

UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
ODONTOLOGIA

ESTADO DE TENSÕES E DEFORMAÇÕES ÓSSEAS
PERIIMPLANTARES DE IMPLANTES CONE MORSE DE
DIÂMETRO REDUZIDO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
PROFUNDIDADES E DENSIDADES ÓSSEAS:

estudo de elementos finitos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

FABRICIA TEIXEIRA BARBOSA

SÃO PAULO

2022

UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
ODONTOLOGIA

ESTADO DE TENSÕES E DEFORMAÇÕES ÓSSEAS
PERIIMPLANTARES DE IMPLANTES CONE MORSE DE
DIÂMETRO REDUZIDO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
PROFUNDIDADES E DENSIDADES ÓSSEAS:

estudo de elementos finitos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Mestre em Odontologia, sob orientação do Prof. Dr. Márcio Zaffalon Casati.

FABRICIA TEIXEIRA BARBOSA

SÃO PAULO

2022

Barbosa, Fabricia Teixeira.

Estado de tensões e deformações ósseas periimplantares de implantes cone morse de diâmetro reduzido em função de diferentes profundidades e densidades ósseas: estudo de elementos finitos / Fabricia Teixeira Barbosa. - 2022.

10 f. : il. color. + CD-ROM.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, São Paulo, 2022.

Área de concentração: Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Zaffalon Casati.

1. Análise de elementos finitos. 2. Densidade óssea. 3. Implantes dentários. 4. Resistência à tração. I. Casati, Márcio Zaffalon (orientador). II. Título.

FABRICIA TEIXEIRA BARBOSA

**ESTADO DE TENSÕES E DEFORMAÇÕES ÓSSEAS
PERIIMPLANTARES DE IMPLANTES CONE MORSE DE
DIÂMETRO REDUZIDO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
PROFUNDIDADES E DENSIDADES ÓSSEAS:**

estudo de elementos finitos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Aprovado em: ___/_____/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mario Zaffalon Casati
Universidade Paulista – UNIP

Prof.^a Dr.^a Susana Perez Pimentel
Universidade Paulista – UNIP

Prof. Dr. Ricardo Armini Caldas
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

RESUMO

A dissipação das tensões aplicadas nos implantes dentários ocorre principalmente na interface osso/implante, estando diretamente relacionada com a densidade óssea da região e profundidade de instalação. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar, por meio do Método de Elementos Finitos, o comportamento biomecânico de implantes cone morse de diâmetro reduzido (3,5 mm), instalados em diferentes densidades ósseas e diferentes profundidades. Foram criados 16 modelos tridimensionais de elementos finitos tetraédricos (Solidworks® 2020) compostos por osso cortical, osso medular, implante cone morse, intermediário protético e coroa protética unitária de incisivo central superior. Uma força oblíqua (30° em sentido vestibular) de 150 N foi aplicada para avaliar a dissipação de tensões periimplantares em quatro densidades ósseas (D1, D2, D3 e D4) e quatro profundidades (0, 1, 2 e 3 mm) (Ansys Workbench® 19.0). As interfaces foram consideradas completamente aderidas, exceto entre o implante e o osso (coeficiente de atrito = 0,3). Todos os materiais foram considerados lineares, elásticos e isotrópicos. Após uma análise não-linear, foram registradas as tensões máxima e mínima principal, deformação máxima principal e razão de Mohr-Coulomb. Os resultados revelaram um padrão de distribuição das forças aplicadas, com evidência para a importância do osso cortical na distribuição das tensões, visto que concentrações menores foram encontradas em posicionamentos mais superficiais. Concluiu-se que áreas com osso de menor densidade devem ter atenção especial quanto ao posicionamento do implante em nível de crista, com vistas ao efeito protetor da cortical óssea.

Palavras-chave: Análise de elementos finitos; Densidade óssea; Implantes dentários; Resistência à tração.

ABSTRACT

For the correct planning of osseointegrated implants, it is crucial to understand the behavior of the bone around implants. The mechanical stress distribution occurs mainly at the bone/implant interface, and is directly related to the bone density in this region. Thus, the percentage of bone/implant contact is significantly higher in the cortical bone than in the medullary bone. A higher bone density not only favors primary stability, but also allows a better dissipation of tensions in the region. The use of implants with Morse taper connections allows bone formation on the implant platform, which favors its mechanical behavior under masticatory forces. However, although the installation protocol of these implants is infracrestal, there are often limiting anatomical structures, and there is no consensus in the literature about the ideal depth. Thus, the aim of this study was to study, using the Finite Element Method, the biomechanical behavior of small-diameter (3.5 mm) morse taper implants installed in different bone densities (D1, D2, D3 and D4) and different depths (0, 1, 2 and 3 mm) after applying an oblique force (30°) of 150 N. Maximum and Minimum Principal Stress, Maximum Principal Strain and Mohr-Coulomb Analysis were recorded. The results revealed a distribution pattern of the applied forces, with evidence for the importance of cortical bone in stress distribution. It was concluded that areas with lower bone density should have special attention regarding implant positioning, with a view to the protective effect of the cortical bone.

