FACSETE

FACULDADE SETE LAGOAS

MARCUS VINICIUS ROCHA MARTINS

BIOMECÂNICA DA PRÓTESE SOBRE IMPLANTES CURTOS ANALISADA POR ELEMENTOS FINITOS: REVISÃO DE LITERATURA

SETE LAGOAS

2019

MARCUS VINICIUS ROCHA MARTINS

BIOMECÂNICA DA PRÓTESE SOBRE IMPLANTES CURTOS ANALISADA POR ELEMENTOS FINITOS: REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada ao curso de Especialização da FACSETE – Faculdade de Sete Lagoas, como requisito parcial para conclusão do Curso de especialização em Prótese Dentária.

Orientador: Mario Pedro Souza Amaral

SETE LAGOAS

2019

Ficha catalográfica

Martins, Marcus Vinícius Rocha.
Biomecânica da prótese sobre implantes curtos: revisão de literatura / Marcus Vinícius Rocha Martins. – 2019.
36f.; il.
Orientador: Mário Pedro Souza Amaral.
Monografia (especialização) - Faculdade de Tecnologia de Sete Lagoas, 2019.
1. Biomecânica. 2. Implante. 3. Revisão de literatura.
I. Título
II. Mário Pedro Souza Amaral.

FACSETE

FACULDADE SETE LAGOAS

Monografia intitulada "*Biomecânica da prótese sobre implantes curtos analisada por elementos finitos: revisão de literatura*" de autoria do aluno Marcus Vinícius Rocha Martins, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Mario Pedro Souza Amaral – FACSETE – Orientador

Nome do examinador – instituição a qual pertence

Sete Lagoas, 13 de março de 2019.

Dedico aos meus pais, Ana e Daniel, meu porto-seguro, responsáveis pela minha formação humana; à Alessandra, Luiza e Rafaella, minhas maiores incentivadoras.

RESUMO

O uso de próteses sobre implantes para reabilitação oral tem alterado o paradigma da odontologia pois seu uso para reabilitações estéticas e funcionais pode ser realizado em diversas situações clínicas com segurança. Em frente a situações dificultadoras para a instalação dos implantes, uma opção viável é a utilização dos implantes curtos, os quais já são comprovadamente eficazes na reabilitação dental. Tem-se utilizado da Analise por Elemento Finito (MEF) para predizer a resposta biomecânica da macrogeometria dos implantes frente as condições clínicas que a prótese está sujeita. O estudo visa realizar um levantamento da bibliografia atual, onde os estudos cruzam as características da prótese fixa sobre implantes curtos com resultados de estudos utilizando o MEF e apresentar resultados que possam fornecer uma base para utilizar essa opção como um tratamento viável na reabilitação de pacientes desdentado total ou parcialmente. Observa-se na literatura que a proporção coroa/implante ainda é um limitador da confecção da prótese fixa e a esplintagem da prótese deve ser considerada no planejamento da reabilitação. Conclui-se que o MEF é uma ferramenta útil, porém subutilizada pelos clínicos devido a complexidade de manuseio, sendo necessária uma simplificação da ferramenta a fim de popularizar seu uso.

Palavras-chaves: Biomecânica, implantes curtos, prótese.

ABSTRACT

The use of prostheses on implants for oral rehabilitation has altered the paradigm of dentistry because its use for aesthetic and functional rehabilitations can be performed in several clinical situations with safety. Faced with difficult situations for the installation of implants, a viable option is the use of short implants, which are already proven effective in dental rehabilitation. Finite Element Analysis (MEF) has been used to predict the biomechanical response of the macrogeometry of the implants against the clinical conditions that the prosthesis is subjected to. The study aims to perform a survey of the current bibliography, where the studies cross the characteristics of the fixed prosthesis on short implants with results of studies using MEF and present results that can provide a basis to use this option as a viable treatment in the rehabilitation of edentulous patients totally or partially. It is observed in the literature that the crown / implant ratio is still a limiting factor in the manufacture of the fixed prosthesis and the prosthesis splint should be considered in rehabilitation planning. It is concluded that MEF is a useful tool, but underutilized by clinicians due to the complexity of handling, requiring a simplification of the tool in order to popularize its use.

Keywords:. Biomechanics, short implants, prosthesis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Comparação das classificações entre autores para implantes curtos	14
Tabela 2	Propriedades elásticas das estruturas envolvidas na reabilitação com implantes.	24
Tabela 3	Conclusões dos autores pesquisados em revisão de literatura sobre biomecânica dos implantes curtos	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fotos de implantes curtos e longos..... 15

Figura 2 Proporção coroa/implante clínica e anatômica..... 16

Figura 3 Malha de elementos finitos..... 18

Figura 4 Malha de elementos finitos..... 24

Figura 5 Modelos virtuais e MEF e forças..... 26

Figura 6 Mapa de distribuição das tensões pelo critério de Von Misses..... 26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 11

2 PROPOSIÇÃO..... 13

3 REVISÃO DE LITERATURA..... 14

3.1 CONCEITOS..... 15

3.2 COMPARAÇÕES DE ANÁLISES..... 19

3.3 COMPARAÇÃO DE RESULTADOS..... 23

4 DISCUSSÃO..... 31

5 CONCLUSÃO..... 33

REFERÊNCIAS..... 34

1. INTRODUÇÃO

De acordo com VILARINHO (2016), o uso de próteses sobre implantes para reabilitação oral tem alterado o paradigma da odontologia. Conforme apresentado pelo autor, estudos demonstram que o uso de implantes para reabilitações estéticas e funcionais pode ser realizado em diversas situações clínicas com segurança.

Tendo como objetivos preservar as estruturas periodontais ou realizar o mínimo de intervenções possíveis, nos deparamos com situações adversas onde encontra-se áreas edêntulas que possuem pouco remanescente ósseo. Esse fator dificulta a confecção das próteses de forma convencional e por vezes fazem necessário múltiplas intervenções (cirurgias prévias de lateralização do nervo ou enxertos ósseos para instalação de implantes), levando o paciente a ser mais onerado para realizar o procedimento reabilitador, o tratamento ter uma duração maior, ter mais riscos de falhas e ser mais desagradável. (BRITO, 2009)

Em frente de tais situações dificultadoras para a instalação dos implantes, uma opção viável é a utilização dos implantes curtos, os quais já são comprovadamente eficazes na reabilitação dental. Não há consenso na definição de comprimento para que um implante seja considerado curto. Muitos autores consideram como curtos os implantes com comprimento inferior ou igual a 10 mm (FUGAZZOTTO, 2004 / VANDEWEGHE, 2011). Há outros pesquisadores que defendem como curtos os implantes com comprimento menor a 10 mm. (das NEVES, 2006 / RABAH, 2004) Por fim, há os que acreditam que implantes curtos devem possuir comprimento inferior a 8 mm. (BRUGGENKATE, 1998 / FELICE, 2009). Mais recentemente, a literatura tem apresentado estudos com implantes de 6 mm ou menos.

