

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 19/01/2019.

**Ronaldo Silva Cruz**

**Avaliação biomecânica de próteses unitárias sobre implantes de hexágono interno em maxila anterior com diferentes tipos de ancoragem óssea e comprimentos de implantes. Estudo pelo método dos elementos finitos 3-D.**

Araçatuba – SP

2017

**Ronaldo Silva Cruz**

**Avaliação biomecânica de próteses unitárias sobre implantes de hexágono interno em maxila anterior com diferentes tipos de ancoragem óssea e comprimentos de implantes. Estudo pelo método dos elementos finitos 3-D.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia do Câmpus de Araçatuba – UNESP, para a obtenção do título de Mestre em Ciência Odontológica – Área de Concentração em Biomateriais.

Orientador: Prof. Ass. Dr. Fellippo Ramos Verri

Araçatuba – SP

2017

Catálogo-na-Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

Cruz, Ronaldo Silva.

C957a      Avaliação biomecânica de próteses unitárias sobre implantes de hexágono interno em maxila anterior com diferentes tipos de ancoragem óssea e comprimentos de implantes : estudo pelo método dos elementos finitos 3-D / Ronaldo Silva Cruz. - Araçatuba, 2017

66 f. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba

Orientador: Prof. Fellippo Ramos Verri

1. Prótese dentária 2. Implantes dentários 3. Análise de elementos finito I. Título

Black D2

CDD 617.6

## Dados curriculares

### Ronaldo Silva Cruz

- Nascimento** 07/01/1988 – São Paulo / São Paulo
- Filiação** Raimunda Alves da Silva  
Veraldino do Rosário Marques Cruz
- 2010/2014** Graduação em Odontologia  
Faculdade de Odontologia de Araçatuba – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP
- 2015/2016** Obtenção dos créditos referentes ao Curso de Pós-Graduação em Ciência Odontológica, Área de concentração Biomaterias, nível Mestrado, Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

# *Dedicatória*



## DEDICATÓRIA

---

Primeiramente gostaria de externar os meus sinceros agradecimentos às pessoas que mais me apoiaram na vida.

*Á DEUS,*

Por tudo que aconteceu e acontece na minha vida e por ele ter dado uma linda família e por todos os amigos que colocastes no meu caminho.

Agradeço por cada dia vivido com suas bênçãos que me fez chegar hoje, na realização de um grande sonho e principalmente por não ter me deixado desanimar nas horas mais difíceis.

*"Sonda-me, Senhor e me conheces*

*Quebranta o meu coração*

*Transforma-me conforme a Tua palavra*

*E enche-me até que em mim*

*Se ache só a Ti, Então*

*Usa-me, Senhor*

*Como um fardo que brilha à noite*

*Como ponte sobre as águas*

*Como abrigo no deserto.*

*Como flecha que acerta o alvo..."*

*(Aline Barros, Edson Feitosa e Ana Feitosa)*

## DEDICATÓRIA

---

### *AOS MEUS QUERIDOS PAIS,*

*Veraldino e Raimunda.*

*Obrigado por proporcionar a realização desse sonho. Apesar das dificuldades que encontramos nessa caminhada chegamos ao fim de mais uma etapa, e sem a força de vocês, não conseguiria realizar esse sonho.*

*A vocês só tenho que agradecer por estarem sempre ao meu lado, me dando forças em todas as vezes que fraquejei e por ter demonstrado que tudo pode ser alcançado quando temos amor, fé e principalmente dedicação.*

*Sem dúvidas nenhuma, vocês são meus melhores amigos, meu amor por vocês é eterno.*

*AMO VOCÊS!!!*



## DEDICATÓRIA

---

### *AOS MEUS IRMÃOS,*

**Marinilton, Marinoel, Edilane, Noelda e Noelia.**

Muito obrigada pelo incentivo, confiança e o principal o apoio, que foi fundamental para que eu tornasse esse sonho realidade.

Obrigado por serem um espelho para minha formação, como pessoa e como profissional, tento refletir todos os dias os seus valores. Tenho muito orgulho de vocês e agradeço a Deus que me deu de presente essa família maravilhosa.