Key-words: Bone density; Dental implants; Finite element analysis; Tensile strength.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 CONCLUSÕES GERAIS.....	8
REFERÊNCIAS	9

1 INTRODUÇÃO

As características do osso disponíveis num local edêntulo são fatores determinantes no planejamento do tratamento, escolha do implante a ser utilizado, tipo de abordagem cirúrgica, predição de estabilidade primária alcançada, tempo de cicatrização esperado e carga óssea progressiva inicial durante a reconstrução protética¹. Para que a osseointegração dos implantes ocorra, não só é necessária a avaliação da quantidade óssea (altura, largura, forma), mas também da densidade óssea. A classificação clássica proposta por Lekholm e Zarb, em 1985, desde então tem sido aceita por clínicos e investigadores como padrão². Nessa classificação, o osso é categorizado em quatro grupos com base na densidade óssea. O osso tipo I (D1) apresenta-se totalmente corticalizado, similar ao observado em região anterior da mandíbula, o osso tipo II (D2) apresenta osso cortical com núcleo medular como na região posterior da mandíbula. Para o osso tipo III (D3) há uma diminuição da espessura do osso cortical que envolve o medular, como encontrado na região anterior da maxila, e o osso tipo IV (D4) comumente observado em região posterior da maxila, apresenta um osso medular de baixa densidade.

Para um correto planejamento dos implantes osseointegráveis, é crucial compreender o comportamento do osso ao redor dos implantes. A distribuição mecânica das tensões ocorre principalmente na interface osso/implante, em relação direta com a densidade óssea nessa região. Sendo assim, o percentual de contato ósseo com o implante é significativamente maior no osso cortical do que no medular. A densidade óssea não só favorece a estabilidade primária, mas também permite uma melhor dissipação de tensões nessa área de contato osso-implante (BIC, do inglês *Bone-to-implant contact*) quando este estiver em função. Além disso, a mecânica e o carregamento podem alterar o BIC, de forma que uma sobrecarga poderá levar a reabsorções locais, periimplantite e eventual perda do implante³. O aumento das taxas de falha clínica em osso de baixa densidade, quando comparado a osso de maior densidade, tem sido bastante documentado. Para diminuir as tensões produzidas, o clínico pode optar por aumentar o número de implantes a serem instalados na região ou utilizar uma geometria de implante com maior área de superfície⁴. Outros possíveis fatores relacionados a falhas são: osseointegração incompleta, problemas biomecânicos como a má distribuição tridimensional dos implantes na região^{5,6}, presença de cantileveres⁷, sobrecarga oclusal, hábitos parafuncionais e complicações

de tecidos moles periimplantares^{3,8,9}. Nesse contexto, a seleção do tipo da plataforma protética do implante pode interferir e, até, amenizar tais condições.

O uso de implantes com conexões morse possibilita formação óssea sobre a plataforma do implante, que melhora o seu comportamento mecânico sob forças mastigatórias^{10,11,12}. Clinicamente, essa neoformação permite maior previsibilidade em relação à estética, pois promove um selamento biológico mais eficiente, especialmente em pacientes com biotipo gengival delgado, o que influencia diretamente na formação e manutenção do espaço biológico. Este fato interfere diretamente na manutenção da crista óssea marginal em longo prazo^{13,14}. Desta forma, em regiões onde a estética é prioritária, a possibilidade de instalação dos implantes subcrestalmente favorece a estabilidade biológica dos tecidos periimplantares, o que resulta em maior previsibilidade e estabilidade dos resultados obtidos.

Dependendo do tipo de osso existente na região a ser reabilitada, (espessura cortical e densidade medular), a transmissão de força do implante para o osso pode acontecer de forma não satisfatória, que contribui para o insucesso do tratamento. Apesar do protocolo de instalação dos implantes de conexão morse ser subcrestal, muitas vezes, estruturas anatômicas limitam a profundidade em que o mesmo pode ser instalado e, além disso, não existe consenso de qual seria a profundidade ideal desta plataforma. Neste sentido, esse estudo avaliou o comportamento mecânico de implantes instalados em diferentes profundidades, para analisar a sua possível influência no sucesso em longo prazo.