Na implantodontia, encontramos diversas diferenças entre os implantes. Interface protética, presença ou ausência de roscas, macro irregularidades adicionais, o formato externo do corpo do implante são aspectos morfológicos importantes desses e que influenciam na sobrevida e aumentam a taxa de sucesso do tratamento. Nos implantes curtos, o seu comprimento é compensado pelo aumento do número de roscas, o que aumenta a sua área de contato com o osso alveolar, aumentando a

retenção do mesmo. O tratamento de superfície dos implantes também é uma forma de aumentar a taxa de sucesso dos mesmos, pois é sabido que esse ato aumenta em até 33% a área de contato osso-implante, aumentando assim a distribuição das tensões exercidas pelas forças de mastigação. (GRIBAM Jr., 2014)

Sabendo-se então, das variáveis que podem alterar a taxa de sucesso do uso de implantes dentários para reabilitações em pacientes desdentado total e parcial, tem-se utilizado da Análise por Elemento Finito, buscando-se predizer a resposta biomecânica da macrogeometria dos implantes frente as condições clinicas que a prótese está sujeita. Usando da teoria básica, métodos, aplicações e limitações do MEF, os profissionais encontrarão maiores informações e resultados de estudos, podendo extrapolar estes para situações clinicas, procurando aumentar a taxa de sucesso de suas próteses. (GENG, 2001).

O MEF consiste numa série de analises computacionais, com construção virtual do objeto a ser estudado, onde realiza-se cálculos de tensão e deformação nos elementos dos biomateriais e tecidos vivos que envolvem o trabalho a ser realizado, de forma que tais medidas são complexas de serem medidas *in vivo.* O método permite que possamos mensurar a distribuição das cargas na região de contato da prótese com o implante, do implante com o osso cortical, e na área do osso medular próximo ao implante (WAKABAYACHI *et al*, 2008 / GENG *et al*, 2001).

Dessa forma o estudo visa realizar um levantamento da bibliografia atual, onde os estudos cruzam as características da prótese fixa sobre implantes curtos com resultados de estudos utilizando o MEF e apresentar resultados que possam fornecer uma base para utilizar essa opção como um tratamento viável na reabilitação de pacientes desdentado total ou parcialmente.

2. PROPOSIÇÃO

Este estudo tem por objetivo realizar uma revisão de literatura sobre estudos que tenham cruzado características da prótese fixa sobre implantes curtos com análises utilizando método de elementos finitos, comparar seus resultados e demonstrar que a escolha é um tratamento viável na reabilitação de pacientes desdentados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Após realizada a revisão de literatura do tema, foi possível construir a tabela 1, demonstrando que, atualmente não existe um consenso entre os profissionais sobre quando um implante é classificado como curto, o que dificulta a análise dos dados de diferentes trabalhos, sendo que por vezes é possível encontrar ainda a nomenclatura de implantes extra curtos na literatura.

Tabela 1 – Comparação das classificações entre autores para implantes curtos

Comprimento do implante	Autores
Menor ou igual a 10 mm	FUGAZZOTTO, 2004 VANDEWEGHE, 2011
Menor que 10 mm	das NEVES, 2006 RABAH, 2004
Menor que 8 mm	BRUGGENKATE, 1998 FELICE, 2009

Fonte: elaborada pelo autor

3.1. CONCEITOS

O uso de implantes curtos na odontologia ainda não é consenso, devido ao seu desconhecido comportamento em função quando situações de maior exigência biomecânica são enfrentadas, como proporções coroa/implante desfavoráveis (>0,5), próteses unitárias posteriores e tecidos perimplantares comprometidos. (VILLARINHO, 2016;)

Galvão (2011) relata que a reabilitação com implantes dentários curtos, em áreas com rebordos muito reabsorvidos, constitui uma opção de tratamento menos complexa, onerosa e traumática aos pacientes, visto que procedimentos cirúrgicos como enxerto ósseo e transposição do nervo alveolar, prévios a instalação dos implantes, deixam de ser necessários. Ele também afirma que, se corretamente indicado tanto quanto possível, o uso de implantes curtos mostra-se uma escolha segura no tratamento de áreas edêntulas com limitações de altura e volume ósseo.

Podemos ver nas figuras a seguir as diferenças estruturais comparativas de implantes curtos e implantes de comprimentos normais, tanto em comprimento (figura 1) quanto em largura e diâmetro das plataformas (figura 2)



Figura 1: Fotos reais comparando e demonstrando a diferença entre o comprimento de implantes sendo 5,0x6,0 mm; 4,0x10,0 mm e 4,0x16,0 mm (esquerda) e a largura entre um implante curto com 5,0 mm de diâmetro e um longo com 4,0 mm (direita). (Galvão, 2011)

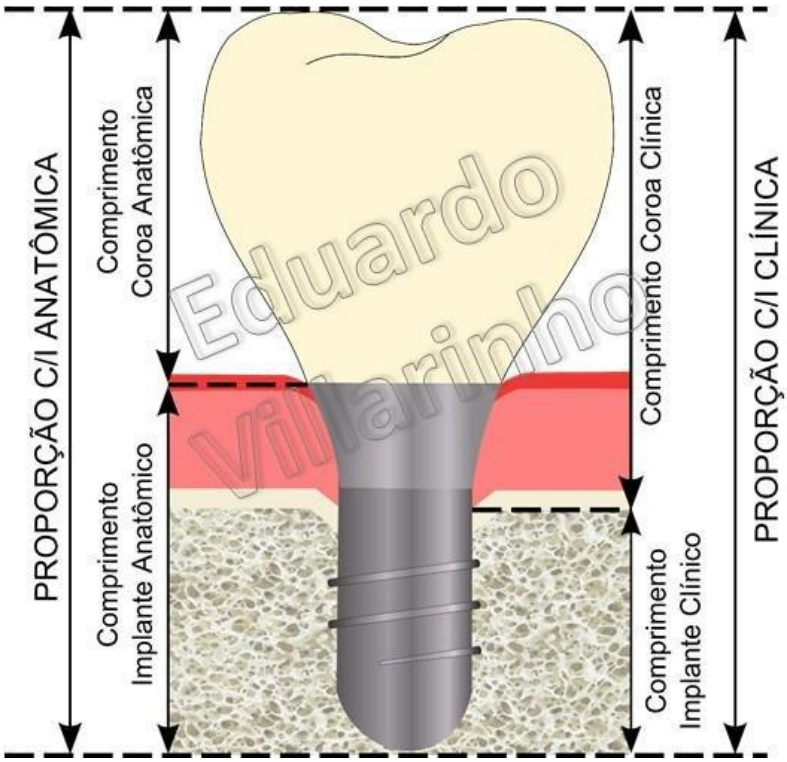


Figura 2: Observa-se o padrão de relações que determinam a proporção coroa/implante clínica e coroa/implante anatômica. (VILLARINHO, 2016)

De acordo com Villarinho (2016) evidencias clínicas preliminares restringem o uso de implantes curtos de superfície lisa, visto que sua taxa de insucesso é comparativamente alta às dos implantes longos com o mesmo tipo de superfície. Porém, estudos recentes vêm demonstrando altos índices de sobrevida e sucesso protético fazendo uso de implantes curtos como retentor, indicando que o desenho do implante, qualidade do osso suporte, técnica cirúrgica e o tratamento de superfície são fatores determinantes para tal sucesso. O autor também afirma que quando tais fatores são observados e bem executados, os implantes curtos apresentam uma taxa de sucesso similares ou maiores que as de implantes de tamanhos convencionais.

