

FACULDADE SETE LAGOAS

SERGIO DICRAN SANAZAR

**INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DOS IMPLANTES DENTÁRIOS NA
ESTABILIDADE PRIMÁRIA**

OSASCO 19 de Dezembro de 2018

SERGIO DICRAN SANAZAR

**INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DOS IMPLANTES DENTÁRIOS NA
ESTABILIDADE PRIMÁRIA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Implantodontia.

Área de concentração: Implantodontia

Orientador: Prof. Dr. Flávio de Ávila Kfoury

SANAZAR, SERGIO DICRAN
Influência da geometria dos implantes
dentários na estabilidade primária - 2018.
29 f.

Orientador: Prof. Dr. Flávio de Ávila Kfouri
Monografia (especialização) – Faculdade Sete
Lagoas, 2018.

1. Geometria dos implantes 2. Estabilidade
primária

I.Título. II. Flávio de Ávila Kfouri

FACULDADE DE SETE LAGOAS

Monografia intitulada ***“Influência da geometria dos implantes dentários na estabilidade primária”***, autoria do aluno Sergio Dicran Sanazar, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Flávio de Ávila Kfourí – ABO Regional Osasco - Orientador

Prof. Dr. John Pourrat Essington Brown – ABO Regional Osasco – Examinador

Prof. Dr. Maurício Montanari Matheus -- ABO Regional Osasco -- Examinador

Osasco, 19 de dezembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Deus esteve ao meu lado e me deu força, ânimo e crença para não desistir e continuar lutando por este meu sonho e objetivo de vida.

A Ele eu devo minha gratidão e também a esta Instituição de ensino tão respeitada, pelo ambiente propício à evolução e crescimento profissional bem como às pessoas que a tornam assim tão especial. Cito aqui os professores Dr. Flávio de Ávila Kfourri, Dr. John Brown, Dr. Nelson Sato, Dr. Mauricio Matheus e todos os monitores, indistintamente. Também incluo todos os funcionários desse estabelecimento de ensino.

Ao longo de todo meu percurso eu tive o privilégio de trabalhar de perto com os melhores professores, educadores, orientadores. Sem eles não seria possível estar aqui hoje de coração repleto de orgulho. Também quero agradecer aos colegas de curso, os quais se transformaram em amigos durante essa jornada e tenham a certeza de que seus nomes estarão gravados em minha memória.

“Posso ainda não ter chegado onde eu desejava, porém estou mais perto do que ontem.”

DEDICATÓRIA

Agradeço muito aos meus familiares os quais foram fundamentais na conclusão dessa longa jornada. Por fim, vem à minha memória a imagem de meu saudoso pai, esse sim, o meu verdadeiro mestre, Hirant Sanazar, o qual sempre me motivou a buscar o “Saber” para que eu me tornasse mais útil à sociedade.

RESUMO

Inúmeros estudos têm sido realizados com objetivo de se avaliar a importância da geometria dos implantes na obtenção da estabilidade primária. Pensando nisso, várias otimizações no design dos mesmos foram avaliadas. Implantes de diferentes diâmetros e design (cônicos, cilíndricos e híbridos) foram avaliados, assim como o formato das roscas, sua profundidade, ângulo e de diferentes características de passo de rosca dos mesmos. Também aspectos microgeométricos como tratamentos de superfície dos implantes que liberam sais de cálcio e fósforo, implantes jateados com biomaterial (hidroxiapatita), implantes com alto grau de rugosidade micrométrica e nanométrica em suas superfícies. Deve-se considerar que a base para se alcançar uma estabilidade primária deve seguir um design da geometria e à uma técnica de inserção apropriados, a qualidade e quantidade óssea circundante e à resistência estrutural do implante. Portanto, através da revisão da literatura conclui-se que implantes com superfície rugosa são mais apropriados do que os maquinados na obtenção da estabilidade primária, uma menor distância no passo de rosca e roscas mais profundas são também mais favoráveis e as espiras quadradas e trapezoidais são mais eficientes. Também concluiu-se que o formato cônico do implante e as micro espiras em região do colo são muito importantes ao buscar a tal estabilidade primária.

Palavras-chave: implante dentário, macrogeometria, microgeometria, estabilidade primária

ABSTRACT

Numerous studies have been conducted to evaluate the importance of geometry of the implants in obtaining primary stability. With that in mind, several optimizations in the design of the same were evaluated. Tapered, cylindrical design implants and hybrids were evaluated, as well as the format of the threads, their depth, angle and distance of the thread pitch. Aspects also microgeometry as surface treatments of implants that release salts of calcium and phosphorus, etched with biomaterial implants (hydroxyapatite), implants with high degree of micrometric and nano-sized roughness on their surfaces. It must be considered that the basis for achieving a primary stability must follow a design of geometry and a proper insertion technique, the surrounding bone quality and quantity and to the structural strength of the implant. Therefore, through the literature review concluded that implants with rough surface are more suitable than the machined in obtaining primary stability, a shorter distance in the thread pitch and deeper threads are also more favourable and the trapezoidal square coils are more efficient. It also concluded that the tapered shape of the implant and the micro coils in neck region are very important to get that primary stability.

Keywords: dental implants, macrogeometry, microgeometry, stability primary

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	07
2. OBJETIVO.....	10
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	11
4. DISCUSSÃO.....	22
5. CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1- INTRODUÇÃO

A osseointegração é o principal critério para o sucesso de um tratamento reabilitador funcional e estético de pacientes edêntulos totais ou parciais, através de implantes dentários e suas próteses implanto-suportadas (Javed *et al.* 2013) e a mesma está vinculada á estabilidade secundária a qual precede à primária.