OBJETIVO

Essa pesquisa teve como objetivo avaliar a biomecânica em implantes cone morse de diâmetro reduzido, quando instalados em diferentes densidades e profundidades ósseas, na situação de um posicionamento da plataforma protética de 1,5 mm acima da crista óssea.

2 CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados desse estudo sugeriram melhor comportamento dos implantes quando instalados em cortical óssea, para que essa realize um efeito protetor após aplicação de cargas oblíquas.

Conforme a espessura da cortical e a densidade óssea do osso medular diminuiu, independente do nível de inserção, houve alteração do comportamento entre os grupos simulados, mostrando maiores concentrações de tensão máxima e mínima, porém, quando os implantes foram instalados dentro do osso cortical (nível de crista e 1 mm subcrestal), mesmo com espessura e densidades menores, o comportamento se mostrou mais eficiente. Sendo assim, pode-se concluir a partir desse estudo, que em áreas de osso tipo IV, instalações ao nível de crista apresentaram melhor comportamento.

Dentro das limitações desse estudo, conclui-se que os implantes testados podem ser utilizados, desde que sejam conduzidas criteriosa avaliação clínica e análise de oclusão, evitando-se ao máximo cargas oblíquas aplicadas sobre os implantes.

Mais estudos são necessários para o constante desenvolvimento e aperfeiçoamento dos materiais utilizados na fabricação de implantes dentários, bem como do seu comportamento clínico a longo prazo, principalmente em áreas de osso D4.

REFERÊNCIAS

1. Cochran DL. The scientific basis for and clinical experiences with Straumann implants including the ITI Dental Implant System: a consensus report. *Clin Oral Implants Res.* 2000;11 Suppl 1:33-58.
2. Lekholm U, Zarb GA. Tissue-integrated prostheses. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. *Tissue integrated prostheses. Osseointegration in clinical dentistry.* 1985: 199-209.
3. Marcián P, Wolff J, Horáčková L, Kaiser J, Zikmund T, Borák L. Micro finite element analysis of dental implants under different loading conditions. *Comput bio med.* 2018 May 1;96:157-65.
4. Sevimay M, Turhan F, Kiliçarslan MA, Eskitascioglu G. Three-dimensional finite element analysis of the effect of different bone quality on stress distribution in an implant-supported crown. *J Prosthet Dent.* 2005 Mar 1;93(3):227-34.
5. Tribst JP, Rodrigues VA, Dal Piva AO, Borges AL, Nishioka RS. The importance of correct implants positioning and masticatory load direction on a fixed prosthesis. *J Clin Exp Dent.* 2018 Jan 1;10(1):e81-7.
6. Rito-Macedo F, Barroso-Oliveira M, Paranhos LR, Rodrigues-Brum J, Pereira-Lima IF, Gomes-França FM, et al. Implant insertion angle and depth: Peri-implant bone stress analysis by the finite element method. *J Clin Exp Dent.* 2021 Dec 1;13(12):e1167-173.
7. Valera-Jiménez JF, Burgueño-Barris G, Gómez-González S, López-López J, Valmaseda-Castellón E, Fernández-Aguado E. Finite element analysis of narrow dental implants. *Dent Mater.* 2020 Jul;36(7):927-35.
8. Azcarate-Velázquez F, Castillo-Oyagüe R, Oliveros-López LG, Torres-Lagares D, Martínez-González ÁJ, Pérez-Velasco A, et al. Influence of bone quality on the mechanical interaction between implant and bone: A finite element analysis. *J Dent.* 2019 Sep;88:103161.
9. Khorshid HE, Hamed HA, Aziz EA. Complications, risk factors, and failures of immediate functional loading of implants placed in the completely edentulous maxillae: a report of 3 consecutive cases. *Implant Dent.* 2014 Apr;23(2):125-31.
10. García-Braz SH, Prados-Privado M, Zanatta LCS, Calvo-Guirado JL, Prados-Frutos JC, Gehrke SA. A Finite Element Analysis to Compare Stress Distribution on Extra-Short Implants with Two Different Internal Connections. *J Clin Med.* 2019 Jul 25;8(8):1103.
11. Santiago Junior JF, Verri FR, Almeida DA, de Souza Batista VE, Lemos CA, Pellizzer EP. Finite element analysis on influence of implant surface treatments, connection and bone types. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2016 Jun;63:292-300.

12. Barbosa FT, Zanatta LCS, de Souza Rendohl E, Gehrke SA. Comparative analysis of stress distribution in one-piece and two-piece implants with narrow and extra-narrow diameters: A finite element study. PLoS One. 2021 Feb 4;16(2):e0245800.
13. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. Clin Oral Implants Res. 1991 Apr-Jun;2(2):81-90.
14. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. J Clin Periodontol. 1996 Oct;23(10):971-3.