Villarinho (2016) abordou em seus estudos uma revisão de literatura avaliando um fator limitador para confecção de próteses fixas: a proporção coroa-implante, ou C/I e a perda óssea perimplantar.

Nos seus estudos, Villarinho (2016) usou parâmetros para definições da relação coroa/implante clínica e coroa/implante anatômica. A primeira foi medida, em milímetros, da crista óssea marginal até a face oclusal da prótese fixa, sendo a medida

do implante como a distância da crista até a porção mais apical do mesmo. Na relação coroa/implante anatômica, a medida da coroa foi definida como a distância da face oclusal da coroa até a plataforma do implante, e a medida do implante sendo seu corpo mais essa plataforma. Essa definição foi realizada a fim de se quantificar a porcentagem de perda óssea durante o estudo do autor. (Figura 2).

Brito (2009) afirma que o Método dos Elementos Finitos (MEF) tem se revelado uma ferramenta útil para predizer numericamente os efeitos de das tensões e deformações que implantes, tecidos humanos e biomateriais podem apresentar, levando-se em consideração a dificuldade de se obter tais medições em estudos *in vivo*. De acordo com a autora,

> "A Análise por Elementos Finitos é um método computacional efetivo, que tem sido adaptado da Engenharia para a Biomecânica dos implantes dentais. Com o MEF, os aspectos relevantes e características dos desenhos dos implantes têm sido prognosticadas e serão potencialmente aplicadas a novos sistemas no futuro."

Geng *et al.* (2001) define que para cada aplicação do MEF especifica, todas as variáveis que envolverem o problema devem ser minuciosamente analisadas e consideradas, fornecendo ao programa computacional todos os dados relevantes para confecção do estudo. Tais análises podem ser classificadas em cinco grupos básicos:

i. Levantamento de dados e criação da geometria, aplicando-se aos volumes as propriedades elásticas dos diversos materiais e tecidos que compõem o domínio do problema;
ii. Geração da malha dos elementos finitos;
iii. Aplicação das condições de contorno, na forma de deslocamentos impostos (iguais a zero);
iv. Aplicação de cargas atuantes e processamento para obtenção das tensões e deformações;
v. Análise de resultados.

O Método de Elementos Finitos é uma técnica amplamente utilizada para resolver-se problemas mecânicos idealizados a partir de pontos virtuais e da conectividade de regiões discretas que representam características do problema. Tal junção de

elementos representa a malha de elementos finitos, onde os nós (pontos virtuais) e os elementos (conexões entre as regiões discretas) representam numericamente o modelo físico real do estudo. Esse método envolve uma série de procedimentos computacionais, para calcular tensão e deformação em cada elemento dos biomateriais e tecidos humanos envolvidos, de acordo com Brito (2009), demonstrado na Figura 3.

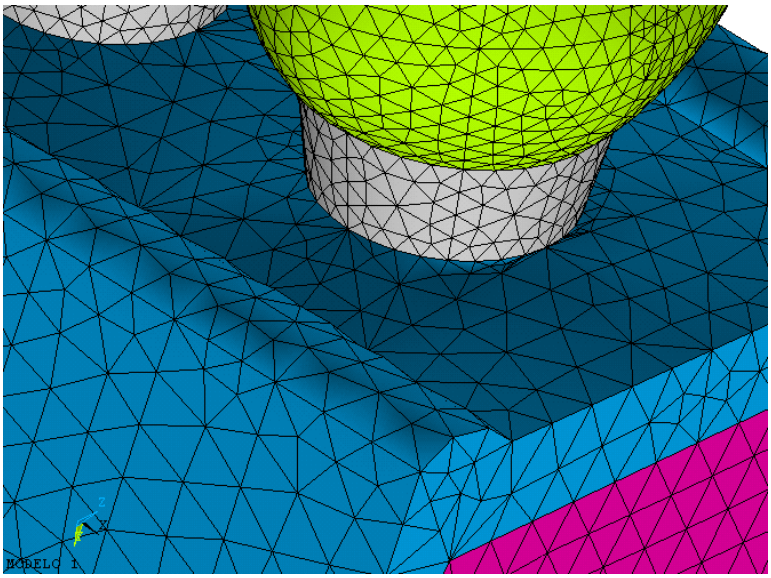


Figura 3 – Malha de elementos finitos do modelo 1 com *zoom.* (BRITO, *2009)*

3.2. COMPARAÇÕES DE ANÁLISES

Villarinho (2016) em seus estudos foram observados que:

i. Um aumento na proporção C/I ocasiona uma diminuição nos níveis de perda óssea, gerando um efeito protetor para o sistema da prótese. PAZMINO ET AL (2014)
ii. A área de superfície dos implantes e a relação C/I não alteraram os níveis da crista óssea. No entanto, o comprimento dos implantes influenciou nos níveis de perda óssea marginal, implantes longos tiveram uma perda óssea maior (0,2 mm a mais) do que os implantes curtos. Rokni *et al*.(2005).
iii. O tipo de retenção, esplintagem ou presença de extensão em cantilever não resultou em efeito na crista óssea circundante. Os autores concluíram que restaurações com relação coroa/implante entre 2 e 3 podem ser utilizadas com sucesso na região posterior. (TAWILL e YOUNAN 2003)
iv. O aumento da relação C/I e da dimensão da mesa oclusal não parecem ser o principal fator de risco. Portanto, os autores sugerem que implantes curtos são uma solução viável em sítios com redução da altura óssea, mesmo quando os parâmetros protéticos excedem os valores normais, desde que a orientação da força e a distribuição de cargas foram favoráveis e a parafunção controlada. (TAWILL e YOUNAN, 2006)

Villarinho (2016) em seu estudo prospectivo clínico radiográfico, utilizando de implantes curtos concluiu que:

i. Os implantes de 6 mm podem ser uma alternativa segura de tratamento
ii. A região de mandíbula apresenta maior risco de falhas
iii. Os fatores tempo e proporção C/I clinica apresentam-se como preditores de perda óssea, estimando-se que para cada 12 meses de instalação do implante e para cada aumento de 0,1 na C/I, tem-se uma perda óssea média de 0,1 mm para cada um dos fatores.