Apesar de diversos estudos relacionados à geometria dos implantes, qualidade e quantidade óssea, técnica cirúrgica e metodologia para aferição da estabilidade primária, ainda é pouco conhecido o que se conhece sobre a correlação entre esses fatores e a verdadeira influência que exercem sobre o fenômeno da osseointegração. A tão importante estabilidade primária é promovida pela interação mecânica do implante ao osso circundante e está relacionada com a macro estrutura do mesmo (macrogeometria), à rugosidade de sua superfície (microgeometria) e á técnica cirúrgica empregada no momento da inserção do implante, enquanto que a estabilidade secundária está intimamente relacionada aos fenômenos biológicos dessa interação, como a modelagem óssea. A análise de ressonância de frequência através do equipamento Ostell Mentor (Suécia) é um método quantitativo muito empregado em experimentos e que oferece confiança e precisão nas medições da estabilidade primária, que é reconhecida como fundamental para se induzir à estabilidade secundária e promovendo a osseointegração dos implantes. O registro do torque de inserção dos implantes também é muito empregado nos estudos, também a técnica de microscopia eletrônica de varredura e análise de elemento finito. Outro método de avaliação da previsibilidade da estabilidade primária é o ensaio mecânico de arrancamento para a análise de resistência e correlação da estrutura/propriedade do implante (Sul *et al.* 2002; Pang Huang *et al.* 2012).

A resistência ao arrancamento é multi fatorial e está relacionada á densidade mineral do osso, à geometria do implante e à técnica empregada na cirurgia (Chang *et al.* 2012).

De acordo com Branemark é necessário aguardar um período de 3 a 6 meses para a aplicação de carregamento dos implantes, com o intuito de se evitar micro

movimentos acima de 100micra e indução de formação de tecido conjuntivo fibroso ao redor dos implantes, comprometendo o processo de osseointegração e a falha dos mesmos (Albrektsson *et al.* 1981 ; Chowdary *et al.* 2013).

Os formatos dos implantes têm papel vital na dissipação do stress implante-osso, gerados pelas forças biomecânicas que os mesmos estão sujeitos. Os implantes podem ser cônicos, cilíndricos e híbridos, longos ou curtos, com maior ou menor diâmetro, auto-perfurantes, os quais oferecem um maior poder de corte e mais osseocompressão.

O termo microgeometria dos implantes è aplicado também à superfície dos mesmos e tem também sua função na estabilidade primária, provados por estudos (Pattanaik *et al.* 2012; Gottlow, Barkamo e Senerby (2012) através dos revestimentos de superfície . Os tratamentos de superfície encontrados na revisão de literatura foram: superfície lisa; usinada sem tratamento; tratamento químico com ácido como clorídrico, sulfúrico, nítrico, fluorídrico e oxilático; mecânico com jateamento de areia; jateamento de partículas, óxido de alumínio, hidroxiapatita e plasma de titânio; recobrimento com hidroxiapatita e zircônia; recobrimento com proteína morfogenetica; tratamento eletroquímico, eletrolítico, oxidação anódica; combinação de dois ou mais métodos. Atualmente os tratamento mais utilizados são: Duplo ataque ácido; combinação do jateamento com areia ou óxido de alumínio e ataque ácido clorídrico e sulfúrico seguido ou não de combinação química; plasma de hidroxiapatita; plasma de titânio; eletroquímico e eletrolítico, oxidação anódica; recobrimento com hidroxiapatita; oxidação anódica com adição de cálcio, fósforo e fluoretos; ataque ácido e revestimento com proteínas morfogenéticas. e rugosidades (provocados por jateamentos, ataque ácido, oxidação, anodização) ou lisas (usinadas), sempre com o objetivo de aumento de área de superfície de contato osso-implante e favorecimento de uma neoformação óssea.

Além da geometria dos implantes, outros fatôres como os índices clínicos periimplantares, a qualidade e quantidade do leito ósseo são importantes para a estabilidade primária e secundária. O menor volume e a pobre densidade óssea têm sido apontados como um dos principais fatôres de risco para a perda do implante,

uma vez que podem estar associados à reabsorção óssea excessiva e comprometimento do processo cicatricial, minimizando o contato osso-implante (Javed *et al.* 2013).

O design das macro e micro estruturas dos implantes são considerados um importante critério para a estabilidade primária (Chowdary *et al.* 2013).

As modificações na sua geometria externa do corpo e na superfície do parafuso são desenvolvidas com o foco na promoção de uma maior superfície de contato osso-implante, a fim de se propiciar uma melhor distribuição de stress oriundos das forças biomecânicas as quais os implantes estão vulneráveis e indução óssea (Orsini *et al.* 2012), proporcionando uma máxima ancoragem superficial, inserção com menor trauma ósseo e maior resistência ao torque de remoção e inserção .

2- OBJETIVO

Avaliar, através da revisão da literatura, a importância da geometria dos implantes dentários na obtenção da estabilidade primária.

3- REVISÃO DE LITERATURA

Chang *et al.* (2012) realizaram um estudo com o intuito de se redesenhar uma nova geometria dos implantes dentários concomitante à análise das suas funções biomecânicas. Também foi considerada a distribuição de stress ao longo dos implantes. O método do elemento finito foi empregado e se buscou uma distribuição uniforme de forças biomecânicas nos implantes com roscas. Foram empregados 3 modelos 3D de elementos finitos em região de maxila, com implante, abutment e uma superestrutura usando o software comercial ANSYS. O projeto final de um novo implante foi modelado pela otimização da sua topologia e 4 modelos de elemento finitos foram usados. Carga Vertical de 200 Nm e Horizontal de 40 Nm foram aplicadas na fossa distal e central da coroa metálica e notou-se que o volume do implante poderia ser 17.9% menor que um implante clássico por ter havido a mesma performance quanto ao stress osso/implante, um menor deslocamento e uma maior rigidez comparado aos implantes tradicionais.

Levin *et al.* (2012) realizaram um estudo com o objetivo de se avaliar um novo projeto de design de implante para implantação imediata. Deve-se levar em conta que a base fisiológica para o sucesso dos implantes dentários reside na única reação óssea ao titânio e à liga Ti-6Al-4V. Este implante, objeto desse estudo, apresentava rêsca em forma de "asa" méso-crestal com diâmetro expandido, que visava proporcionar um maior contato ósseo e maior torque de inserção e estabilidade primária. Foram feitas inserções desses implantes em região de mandíbula de cães e avaliou-se o torque de remoção dos mesmos pós 4 e 8 semanas com aparelho de análise de frequência de ressonância com processamento histológico dos mesmos. A estabilidade que era de 64,38Nm aumentou para 74,5 Nm após 8 semanas e a média do torque de remoção foi de 49,65Nm para 98Nm o que levou a conclusão de esses implantes têm bom resultado como inserção imediata e também carga imediata, já quanto à análise histomorfométrica houve neoformação óssea periimplantar em região trabecular e cortical também.

