text{mm}$). Esta variou entre 92,2% no final do ano ³ e 100% no final de 5 anos ²⁵.

Para se alcançar uma taxa superior de sucesso nos implantes é fundamental o cumprimento dos seguintes requisitos ¹⁹:

- a qualidade e quantidade de osso disponível;
- a condição de saúde do paciente;

- a dentição antagonista;
- as forças presentes e hábitos para funcionais;
- a colocação do implante no arco;
- a técnica cirúrgica utilizada;
- o número de implantes colocados, o desenho, tamanho, diâmetro e condicionamento da superfície do implante;
- a altura da coroa usada na prótese;
- a estabilidade do implante;
- a habilidade do médico dentista.

5.3- Osteointegração

Osseointegração ou osteointegração refere-se a uma interface direta osso-metal ou osso-zircónia sem interposição de tecido não-ósseo. Este conceito foi descrito por Branemark, como consistindo num tecido altamente diferenciado que faz "uma conexão direta estrutural e funcional entre osso vivo e a superfície de um implante de suporte em carga". Nas suas observações iniciais sobre osseointegração, Branemark demonstrou que os implantes de titânio podem-se tornar permanentemente incorporados dentro do osso, isto é, o osso vivo poderia tornar-se tão fundido com a camada de óxido de titânio do implante que os dois não podiam ser separados sem fratura. Foi concluído que tal integração de parafusos de titânio e osso pode ser útil para apoiar próteses em uma base a longo prazo ²⁶.

O sucesso clínico advém do sucesso da osteointegração, o qual este é dependente da qualidade óssea, técnica cirurgia usada, tempo de cicatrização e o material do implante ²⁷. O sucesso clínico está também dependente da união estrutural, direta e funcional entre o osso e o implante que, nos dias de hoje, ultrapassam os 90% na maioria dos trabalhos ⁹.

A qualidade da osteointegração depende da percentagem de contacto direto implante/osso, mais presente no osso maxilar, e esta é clinicamente similar a qualquer ferida óssea e semelhante a anquilose o que é possível de identificar nos exames complementares de diagnóstico (radiografias) ²⁷.

5.4- Reabsorção óssea

A reabsorção óssea é uma etapa do processo de remodelação óssea, atuando em simultâneo com a formação óssea. Este fenómeno ocorre quando existe uma ausência de estimulação a nível mecânico originária de forças oclusais, sendo um processo de remodelação óssea que possibilita ao osso adaptar-se às necessidades do corpo de cada indivíduo ²⁸. Durante um processo inflamatório, uma mudança desproporcional ocorre em direção à reabsorção óssea, resultando numa perda de tecido ósseo. Os mediadores inflamatórios têm um papel bem estabelecido na indução óssea. A reabsorção e inflamação crônica de baixo grau originam uma diminuição da qualidade óssea ²⁹.

Num estudo de 2014 realizado por *Piccini* em ratos revelou que enormes forças oclusais sobrepostas em implantes resultam numa maior densidade periimplantar, a nível radiográfico ³⁰.

Igualmente, num estudo RCT (*randomized clinical trial*) de 3 anos, *Sahrman et al.*, relataram uma taxa aumentada de mineralização no contorno de implantes curtos quando comparados a implantes curtos e convencionais ³¹.

5.5- Remodelação óssea

O conceito de remodelação óssea ao redor de implantes dentários após a ancoragem dos mesmos, ocorre numa sequência de respostas imuno-inflamatórias, ocorrendo logo de seguida a angiogénese, o ato de formação de novos vasos sanguíneos a partir dos já existentes e por fim osteogénese para alcançar a osseointegração.

Para uma boa integração temos de ter em conta o estado da superfície do implante. Num intervalo de 8 a 12 semanas, o osso lamelar inicia a formação de uma estabilidade biológica, ou seja, a osseointegração ³².

A remodelação óssea é composta por cinco fases sequenciais: ativação, reabsorção, reversão, formação e terminação ²⁰:

- **Ativação** - inicia-se em resposta a estímulos, desenvolvendo-se uma cascata de sinais para a ativação e diferenciação das células precursoras dos osteoclastos. Simultaneamente as células de revestimento ósseo digerem a membrana, expondo assim a superfície óssea aos osteoclastos;

- **Reabsorção** - ocorre quando os osteoclastos se diferenciam dos seus precursores e reabsorvem o osso, formando cavidades referidas como lacunas de Howship no osso trabecular e cavidades de reabsorção no osso cortical;
- **Reversão** - mediada por osteoclastos, células mononucleares removem os restos de colagénio e preparam a superfície óssea para a deposição de tecido ósseo. Esta fase é conhecida como a fase de reversão;
- **Formação** - os osteoblastos depositam o novo osso, até perfazer o osso reabsorvido. Quando a quantidade de osso reabsorvido é restabelecida, o ciclo de remodelação termina;
- **Terminação** - no final, após a mineralização da nova matriz óssea, alguns osteoblastos podem incorporar-se na matriz mineralizada e se diferenciam em osteócitos, enquanto outros dão origem a células de revestimento.