Brito (2009) relata que em quase todos os estudos onde utilizou-se o MEF sobre implantes de titânio, verifica-se que a concentração de estresse ocorre em volta do pescoço do implante. Nos casos em que os tecidos ósseos estão em condições normais, o comprimento e o diâmetro não parecem ser fatores significantes para o sucesso dos implantes. No entanto, quando essa condição não for encontrada, os implantes curtos são contraindicados, sendo o uso de implantes mais largos aconselhável.

Albrektsson *et al.* (1986) afirmaram que a maioria dos acompanhamentos clínicos de implantes curtos foram realizados em casos onde o modelo do implante utilizado foi o de hexágono externo. É sabido que esse tipo de implante tem uma perda óssea de 1,2 mm no primeiro ano de função. Levando isso em consideração, num implante de 8 mm, essa perda significaria 15% a menos de inserção óssea, o que nos leva a optar, nesses casos, por desenhos de implantes que forneçam proteção a crista óssea contra essa reabsorção, como os com junção cônica interna e “platform switching”, resultando numa relação favorável entre planejamento, bioengenharia e resultado clínico.

Segundo Tawil e Younan (2003), para os implantes curtos é mais importante um osso de qualidade do que uma quantidade maior, sendo esse fator determinante para o sucesso da reabilitação.

Himmlová *et al.* (2004) demonstraram que um aumento na largura dos implantes é mais significante para a redução das tensões perimplantares se comparada a um aumento do comprimento. Dessa forma é indicado o uso de implantes mais largos, com superfície tratada, de preferência não sendo hexágono externo, quando o implante utilizado tiver 10 mm ou menos de comprimento.

Brunski *et al.* (2000) relataram que outro fator limitante seria a proporção coroa/implante. Os últimos anos e relatos clínicos demonstraram resultados positivos onde implantes curtos foram utilizados e as proporções prótese/implante eram consideradas relativamente grandes. Nesses casos alguns parâmetros relacionados à confecção da prótese devem ser observados, tais como: uma mesa oclusal preferencialmente reduzida, de formato plano, com contatos harmônicos, sulcos rasos e cúspides baixas, além de uma desoclusão em guias canina e incisiva e uma oclusão

mutuamente protegida, sendo essas características capazes de diminuir a resultante das forças mastigatórias transmitidas ao implante e seus componentes, sendo também relatado por Silva (2008) que quanto menor o volume ósseo, maior a altura da coroa e maior o número de implantes indicados. Devemos também observar se as próteses devem ser ferulizadas e se existe parafunção. Essa, quando existir, deve ser controlada.

Tawil *et al. (*2006) também relacionou índices de complicações de implantes curtos com fatores relacionados a prótese, tais como a proporção coroa implante, dimensão da mesa oclusal, cantilever mesial e distal, material de recobrimento e hábitos parafuncionais, natureza da dentição antagonista e dimensão mesio-distal das próteses em relação ao número de implantes. Foram instalados 262 implantes em 109 pacientes e acompanhados por um período médio de 53 meses. Poucos implantes tiveram uma relação C/I < 1 ou > 2 (16,2%). A extensão da mesa oclusal variou de 5,4 a 8,3mm. A dentição antagonista mais frequente era dentes naturais e prótese fixa suportada por dentes naturais ou implantes. Para análise da perda óssea foram realizadas radiografias periapicais utilizando a técnica de paralelismo do cone longo. Nenhuma diferença significativa na perda óssea perimplantar foi relacionada com a relação C/I ou dimensão da mesa oclusal. Nem mesmo a extensão de cantilever ou bruxismo tiveram efeito significante na perda óssea perimplantar. Um implante foi perdido em um paciente com bruxismo severo após 7 anos de função. O aumento da relação C/I e da dimensão da mesa oclusal não parecem ser o principal fator de risco. Portanto, os autores sugerem que implantes curtos são uma solução viável em sítios com redução da altura óssea, mesmo quando os parâmetros protéticos excedem os valores normais, desde que a orientação da força e a distribuição de cargas foram favoráveis e a parafunção controlada.

Blanes et al. (2009) realizou revisão sistemática de literatura com avaliação de estudos longitudinais prospectivos com pelo menos 4 anos de acompanhamento. Avaliou-se complicações técnicas e biológicas na relação coroa/implante nos seguintes parâmetros: perda óssea na região, fratura do implante, sobrevida total do implante e complicações técnicas relatadas sobre prótese e elementos supra estruturais. Houve alta taxa de sobrevida do implante e não se encontrou relato de complicações técnicas, além relação coroa/implante não influenciar a perda óssea exceto por um estudo analisado.

Sergotz (1997), fazendo uso de um modelo tridimensional de elemento finito e uma prótese fixa mandibular total suportada por seis implantes, investigou o efeito de diferentes materiais de revestimento oclusal (resina, compósito de resina e porcelana) e diferentes materiais de estrutura (ligas de ouro, prata-paladium, cobalto-cromo e titânio) e a distribuição do estresse na prótese fixa e no osso. De acordo com seu estudo, o autor demonstrou que o uso de materiais com modulo de elasticidade mais baixos não levou a diferenças substanciais nos padrões de estresse do osso cortical e medular ao redor dos implantes. Ele também apontou que a melhor combinação de materiais para confecção das próteses foi o uso da liga de cobalto-cromo na estrutura, revestida por porcelana.

3.3. COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

Em um estudo retrospectivo, Griffin *et al* (2004) avaliou a taxa de sucesso de implantes curtos tratados com hidroxiapatita instalados em regiões de mandíbula e maxila com área óssea reduzida. Foram instalados 168 implantes com diâmetro de 6,0 mm e comprimento de 8 mm, em 167 pacientes, sendo esses com tipo ósseo 4, pelo menos 8 mm de largura do rebordo alveolar e uma altura mínima de 6 mm no local da instalação. O autor concluiu, após 5 anos de instalação das próteses, com uma taxa de sobrevivência de 100% dos implantes instalados que os implantes largos, mesmo que curtos, são uma opção viável para uma reabilitação menos complexa, menos onerosa e com menor número de procedimentos cirúrgicos para os pacientes. O autor ainda afirma durante seu estudo, em contraste com resultados apresentados em sua bibliografia, que fatores como o tipo ósseo, capacidade de higienização, local de instalação ser no segundo molar, uma alta proporção coroa/implante contribuem com um aumento da taxa de insucesso na terapia com o uso dos implantes curtos.

