



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

BEATRIZ DE OLIVEIRA MEDEIROS

**A INFLUÊNCIA DA MACROGEOMETRIA NA
OSSEOINTEGRAÇÃO EM IMPLANTES DENTÁRIOS: UMA
REVISÃO DE LITERATURA**

PIRACICABA

2020

BEATRIZ DE OLIVEIRA MEDEIROS

**A INFLUÊNCIA DA MACROGEOMETRIA NA
OSSEOINTEGRAÇÃO EM IMPLANTES DENTÁRIOS: UMA
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientador: Prof(a). Dr(a). Wander José da Silva

Coorientador: Ms. Vinicius Rodrigues dos Santos

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO PELA ALUNA BEATRIZ DE OLIVEIRA MEDEIROS E ORIENTADA PELO PROF. DR. WANDER JOSÉ DA SILVA

PIRACICABA

2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

M467i Medeiros, Beatriz de Oliveira, 1998-
A influência da macrogeometria na osseointegração em implantes dentários :
uma revisão de literatura / Beatriz de Oliveira Medeiros. – Piracicaba, SP : [s.n.],
2020.

Orientador: Wander José da Silva.

Coorientador: Vinicius Rodrigues dos Santos.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Osseointegração. 2. Implantes dentários. I. Silva, Wander José da, 1980-. II.
Santos, Vinicius Rodrigues dos, 1991-. III. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Palavras-chave em inglês:

Osseointegration

Dental implants

Titulação: Cirurgião-Dentista

Data de entrega do trabalho definitivo: 27-11-2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, Tânia Isaias de Oliveira, que sempre acreditou em mim e não mediu esforços para a minha formação; minha maior fonte de amor, incentivo e apoio. À minha irmã, Lavínia Maithê, pelo companheirismo e paciência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar e me abençoar durante todo esse ciclo.

Agradeço à minha mãe, Tânia Isaias, pelo apoio e esforço para fornecer tudo que precisei para a minha formação. Obrigada pelo amor incondicional, compreensão e por me encorajar a persistir nos meus sonhos. Sou extremamente orgulhosa em tê-la como mãe. À minha irmã, Lavínia Maithê, pela amizade, paciência, amor e carinho. Ao meu irmão, Kaique Matheus, que apesar da distância, sempre torceu por mim. Sem vocês nada disso seria possível. Obrigada por tudo.

Ao meu cunhado e amigo, Raul Câmara, por cuidar das pessoas que mais amo nesse mundo. Sem dúvidas, é a pessoa com o coração mais bonito que eu já conheci.

Aos meus amigos pedaleiros que compartilham a paixão pelo ciclismo. Obrigada por todo o carinho e descontração.

Ao meu orientador e amigo, Wander José da Silva, por todo o esforço em me manter calma. Obrigada pela orientação e confiança em mim depositada.

Ao Ms. Vinicius Rodrigues dos Santos pela co-orientação do trabalho, além de grande contribuição e apoio na realização deste trabalho durante esse período. Grato por tudo.

Agradeço por fim, aos meus amigos Maria Eduarda Werneck e Paulo Alcarde, por sempre estarem ao meu lado, pelas conversas, risadas e por tornarem a vida mais leve e alegre.

RESUMO

Os implantes dentários são cada vez mais usados para a reabilitação de pacientes edêntulos parciais e totais. Dentre as diversas características que os implantes dentários possuem, destacam-se as alterações da macrogeometria sendo um fator responsável por promover um aumento na área de contato da interface osso-implante, além de proporcionar melhor dissipação das cargas oclusais e proporcionar uma maior ancoragem. Diante disso, foi possível proporcionar uma melhor estabilidade inicial e compreender a formação óssea e analisar o processo de cicatrização óssea formada a partir dos tecidos adjacentes às superfícies dos implantes. Para a realização desse estudo, foram selecionados os artigos que realizaram a comparação das diferentes macrogeometrias dos implantes osseointegráveis. A literatura mostra que o aumento da rugosidade de superfície e macrogeometrias complexa na superfície do titânio são capazes de aumentar o travamento inicial e o processo de osseointegração por obter uma maior superfície de contato entre osso e implante. As roscas que apresentaram o desenho mais modernos mostraram melhores resultados de rugosidade e estabilidade inicial, o que pode causar um expressivo aumento na força oferecida na resistência das cargas mastigatórias. Dessa forma, as alterações das características da macrogeometria dos implantes é um fator importante para que o processo de osseointegração ocorra de uma maneira eficaz e sua influência é positiva para a osseointegração, na medida em que promove uma melhor neoformação óssea, além de uma otimização na estabilidade inicial e um melhor contato osso-implante.