Os implantes são submetidos a remodelação de tecidos peri-implantares tal como acontece na dentição natural, a largura biológica ao redor de implantes dentários pode rondar os ~ 3,5 mm³³. Quando a perda óssea marginal inicial do implante expõe a microtextura deste, a contaminação por bactérias e seus subprodutos é facilitada e, portanto, a infiltração de grandes proporções de células positivas para CD68 e mieloperoxidase (MPO) são capazes de quebrar as estruturas peri-implantes³⁴.

Foi sugerido que o *microgap* em implantes de duas peças pode estar associado à regulação positiva do infiltrado inflamatório de células, levando à perda óssea^{35; 36}. A conexão do pilar na porção endóssea do implante deixa um espaço na faixa de 10 a 50 micrômetros³⁶.

Um efeito de bombeamento do fluido contido nas cavidades do implante pode invadir o compartimento peri-implantar devido à carga cíclica da interface implante/pilar^{36; 37} e facilitar a colonização da lacuna por patógenos putativos. Esses fluidos orgânicos com produtos bacterianos e endotoxinas podem regular positivamente a expressão de citocinas pró-inflamatórias nos tecidos peri-implantares e estimular a quimiotaxia dos osteoclastos ativos³⁶.

Com o tempo, o vazamento associado aos micromovimentos leva a uma reação inflamatória constante³⁸ e à perda óssea ao redor do colo do implante e, posteriormente, na presença de biofilme, à peri-implantite³¹.

Tesmer, et al. relataram um número superior de unidade de colônias de *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* e *Porphyromonas gingivalis* em amostras de conexão trilóbica vs. conexão de *Cone Morse* num estudo *in vitro* ³⁹.

Além disso, os sistemas de *Cone Morse* têm sido relacionados a uma menor perda óssea, pois fornecem melhores resultados em termos de ajuste do pilar, estabilidade e selamento. ⁴⁰. No entanto, é normal a associação do tamanho do *gap* ou a invasão microbiana na conexão implante/pilar com a perda óssea ⁴¹.

Permanece controversa a influência da posição da conexão implante/pilar na perda óssea ⁴¹. Mesmo assim, uma densidade maior de neutrófilos foi relatada nas interfaces subcrestal comparativamente com a localização supracrestal ³⁶. O espaço ósseo onde é colocado o implante é passível de remodelação após o trauma cirúrgico, porém preserva a remodelação óssea ativa durante anos, excitada pela carga mastigatória após a cicatrização pós-implante ³⁵. Num estudo realizado por *Gyoon-Kim, et al.*, estes descreveram que osso recém-formado possuía inferior aptidão de resistir à deformação elástica, plástica e viscosa, mas melhor capacidade viscoelástica de absorver energia de deformação quando comparado ao osso antigo. Esta característica explica o porquê do osso ser competente de sustentar o choque da carga mastigatória transferida pelo implante na falta de ligamento periodontal ⁴².

Baldassarri, et al. relataram que o osso só alcança maturidade total após 5 anos de carregamento e uma ampliação no módulo e na dureza elásticos foram examinados durante esse intervalo em implantes totalmente recuperados em humanos ⁴³.

Num outro estudo realizado por *Monje, et al.* também relatam uma diminuição na espessura de osteócitos em exemplares após um extenso tempo de carga. Uma provável explicação encontra-se no número escasso de células privadas para sustentar a homeostase óssea após a maturação, o alinhamento e a competência biomecânica ⁴⁴.

O processo inicial de cicatrização é avaliado até ao final do primeiro ano de carga. O segundo estágio tem um intervalo do final do primeiro ao quinto ano, onde se pode observar a maturação do osso após remodelação ativa e também uma maior comparência de osteócitos. O terceiro e último estágio aponta para uma redução no número de osteócitos e na remodelação óssea ⁴².

5.6- Perda óssea marginal

É passível de se observar aquando das reabilitações de duas peças (implante + pilar/coroa), a ocorrência de perda óssea ao redor do implante ⁴⁵.

Ocorrida uma perda óssea inicial, foram ser observadas semelhanças relativas ao “espaço biológico” existente nos dentes naturais ⁴⁶. Contudo, podem-se considerar outras explicações para essa reabsorção, tais como: uma reação ao descolamento do retalho, um trauma cirúrgico durante a introdução do implante e uma presença de um *microgap* na interface implante/pilar ⁴⁷.