Brito (2009), no seu estudo fez uso do programa Ansys Revisão 5.7®. No estudo, o software foi programado para desenvolver modelos tridimensionais virtuais do segmento posterior mandibular, onde foram produzidos 3 modelos de 3 pré-molares unidos e individualizados. (figura 4)

Após o desenvolvimento dos modelos, Brito (2009) passou a construção da malha de elementos finitos (figura 4), modelo que irá simular o comportamento estrutural de modelos virtuais. Tais construções obedeceram às propriedades elásticas das diversas estruturas envolvidas de acordo com a Tabela 1.

Já com os modelos virtuais e a malha de elementos finitos completa, a autora optou por aplicar uma carga vertical, considerada nominal, de 100N na face oclusal em todo o conjunto protético, aplicada e distribuída proporcionalmente, simulando uma função mastigatória, com bolo alimentar interposto, para posterior análise de tensões e deformações das estruturas.

Tabela 2: propriedades elásticas das estruturas envolvidas na reabilitação com implantes.

Material	Módulo de Elasticidade (Mpa)	Coeficiente de Poisson
Titânio	100.000,0	0,35
Osso Cortical	13.700,0	0,30
Osso medular	1.3370,0	0,30
Níquel-cromo	204.000,0	0,30
Porcelana	66.900,0	0,29

Fonte: Brito (2009)

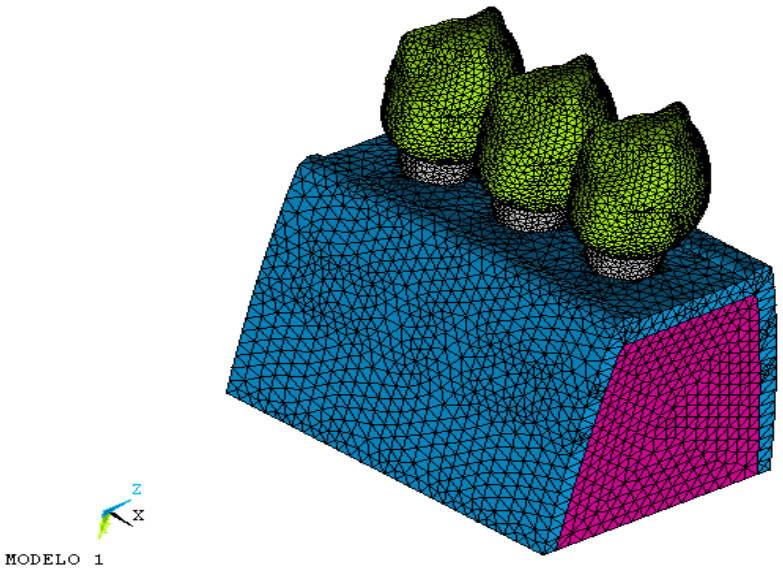


Figura 4 – Malha de elementos finitos do modelo 1 (BRITO, 2009)

Após processadas as análises dos modelos virtuais, a autora concluiu que a prótese, quando esplintada, sofre um deslocamento menor devido a sua maior rigidez estrutural, tenho suas tensões concentradas na barra metálica, enquanto que as próteses individualizadas tem essas tensões concentradas na região entre o implante e a cortical óssea; as próteses individualizadas apresentam tensões 20% maiores que as esplintadas na região de contato implante/cortical; o uso de implantes curtos reduz a necessidade de procedimentos prévios a sua instalação e podem ser utilizados, porém de preferência esplintados, o uso de implantes curtos deverá tornar a terapia reabilitadora com implantes mais simples e mais acessível, visto a necessidade de menos procedimentos, o método de analises de elementos finitos consiste em uma ferramenta efetiva e confiável, podendo ser utilizada para diversos sistemas de implantes, o que deverá ajudar os clínicos na tomada de decisões, visando ao sucesso, a longo prazo, na terapia reabilitadora.

Em um estudo recente, Lemos *et al* (2018) propôs um estudo onde foi avaliado pelo método de analise de elementos finitos as diferenças de distribuição das tensões sobre cargas entre dois tipos de próteses implantosuportadas, sendo essas retidas parafusadas ou cimentadas, esplintadas ou individualizadas, na região de maxila posterior.

No estudo o autor avaliou 3 variáveis no design da prótese, sendo eles: o sistema de retenção (parafusada ou cimentada), o desenho e tipo da coroa (esplintada ou individualizada) e a direção da carga (axial ou obliqua), tendo sido criados 4 modelos virtuais para o estudo. Esses modelos eram compostos de um bloco de osso da área de maxila do 1 pré-molar ao 1 molar, com osso trabecular envolto em 1 mm de osso cortical. O autor fez uso do software FEA (FEMAP11.2, Siemens PLM, Santa Ana, CA, USA) para criar a malha de elementos finitos dos modelos virtuais como demonstrado na figura 5.

Após o processamento dos modelos foi realizada uma análise de tensões utilizando o critério de Von Mises para as forças axiais e para as forças obliquas em ambos os cimentas de retenção e desenho da prótese de forma que o autor criou um mapa da distribuição do stress, como demonstrado na figura 6

Lemos *et al* (2018) também realizou uma análise de Tensão máxima principal do tecido ósseo para os 4 modelos, que foi traduzido no gráfico 1, demonstrando que as tensões na cortical óssea próximo ao implante curto são maiores que nos implantes normais e as forças obliquas causam um aumento nessa tensão em todos os implantes independente do sistema de retenção e desenho da coroa.

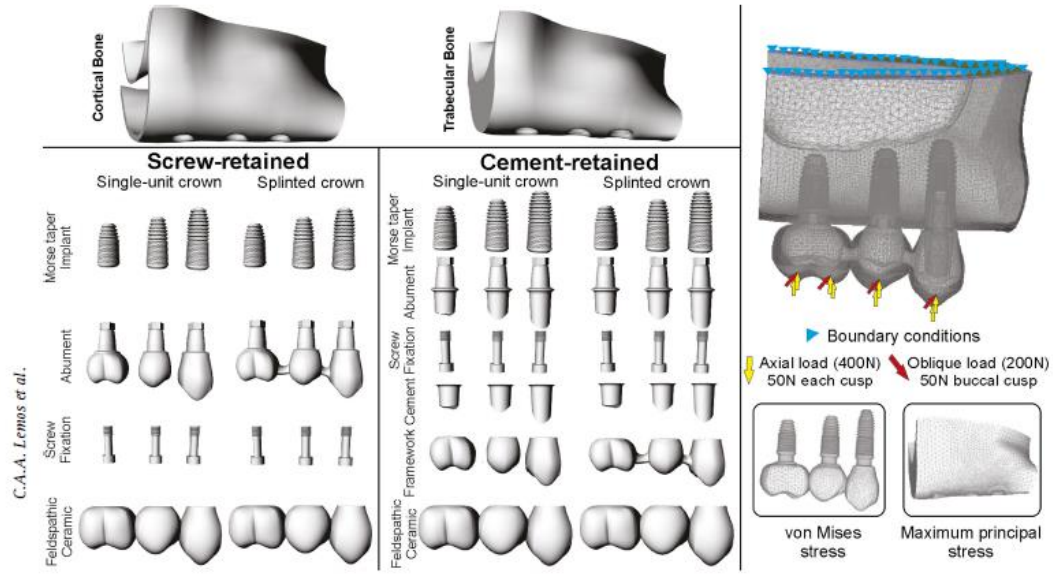


Figura 5: Modelos virtuais e MEF com direcionamento das forças (LEMOS et al, 2018)