Shemtov, Yona *et al.* (2012), avaliaram a influência do diâmetro dos implantes dentários na fadiga estrutural e a análise de suas fraturas, ocorridas em 80 implantes num total de 120, as quais foram avaliadas por microscopia de varredura. A influência do diâmetro dos implantes na distribuição de stress foi avaliada através de modelos de elemento finito. Foram aplicadas sinusoidais no abutment do implante com ângulo de trinta graus fora do eixo induzindo a um momentum de deflexão. O estudo reportou que o ângulo da carga aplicada produz um grande efeito em termos de distribuição de stress. Nagasawa *et al.* (2008), demonstrou que implantes menores de 3.3mm de diâmetro sofrem um aumento de stress aplicado na “cabeça” do abutment. e no colo do implante. Quatro fraturas distintas foram identificadas e todos os implantes de 5 mm tiveram o traço de fratura no pescoço dos mesmos e também em seus parafusos. No grupo dos implantes de 3,75 mm, 44,4% fraturaram no colo e 55,5 % na segunda rosca dos mesmos. 52% dos implantes de 3,3 mm fraturaram na segunda rosca e 48% na terceira.. A combinação de roscas de entalhes afiados com o corte transversal de metal estreito (menor que 0,7 mm) podem ser prejudiciais quanto a resistência à fadiga estrutural especialmente em implantes de 3.3 mm de diâmetro, podendo provocar fratura transgranular com muitos rachaduras paralelas e secundárias perpendiculares.

Teixeira, Ana B. *et al.* (2013) analisaram a influência que a última torsão de inserção dos implantes provoca na sua geometria e seu estudo empregou vários modelos de diferentes conexões (HE cilíndricos e cônicos e com superfícies usinadas), também porosas. O teste manual de torção foi realizado por medidor de torque digital (Mackena®, São Paulo, SP, Brasil) modelo MK- 20xx, com uma capacidade máxima de 10 Nm e precisão de 0,01Nm para quantificar o torque aplicado ao implante em cada rotação. Para realizar este teste, os parafusos foram travado sem um torno com o lado do hexágono virada para cima. Os valores foram aferidos por Análise de estatística ANOVA e teste de Tukey tanto do diâmetro do implante, como do comprimento, altura da plataforma, ângulo da conexão plataforma-rosca, diâmetro da conexão plataforma-rosca, diâmetro externo, o passo de rosca e a sua altura e seu comprimento. Resultou que houve alteração de altura na plataforma dos implantes cilíndricos HE usinados e com superfície porosa, também ocorreu fratura nos implantes De superfície porosa e do montador nos

cilíndricos HE com superfície porosa e usinada. Ocorreu “espanamento” nos cilíndricos HE usinados nas roscas internas levando a concluir que antes da última torção de inserção, os implantes eram homogêneos e após a mesma os mesmos sofreram deformação nas suas medidas.

Javed *et al.* (2013) estudaram o papel da estabilidade primária numa osseointegração bem sucedida de implantes dentários e avaliaram os fatores de influência. A qualidade e a quantidade de osso, a geometria do implante, a técnica cirúrgica adotada podem influenciar significativamente na estabilidade primária e na taxa de sucesso dos implantes dentários. Tradicionalmente, os implantes endoósseos são ativados uma vez que tenha ocorrido a cicatrização óssea, o que leva aproximadamente 3 meses na mandíbula e 6 meses na maxila. Hoje, modificações deste protocolo de carga imediata são uma eminente e reconhecida estratégia de tratamento para a reabilitação de dentes ausentes. Turkyilmaz *et al.* (2008) relatou que a qualidade do osso em torno do implante é superior na mandíbula em relação à maxila. Um estudo clínico com 158 implantes em 85 pacientes indicou uma forte correlação entre a densidade óssea e a estabilidade dos implantes. Resultados encontrados por Miyamoto *et al.* (2005) demonstraram que a estabilidade do implante dental está positivamente relacionada com a espessura da cortical do osso. São usados dois métodos para medir a estabilidade clínica de um implante, nomeadamente, o Periotest e medição de análise de frequência de ressonância (RFA) usando o dispositivo Osstell. Micromovimentos acima de 50-100 micrómetros podem afetar negativamente a osseointegração e remodelação óssea formando tecidos fibrosos e induzindo à reabsorção óssea na interface. Qualidade e quantidade de osso, a geometria do implante e a técnica cirúrgica adotada podem influenciar significativamente a estabilidade inicial e favorecer a osseointegração.

Chowdari *et al.* (2013) realizaram um estudo em coelhos com o objetivo de se avaliar a eficiência que a geometria das macro e micro roscas dos implantes dentários exercem na sua estabilidade, na interface implante/osso, enfim na longevidade dos implantes dentários. A hipótese é que as roscas curtas contribuem com forças de compressão que podem estimular a “cura óssea”, enquanto que roscas maiores fornecem a estabilidade primária. Para isso utilizou dois modelos de

elemento finito com 8 diferentes modelos de roscas os quais foram testados in vivo. A distribuição do estresse foi mais eficaz em modelos experimentais de implantes com micro roscas, quando comparados aos modelos sem micro roscas. A adição de roscas curtas em implantes teste melhorou significativamente a estabilidade primária e secundária, quando avaliado mecanicamente com análise em osso cortical ou trabecular de coelho. A análise histométrica mostrou que a adição de micro roscas junto à macro roscas realmente teve um efeito estimulador ósseo no fêmur dos coelhos.