No começo das abordagens relativas a implantes dentários, um estudo conduzido por *Alberkston et al.* detetou que, em média, dá-se uma perda óssea marginal entre 0,6 e 1,6mm no primeiro ano de função mantendo-se a partir assim mais ou menos estável com uma média de perda anual entre os 0,05 e 0,13mm ⁴⁸. Com isto, *Alberkston et al.*, recomendaram que, para o sucesso de um implante, deveria considerar-se como normal uma perda óssea marginal anual média de 0,2mm ⁴⁹. Embora sejam verificadas taxas de sobrevivência dos implantes, há um pequeno grupo estudado (20 %) que reflete uma perda marginal anual superior ao esperado, a 0,2mm ⁵⁰.

5.7- Trauma cirúrgico

Os fatores-chave na preservação do osso marginal têm como fundamento a aplicação de uma técnica cirúrgica minimamente invasiva, executada por um médico dentista associado com experiência, cujos passos consistem num protocolo linearmente rigoroso. Pela responsabilização da perda de implantes precoce, podem-se considerar exemplares de fatores iatrogénicos intraoperatórios no processo da inserção de implantes: o sobreaquecimento e excesso de pressão óssea durante a preparação ⁴⁵.

A inserção do implante é sempre dada como uma condicionante associada a um resultado inflamatório causado pelo trauma cirúrgico ⁵¹.

5.8- Conexão implante/pilar

Em 1969, o Professor Branemark concebeu o que hoje conhecemos como implantes de conexão externa padrão. Desde o início da utilização da técnica de osteointegração ao início dos anos 2000 eram os mais utilizados ³.

No decorrer de estudos clínicos que têm por base avaliações radiográficas, é demonstrado que os implantes de conexão externa apresentam uma maior perda óssea marginal que os implantes de conexão interna⁵². Este facto deve-se a uma distribuição inferior das forças mastigatórias e à presença do *microgap*. O reservatório bacteriano presente está constantemente a invadir o osso adjacente levando a uma inflamação periimplantar e a uma perda óssea⁴⁷. Os pilares de conexão cónicos são estruturas com um selamento superior que reduzem a micro-infiltração, os micromovimentos e consequente perda óssea. O conceito de "*platform switching*", que consiste no uso de um pilar de diâmetro inferior ao diâmetro da plataforma do implante, foi desenvolvido com o objetivo de diminuir a influência desse *microgap* sobre o osso marginal. Este tipo de conexão leva a um afastamento do osso periimplantar a margem da interface implante/pilar. Quando se dá o reposicionamento desta interface, ocorre uma diminuição do infiltrado de células inflamatórias no tecido ósseo e gengival⁵³. De acordo com vários estudos clínicos, e seguindo este conceito, é possível verificar a existência de uma menor perda óssea marginal em implantes reabilitados^{54;55}. Não obstante, o efeito protetor deste conceito é mais notório aquando a colocação dos implantes a um nível infra-ósseo. Em contrapartida, em implantes colocados ao nível ósseo ou superiores, os níveis de perda óssea marginal entre implantes reabilitados segundo o conceito de *platform switching* e os reabilitados de forma convencional, não apresentam diferenças significativas^{47;56}.

5.9- Periimplantite

A mucosite periimplantar e a periimplantite são patologias que fazem parte das complicações biológicas de implantes e ambas se caracterizam pela presença de uma reação inflamatória nos tecidos que circundam o implante⁵⁷. A mucosite periimplantar é caracterizada pela presença de inflamação exclusiva aos tecidos moles sem sinais de perda de osso de suporte. Por outro lado, a periimplantite é descrita pela presença de reação inflamatória à volta do implante com envolvimento dos tecidos moles e duros e sinais radiográficos de perda de osso de suporte⁵⁷. Clinicamente, a periimplantite é caracterizada pela presença de profundidades de sondagem $\geq 4\text{mm}$, presença de hemorragia à sondagem e/ou supuração e evidência de perda óssea para além da natural remodelação. Segundo a literatura, a prevalência desta patologia é muito

variável podendo variar entre 6,61% (em estudos de 9 anos de seguimento) e 23% (em observações por 10 anos) ⁵⁸.

Tanto clinicamente como radiograficamente, os sinais de destruição tecidual são mais evidenciados na periimplantite, quando comparada à periodontite. As diferenças histológicas entre o tecido periimplantar e periodontal, nomeadamente a ausência fibras de colagénio inseridas no implante como acontece no dente natural e que atua como “*self-limiting*”, são fatores que levam a uma maior suscetibilidade para a perda óssea em implantes como referido anteriormente. Alguns dos fatores de risco para a periimplantite são a doença periodontal prévia, dificuldade em obter um bom controlo de placa bacteriana, presença de cimento residual em restaurações cimentadas, tabaco, diabetes e sobrecarga oclusal ⁵⁸.