*"Mas eu só quero sembrar*

*Que de 10 vidas, 11 eu te daria*

*E foi vendo você*

*Que eu aprendi a lutar*

*Mas eu só quero sembrar*

*Antes que meu tempo acabe*

*Pra você não se esquecer*

*Que se Deus me desse uma chance de viver outra vez*

*Eu só queria se tivesse você"*

*(Lucas Lucco)*

***ESSES VERSOS RESUMEM O MEU AMOR POR VOCÊS!!!***

## DEDICATÓRIA

---

*AOS MEUS QUERIDOS SOBRINHOS,*

*Amanda Laure, Júlia Horrana, João Gabriel, Raissa, Gabriel e Sofia.*

*Pelo carinho, pelo amor e por fazer o tio mais feliz do mundo por tê-los na minha vida.*

*Principalmente por ter comigo que tudo que estou fazendo agora vai mudar a vida de vocês de alguma forma.*

*A VIDA FICOU MAIS FELIZ COM VOCÊS!!!*

## DEDICATÓRIA

---

### *A MINHA AMADA ESPOSA,*

*Tamires Cruz.*

*Por esta junto comigo desde o começo dessa caminhada e ter me ajudado quando mais precisei.*

*Nada teria sentido, se não tivesse você em minha vida, me apoiando e não deixando eu desistir no momento em que fraquejei*

### *TE AMO!!!*

*"Ficava eu acordado mais cedo e fiquei te esperando dormir,  
Imaginei algum suposto medo para que tão logo pudesse te cobrir,*

*Tenho cuidado de você todo esse tempo,*

*Você está sob meu abraço, minha proteção,*

*Tenho visto você errar e crescer, amar e voar,*

*Você sabe onde pousar.*

*Ào acordar já terei partido,*

*Ficarei de longe escondido,*

*Mas sempre perto,*

*De certo, como se eu fosse humano, vivo,*

*Vivendo para te cuidar, te proteger,*

*Sem você me ver,*

*Sem saber quem sou,*

*Se sou anjo ou se sou seu amor"*

*(Saulo Fernandes)*

## DEDICATÓRIA

---

*A FAMÍLIA DA MINHA ESPOSA,*

*Dorivaldo, Maria Angélica e Bruna Muricy.*

*Obrigada por sempre me incentivarem, pelo carinho, amor e principalmente por ter me acolhido como membro da família.*

*Amo vocês!!*

*À vocês.*

*DEDICO ESTA DISSERTAÇÃO.*

*Agradecimentos  
Especiais*



## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

---

### ***ORIENTADOR,***

Ao meu orientador, Professor Assistente Doutor **Fellippo Ramos Verri**, que propôs a me orientar no desenvolvimento de minha dissertação e na realização desse sonho. Sou muito grato pelos ensinamentos, carinho, compreensão, paciência, companheirismo e principalmente pela dedicação e competência por tudo que o senhor faz.

Com certeza hoje posso dizer que com a convivência com o senhor sou outro homem. Muito obrigado por acreditar em mim e pela oportunidade dada no decorrer desses 5 anos de convivência. O senhor é pra mim profissionalmente e como pessoa um exemplo a seguir pra vida toda, principalmente pela sua ética, competência, caráter e dedicação.

### ***AOS COMPONENTES DA BANCA,***

Aos professores, **Eduardo Piza Pellizzer, Aimée Guiotti, Joel Ferreira Santiago Júnior e Daniel Augusto de Faria Almeida**, agradeço pela privilégio de ter vocês como banca examinadora na minha dissertação, principalmente por serem profissionais admiráveis e cometentes. Obrigado por disponibilizar um pouco do tempo de vocês pra está na finalização de uma etapa importante na minha vida.

Muito obrigado de coração.

### ***AOS AMIGOS,***

Ao meu grupo de trabalho, **Cleidiel Aparecido Araujo Lemos, Victor Eduardo de Souza Batista, Hiskell Francine Fernandes e Oliveira, Caroline Cantieri de Melo e Jessica Marcela de Luna Gomes**, não tenho palavras pra agradecer a vocês pelo aprendizagem diária e companheirismo, sem dúvida nenhuma sem vocês ao meu lado seria mais difícil a realização desse sonho, obrigado pela amizade, pelo carinho. Agradeço a Deus por tê-los na minha caminha e na minha vida, que seja pra sempre a nossa amizade.