Palavras-chave: Osseointegração; Implantes dentários.

ABSTRACT

Dental implants are used for the rehabilitation of partial and total edentulous patients. Among the various characteristics of dental implants, macrogeometry design are the most factor responsible for promoting an increase of contact area on bone-implant interface, besides providing better dissipation of occlusal loads and providing greater anchorage. Therefore, it was possible to provide a better initial stability, understood healing bone process and tissues formation around of implants surfaces. For this study, articles that performed the macrogeometry comparison of osseointegrable implants were selected. The literature shows an increase in surface roughness and complex macrogeometries on the titanium surface are able to increase initial stability and osseointegration process by obtaining a greater contact surface between bone and implant. The threads that presented most modern design showed better roughness and initial stability results, which can cause a significant increase in strength offered to resists masticatory loads. Thus, changes on macrogeometries characteristics of dental implants is an important factor for the osseointegration process to occur effectively and its influence is positive for osseointegration, as it promotes better bone neoformation, in addition to an optimization of initial stability and better bone-implant contact.

Key words: Osseointegration; Dental Implants.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 PROPOSIÇÃO	11
3 REVISÃO DA LITERATURA	12
4 DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS	21
ANEXOS	24
Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio	24

1 INTRODUÇÃO

No ano de 1965, o Dr. Per-Ingvar Brånemark unido com um grupo de pesquisa na Universidade de Gotemburgo, realizou alguns estudos na Suécia que iniciou a descoberta da osseointegração entre o osso e o titânio. Neste estudo, o objetivo era realizar a observação da circulação sanguínea em animais, porém, ao tentar remover as cânulas de titânio, percebeu-se que o titânio e a superfície óssea se integravam perfeitamente. A partir desse achado, iniciaram o desenvolvimento de cilindros lisos e personalizados para serem implantados na tíbia de animais a fim de entender melhor esse fenômeno. Após diversas pesquisas, ficou comprovado que materiais de titânio haviam biocompatibilidade com a superfície óssea. Então, esses cilindros no decorrer dos anos passaram a ser utilizados como apoios seguros a fim de reter próteses fixas unitárias ou múltiplas, nas regiões de maxila ou mandíbula. A partir de então a osseointegração é aperfeiçoada e estudada cada vez mais pelos cientistas do mundo há mais de 40 anos para reabilitação de pacientes desdentados totais ou parciais. (Brånemark, 1994).

Segundo o descobridor da osseointegração, este processo tem como definição a conexão funcional e estrutural entre a superfície do titânio e do tecido ósseo organizado vivo quando colocado em função. Diante disso, é possível compreender a capacidade remodelação óssea tecidual, bem como o seu reparo é de uma relevante importância na manutenção e criação desse processo. A osseointegração só ocorre através da incorporação do implante dentário (considerado um componente não biológico) ao osso humano (Rocci et al., 2015). Isso possibilita o suporte de cargas mastigatórias possibilitando a substituição de um elemento dentário ausente na arcada dentária. Após a realização adequada da osseointegração é necessário que o implante dentário seja aceito ao introduzir a ancoragem do elemento protético a fim de resistir o carregamento funcional sem haver sequer algum tipo de rejeição, mesmo a longo prazo. (Coelho et al, 2015).