5.10- Proporção coroa/implante

Nos primeiros anos foi preconizado, à semelhança da reabilitação fixa, que a proporção coroa/implante fosse igual a dois ⁵⁹, outros estudos, porém, conduzem a resultados opostos concluindo não existir relação direta entre uma maior proporção coroa/implante e o aumento da perda óssea marginal ^{60;61}. Esta relação, é importante na avaliação de pilares em prótese fixa e removível, bem como na avaliação do prognóstico de um dente. Este preceito baseia-se no princípio biomecânico de que nestas circunstâncias, a linha de fulcro se encontra na região média da raiz, dentro do osso alveolar. Com a progressiva perda óssea, esse fulcro mover-se-á apicalmente, aumentando o braço de alavanca, deixando o dente mais suscetível a forças laterais. Peças dentárias com uma relação coroa/raiz desfavorável poderiam ser usadas, com alta taxa de sucesso, como pilares de pontes, concluindo-se assim não ser possível estabelecer definitivamente uma relação coroa/raiz ideal ^{62; 63}. Na implantologia ainda não foram definidas *guidelines* específicas para esta situação, encontrando-se por vezes referência à utilização dos mesmos princípios que são aplicados aos dentes naturais ⁶⁴. Contudo, a proporção coroa/implante não pode ser considerada da mesma forma que a proporção coroa/raiz uma vez que o implante não estabelece com o osso o mesmo tipo de relação, não tem mobilidade, como no dente com ligamento periodontal sendo, portanto diferente a ação das forças e, portanto, a influência dessa proporção. É frequente encontrar, sobretudo na região posterior dos

maxilares, uma relação coroa/implante “desfavorável” ou seja, >1 , por um lado por serem utilizados frequentemente implantes mais curtos devido à extensa perda óssea que se verifica nestas áreas por pneumatização do seio maxilar e a elevada reabsorção da crista óssea e por outro, para compensar essa perda e recuperar a dimensão vertical de oclusão perdido, são necessárias coroas mais altas ⁶⁵. Quanto maior a altura da coroa, maior o efeito de “braço de alavanca” é produzido sobre o implante. Estas cargas momentâneas irão induzir uma concentração de *stress* na crista alveolar na interface implante/osso e segundo alguns autores conduzir a uma perda óssea marginal. A base do sucesso dos implantes a longo prazo depende da preservação do osso de suporte. Esta perda óssea progressiva, causada pelas forças de alavanca é tanto mais importante quanto menor a altura do implante que estiver a ser utilizado ⁶⁵.

5.11- Sobrecarga oclusal

Este fenómeno designa-se como uma contusão no periodonto, como consequência de excesso de forças mastigatórias. Através do mecanismo das forças de tensão ocorre a remodelação a nível ósseo. Uma prótese suportada por implantes é sujeita a forças oclusais que são propagadas pela conexão osso/implante. *Frost et al* ⁶⁶ averiguaram que valores entre a percentagem de 20-40%, são suficientes para induzir uma fratura no osso e liberar citocinas, levando assim a uma reabsorção óssea.

Com as mesmas conclusões, os implantes expostos a uma maior força mastigatória sofrem uma maior perda óssea. Implantes associados a *cantiléver* que apresentam uma maior extensão também foram relacionados a uma perda óssea significativa ⁶⁷. *Quirynen, et al* ⁶⁸ analisaram 93 implantes a carga oclusal é um fator determinante num aumento da privação óssea marginal. *Naert, et al* ⁶⁹ insinuaram que hábitos parafuncionais que provocam a sobrecarga são uma das principais causas de implantes fracassarem e a possível redução óssea marginal. *Rangert, et al* conduziram um estudo onde sugeriu que a fratura de implantes pode ocorrer através de forças de flexão. Pôde concluir que a quebra dos implantes é originada pelo *stress* que também induz, antes da fratura, uma perda óssea marginal ³.