Muito obrigado a todos!

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

---

Aos meus amigos, **Christine Men Martins, Daniele Sorgatto Faé, Ana Caroline Gonçalves Verri, Luiz Felipe Pupim, Thainan Vêscio, Renan Dal Fabbro, Bruno Guandalini Cunha e Alan Vinicius Lasko**, pela convivência e pelas alegrias que passamos juntos. Muito obrigado pelo companheirismo e amizade.

Obrigado por serem meus amigos.

E aos demais amigos de pós-graduação, meus sinceros agradecimentos por todos os momentos compartilhados ao longo dessa trajetória.

### ***AOS DOCENTES,***

Aos professores, **Humberto Gennari Filho, Paulo Renato Junqueira Zuim, Marcelo Coelho Goiato, Karina Helga, Stefan Dekon, Débora Barbosa, Adriana Zavanelli, José Vítor Mazaro, Renato Fajardo, Daniela Micheline dos Santos e Aldiérís Alves Pesqueira**, que diretamente ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento da minha formação, agradeço pelo carinho, atenção, amizade e convívio por esses anos todos.

### ***AOS TÉCNICOS DE LABORATÓRIO E À SECRETARIA,***

**Jander de Carvalho Inácio, Eduardo Rodrigues Cobo, Carlos Alberto Gonçalves**, Agradeço à secretária **Magda Requena Caciatore** pela amizade, carinho e disposição a ajudar.

# *Agradecimientos*





## **AGRADECIMENTOS**

---

À *Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP*, na pessoa de seu Diretor, **Prof<sup>ª</sup> Tit. Wilson Roberto Poi** e de seu vice-diretor, **Prof. Tit. João Eduardo Gomes Gilho** pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado em Odontologia.

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)* pelo apoio financeiro nesses dois anos.

À coordenação do Programa de *Pós-Graduação em Ciência Odontológica da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP*, na pessoa do **Prof. Adj. Luciano Tavares Angelo Cintra**, e a todos os membros do conselho pela brilhante condução sempre buscando o melhor ao nosso programa e assim permitir a realização de trabalhos importantes. Agradecer pela oportunidade de fazer parte do conselho de pós-graduação, o qual tem contribuído para o meu crescimento profissional, e espero que possamos sempre contribuir para o engrandecimento do nosso programa.

À **Valéria, Cristiane e Lilian** da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba-UNESP

*Agradeço a todos os meus amigos que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão dessa etapa em busca de um sonho. O sentimento de amizade é algo que perdura por toda a vida.*

*Aos funcionários da Biblioteca: da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pela colaboração e presteza em todos os momentos.*

*Àqueles que contribuíram ou participaram direta ou indiretamente da elaboração deste trabalho.*

# *Epigrafe*



*“A maior prisão que podemos ter na vida é aquela quando a gente descobre que estamos sendo não aquilo que somos, mas o que o outro gostaria que fôssemos.*

*Geralmente quando a gente começa a viver muito em torno do que o outro gostaria que a gente fosse, é que a gente está muito mais preocupada com o que o outro acha sobre nós, do que necessariamente nós sabemos sobre nós mesmos.”*

*Padre Fábio de Melo*

## RESUMO

---

CRUZ, R. S. **Avaliação biomecânica de próteses unitárias sobre implantes de hexágono interno em maxila anterior com diferentes tipos de ancoragem óssea e comprimentos de implantes. Estudo pelo método dos elementos finitos 3-D.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência Odontológica, área de concentração Biomateriais) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba 2017.

**Proposição:** A proposta dessa pesquisa foi avaliar a distribuição de tensões em próteses unitárias implantossuportadas de hexágono interno (HI) na região maxilar anterior, variando a técnica de ancoragem óssea (Convencional (C), Bicorticalização (B) e Bicorticalização com elevação do assoalho nasal (BEAN) e as direções de carregamento (0°, 30° e 60°) por análise tridimensional (3D) de elementos finitos.