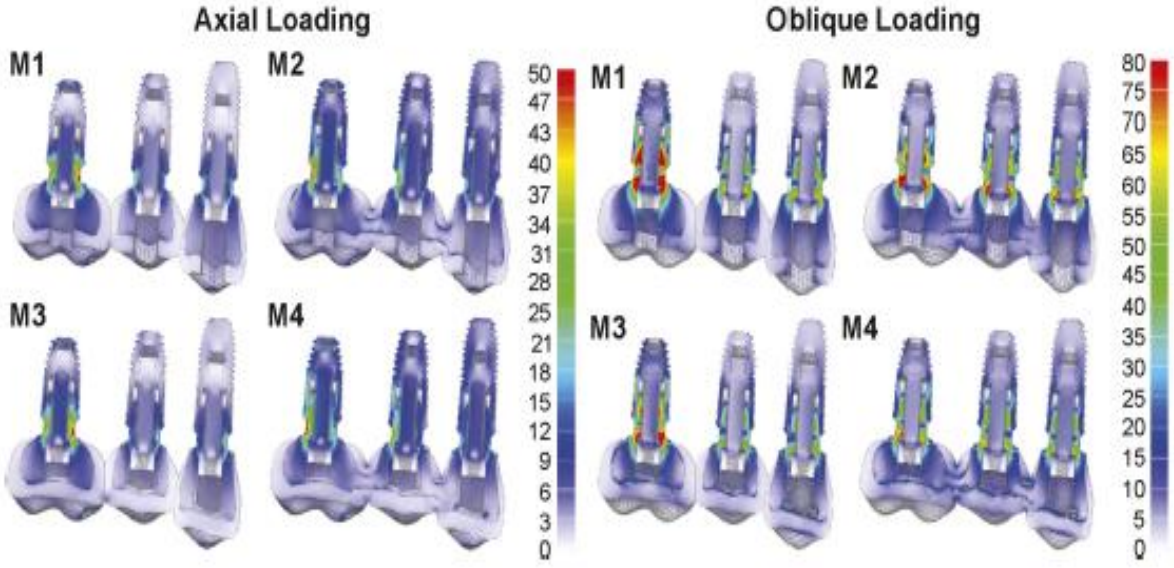
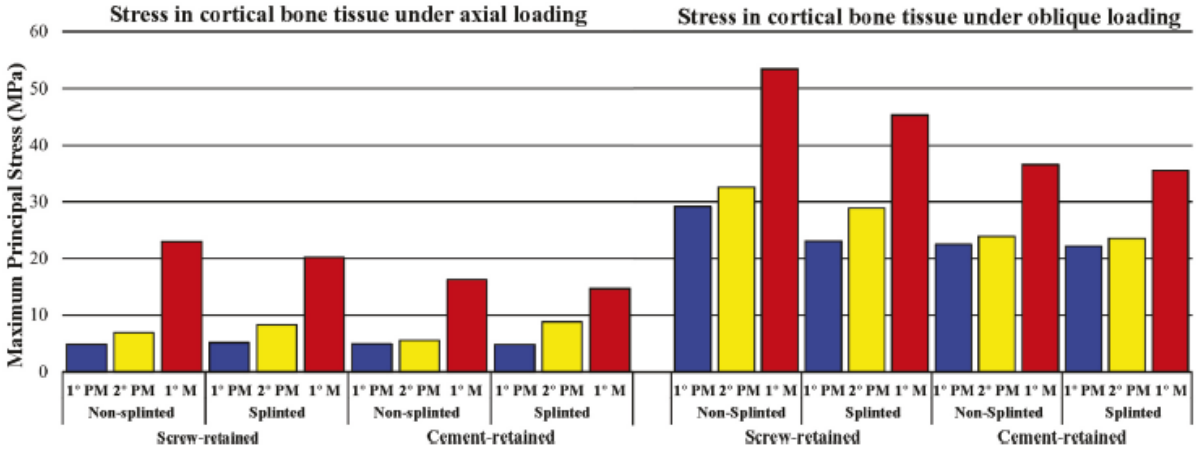


Figura 6**:** mapa de distribuição das tensões pelo critério de Von Mises (LEMOS et al, 2018)

Como resultados, Lemos *et al* (2018) concluiu que existem diferenças entre os sistemas de retenção, sendo que as próteses cimentadas apresentam melhor distribuição dessas tensões, mostrando que os resultados de seu estudo reforçam a noção de que próteses cimentadas em implantes do tipo cone morse são clinicamente indicadas devido ao fato de que elas tem uma maior chance de preservar tecido ósseo quando comparadas a próteses parafusadas. Além disso o autor confirma o que outros estudos apresentam de que a distribuição das tensões na região implante/componente foi diferente de acordo com o tipo de retenção (parafusada ou cimentada) na prótese esplintada. Corroborando com outros estudos o autor demonstra que a esplintagem de coroas sobre implantes curtos com próteses sobre implantes normais favorece a distribuição das tensões, aumenta a longevidade do implante curto sem reduzir a longevidade dos implantes normais. Porém, essa diferença de tensões não foi observada entre as próteses cimentadas, sejam essas unitárias ou esplintadas. Dessa forma, se uma prótese planejada for cimentada, de preferencia que essa seja individualizada afim de facilitar ao paciente a higienização da região interproximal e a adaptação da prótese.

Gráfico 1: Analise de tensão máxima principal do tecido ósseo.



Fonte: Lemos *et al* (2018)

De acordo com a literatura pesquisada onde foram selecionados estudos que pesquisem sobre a biomecânica dos implantes curtos, foi possível construir a seguinte tabela comparativa entre as conclusões dos autores (Tabela 2).