5.12- Proporção coroa/implante e perda óssea marginal

Assim que o implante é colocado em função, as forças oclusais passam a influenciar a remodelação óssea periimplantar. Dependendo da sua intensidade e direção, ocorrem alterações óssea peri-implantares que poderão conduzir a uma anatomia capaz de reduzir a exposição do osso ao *stress*, criando assim uma área peri-implantar mais estável ou por outro lado promover o risco de perda óssea. A preservação do osso de suporte periimplantar é a base do sucesso a longo prazo dos implantes dentários. Os dois principais fatores, descritos como responsáveis pela perda de implantes são: periimplantite ⁶ e sobrecarga oclusal ⁷. Ambos, em conjunto ou de forma independente podem conduzir a uma progressiva perda óssea e consequente perda do implante. Uma proporção coroa/implante mais elevada que 2 tem sido apresentada como força não axial. Nestes casos, a coroa funciona como alavanca criando um momento de flexão e transferindo *stress* para o osso periimplantar ⁷⁰. Este *stress* poderá resultar numa perda óssea ou complicações técnicas com os componentes protéticos. A relação entre perda óssea e forças não axiais, foi observada em modelos matemáticos ⁷¹, em estudos *in vitro* ⁷² e animais ⁷³. Contudo, em humanos, enquanto alguns estudos clínicos conduzidos por *Wyatt, et al.* confirmam existir relação entre trauma oclusal e perda óssea marginal ⁶⁷ outros, porém, concluem que os problemas oclusais não se relacionam com perda óssea, como foi provado por *Wennström, et al.* ⁷⁴. As razões para esta discrepância apontadas por *Blanes, et al.* ⁶⁰ são as seguintes:

- dificuldade em quantificar a magnitude e direção das forças oclusais em estudos clínicos o que impossibilita que esse fator possa ser usado como variável;
- não existir evidência científica sobre o limiar de tensão óssea acima do qual o osso deixa de ter capacidade de remodelação óssea e começa a sofrer reabsorção;
- a capacidade do osso de suportar carga é influenciada geneticamente sendo, portanto, dependente do paciente.

Na literatura, uma maior relação coroa/implante tem sido descrita como responsável por reduzir a taxa de sobrevivência a longo prazo ⁷⁵ funcionando, segundo *Glantz*, como principal meio preditor de insucesso, mais importante que a própria quantidade de osso residual ⁶⁴. Contudo são ainda escassos os estudos realizados com o objetivo de avaliar

a influência da proporção coroa/implante na taxa de sobrevivência e perda óssea marginal. *Malchiodi, et al.* ⁵⁹, num estudo de coorte prospetivo realizado em 136 pacientes reabilitados com 259 implantes SPS (Sintered Porous-Surface Implants) e seguidos por um período mínimo de 36 meses avaliou a relação entre proporção coroa/implante e taxa de sucesso bem como perda óssea marginal. Depois da reabilitação definitiva foi calculado para cada implante a proporção coroa/implante anatómica e clínica a partir dos RX periapicais e divididos em 3 grupos: coroa/implante ⁹. A partir dos RX periapicais realizados na consulta de controlo dos 36 meses, foi medido o nível ósseo (NO) para cada implante em mesial e distal e comparados esses valores com os iniciais de modo a aferir o valor da perda óssea marginal. *Malchiodi et al.* concluíram existir uma maior perda óssea em implantes de maiores proporções coroa/implante comparativamente aos de menores (a taxa de sobrevivência acumulada foi de 94,1%), concluindo assim não existir uma redução da taxa de sobrevivência neste grupo quando comparado aos grupos de implantes de menores proporções. Na revisão sistemática conduzida por *Blanes* ⁶⁰ concluiu que os implantes com uma proporção coroa/implante >2 apresentam uma taxa de sobrevivência média de 94,1% após um período médio de seguimento de 6 anos e que a proporção coroa/implante não influencia a perda óssea marginal. Uma proporção coroa/implante desfavorável tem sido considerada uma forma de força não axial ⁶⁴ e será o objeto de estudo neste trabalho.

6- Conclusão

Segundo a revisão sistemática integrativa realizada, verifica-se que o comparecimento de reabilitações na região posterior maxilar e mandibular com proporção coroa/implante > 2 não é indicativo de um risco superior de perda óssea.