Al Farraj, Aldossari *et al.* (2014) estudaram a influência da geometria e composição da superfície dos implantes dentários na resposta óssea em implantes cilíndricos e cônicos com e sem revestimento de hidroxiapatita em osso trabecular femoral de coelhos. Foram utilizados nesse estudo 32 implantes (de 8, 9 e 3,5 mm) compostos por quatro tipos diferentes (oito implantes em cada grupo), ou seja, implantes cônicos, implantes cilíndricos, cônicos revestidos com hidroxi-apatita (HA) em sua superfície e cilíndricos também. Todos foram instalados no côndilo femoral de 16 coelhos. Após 8 semanas de cicatrização, os côndilos femorais foram recuperados e estudados histologicamente. O percentual de contato osso-implante foi avaliado e analisado estatisticamente e a análise histomorfométrica revelou que os valores de contato osso-implante (BIC) pareciam ser maiores nos implantes cônicos revestidos com hidroxiapatita, seguidos por implantes cilíndricos não revestidos em sua superfície. Todos os quatro tipos de implantes mostraram ampla distribuição de BIC sem significância estatística entre seus diferentes tipos de implantes. A partir das observações do presente estudo, pode concluir-se que dentro das limitações do tipo de animal utilizado, não foi observado um efeito significativo nem quanto ao projeto do design do implante nem quanto a sua composição da superfície na resposta osso-implante após 6 semanas de instalação dos implantes.

Barikani *et al.* (2014) realizaram um estudo no sentido de se avaliar os efeitos que o comprimento e diâmetro dos implantes promovem na estabilidade primária em diferentes tipos de osso com relação às suas densidades (D1 à D3). Foram inseridos sessenta implantes cônicos todos da Nobel Biocare Select TiUnit de 10mm e 13 mm e de 3 diâmetros diferentes, sendo de 3,4mm (plataforma estreita NP) e 4,3 mm

(plataforma regular RP) e também implantes de 5mm (plataforma larga WP) inseridos em dois diferentes grupos de blocos ósseos. Esses blocos possuíam diferentes qualidades ósseas, mas semelhantes aos tipos de osso D1 e D3. Imediatamente, após a colocação do implante, mediu-se o quociente de estabilidade do implante com o uso de um medidor de análise de frequência de ressonância Osstell (Suécia). Nas medições da estabilidade primária os implantes em osso tipo D1 foram bem maiores do osso tipo D3 mesmo com o mesmo comprimento e diâmetro. No osso D1, o comprimento do implante não mostrou qualquer diferença significativa na estabilidade primária; no entanto, no tipo D3, a estabilidade primária aumentou quando implantes mais longos foram utilizados. O comprimento do implante foi um fator determinante para alcançar a estabilidade e aqueles de menor diâmetro demonstraram o mínimo de estabilidade primária. A diferença de estabilidade primária, que foi afetada pela aplicação dos implantes de plataforma estreita foi mais evidente quando trata-se de região de osso pobre e implantes de plataforma mais larga (5mm) não mostraram significância na estabilidade primária.

Thakral *et al.* (2014) num estudo com o foco em Nanosuperfície dos implantes e o futuro dos mesmos, buscaram avaliar a função das modificações da superfície dos implantes dentários em escala nanométrica e suas implicações quanto ao favorecimento nas fases da implantodontia, principalmente na osseointegração. Os métodos que criam as modificações em nano escala são: 1) Deposição de nano partículas como o sol-gel (partículas coloidais) e deposição cristalina discreta ; 2) Métodos físicos, como auto-montagem de mono-camadas, compactação de nanopartículas e deposição de feixes de íons; 3) Métodos químicos, como condicionamento ácido, peroxidação, tratamento alcalino (NaOH) e anodização ; 4) litografia e técnica de impressão de contato.

Hyo-Sook Ryu *et al.* (2014) descreveram a influência da geometria das roscas na osseointegração dos implantes sob carga imediata, focado no macrodesign tais como a forma de rosca, o passo de rosca , a sua largura e profundidade , o módulo crestal dos implantes. Chang *et al.* (2012) avaliaram o padrão de micromovimento dentro dos implantes e do osso circundante com projetos diferentes da roscas (trapezoidal, com reforço, quadrada, e rosca em V padrão) e submetidas a carga imediata axial de 300Nm. Os resultados revelaram que todo o micromovimento foi

localizado perto da interface da cortical e do osso trabeculado e o perfil de rosca quadrada tinha o micromovimento menor, da mesma forma, outros estudos animais , através de análise de elementos finitos realizados anteriormente, mostraram a distribuição mais eficiente do stress e área de osso-implante na rosca de forma quadrada. Eraslan *et al.* (2009) provaram que o stress máximo foi concentrado nas regiões corticais cervicais em torno da primeira rosca e os valores do esforço eram menores na rosca do tipo quadrada. Já com relação ao passo de rosca, vários estudos mostraram que uma maior área de superfície e melhor distribuição de stress particularmente em osso de baixa densidade ocorrem com os implantes de menor passo de rosca. Com relação à profundidade das roscas, estudos mostraram que as mesmas são mais importantes para dissipar o pico de tensões dentro do osso do que a largura da rosca e os valores ideais de profundidade da rosca e sua largura podem variar dependendo do formato da mesma. Com relação ao modo crestal do “colo” do implante, a configuração contendo micro roscas podem melhorar a formação de osso ao implante nessa região .

Toyoshima *et al.* (2011) estudaram os implantes auto rosqueáveis híbridos quanto a sua estabilidade primária em relação aos protocolos de inserção em um modelo ex vivo. Sempre há tentativas de se modificar a concepção geométrica dos implantes visando aumentar sua estabilidade primária e melhor distribuição de forças biomecânicas. Nesse experimento utilizou-se de 2 tipos de implantes Straumann híbridos auto rosqueáveis (bone level) comparados a um tipo cilíndrico não rosqueável (Standard Plus) e tiveram a estabilidade primária avaliada em osso ilíaco de porcos. No total, 10 implantes foram inseridos e avaliou-se a estabilidade com Periotest (Siemens), quanto ao registro de torque de inserção máximo e análise de frequência de ressonância mais teste de torque de remoção. Conclui-se que implantes auto rosqueáveis híbridos podem atingir maior estabilidade primária, sendo indicados para osso de baixa densidade.