Tabela 3: Conclusões dos autores pesquisados em revisão de literatura sobre biomecânica dos implantes curtos

Autor	Principais conclusões
Brito (2009)	O uso de implantes curtos ainda não é consenso O uso de implantes mais largos é mais aconselhável
Villarinho (2016)	O uso de implantes curtos ainda não é consenso A proporção coroa/implante e perda óssea perimplantar são limitadores para confecção da prótese
Galvão (2011)	Implantes curtos são seguros quando corretamente indicados
Geng *et al* (2001)	Todas as variáveis do problema devem ser fornecidas ao software do mef para confecção do estudo
Pazmino *et al* (2014)	Um aumento na proporção coroa/implante não contribui para uma perda óssea perimplantar
Tawill e Younan (2003)	Para implantes curtos é mais importante qualidade do que quantidade de osso
Rokni *et al* (2005)	O comprimento dos implantes influenciou nos níveis de perda óssea, tendo os implantes longos uma perda maior do que os curtos

Tawill e Younan (2006)	O aumento da relação c/i e diminuição da mesa oclusal não parecem ser o principal fator de risco para perda óssea perimplantar
Albrektsson *et al* (1986)	É indicado o uso de implantes curtos com junções cônicas e platform switching, promovendo uma proteção a crista óssea
Himmlová *et al* (2004)	Um aumento na largura do implante é mais significativo na diminuição da concentração de tensões no pescoço do implante do que um aumento do comprimento desse
Brunski *et al* (2000)	Descreveu parâmetros para a confecção de uma prótese com bom prognóstico
Silva (2008)	Quanto menor volume ósseo, maior a altura da coroa e maior o número de implantes indicados Deve-se controlar a parafunção
Blanes *et al* (2009)	A literatura atual demonstra que a relação coroa/implante não influencia na perda óssea perimplantar.
Sergotz (1997)	O uso de materiais com módulos de elasticidade mais baixo não levou a diferenças substanciais nos padrões de estresse do osso cortical e medular
Lemos *et al* (2018)	A distribuição das tensões na região implante/componente foi diferente de acordo com o tipo de retenção, sendo que a esplintagem das coroas favorece a distribuição das tensões

Griffin *et al* (2004)	Autor afirma num estudo retrospectivo que o uso de implantes curtos é viável.

Fonte: elaborado pelo autor

4. DISCUSSÃO

De acordo com Brito (2009), o estudo da Biomecânica aplicada à Odontologia analisa a distribuição de tensões para o osso quando os dentes estão ocluindo.' Conclui que as observações clinicas tem demonstrado que as estruturas dentais e ósseas não toleram bem forças laterais da mesma forma que as forças axiais. Sabendo que a Biomecânica é onde se estuda as aplicações das leis mecânicas nas estruturas orgânicas vivas, sendo influenciada por determinados fatores, tais como: tipos de carga; propriedades dos materiais dos implantes e das próteses; geometria; comprimento; diâmetro e forma dos implantes; estrutura de superfície dos implantes; natureza da interface osso-implante e quantidade e qualidade do osso ao redor. Assim dentre os mencionados aspectos biomecânicos, podem ser facilmente alterados aqueles que envolvem estruturas dos implantes e próteses (comprimento, diâmetro, a forma); porém é a quantidade e qualidade do osso cortical e esponjoso que necessitam de avaliação clínica e imaginológica, e devem influenciar na seleção dos implantes e design da prótese.

Seguindo-se a premissa da odontologia atual, visando-se ser o minimamente invasivo, percebemos que o uso de implantes curtos possibilita tratamentos reabilitadores de forma menos complexa (GALVÃO, 2011), apesar de o uso dessa opção ainda não ser um consenso entre os profissionais (VILLARINHO, 2016 / BRITO, 2009).

Porém, o sucesso do tratamento está muito atrelado a sua correta indicação (GALVÃO, 2011) sendo muito importante uma avalição da estrutura óssea e um correto planejamento, este podendo ser o divisor entre sucesso e falha da reabilitação utilizando-se implantes curtos, visto que a qualidade do osso, a técnica cirúrgica bem aplicada e correção de parafunção são essenciais para um bom prognóstico do tratamento. (VILLARINHO 2016 / TAWILL E YOUNAN, 2003 / TAWILL E YOUNAN, 2006 / SILVA, 2008)

Após realizadas as análises dos estudos apresentados, observamos que a esplintagem da prótese é aconselhável quando um de seus suportes for um implante curto (BRITO, 2009 / LEMOS et al, 2018), mesmo que essa opção possa dificultar a capacidade do paciente em higienizar a prótese (LEMOS *et al,* 2018) ou não apresente, clinicamente, um efeito na crista óssea circundante (TAWILL e YOUNAN,

2003). Fica a cargo do cirurgião confeccionar uma prótese que proteja o seu suporte, sendo por direcionamento das cargas mastigatórias num sentido axial (LEMOS *et al,* 2018 / TAWILL e YOUNAN, 2003) ou alterar o design da prótese buscando uma distribuição e direcionamento de forças, tendo como parâmetros o tamanho da mesa oclusal ser reduzido, contatos harmônicos, desoclusão nas guias corretas e uma oclusão mutualmente protegida. (BRUNSKI *et al,* 2000)

As características do implante curto também devem ser levadas em consideração, sendo que a geometria do implante e seu tratamento de superfície (VILLARINHO, 2016), o tipo de conexão ser cone morse, seus intermediários serem platform switching, (ALBREKTSSON *et al,* 1986), procurar-se usar implantes com maior diâmetro ao invés de maior comprimento (HIMMLOVÁ *et al*, 2004 / GRIFFIN *et al,* 2004) e utilizar-se de mais de 1 implante (SILVA, 2008) serem características primordiais para o bom prognóstico dos tratamentos.

Já o MEF demonstrou-se uma ferramenta útil, ajudando nas análises e predizendo o comportamento das tensões no desenho planejado da prótese (BRITO, 2009 / LEMOS *et al,* 2018), podendo ajudar o cirurgião na escolha correta das opções de tratamento, visando promover ao paciente um melhor prognóstico, ficando a cabo do operador do software a correta utilização da ferramenta (GENG et al, 2001), tendo os resultados das análises de distribuição das tensões demonstrado que diferentes tipos de retenção respondem de forma diferente as cargas oclusais e que essa distribuição de tensões concentra-se em volta do pescoço do implante (LEMOS *et al,* 2018 / BRITO, 2009) e que o módulo de elasticidade mais baixo não leva a uma diferença nessa distribuição de cargas. (SERGOTZ, 1997)

Fica considerado como limitador para confecção da prótese a proporção coroa/ implante, que, nas próteses sobre implantes curtos tende a ter números menores, o que prejudica a crista óssea suporte e retira uma proteção à reabsorção dessa (PAZMIN *et al*., 2014 / VILLARINHO, 2016) mesmo que estudos recentes tenham demonstrado que valores menores que o ideal para essa proporção seja clinicamente aceitáveis e que a reabsorção óssea em implantes curtos, apesar de percentualmente apresentar valores sinalizadores, é menor que nos implantes considerados longos. (ROKNI *et al.,* 2005 / BLANES *et al.,* 2009)

5. CONCLUSÃO

Embora o uso de implantes curtos nas reabilitações orais não seja consenso entre os profissionais, estudos atuais demonstram que essa é uma opção válida de tratamento se as condições para aplicação do mesmo forem favoráveis (qualidade do osso da região que irá receber o implante, condição oclusal do paciente, ausência de parafunção, desoclusão correta).