7- Referências bibliográficas

1. Lee J H, Frias V, Lee K W, et al. *Effect of implant size and shape on implant success rates: A literature review.* J Prosthet Dent. 2005. 94(4):377–81.
2. Bidra A S, May G W, Tharp G E, et al. *Pterygoid implants for maxillofacial rehabilitation of a patient with a bilateral maxillectomy defect.* J Oral Implantol. 2013. 39(1):91–7.
3. Maló P, Rangert B, Nobre M. *“All-on-four” immediate-function concept with brånemark system® implants for completely edentulous mandibles: A retrospective clinical study.* Clin Implant Dent Relat Res. 2003. 5(SUPPL. 1):2–9.
4. Ata-Ali J, Peñarrocha-Oltra D, Candel-Marti E, et al. *Oral rehabilitation with tilted dental implants: A metaanalysis.* Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2012. 17(4).
5. Schneider D, Witt L, Hämmerle CHF. *Influence of the crown-to-implant length ratio on the clinical performance of implants supporting single crown restorations: A cross-sectional retrospective 5-year investigation.* Clin Oral Implants Res. 2012. 23(2):169–74.
6. Menchero-Cantalejo E, Barona-Dorado C, Cantero-Álvarez M, et al. *Meta-analysis on the survival of short implants.* Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2011. 16(4).
7. Piracicaba F. *Avulsão Dentária : Características Gerais , Sequelas E Protocolos Gerais , Sequelas E Protocolos.* 2014.
8. Kawahara H, Kawahara D, Hayakawa M, et al. *Osseointegration under immediate loading: Biomechanical stress-strain and bone formation-resorption.* Implant Dent. 2003. 12(1):61–8.
9. Renouard F, Nisand D. *Short Implants in the Severely Resorbed Maxilla: A 2-Year Retrospective Clinical Study.* Clin Implant Dent Relat Res. 2005. 7(s1):s104–10.
10. Abraham C. *A brief history of Dental Implants, Their Surface Coatings and Treatments.*
11. Gavira L., Salcido J, Guda T. *Current trends in dental implants.* 2014. 40(2):50.
12. Bidra A S, Huynh-Ba G. *Implants in the pterygoid region: A systematic review of the literature.* Int J Oral Maxillofac Surg. 2011. 40(8):773–81.
13. Aparicio C, Ouazzani W, Aparicio A, et al. *Immediate/early loading of zygomatic implants: Clinical experiences after 2 to 5 years of follow-up.* Clin Implant Dent Relat Res. 2010. 12(SUPPL. 1):77–82.

14. Kato Y, Kizu Y, Tonogi M, et al. *Internal structure of zygomatic bone related to zygomatic fixture*. J Oral Maxillofac Surg. 2005. 63(9):1325–9.
15. Maló P, Nobre M de A, Lopes A, et al. *Five-year outcome of a retrospective cohort study on the rehabilitation of completely edentulous atrophic maxillae with immediately loaded zygomatic implants placed extra-maxillary*. Eur J Oral Implantol. 2014. 7(3):267–81.
16. Grecchi F, Bianchi AE, Siervo S, et al. *A new surgical and technical approach in zygomatic implantology*. ORAL Implantol. 2017. 10(2):197–208.
17. Malevez C, Daelemans P, Adriaenssens P, et al. *Use of zygomatic implants to deal with resorbed posterior maxillae*. Periodontol 2000. 2003. 33(15):82–9.
18. Misch C E, Steigenga J, Barboza E, et al. *Short Dental Implants in Posterior Partial Edentulism: A Multicenter Retrospective 6-Year Case Series Study*. J Periodontol. 2006. 77(8):1340–7.
19. Bedrossian E. *Rehabilitation of the edentulous maxilla with the zygoma concept: a 7-year prospective study*. Int J Oral Maxillofac Implants [Internet]. 2010. 25(6):1213–21.
20. Urgell J P, Gutiérrez V R, Escoda C G. *Rehabilitation of atrophic maxilla: A review of 101 zygomatic implants*. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2008. 13(6).
21. Block M S, Delgado A, Fontenot M G. *The effect of diameter and length of hydroxylapatite-coated dental implants on ultimate pullout force in dog alveolar bone*. J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 1990. 48(2):174–8.
22. Pierrisnard L, Renouard F, Renault P, et al. *Influence of Implant Length and Bicortical Anchorage on Implant Stress Distribution*. Clin Implant Dent Relat Res. 2003. 5(4):254–62.
23. Kitamura E, Stegaroiu R, Nomura S, et al. *Influence of marginal bone resorption on stress around an implant - A three-dimensional finite element analysis*. J Oral Rehabil. 2005. 32(4):279–86.
24. Kotsovilis S, Fourmouis I, Karoussis IK, et al. *A Systematic Review and Meta-Analysis on the Effect of Implant Length on the Survival of Rough-Surface Dental Implants*. J Periodontol. 2009. 80(11):1700–18.
25. Annibaldi S, Cristalli MP, Dell’Aquila D, et al. *Short dental implants: A systematic review*. J Dent Res. 2012. 91(1):25–32.
26. Landes C, Shohmelian J, Magrovenis A. *How are implants placed?* 2011. 103(2):e22-5.