**Material e métodos:** Três modelos tridimensionais foram simulados com ajuda dos programas Invesalious, Rhinoceros 3D 4.0 e SolidWorks 2011. Cada modelo possuía um bloco ósseo da região anterior do maxilar (osso tipo III) com 10mm de altura padrão com um implante (4x8,5 mm (C), 4x10mm (B) e 4x11,5mm (BEAN), suportando uma coroa cimentada metal free. Os modelos foram processados pelos programas FEMAP v.11.0 e NEiNastran 11, utilizando uma força de 178 N em diferentes inclinações (0°, 30°, 60°). Os resultados foram plotados em mapas de tensão de von Mises (TvM), tensão máxima principal (TMxP), Microstrain ( $\mu\epsilon$ ) e Tendência de deslocamento (TD).

**Resultados:** Análise de TvM mostrou aumento da concentração de tensão com o aumento da inclinação da força para os implantes, parafusos de fixação e abutments, com padrão similar de distribuição para os modelos testados. Sob análise de TMxP e  $\mu\epsilon$ , o tecido ósseo apresentou maiores concentrações de tensões de tração sob cargas oblíquas (30° e 60°) ao redor do pescoço do implante na técnica convencional. Análise de deslocamento mostrou aumento da tendência de inclinação de forma similar para todos os modelos com o aumento da inclinação da força.

## RESUMO

---

**Conclusão:** As técnicas bicorticais utilizando implantes mais longos mostraram menor concentração de tensões no tecido ósseo e aumento na inclinação de força mostrou padrão mais intenso de distribuição de tensões para todas as situações testadas.

**Palavras chaves:** Prótese dentária; Implante dentário; Análise de elementos finitos.

## ABSTRACT

---

CRUZ, R. S. **Biomechanical evaluation of unitary prostheses on implants of internal hexagon in anterior maxilla with different types of bone anchorage and implant lengths. Study by the finite element method 3-D.** 2017. Dissertation (Masters in Dental Science, Biomaterials concentration area) - Faculty of Dentistry of Araçatuba, Paulista State University, Araçatuba 2017.

**Proposition:** The purpose of this research was to evaluate the stress distribution of single crowns supported by internal hexagon (HI) implants in the anterior region of the maxilla, varying the bone anchoring technique (conventional (C), bicorticalization (B) and bicorticalization with nasal floor elevation (BNFE) at loading directions ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$  and  $60^\circ$ ) by three-dimensional (3D) finite element analysis.

**Material and methods:** Three 3D models were designed with aid of Invesalio, Rhinoceros 3D 4.0 and SolidWorks 2011 software. Each model contained a bone block of the premaxillary area (type III bone) with 10mm of standard height with one implant ( $4 \times 8$ , 5mm (C),  $4 \times 10$ mm (B) and  $4 \times 11.5$ mm (BNFE)), supporting a cemented metal free crown. The models were processed by the FEMAP v.11.0 and NEiNastran 11 using load of 178 N at different inclinations ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ). Von Mises (TvM), maximum principal stress (TMxP), microstrain ( $\mu\epsilon$ ) and displacement maps (D) were plotted to results analysis.

**Results:** Analysis of TvM showed increased of stress concentration with increasing load inclination for implants, fixation screws and abutments, with similar pattern of distribution for the tested models. Under TMxP and  $\mu\epsilon$  analysis, bone tissue showed higher traction stress concentrations under oblique loads ( $30^\circ$  and  $60^\circ$ ) around the implant neck for the conventional technique. Displacement analysis showed increase of inclination tendency similar for all models as the load increased inclination.

## ABSTRACT

---

**Conclusion:** Bicortical techniques using longer implants showed lower stress distribution to the bone tissue and increase of force inclination showed more concentrated pattern of stress distribution for all tested situations.