Embora os estudos demonstrem resultados interessantes, a proporção coroa/implante ainda é um limitador da confecção da prótese fixa, muitas vezes fazendo com que seja necessário um maior número de implantes para a reabilitação de uma região com menor substrato ósseo. A esplintagem da prótese também demonstra ser uma característica que deve ser levada em consideração durante o planejamento da reabilitação, visto que ela imprimi uma melhor distribuição das tensões sobre os implantes, protegendo os mesmo de uma possível sobrecarga e potencial falha, porém causado no paciente uma maior dificuldade de higienização da prótese, o que poderia causar uma perimplantite caso esse fator não seja controlado.

Por outro lado, temos o MEF, uma ferramenta útil, porém não utilizada pelos clínicos devido a sua complexidade de manuseio e conhecimento de outras áreas. Penso que esta poderia ser utilizada pelas empresas, podendo ajudar na evolução dos tratamentos com implantes curtos visto que a ferramenta pode predizer o comportamento de seus produtos em situações *in vivo,* garantido maior confiabilidade e previsibilidade aos planejamentos realizados.

Acredito que uma versão simplificada da ferramenta também poderia ser utilizada direto pelo profissional junto ao paciente, auxiliando o mesmo no planejamento de seus casos, dando mais segurança ao trabalho e podendo inclusive, ser utilizado como fator de marketing, mostrando ao público geral que próteses removíveis ou diversas cirurgias prévias a instalação dos implantes podem ser uma segunda escolha a um tratamento mais rápido, menos invasivo, menos oneroso e com excelente prognóstico.

REFERÊNCIAS

ALBREKTSSON, T.;ZARB, G; Worthington, P et al. The long-termefficacyofcurrentlyused dental implants. A review and proposed criteria for sucess. **Int J Oral Maxillofac Implants** 1986;1:11-25.

BRUNSKI, J. B.; PULEO, D. A.; NANCI, A. Biomaterials and biomechanics of oral and maxillofacial implants: current status and future developments. **Int J Oral MaxillofacImplants**2000,15:15-46.

DAS NEVES FD, FONES D, BERNARDES SR, DO PRADO CJ, NETO AJ. Short implants - an analysis of longitudinal studies. The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. 2006; 21: 86-93.

FELICE P, PISTILLI R, LIZIO G, PELLEGRINO G, NISII A, MARCHETTI C. Inlay versus onlay iliac bone grafting in atrophic posterior mandible: a prospective controlled clinical trial for the comparison of two techniques. Clinical Implant Dentistry and Related Research. 2009; 11(1): 69-82.

FUGAZZOTTO PA, BEAGLE JR, GANELES J, JAFFIN R, VLASSIS J, KUMAR A. Success and failure rates of 9 mm or shorter implants in the replacement of missing maxillary molars when restored with individual crowns: preliminary results to 84 months in function. A retrospective study. Journal of Periodontology. 2004; 75: 327–332.

GALVAO, Fábio Ferreira de Souza Abbott et al . Previsibilidade de implantes curtos: revisão de literatura. **RSBO (Online)**, Joinville , v. 8, n. 1, jan. 2011 .

GRIBRAM Jr, J. A., Implantes curtos. Monografia de especialização. Ciodonto, 2014.

GENG, J. P. *et al*. Application of finite element analysis in implant dentistry: A review of the literature. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 85, p. 585-598, 2001.

HIMMLOVA.L.; DOSTALOVA, T.; KACOVSKY,A.; et al. Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite element analysis. **J ProsthetDent.** 2004;91:20-5.

PEGORARO L.F., VALLE A.L., ARAÚJO, C.R., BONFANTE, G., CONTI, P.C.R. E BONACHELA, V., Prótese Fixa (Série 7 EAP – APCD). 3 ed. São Paulo: Artes Médicas. 2002.

RABAH N, BISCHOF M, BRIAUX JM, BEYER S, SZMUKLER MONCLER S, BERNARD, JP. A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. Clinical Oral Implants Research. 2004; 15: 150-157.

SILVA, A. L. da. Estudo longitudinal de implantes curtos na mandíbula. Monografia. 2008. Ciodonto-Clivo.

SHILLINGBURG JR., H., HOBO, S. E WHITSETT, L.D., Fundamentos de Prótese Fixa. 1 ed., São Paulo: Quintessence, trad. Maria Terezinha F. de Oliveira, 340 p.,1986.

TAWIL, G.; YOUNAN, R. Clinical evaluation of short, machined-surface implants followed for 12 to 92 months. **Int J Oral MaxillofacImplants**. 2003 Nov-Dec;18(6):894-901.

TEN BRUGGENKATE CM, ASIKAINEN P, FOITZIK C, KREKELER G, SUTTER F. Short (6-mm) nonsubmerged dental implants: Results of a multicenter clinical trial of 1 to 7 years. International Journal of Oral and Maxillofacial Implants. 1998; 13: 791-798.

VANDEWEGHE S, DE FERRERRE R, TSCHAKALOFF A, DE BRUYN H. A Wide-Body Implant as an Alternative for Sinus Lift or Bone Grafting. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2011; 69: 67-74.

VILLARINHO, E. A., Estudo prospectivo clínico-radiográfico de implantes curtos unitários na região posterior. Tese de doutorado, Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2016.

LEMOS ET ALL - **Retention System and Splinting on**

Morse Taper Implants in the Posterior Maxilla by 3D Finite Element Analysis

Brazilian Dental Journal (2018) 29(1): 30-35 ISSN 0103-6440 *http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201801492*

PAZMINO ET AL (2014)J.Periodontol. 2014 Sep;85(9):1214-21. doi: 10.1902/jop.2014.130615. Epub 2014 Jan 20.

Influence of crown/implant ratio on marginal bone loss: a systematic review.

Blanes RJ. To what extent does the crown-implant ratio affect the survival and complications of implant-supported reconstructions? A systematic review. Clinical Oral Implants Research. 2009; 20 (4): 67-72.

Int J Prosthodont. 1997 Jan-Feb;10(1):19-27.

Finite element analysis study of the effect of superstructure material on stress distribution in an implant-supported fixed prosthesis.

Sertgöz A[1].

Rokni S, Todescan R, Watson P, Pharoah M, Adegbembo AO, Deporter, D. An assessment of crown-to-root ratios with short sintered porous-surfaced implants supporting prostheses in partially edentulous patients. The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. 2005; 20: 69-76

The use of short, wide implants in posterior areas with reduced bone height:

A retrospective investigation

Terrence J. Griffin, DMD,a and Wai S. Cheung, DDS, MSb

Tufts University School of Dental Medicine, Boston, Mass

(J Prosthet Dent 2004;92:139-44.)