Diante disso, os implantes osseointegráveis tornaram-se uma alternativa de reabilitação bucal confiável e previsível. O desenvolvimento desses materiais seguem um protocolo rígido das empresas. No ato da instalação dos implantes dentários, a biossegurança deve ser respeitada para que haja sucesso na reabilitação de pacientes desdentados bem como no momento da realização cirúrgico rígido na realização dos implantes dentários. Por conta disso, esses implantes são amplamente utilizados para a substituição de um dente ausente. No entanto, a superfície do implante, o desenho das espiras externas e seu formato, o comportamento biológico do material que é confeccionado o implante e a densidade óssea podem ser um fator influenciador no processo de osseointegração (Valente et al., 2015). Por isso, após a instalação dos implantes dentários recomenda-se um período de espera para

realizar sua reabilitação final. Esse período de cicatrização pode variar de seis meses para maxila e quatro meses para a região maxilar. (Botticelli et al., 2004).

Apesar da comprovada eficácia dos implantes osseointegráveis como uma alternativa previsível e confiável para a reabilitação de ausências dentárias, estudos in vivo propõem alterações desses implantes dentários visando otimizar o processo de osseointegração, podendo reduzir o período de cicatrização e espera de reabilitação protética (Baires-Campos et al., 2015). No momento que se realiza alterações na macrogeometria dos implantes, alterando seu desenho, estes tem a capacidade de promover uma maior área de contato com o tecido ósseo e estes são capazes de realizar uma maior e mais rápida interação do tecido ósseo na fase de cicatrização (Chowdhary et al, 2015). Além do mais, devido a essa otimização, é possível desenvolver diferentes desenhos que possam possibilitar aumentar as indicações da aplicação dos implantes dentários, sendo possível promover a instalação em regiões desfavoráveis para a realização da osseointegração, como um osso alveolar de qualidade óssea (Bränemark, 1994).

A fim de descobrir o melhor desenho para determinadas regiões de diferentes densidades ósseas, pesquisas clínicas e básicas da odontologia buscam determinar uma abordagem correta, bem como uma sequência adequada, porém o tema é ainda controverso pois cada diferente tipo de desenho possibilita uma diferente abordagem no processo de fresagem e instalação dos implantes dentários. Por isso, a falta de uma abordagem sequencial para a instalação de implantes dentários desafia os engenheiros biomédicos a realizar alterações dos principais parâmetros de design, como nanogeometria, microgeometria, macrogeometria e instrumentação cirúrgica (Coelho et al., 2009). Sendo assim, o desenho do implante é um dos parâmetros mais importantes para a otimização do processo da osseointegração, porém, o desenho macrogeométrico ideal para a melhor interação implante-osso ainda não é conhecida (Browaeyts et al., 2014).

Dessa forma, esta revisão foi elaborada para analisar os diferentes tipos de rosca e macrogeometria dos implantes dentários, possibilitando uma comparação entre as diferentes alterações macrogeométricas. Com isso, é possível analisar e compreender os benefícios das diferentes macrogeometrias para garantir uma melhor escolha dos implantes dentários nas diferentes reabilitações estéticas e funcionais dos pacientes desdentados parciais e totais.

2 PROPOSIÇÃO

O Objetivo desta revisão de literatura foi analisar os diferentes tipos de macrogeometrias e desenhos das espiras externas dos implantes dentários a fim de avaliar se sua alteração possui influência direta na osseointegração.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Um estudo analisou diferentes macrogeometrias e mostrou que o padrão de rugosidade de superfície foi diferente devido a alteração do desenho na região externa dos implantes dentários (Rosa et al.,2012). Atualmente, as roscas disponíveis no mercado podem variar muito em seu formato (em V, trapezoidal, trapezoidal reverso, quadrado e espiral). Através dessa variação do formato das roscas dos implantes dentários é possível alterar as áreas de maior contato entre osso-implante e, conseqüentemente, promover alterações e diferenças benéficas para a osseointegração dos implantes dentários (Dos Santos et al., 2011).

Com o objetivo de avaliar os efeitos da rugosidade superficial e da macrogeometria sobre a estabilidade primária de implantes dentários foi realizado um estudo com 45 implantes cilíndricos e cônicos e 3 diferentes tratamentos de superfície (usinado, ataque ácido e anodizado). O torque de inserção, quantificado por uma chave de torque digital, e a análise da frequência de ressonância (RFA), mensurado pelo Osstell, foram os parâmetros usados para determinar a estabilidade primária dos implantes. A morfologia da superfície do implante foi caracterizada pela microscopia eletrônica de varredura, medição de rugosidade e coeficiente de atrito. Os resultados mostraram que os implantes cônicos que possuíam tratamentos de superfície apresentaram maior rugosidade, um coeficiente de atrito mais alto e exigia um torque de inserção maior do que os implantes usinados. (Dos Santos et al., 2011).