**Keywords:** Dental prosthesis; Dental implants; Finite element analysis.

*Lista  
de  
Figuras*





*LISTA DE FIGURAS*

- Figura 1 -** Malha de Elementos Finitos (Osso Cortical, Osso trabecular, Implantes, UCLA, Parafuso de Fixação, Cimento resinoso e Coroa. 1) Técnica Convencional, 2) Técnica de Bicorticalização e 3) Técnica de Bicorticalização associada à técnica de levantamento de assoalho nasal. 37
- Figura 2 -** Mapas de Tensão Máxima Principal para o carregamento 0°, 39  
vista oclusal (osso cortical) e vista lateral (osso trabecular).
- Figura 3 -** Mapas de Tensão Máxima Principal para o carregamento 30°, 40  
vista oclusal (osso cortical) e vista lateral (osso trabecular).
- Figura 4 -** Mapas de Tensão Máxima Principal para o carregamento 60°, 41  
vista oclusal (osso cortical) e vista lateral (osso trabecular).
- Figura 5 -** Mapas de tensão von Mises para o carregamento 0° 42  
(implantes/componentes/coróa).
- Figura 6 -** Mapas de tensão von Mises para o carregamento 30° 43  
(implantes/componentes/coróa).
- Figura 7 -** Mapas de tensão von Mises para o carregamento 60° 43  
(implantes/componentes/coróa).
- Figura 8 -** Mapas de Microstrain para o carregamento 0°, 30° e 60° do 44  
osso cortical e trabecular.
- Figura 9 -** Mapas de deslocamento das estruturas, carregamento de 0°, 46  
30° e 60°.

*Lista  
de  
Tabelas*



## LISTA DE TABELAS

---

### *LISTA DE TABELAS*

<b>Tabela 1-</b>	Descrição dos modelos utilizados no estudo	34
<b>Tabela 2 -</b>	Propriedades mecânicas dos materiais	36

*Lista  
de  
Abreviaturas  
e  
Siglas*



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

---

### *LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS*

MEF	-	Método dos Elementos Finitos
Mpa	-	Mega Pascal
3D	-	Tridimensional
mm	-	Milímetros
TD	-	Tendência de deslocamento
PM	-	Pré-molar
N	-	Nilton
TvM	-	Análise de variância
TMxP	-	Tensão máxima principal
HI	-	Hexágono interno
$\mu\epsilon$	-	Microstrain
C	-	Convencional
B	-	Bicorticalização
BEAN	-	Bicorticalização com elevação do assoalho nasal

# *Sumário*



*SUMÁRIO*

**Avaliação biomecânica de próteses unitárias sobre implantes de hexágono interno em maxila anterior com diferentes tipos de ancoragem óssea e comprimentos de implantes. Estudo pelo método dos elementos finitos 3-D. 2017.**

1 – RESUMO.....	31
2 – INTRODUÇÃO.....	32
3 – MATERIAL E MÉTODO.....	34
3.1 – DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	34
3.2 – MODELAGEM TRIDIMENSIONAL.....	34
4 – RESULTADOS.....	38
4.1 – TENSÃO MÁXIMA PRINCIPAL.....	39
4.2 – TENSÃO DE VON MISES.....	41
4.3 – MAPAS DE MICROSTRAIN.....	44
4.4 – MAPAS DE DESLOCAMENTOS.....	45
5 – DISCUSSÃO.....	47
6 – CONCLUSÃO.....	49
7 – REFERÊNCIAS.....	50

ANEXO A – Normas do periódico selecionado para envio

**Avaliação biomecânica de próteses unitárias sobre implantes de hexágono interno em maxila anterior com diferentes tipos de ancoragem óssea e comprimentos de implantes. Estudo pelo método dos elementos finitos 3-D. 2017.**

**Proposição:** A proposta dessa pesquisa foi avaliar a distribuição de tensões em próteses unitárias implantossuportadas de hexágono interno (HI) na região maxilar anterior, variando a técnica de ancoragem óssea (Convencional (C), Bicorticalização (B) e Bicorticalização com elevação do assoalho nasal (BEAN) e as direções de carregamento (0°, 30° e 60°) por análise tridimensional (3D) de elementos finitos.

**Material e métodos:** Três modelos tridimensionais foram simulados com ajuda dos programas Invesalius, Rhinoceros 3D 4.0 e SolidWorks 2011. Cada modelo possuía um bloco ósseo da região anterior do maxilar (osso tipo III) com 10mm de altura padrão com um implante (4x8,5 mm (C), 4x10mm (B) e 4x11,5mm (BEAN)), suportando uma coroa cimentada metal free. Os modelos foram processados pelos programas FEMAP v.11.0 e NEiNastran 11, utilizando uma força de 178 N em diferentes inclinações (0°, 30°, 60°). Os resultados foram plotados em mapas de tensão de von Mises (TvM), tensão máxima principal (TMxP), Microstrain ( $\mu\epsilon$ ) e Tendência de deslocamento (TD).