27. Matos G R M. *Fatores que influenciam no sucesso ou falha de implantes dentários*. Rev. Dent Press Periodontia Implantologia. 2010. 4(3):63–70.
28. Pessoa U F. *Biologia do movimento dentário em Ortodontia*. 2018
29. Niekerk V G, Mitchell M. *Bone resorption: supporting immunometabolism*. Biology Letters. 2018. 14(2).
30. Piccinini M, Cugnoni J, Botsis J, ET AL. *Peri-implant bone adaptations to overloading in rat tibiae: experimental investigations and numerical predictions*. Clin Oral Implants Res. 2016. 27(11):1444–53.
31. Palareti G, Legnani C, Cosmi B, et al. *Comparison between different D-Dimer cutoff values to assess the individual risk of recurrent venous thromboembolism: Analysis of results obtained in the DULCIS study*. Int J Lab Hematol. 2016;38(1):42–9.
32. Mendes V C, Davies J. *Uma nova perspectiva sobre a biologia da osseointegração*. Rev Assoc Paul Cir Dent. 2016. 70(2):166–71.
33. Tomasi C, Tessarolo F, Caola I, et al. *Morphogenesis of peri-implant mucosa revisited: An experimental study in humans*. Clin Oral Implants Res. 2014. 25(9):997–1003.
34. Carcuac O, Berglundh T. *Composition of human peri-implantitis and periodontitis lesions*. J Dent Res. 2014. 93(11):1083–8.
35. Ujiie Y, Todescan R, Davies J E. *Peri-implant crestal bone loss: A putative mechanism*. Int J Dent. 2012. 2012.
36. Hermann J S, Schoolfield J D, Schenk R K, et al. *Influence of the Size of the Microgap on Crestal Bone Changes Around Titanium Implants. A Histometric Evaluation of Unloaded Non-Submerged Implants in the Canine Mandible*. J Periodontol. 2001. 72(10):1372–83.
37. Insua A, Monje A, Chan H L, et al. *Accuracy of Schneiderian membrane thickness: a cone-beam computed tomography analysis with histological validation*. Clin Oral Implants Res. 2017. 28(6):654–61.
38. Baixe S, Tenenbaum H, Etienne O. *Microbial contamination of the implant-abutment connections: Review of the literature*. Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale. 2016. 117(1):20–5.
39. Tesmer M, Wallet S, Koutouzis T, et al. *Bacterial Colonization of the Dental Implant Fixture–Abutment Interface: An In Vitro Study*. J Periodontol. 2009. 80(12):1991–7.

40. Schmitt C M, Nogueira-Filho G, Tenenbaum H C, et al. *Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: A systematic review*. J Biomed Mater Res - Part A. 2014. 102(2):552–74.
41. Passos S P, Gressler M L, Faria R, et al. *Implant-abutment gap versus microbial colonization: Clinical significance based on a literature review*. J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater. 2013. 101(7):1321–8.
42. Kim D G, Kwon H J, Jeong Y H, et al. *Mechanical properties of bone tissues surrounding dental implant systems with different treatments and healing periods*. Clin Oral Investig. 2016. 20(8):2211–20.
43. Baldassarri M, Bonfante E, Suzuki M, et al. *Mechanical properties of human bone surrounding plateau root form implants retrieved after 0.3-24 years of function*. J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater. 2012. 100 B(7):2015–21.
44. Monje A, Aranda L, Diaz K T, Aet al. *Impact of Maintenance Therapy for the Prevention of Peri-implant Diseases*. Journal of Dental Research. 2015. 95(4), 372–379.
45. Nunes M, Almeida R, Felino A, et al. *The Influence of Crown-to-Implant Ratio on Short Implant Marginal Bone Loss*. Int J Oral Maxillofac Implants. 2016. 31(5):1156–63.
46. Berglundh T. *Dimension of the periimplant mucosa Biological width revisited*. J Clin Periodontol. 1996. 23(10):971–3.
47. Histometric I , Hermann J S, Buser D, et al. *Implants in the Canine Mandible*. J Periodontol. 2000. 71(9):1412–24.
48. Adell R. *A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw*. Int J Oral Surg. 1981. 10(6):387–416.
49. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, et al. *The Long - Term Efficacy of Currently Used Dental Implants : A Review and Proposed Criteria of Success*. Int J Oral Maxillofac Surg. 1986. 1(1):11–25.
50. Brägger U, Häfeli U, Huber B, et al. *Evaluation of postsurgical crestal bone levels adjacent to non-submerged dental implants*. Clinical Oral Implants Research. 1998. 9(4):218–24.
51. Karoussis IK, Brägger U, Salvi G E, et al. *Effect of implant design on survival and success rates of titanium oral implants: A 10-year prospective cohort study of the ITI® Dental Implant System*. Clin Oral Implants Res. 2004. 15(1):8–17.