Manisha G. et al. (2014) estudaram a influência da geometria das roscas dos implantes na transferência de carga biomecânica para o osso através de análise de elemento finito e comparando dois tipos distintos de roscas. Foi construído um modelo de elemento finito tridimensional do osso tipo D2, representando a região de

pré-molar inferior e foram simulados dois implantes de diferentes geometrias de rosca, um implante de 13 mm de comprimento e outro de 4,0 mm de diâmetro, ao longo de superestruturas. Um projeto caracterizado por quatro vezes mais micro roscas de 0.4mm de passo, 0,25mm de profundidade no terço crestal; passo de rosca de 0.8 mm, profundidade de 0,5 mm no dois-terços apicais. O outro projeto tinha uma micro rosca de 0.8mm de passo, 0,25mm de profundidade em um terço da crista, passo de 0.8 mm, profundidade de 0,5mm nos dois terços apicais. Uma carga axial estática de 100-Nm foi aplicada a superfície oclusal da prótese. O software ANSYS 9.0 clássico (PA, EUA) foi utilizado para análise do estresse como tensões de von Mises. No caso dos dois projetos, a comparação das tensões de von Mises revelou que o design com quatro micro roscas permitem uma melhor distribuição de tensão dentro do corpo do implante de 43,85%, no pilar 15.68%, na superestrutura 39.70% e 36,30% dentro de osso esponjoso, comparado a micro rosca de passo único. A transferência de stress para o osso cortical foi menor em 60.47% com micro rosca de passo único. Os implantes que apresentam micro roscas têm mostrado resultados favoráveis da distribuição do esforço para o osso circundante, em qualquer tipo do osso quanto a sua densidade.

Sung-Young Lee *et al.* (2015) avaliaram nesse estudo a profundidade das roscas e a relação das mesmas com a estabilidade primária. Nesse experimento, o torque de inserção foi medido através da inserção de implantes com diferentes profundidades de rosca e em blocos sólidos rígidos de poliuretano e com três diferentes densidades (0,16 g/cm³, 0,24 g/cm³ e 0.32 g/cm³). As forças estáticas compressivas foram medidas com uma máquina de teste universal e os implantes estavam alinhados no 30° no sentido contrário à carga. Após o ensaio de resistência à compressão estática, os implantes foram analisados com um Measurescope. Observaram que aqueles com roscas mais profundas possuíam estatisticamente maiores valores de torque de inserção do que os de roscas mais rasas, porém não menos força compressiva e que, após às forças compressivas estáticas, os implantes com design de rosca mais profunda não mostraram qualquer ruptura, mas sim a deformação do corpo do implante e no abutment. Conclui-se que implantes com roscas profundas podem aumentar a estabilidade primária em áreas de osso de pobre qualidade sem diminuição das forças de resistência mecânica.

Rocci *et al.* (2015) avaliaram a relação da estabilidade primária com a influência da micro e macro geometria dos implantes na interface do osso em dois tipos de implantes. Geralmente, os implantes cônicos parecem ser superiores aos implantes cilíndricos para casos de carga imediata e a perda óssea, de acordo com a maioria dos estudos, é comparável entre eles. A inserção de um implante cônico requer um torque mais elevado do que a inserção de um cilíndrico. A topografia da superfície do biomaterial bem como a topografia da superfície do implante, a condição de carga no implante, o design do corpo do mesmo, o status local do osso-implante e a técnica empregada na cirurgia podem afetar o processo de osseointegração. Para isso, a pesquisa com duas variações de implantes quanto às suas macro e micro geometrias foi realizada quando os mesmos foram inseridos em região posterior mandibular e em maxila. Aplicou-se carga e foi realizado o exame histomorfométrico após 12 semanas. Os resultados apontaram que não houve muitas diferenças nos dois grupos e concluiu-se que a composição da superfície implantar não influencia na interface durante o período sem ativação do implante.

Zarei *et al.* (2016), avaliaram a relação do design das roscas dos implantes dentários no desempenho dos mesmos e na distribuição do stress em cargas de impacto, empregando a metodologia de elemento finito tridimensional, na tentativa de se identificar o stress causado nessa relação. Foi empregado nesse experimento um software de nome Ansys Workbench e 3 modelos tridimensionais de osso e esses implantes foram criados pelo software Solid Works, sendo que a carga foi simulada numa explícita dinâmica e atingiu um corpo rígido verticalmente e horizontalmente na velocidade de 1 mm/seg, com o registro dos valores máximos de stress realizados pelo software Ansys sobre o osso cortical e trabecular. Os resultados denotaram que o máximo valor de stress ocorreu no osso trabecular no grupo dos implantes cônicos e o valor máximo de stress induzido ocorreu no osso cortical no grupo dos implantes cilíndricos. O experimento levou à conclusão de que os implantes que promovem maior estabilidade são os de roscas profundas e com roscas menores e passo de rosca mais curto causaram maior stress ao osso trabecular. Também devido ao aumento de superfície, aqueles com roscas mais profundas promoveram uma maior estabilidade primária.

De Andrade *et al* (2016) estudaram os efeitos biomecânicos da conexão protética e da geometria do corpo do implante em ossos de pobre densidade quando carregados com restaurações protéticas em dentes posteriores superiores. Empregou-se grupos de testes combinando-se implantes cônicos HE e Cone Morse todos de 4x10mm com perfil de roscas triangulares recebendo apenas 1 conjunto de pilar-corôa em zircônia em região de primeiro molar superior e com carga de 200Nm sobre cinco pontos diferentes na sua superfície. Dados referentes a stress de cisalhamento e tensão em região cortical do osso e região trabecular foram registrados, sendo que os resultados do experimento apontaram que os implantes HE tiveram aumento de tensão de cisalhamento com relação aos implantes Cone Morse em região cortical do osso, sem relação com a morfologia do implante. Já no osso trabecular, os valores de tensão foram maiores nos implantes Cone Morse cônicos, opostamente aos HE cilíndricos, concluindo-se que a intensidade das forças de cisalhamento e tensão no perimplante em osso pobre foi menor com implantes cônicos Cone Morse e cilíndricos do que em cônicos HE.