**Resultados:** Análise de TvM mostrou aumento da concentração de tensão com o aumento da inclinação da força para os implantes, parafusos de fixação e abutments, com padrão similar de distribuição para os modelos testados. Sob análise de TMxP e  $\mu\epsilon$ , o tecido ósseo apresentou maiores concentrações de tensões de tração sob cargas oblíquas (30° e 60°) ao redor do pescoço do implante na técnica convencional. Análise de deslocamento mostrou aumento da tendência de inclinação de forma similar para todos os modelos com o aumento da inclinação da força.

**Conclusão:** As técnicas bicorticais utilizando implantes mais longos mostraram menor concentração de tensões no tecido ósseo e aumento na inclinação de força mostrou padrão mais intenso de distribuição de tensões para todas as situações testadas.

**Palavras chaves:** Prótese dentário; Implante dentário; Análise de elementos finitos.



As reabilitações com próteses implantossuportadas na região anterior atualmente apresentam elevados índices de sobrevivência e sucesso<sup>12,18</sup>. Entretanto, as instalações dos implantes podem estar limitadas a disponibilidade do tecido ósseo, e quando o volume ósseo é reduzido, isso pode comprometer a estabilidade primária dos implantes<sup>4,19</sup>.

A instalação de implantes na maxila anterior muitas vezes é comprometida por apresentar esta área uma cortical óssea menos espessa quando comparada com o osso mandibular<sup>11</sup>. Esse fator contribui para reabsorção progressiva do rebordo alveolar após a perda do elemento dentário<sup>6</sup>, causando a proximidade com o assoalho nasal e restrição na espessura de rebordo, restringindo assim a instalação de implantes de maior comprimento<sup>19</sup>.

Assim, uma das alternativas para contornar essa limitação é a utilização de implantes curtos<sup>12</sup>. No entanto, os implantes curtos podem estar associados com taxas mais elevadas de insucesso<sup>12</sup>, devido a redução do contato osso-implante<sup>25</sup>, comprometendo a estabilidade primária dos implantes<sup>2</sup> em comparação com implantes de maior comprimento. Além disto, os implantes curtos podem não atingir um travamento bicortical podendo apresentar portanto uma desvantagem biomecânica<sup>29</sup>.

Além da utilização dos implantes curtos, diferentes abordagens podem ser utilizadas para o tratamento dessa região, como por exemplo o travamento bicortical e o levantamento de assoalho nasal com ou sem enxerto ósseo associado, no intuito de utilizar implantes de maiores comprimentos e diâmetros, melhorando a estabilidade primária, bem como favorecendo a distribuição das forças oclusais<sup>7</sup>.

Estudos biomecânicos avaliando a influência de diferentes técnicas cirúrgicas sugerem que a utilização da técnica bicortical é mais vantajosa quando comparada com técnica convencional quando se mantém o comprimento dos implantes<sup>14,29,30</sup>. No entanto, dados da literatura ainda indicam controvérsia quanto a bicorticalização para melhorar o prognóstico dos implantes, pois esta poderia aumentar o estresse no osso cortical a um nível indesejável para a osseointegração. Estudo retrospectivo relata que a taxa de falha de implantes colocados em implantação bicortical foi de cerca de 4 vezes maior que implantes colocados de forma monocortical<sup>8</sup>.

Clinicamente, existem situações para resolução cirúrgico-protética nesta região. O profissional poderá optar pela instalação de implantes curtos de maneira convencional,

ou implantes de maior comprimento utilizando as técnicas de bicorticalização, com ou sem elevação de assoalho nasal. Porém, não existe comparação da técnica cirúrgica empregada em relação ao comprimento do implante utilizado.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, pela metodologia dos elementos finitos 3D, a distribuição de tensões em próteses unitárias implantossuportadas sobre implante de hexágono interno (HI) na área de pré-maxila, variando o tipo de ancoragem óssea (convencional, bicorticalização e bicorticalização associada à técnica de levantamento de assoalho nasal) e as direções de carregamento ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$  e  $60^\circ$ ).

A hipótese nula testada foi de que não existe influência do comprimento do implante na distribuição de tensões em relação a técnica cirúrgica empregada.

---

Dentro das limitações do presente estudo foi possível concluir que:

- Cargas oblíquas apresentaram maior estresse para implante e tecido ósseo.
- Técnicas bicorticais mostraram menor tensão para o tecido ósseo.