52. Koo K-T, Lee E-J, Kim J-Y, et al. *The Effect of Internal Versus External Abutment Connection Modes on Crestal Bone Changes Around Dental Implants: A Radiographic Analysis*. J Periodontol. 2012. 83(9):1104–9.
53. Ericsson I, Persson L G, Berglundh T, et al. *Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues*. J Clin Periodontol. 1995. 22(3):255–61.
54. Lazzara R J, Porter S S. *Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels*. Int J Periodontics Restorative Dent. 2006. 26(1):9–17.
55. Gadhia M H, Holt R L. *A new implant design for optimal esthetics and retention of interproximal papillae*. Implant Dent. 2003. 12(2):164–9.
56. Brogгинi N, Mcmanus L M, Hermann J S, et al. *Peri-implant Inflammation Defined by the Implant-Abutment Interface*. J Dent. 2005. 85(5):473–8.
57. Lindhe J, Meyle J. *Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology*. J Clin Periodontol. 2008. 35(SUPPL. 8):282–5.
58. Cochran D, Froum S. *Academy Report: Peri-Implant Mucositis and Peri-Implantitis: A Current Understanding of Their Diagnoses and Clinical Implications*. J Periodontol. 2013. 84(4):436–43.
59. Malchiodi L, Cucchi A, Ghensi P, et al. *Influence of crown-implant ratio on implant success rates and crestal bone levels: A 36-month follow-up prospective study*. Clin Oral Implants Res. 2014. 25(2):240–51.
60. Blanes RJ. *To what extent does the crown-implant ratio affect the survival and complications of implant-supported reconstructions? A systematic review*. Clin Oral Implants Res. 2009. 20(SUPPL. 4):67–72.
61. Blanes R J, Bernard J P, Blanes Z M, et al. *A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. II: Influence of the crown-to-implant ratio and different prosthetic treatment modalities on crestal bone loss*. Clin Oral Implants Res. 2007. 18(6):707–14.
62. Grossmann Y, Sadan A. *The prosthodontic concept of crown-to-root ratio: A review of the literature*. J Prosthet Dent. 2005. 93(6):559–62.
63. Nyman S, Ericsson I. *The capacity of reduced periodontal tissues to support fixed bridgework*. J Clin Periodontol. 1982. 9(5):409–14.
64. Glantz P O J, Nilner K. *Biomechanical aspects of prosthetic implant-borne*

- reconstructions*. Periodontol 2000. 1998. 17(1):119–24.
65. Gomez-Polo M, Bartens F, Sala L, et al. *The correlation between crown-implant ratios and marginal bone resorption: a preliminary clinical study*. Int J Prosthodont. 2010. 23(1):33–7.
 66. Frost H M. *Bone's Mechanostat: A 2003 Update*. Anat Rec - Part A Discov Mol Cell Evol Biol. 2003. 275(2):1081–101.
 67. Wyatt C C L, Zarb G A. *Bone level changes proximal to oral implants supporting fixed partial prostheses*. Clin Oral Implants Res. 2002. 13(2):162–8.
 68. Quirynen M, Naert I, Van Steenberghe D. *Fixture design and overload influence marginal bone loss and future success in the Brånemark® system*. Vol. 3, Clinical Oral Implants Research. 1992. 3(3):104–11.
 69. Naert I, Quirynen M, Steenberghe D V, et al. *A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses*. Part II: Prosthetic aspects. J Prosthet Dent. 1992. 68(6):949–56.
 70. Kitamura E, Stegaroiu R, Nomura S, et al. *Biomechanical aspects of marginal bone resorption around osseointegrated implants: Considerations based on a three-dimensional finite element analysis*. Clin Oral Implants Res. 2004. 15(4):401–12.
 71. Siadat H, Hashemzadeh S, Geramy A, et al. *Effect of offset implant placement on the stress distribution around a dental implant: A three-dimensional finite element analysis*. J Oral Implantol. 2015. 41(6):646–51.
 72. Yokoyama S, Wakabayashi N, Shiota M, et al. *The influence of implant location and length on stress distribution for three-unit implant-supported posterior cantilever fixed partial dentures*. J Prosthet Dent. 2004. 91(3):234–40.
 73. Barbier L, Vander Sloten J, Krzesinski G, et al. *Finite element analysis of non-axial versus axial loading of oral implants in the mandible of the dog*. J Oral Rehabil. 1998. 25(11):847–58.
 74. Wennström J, Zurdo J, Karlsson S, et al. *Bone level change at implant-supported fixed partial dentures with and without cantilever extension after 5 years in function*. J Clin Periodontol. 2004. 31(12):1077–83.
 75. Winkler S, Morris H F, Ochi S. *Implant survival to 36 months as related to length and diameter*. Ann Periodontol. 2000. 5(1):22–31.