Mark Adam *et al.* (2016) avaliaram uma reabilitação all-on-four e all-on-six através do uso de implantes com roscas variáveis por um curto prazo e sua perda óssea associada. Geralmente, os implantes cônicos parecem ser superiores aos cilíndricos para casos de carga imediata. A inserção de um implante cônico requer um torque mais elevado do que a inserção de um cilíndrico. No experimento, nove pacientes receberam próteses tipo protocolo apoiados em um total de 58 implantes de roscas variáveis. O processo transcorreu sem maiores intercorrências clínicas após follow-up de 18 meses e foram empregadas técnicas de all-on-four e all-on-six com acompanhamento da reabsorção óssea. Foram empregados implantes cilíndricos e a técnica all-on-six teve melhor resposta óssea que a all-on-four devido às melhores distribuições de cargas biomecânicas no conjunto prótese-implante, o que se conclui que a resposta óssea dos implantes com roscas variáveis são tão favoráveis quanto os cilíndricos

Mansi Manish *et al.* (2016) estudaram o efeito de implantes com 3 tipos de roscas na distribuição de stress através de análise de elemento finito 3D sendo que o foco foi a avaliação das roscas em V, roscas com reforço e reverso quando inseridas em região de molar inferior em osso cortical e trabecular isotrópicos e

homogêneos. O software Catia foi usado na modelagem dos implantes e cargas verticais de 100N foram aplicadas e tensões calculadas pelos critérios de stress de von Mises. Foram observadas tensões máximas em porção cortical óssea e stress de von Mises também ocorreram em implantes com roscas reversas. Já na região trabecular esses stress foi notado em menores valores. A partir desse experimento, uma escolha apropriada do tipo do design das roscas favorece a previsibilidade de êxito na ossointegração.

Lozano-Carrascal *et al.* (2016) realizaram um estudo onde avaliaram o efeito do macrodesign na estabilidade primária e, para isso, utilizaram um aparelho de análise de frequência de ressonância e torque de inserção num total de 47 implantes, divididos em: cônicos, grupo controlo e cilíndricos. Foram avaliadas as estabilidades primárias com aparelho Ostell (Suécia), e os mesmos foram inseridos obedecendo ao protocolo dos fabricantes. Notou-se que entre os cônicos não houve relação entre o diâmetro dos implantes e a estabilidade primária, já entre os cilíndricos essa relação existe, concluindo-se que os cônicos atingem uma maior estabilidade primária do que os cilíndricos.

Sciasci, Plinio *et al.* (2017) realizaram uma avaliação da estabilidade primária em implantes modificados apicalmente empregando análise de frequência de ressonância e torque de inserção nesses implantes. O estudo consistiu-se no emprego de 35 implantes cilíndricos da Neodent (Titamax Ti) onde grupos distintos foram selecionados: sem corte apical, com corte apical bi-split, com corte apical tri-split e quadri-split, sendo, por último o grupo de controle. Todos de 4,1x11mm inseridos em osso artificial e medidas de torque de inserção foram medidos por Análise de frequência de ressonância e teste de TUKEY. Os resultados mostraram que o grupo quadri-split teve maior valor de torque de inserção e o grupo sem corte e de controle tiveram maior valor de análise de frequência de ressonância, porém para esses valores, o grupo de controle e quadri-split não evidenciaram muitas diferenças. Concluíram que as mudanças geométricas na região apical dos implantes influenciam muito na estabilidade primária.

4- DISCUSSÃO

Como tem sido amplamente estudado na literatura, a obtenção de estabilidade primária envolve alguns fatores, dentre eles, a geometria do implante (macro e microgeometria especificamente), a quantidade e densidade do leito ósseo receptor, aliados a uma adequada técnica de inserção dos implantes. Essa mesma literatura apresentada demonstra que mesmo com os altos índices de otimização na geometria dos implantes objetivando cada vez mais uma melhor estabilidade primária, outros estudos precisam vir a ocorrer.

Também evidencia-se que as roscas com padrão geométrico tipo “asa méso-crestal” de diâmetro estendido permitem atingir um alto grau de contato osso-implante e maior torque de inserção, segundo Levin *et al.* (2012), quando empregaram um aparelho de análise de frequência de ressonância. Roscas curtas favorecem à compressão óssea a qual estimula a “cura óssea” e roscas maiores oferecem maior estabilidade primária. Chowdary *et al.* (2014), quando lançaram mão de metodologia de elemento finito empregando diferentes tipos de roscas testadas *in vivo*. Ainda avaliando a influência da geometria das roscas na estabilidade primária, aquelas de perfil quadrado distribuem mais favoravelmente as forças de stress na área osso-implante, em detrimento das roscas trapezoidais e triangulares, Hyo-Sook Ryu *et al.* (2014) e Chang *et al.* (2012). A distribuição de forças de tensão máxima na porção cortical dos implantes influencia na sua longevidade. Nota-se também que roscas com formato reverso, roscas em V e roscas com “reforço” têm se comportado de forma diferenciada porque aquelas de formato reverso sofreram tensões máximas na porção cortical do implante e stress de von Mises já em osso trabecular, esses níveis de tensão foram menores, Mansi Manish *et al.* (2016).

Implantes cônicos oferecem uma maior estabilidade primária quando comparados aos cilíndricos, Lozano-Carrascal *et al.* (2016), quando empregaram análise de frequência de ressonância e teste de Tukey. Em casos de implantes imediatos, os implantes de geometria cônica são mais indicados, Rocci *et al.* (2015)

e também em técnicas all-on-four e all-on-six também, Mark Adam *et al.* (2016). Há correntes de pesquisadores que demonstraram que os implantes híbridos auto-rosqueáveis cilíndricos da Straumann atingem uma maior estabilidade primária quando comparados com não auto-rosqueável também do mesmo fabricante, Toyoshima *et al.* (2011).

No que tange à influência do diâmetro dos implantes e à geometria das suas roscas na resistência estrutural dos implantes, alguns fatores tais como roscas com perfil de entalhes muito “afilados” e seção transversal estreita (menor que 0,7mm) podem expor os implantes à fraturas por diminuir a resistência de seu corpo, especialmente em casos de implantes de 3,3 mm de diâmetro, onde pode ocorrer a fratura transgranular, juntamente com trincas paralelas e perpendiculares secundárias, Chemtov, Yona *et al.* (2012).