1. Ahn SJ, Leesungbok R, Lee SW, Heo YK, Kang KL. Differences in implant stability associated with various methods of preparation of the implant bed: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2012 Jun;107(6):366-72. doi: 10.1016/S0022-3913(12)60092-4.
2. Baggi L, Cappelloni I, Di Girolamo M, Maceri F, Vairo G. The influence of implant diameter and length on stress distribution of osseointegrated implants related to crestal bone geometry: a three-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2008; 100:422–431.
3. D. A. de Faria Almeida, E. P. Pellizzer, F. R. Verri, J. F. Santiago Jr., and P. S. P. de Carvalho, “Influence of tapered and external hexagon connections on bone stresses around tilted dental implants: three-dimensional finite element method with statistical analysis,” *Journal of Periodontology*, vol. 85, no. 2, pp. 261–269, 2014)
4. Degidi M, Daprile G, Piattelli A Primary stability determination by means of insertion torque and RFA in a sample of 4,135 implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012 Aug;14(4):501-7. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00302.x. Epub 2010 Sep 17.
5. El-Ghareeb M, Pi-Anfruns J, Khosousi M, Aghaloo T, Moy P. Nasal floor augmentation for the reconstruction of the atrophic maxilla: A case series. *J Oral Maxillofac Surg* 2012 Mar;70(3):e235–241.
6. Esposito M, Grusonvin M.G, Felice G, Karatzopoulos G, Worthington H.V, Coulthard P. Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone augmentation techniques for dental implant treatment, *Cochrane Database Syst. Rev.* 7 (2009) Cd003607.)
7. Garcia-Denche JT, Abbushi A, Hernández G, FernándezTresguerres I, Lopez-Cabarcos E, Tamimi F. 2015. Nasal floor elevation for implant treatment in the atrophic premaxilla: a within-patient comparative study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 17:e520–e530.
8. Ivanoff CJ, Gröndahl K, Bergström C, Lekholm U, Brånemark PI. Influence of bicortical or monocortical anchorage on maxillary implant stability: a 15-year retrospective study of Brånemark System implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15(1):103–110.
9. J. F. Santiago Junior, E. P. Pellizzer, F. R. Verri, and P. S. P. de Carvalho, “Stress analysis in bone tissue around single implants with different diameters and veneering materials: a 3-D finite element study,” *Materials Science and Engineering C*, vol. 33, no. 8, pp. 4700–4714, 2013.
10. Lazari PC, Sotto-Maior BS, Rocha EP, de Villa Camargos G, Del Bel Cury AA. Influence of the veneer-framework interface on the mechanical behavior of ceramic veneers: a nonlinear finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2014 Oct;112(4):857- 63. Epub 2014 Apr 12.