Um estudo experimental em cães foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes macrogeometrias de implantes e associação com diferentes tratamentos de superfície na estabilidade inicial e avaliar sua biomecânica. Três superfícies de implante foram fabricados em três macrogeometrias: cilíndrico com pequenas câmaras de coágulo (400 µm de altura no diâmetro externo, 500 µm de altura no diâmetro interno, por ~300 µm de profundidade) e grandes câmaras de coágulo (1000 µm de altura no diâmetro externo, 350 µm de altura no diâmetro interno, por ~400 µm de profundidade). Todavia, entre essas macrogeometrias, não foram observadas diferenças na estabilidade inicial e biomecânica no período de 14 dias. Porém, após 40 dias foi possível observar através das análises que a macrogeometria com pequenas câmaras de coágulo apresentou uma melhora biomecânica significativamente maior em comparação com as outras macrogeometrias estudadas (Coelho et al., 2011).

Já neste estudo, que teve a finalidade de investigar o efeito de preparações subdimensionadas (3,2 mm e 3,5 mm) com duas macrogeometrias de implantes (cônico e cilíndrico). Para isso, foram utilizados 48 implantes e dois protocolos de fresagem do leito

ósseo foram realizados nos tempos de 3 e 6 semanas. O torque de inserção foi registrado para cada implante colocado e as amostras foram submetidas ao corte histológico. A porcentagem de contato osso-implante (%BIC) e a porcentagem de densidade óssea ao redor do implante (%BAFO) foram obtidas por meio de um software do computador (Leica Applica-Suite). Os implantes cônicos apresentaram um torque de inserção significativamente maior do que os implantes cilíndricos, independentemente do diâmetro do local perfurado ($p < 0,001$). A análise histomorfológica revelou que o BIC foi significativamente maior para os implantes cônicos ($p < 0,01$). Foi detectada diferenças estatísticas de fração da área óssea em 6 semanas para ambos os implantes entre as preparações subdimensionadas de 3,2 mm e 3,5 mm. ($p < 0,01$) (Jimbo, R et al., 2014).

Em 2015, um estudo através da análise de elementos finitos em um par de modelos tridimensionais foi projetado visando comparar a resposta do tecido ósseo em implantes com ou sem micro roscas em seu desenho externo (Chowdhary et al, 2015). Para isso, implantes de titânio com a presença de micro roscas ($n=20$) e sem (grupo controle negativo $n=20$) foram confeccionados. Utilizaram-se 12 animais e cada um recebeu 4 implantes em região do fêmur. Para analisar a estabilidade inicial a metodologia de escolha foi o torque de inserção e de remoção dos implantes no período de 4 semanas após a instalação dos implantes. Além de uma análise histomorfométrica na região peri implantar.

Na Análise de Elementos Finitos, foi verificado menores valores de forças compressivas (simulando cargas mastigatórias) na interface osso-implante na presença de micro roscas (31 MPa) quando comparado com o grupo controle sem alteração na superfície do implante (62.2 MPa). Após 4 semanas, foi possível observar uma diferença significativa na neoformação óssea e no contato osso-implante do grupo com micro roscas na região externa dos implantes ($p < .05$); no entanto, na análise do torque de remoção e de inserção não demonstrou diferenças estatísticas entre as superfícies (Chowdhary et al, 2015).

Diante disso, conclui-se que a neoformação óssea ocorreu próximo das micro roscas em comparação ao grupo controle, indicando que a superfície é capaz de promover uma otimizada remodelação óssea. Tal formação óssea no fêmur indica que o osso esponjoso é mais sensível à estimulação da superfície de micro roscas (Chowdhary et al, 2015).