Ainda com relação aos aspectos geométricos das roscas e sua influência na estabilidade primária, a quantidade de micro-roscas versus passo de rosca no terço crestal dos implantes têm se mostrado notável, Manisha *et al.* (2014), pois demonstraram que o design com quatro micro-roscas de 0,4mm de passo de rosca nessa região torna-se mais favorável na distribuição de tensão de stress de von Mises, quando comparado à micro roscas de passo único de 0.8mm.

A influência da profundidade das roscas na estabilidade primária foi evidenciada por Sung Young Lee *et al.* (2015), principalmente em ossos de densidade pobre e foi demonstrado também que as roscas mais profundas aumentam a área da superfície de contato osso-implante e conseqüentemente favorecendo à estabilidade primária, Zarei *et al.* (2016).

Vários estudos foram realizados no sentido de se estabelecer uma relação entre o comprimento dos implantes e seus diâmetros com a estabilidade primária e notou-se que em ossos de densidade tipo 1 essa relação não é significativa como em ossos tipo D3, sendo que especificamente nesse tipo de osso, a relação do comprimento implantar mostrou-se mais influente do que o diâmetro.

Barikani *et al.* (2014), ao analisarem implantes da Nobel Biocare e medidor de análise de frequência de ressonância Ostell (Suécia). Já em estudos com implantes

cônicos não houve essa relação entre comprimento e diâmetro, porém, em caso de implantes cilíndricos essa relação foi evidenciada Lozano-Carrascal *et al.* (2015).

5- CONCLUSÃO

Através da revisão bibliográfica efetuada foi possível concluir que a anatomia do implante é, de fato, importante na estabilidade primária, sendo benéfica sobretudo nos casos de pouca qualidade e quantidade ósseas ou elevadas cargas oclusais. O aumento da superfície do implante através da redução da distância entre as espiras mais profundas e ângulo da espira mais reduzido pode ser importante devido a aumentar a superfície de contato osso-implante e permitir uma melhor estabilidade primária. A forma das espiras parece também influenciar a dissipação de cargas, sendo que o formato quadrado e trapezoidal são os que apresentam melhores resultados.

REFERÊNCIAS

- ALBREKTSSON T, LINDER L. **A method for short- and long-term in vivo study of the bone-implant interface.** Clin Orthop Relat Res. 1981 Sep;(159):269-73.PMID: 7026120
- ALFARRAJ ALDOSSARI A, ANIL S, ALASQAH M, AL WAZZAN KA, AL JETAILY SA, JANSEN JA. **The influence of implant geometry and surface composition on bone response.** Clin Oral Implants Res. doi: 10.1111/clr.12190. Epub 2013 May 30. vol. 25(4) p: 500-5. Apr; 2014.
- BARIKANI H, RASHTAK S, AKBARI S, FARD MK, ROKN A. **The effect of shape, length and diameter of implants on primary stability based on resonance frequency analysis.** Dent Res J (Isfahan). Vol. 11(1) p: 87-91 Jan; 2014.
- CHANG CL, CHEN CS, HUANG CH, HSU ML. **Finite element analysis of the dental implant using a topology optimization method.** Med Eng Phys. Vol. 34(7) p: 999-1008. doi: 10.1016/j.medengphy.2012.06.004. Epub 2012 Jul 6. Sep; 2012.
- CHOWDHARY R, HALLDIN A, JIMBO R, WENNERBERG A. **Influence of Micro Threads Alteration on Osseointegration and Primary Stability of Implants: An FEA and In Vivo Analysis in Rabbits.** Clin Implant Dent Relat Res. Vol. 17(3) p: 562-9. doi: 10.1111/cid.12143. Epub. Aug 27; 2013.
- DE ANDRADE CL, CARVALHO MA, DEL BEL CURY AA, SOTTO-MAIOR BS. **Biomechanical Effect of Prosthetic Connection and Implant Body Shape in Low-Quality Bone of Maxillary Posterior Single Implant-Supported Restorations.** J Oral Maxillofac Implants. 2016 vol. 31(4) p: e92-7. doi: 10.11607/jomi.4133. Jul-Aug; 2016.
- ERASLAN O, INAN O. **The effect of thread design on stress distribution in a solid screw implant: a 3D finite element analysis.** Clin Oral Investig. Vol. 14(4) p: m411-6. doi: 10.1007/s00784-009-0305-1. Epub 2009 Jun 20. Aug; 2010.
- GOTTLOW J, BARKARMO S, SENNERBY L. **An experimental comparison of two different clinically used implant designs and surfaces.** Clin Implant Dent Relat Res. 14Suppl 1:e204-12. doi: 10.1111/j.1708-8208.2012.00439.x. Epub 2012 Apr 5. May; 2012.
- HEREKAR MG, PATIL VN, MULANI SS, SETHI M, PADHYE O. **The influence of thread geometry on biomechanical load transfer to bone: A finite element analysis comparing two implant thread designs.** Dent Res J (Isfahan). vol 11(4) p: 489-94. Jul; 2014.

HYO-SOOK RYU, CHEOL NAMGUNG, JONG-HO LEE, YOUNG-JUN LIN
The influence of thread geometry on implant osseointegration under immediate loading: a literature review J Adv Prosthodont 2014;6:547-54

JAVED F, AHMED HB, CRESPI R, ROMANOS GE. **Role of primary stability for successful osseointegration of dental implants: Factors of influence and evaluation.** Interv Med Appl Sci. vol. 5 (4) p:162-7. doi: 10.1556/IMAS.5.2013.4.3. Epub 2013 Dec; 2013.

LEVIN L, FRANKENTHAL S, ZIGDON H, SUZUKI M, COELHO PG. **Novel implant design for initial stability of dental implants inserted in fresh extraction sockets: a preliminary study.** Implant Dent. Vol. 21(4) p: 302-5. doi: 10.1097/ID.0b013e31825cd43b. Aug; 2012.