11. Lekholm U, Zarb G. Patient selection and preparation. In: Bra °nemark PI, Zarb G, Albrektsson T, editors. *Tissue-integrated prostheses*. Chicago: Quintessence; 1985. p. 199–211.
12. Lemos CA, Ferro-Alves ML, Okamoto R, Mendonça MR, Pellizzer EP. Short dental implants versus standard dental implants placed in the posterior jaws: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2016 Apr;47:8-17. doi: 10.1016/j.jdent.2016.01.005. Epub 2016 Jan 19.
13. Limbert G, van Lierde C, Muraru OL, Walboomers XF, Frank M, Hansson S, Middleton J, Jaecques S. Trabecular bone strains around a dental implant and associated micromotions--a micro-CT-based three-dimensional finite element study. *J Biomech*. 2010 May 7;43(7):1251-61.
14. Lofaj F, Kučera J, Németh D, Kvetková L. Finite element analysis of stress distributions in mono- and bi-cortical dental implants. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2015 May; 50:85-96.
15. Lorean A, Mazor Z, Barbu H, Mijiritsky E, Levin L. Nasal floor elevation combined with dental implant placement: a long-term report of up to 86 months. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014 May-Jun;29(3):705-8. doi: 10.11607/jomi.3565.
16. Mazor Z, Lorean A, Mijiritsky E, Levin L. Nasal floor elevation combined with dental implant placement. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14(5):768–771
17. Pellizzer EP, de Mello CC, Santiago Junior JF, de Souza Batista VE, de Faria Almeida DA, Verri FR. Analysis of the biomechanical behavior of short implants: The photo-elasticity method. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2015 Oct;55:187-92. doi: 10.1016/j.msec.2015.05.024. Epub 2015 May 9
18. Quaranta A, Perrotti V, Putignano A, Malchiodi L, Vozza I, Calvo Guirado JL. Anatomical Remodeling of Buccal Bone Plate in 35 Premaxillary Post-Extraction Immediately Restored Single TPS Implants: 10-Year Radiographic Investigation. *Implant Dent*. 2016 Apr;25(2):186-92. doi: 10.1097/ID.0000000000000375.
19. Raghoobar GM, Timmenga NM, Reintsema H, Stegenga B, Vissink A. Maxillary bone grafting for insertion of endosseous implants: results after 12-124 months. *Clin Oral Implants Res*. 2001 Jun;12(3):279-86.
20. Raghoobar GM, van Weissenbruch R, Vissink A. Rhino-sinusitis related to endosseous implants extending into the nasal cavity. A case report. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2004 Apr;33(3):312-4.
21. Ramos Verri, F., Santiago Junior, J.F., de Faria Almeida, D.A., de Oliveira, G.B., de Souza Batista, V.E., Marques Honorio, H., Noritomi, P.Y., Pellizzer, E.P., 2015. Biomechanical influence of crown-to-implant ratio on stress distribution over internal hexagon short implant: 3-D finite element analysis with statistical test. *J Biomech* 48, 138-145.
22. Schmitter M, Schweiger M, Mueller D, Rues S. Effect on in vitro fracture resistance of the technique used to attach lithium disilicate ceramic veneer to zirconia frameworks. *Dent Mater*. 2014 Feb;30(2):122-30. Epub 2013 Nov 15.

23. Sotto-Maior BS, Senna PM, Silva-Neto JP, de Arruda Nobilo MA, Cury AA, Influence of crown-to-implant ratio on stress around single short-wide implants: a photoelastic stress analysis, *J. Prosthodont.* 24 (2015) 52–56. [9]
24. Strub JR, Jurdzik BA, and Tuna T. “Prognosis of immediately loaded implants and their restorations: a systematic literature review,” *Journal of Oral Rehabilitation*, vol. 39, no. 9, pp. 704– 717, 201221. 2012
25. Tawil G, Aboujaoude N, Younan R. Influence of prosthetic parameters on the survival and complication rates of short implants. *International Journal of Oral Maxillofacial Implants* 2006;21:275-82.
26. Telleman G, Raghoobar GM, Vissink A, den Hartog L, Huddleston Slater JJ, Meijer HJ, A systematic review of the prognosis of short (<10 mm) dental implants placed in the partially edentulous patient, *J. Clin. Periodontol.* 38 (2011) 667–676
27. Van Staden et al., Lindhe J, Meyle J; Group D of European Workshop on Periodontology. Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *J Clin Periodontol.* 2008;35(8 Suppl):282–85.
28. Verri FR, Cruz RS, de Souza Batista VE, Almeida DA, Verri AC, Lemos CA, Santiago Júnior JF, Pellizzer EP. Can the modeling for simplification of a dental implant surface affect the accuracy of 3D finite element analysis? *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2016 Apr 15:1-8. [Epub ahead of print]
29. Verri FR, Cruz RS, Lemos CA, de Souza Batista VE, Almeida DA, Verri AC, Pellizzer EP. Influence of bicortical techniques in internal connection placed in premaxillary area by 3D finite element analysis. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2016 Jul 13:1-8. [Epub ahead of print].)
30. Verri FR, Santiago Júnior JF, Almeida DA, Verri AC, Batista VE, Lemos CAA, Noritomi PY, Pellizzer EP. Three-Dimensional Finite Element Analysis of Anterior Single Implant-Supported Protheses with Different Bone Anchorages. *Scientific World Journal.* 2015;2015:321528. doi: 10.1155/2015/321528
31. Verri, F.R., Batista, V.E., Santiago, J.F., Jr., Almeida, D.A., Pellizzer, E.P., 2014. Effect of crown-to-implant ratio on peri-implant stress: a finite element analysis. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 45, 234-240.