LOZANO-CARRASCAL N1, SALOMÓ-COLL O, GILABERT-CERDÀ M, FARRÉ-PAGÉS N, GARGALLO-ALBIOL J, HERNÁNDEZ-ALFARO F. **Effect of implant macro-design on primary stability: A prospective clinical study.** Med Oral Patol Oral CirBucal. Vol. 1;21(2) p: e214-21. Mar; 2016.

MANISHA G HEREKAR, VIRAJ N PATIL, SHAHNAWAZ MULANI, MEGHA SETHI AND OMKAR PADHYE **The influence of thread geometry on biomechanical load transfer to bone: A finite element analysis comparing two implant thread designs**
 PMCID: PMC4163828 PMID: 25225563 Dent Res J (Isfahan). 2014 Jul-Aug; 11(4): 489–494

MANSI MANISH OSWAL I, ULHAS N. AMASI, MANISH S. OSWAL, ASHISH S. BHAGAT **Influence of three different implant thread designs on stress distribution: A three-dimensional finite element analysis** DOI:10.4103/0972-4052.191283

MARK ADAM ANTAL, CSABA CSÁK, DONÁT SIMON-FIALA AND GÁBOR BRAUNITZER **Rehabilitation with all-on-four and all-on-six using a variable thread profile implant system: short-term success and associated bone loss**
 ISSN: 2058-5314 Dent Oral Craniofac Res, 2016 doi: 10.15761/DOCR.1000144

MIYAMOTO, I., TSUBOI, Y., WADA, E., SUWA, H., IIZUKA, T. (2005). **Influence of cortical thickness and implant length on implant stability at the time of surgery—clinical prospective, biomechanical and image study,** Bone, 37 pp776-780

NAGAZAWA S, HAYANO K, NIINO T et al. **Nonlinear stress analysis of titanium implants by finite element method.** Dent Mater 2008; 27:633–639.

ORSINI E, GIAVARESI G, TRIRÈ A, OTTANI V, SALGARELLO S. **Dental implant thread pitch and its influence on the osseointegration process: an in vivo comparison study.** Int J Oral Maxillofac Implants 2012;27:383-92.

PANG HUANG X, HUANG Y. **Physical properties of Nano Has/ZrO₂ coating on surface of titanium materials used in dental implants and its biological compability.** J Nanosci Nanotechnol. 2012 Feb;12(2):902-10. PMID: 22629871

PATTANAİK B, PAWAR S, PATTANAİK S. **Biocompatible implant surface treatments.** Indian J Dent Res. Vol 23(3) p: 398-406. doi: 10.4103/0970-9290.102240. Review. May-Jun; 2012.

ROCCI, R. CALCATERRA, M. DI GIROLAMO, M. ROCCI, C. ROCCI, BAGGI **The influence of micro and macrogeometry in term of bone-implant interface in two implant systems:-an histomorphometrical study** Oral Implantol (Rome). 2016 Jul 23;8(4):87-95. doi: 10.11138/orl/2015.8.4.087. eCollection 2015 Oct-Dec. PMID: 28042421

RYU HS, NAMGUNG C, LEE JH, LIM YJ. **The influence of thread geometry on implant osseointegration under immediate loading: a literature review.** J AdvProsthodont. Vol. 6(6) p: 547-54. doi: 10.4047/jap.2014.6.6.547. Epub 2014 Dec 17 Dec; 2014.

SCIASCI, PLÍNIO| NICOLE CASALE, LUÍS GERALDO VAZ **Evaluation of primary stability in modified implants: Analysis by resonance frequency and insertion torque** DOI: 10.1111/cid.12574 Accepted: 17 November 2017

SENNERBY L, MEREDITH **Implant stability measurements using ressonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications.** Periodontol 2000 2008; 47:51-66.

SHEMTOV-YONA K, RITTEL D, MACHTEI EE, LEVIN L. **Effect of dental implant diameter on fatigue performance. Part II: failure analysis.** Clin Implant Dent Relat Res. doi: 10.1111/j.1708-8208.2012.00476.x. Epub 2012 Jul 10. 16(2):178-84. Apr; 2014.

SUL YT, JOHANSSON CB, JEONG Y, WENNEBERG A, ALBREKTSSON T. **Ressonance frequency and removal torque analysis of implants with turnedand anodized surface oxides.** Clin Oral Implants Res. 2002;13:252-9

SUNG-YOUNG LEE, SUNG-JUN KIM, HYUN-WOOK AN, HYUN-SEUNG KIM, DONG-GUK HA, Kyung-Ho Ryo, Kwang-Bum Park **The effect of the thread depth on the mechanical properties of the dental implant** Adv Prosthodont 2015;7:115-21

TEIXEIRA AB, BEJA GB, SHIMANO AC, MACEDO AP, OLISCOVICZ NF, REIS AC. **Influence of the ultimate torsion on the geometry of dental implants.** Braz Dent J. vol. 24(3) p: 213-7. doi: 10.1590/0103-6440201302165. 2013.

THAKRAL G, THAKRAL R, SHARMA N, SETH J, VASHISHT P. **Nanosurface - the future of implants.** J ClinDiagn Res. Vol. 8(5) p: ZE07-10. doi: 10.7860/JCDR/2014/8764.4355. Epub 2014 May 15. Review. May; 2014.

TOYOSHIMA T, WAGNER W, KLEIN MO, STENDER E, WIELAND M, AL-NAWAS B. **Primary stability of a hybrid self-tapping implant compared to a cylindrical non-self-tapping implant with respect to drilling protocols in an ex vivo model.** Clin Implant Dent Relat Res. Vol. 13(1) p: 71-8. Mar; 2011.

TURKIYLMAZ I, UTKU A, MC GLUMPHY EA. **Two alternative surgical techniques of enhancing primary implant stability in the posterior maxilla: A clinical study including bone density, insertion torque and resonance frequency analysis data.** Clin. Impl. Dentist Rel Res 2008; 4:231-237

ZAREI I, KHAJHEPOUR S, SABOURI A, HAGHNEGAHD AZ, JAFARI K. **Assessing the Effect of Dental Implants Thread Design on Distribution of Stress in Impact Loadings Using Three Dimensional Finite Element Method.** J Dent Biomater, 2016;3(2):233-240.