Uma análise histomorfológica foi realizada a fim de avaliar os efeitos da dimensão de perfuração nos estágios iniciais de osseointegração e estabilidade primária de duas diferentes macrogeometrias de implantes: Strong SW (cônico e perfil de rosca única) e Unitite (cônico e perfil de rosca dupla). Foram instalados 44 implantes dentários na tíbia de 10 cães da raça Beagle com perfurações de até 3,75 mm (como recomendado pelo fabricante) e até

4,0 mm (diâmetro maior do que o recomendado pelo fabricante), com registro do torque máximo de inserção. A análise histomorfométrica foi realizada em 2 e 4 semanas. Os resultados mostraram que, para ambos os projetos de implante, o torque de inserção diminuiu conforme aumentou-se o diâmetro da perfuração ($p < 0,001$). Observou-se também um aumento significativo do contato osso-implante de 2 a 4 semanas para os implantes colocados nas perfurações de até 4 mm de diâmetro ($p < 0,03$), mas não para aqueles colocados nas perfurações de 3,75 mm (Baires-Campos et al., 2015).

Estudo realizado em 2015, que teve como objetivo de desenvolver um projeto de implante dentário a partir de mudanças na macrogeometria de implantes disponíveis no comércio e comparar o desempenho que esse novo design poderia promover em relação aos implantes convencionais em termos de estabilidade primária. A modificação foi realizada na geometria externa pela extensão das três ranhuras do terço apical pré-existentes até o nível da plataforma de 9 implantes cilíndricos com plataforma hexagonal externa (11 mm de comprimento e 4,0 mm de diâmetro) e 9 implantes cônicos com plataforma Cone Morse (10 mm de comprimento e 4,3 mm de diâmetro). Foram medidos o torque de inserção, o ISQ do implante e a torque de remoção. Os resultados mostraram um aumento significativo do torque de inserção dos implantes cônicos ($p = 0,000$) e cilíndricos ($p = 0,043$) modificados quando comparado aos convencionais. Os valores de ISQ do implante cilíndrico modificado foram estatisticamente inferiores ao design convencional ($p = 0,002$), mas superiores a 65, apresentando estabilidade. Em relação ao torque de remoção, ambos os implantes modificados apresentaram redução significativa (Valente et al., 2015).

Um estudo realizado com a finalidade de analisar a influência da micro e macrogeometria de dois implantes, clinicamente descarregados, na interface osso-implante (BIC), instalados em 7 pacientes selecionados. Foram divididos em dois grupos de pacientes: o grupo I, composto por 4 pacientes, recebeu um implante tipo A [GTBPlan1Health Amaro (UD) Italy] e um tipo B (Astra Tech, Dentsply Molndal, Sweden) na região posterior de mandíbula e o grupo II recebeu o um implante tipo A e um tipo B na região posterior de maxila. Os implantes foram removidos com o tecido ósseo peri-implantar após 12 semanas de cicatrização e analisados. Não foram encontradas diferenças significativas dos valores de %BIC do grupo I, sugerindo que a osseointegração é influenciada pela composição superficial do implante, mas também pelo tipo de osso e o local de instalação do implante dentário (Rocci, A et al., 2015).

Visando avaliar a correlação entre a geometria e superfície do implante, torque de inserção e estabilidade primária um estudo com 120 implantes foi realizado. Para isso, os implantes foram divididos em grupo A (design de rosca pequena e pescoço reto

convencional), grupo B (design de micro rosca e pescoço reto usinado) e grupo C (design de rosca grande e pescoço reverso). A fim de simular a condição pós exodontia, foram criados defeitos ósseos de 8 mm de diâmetro e 7 mm de comprimento com 4 paredes ósseas. Dez implantes de cada grupo foram inseridos em dois tipos de osso bovino: médio-denso (D2-D3) e mole (D4), tanto nos locais cicatrizados quanto nos defeitos ósseos simulados. Para cada implante foram registrados o torque de inserção e micromobilidade (VAM). Os resultados mostraram significativa diferença nos valores de VAM dos grupos A e C em osso cicatrizado de baixa densidade, apresentando melhor estabilidade do que o design de pescoço reto usinado. No tipo de osso médio denso, os implantes pertencentes ao grupo C mostraram menor estabilidade primária do que os implantes de pescoço reto. Os implantes pertencentes ao grupo C apresentaram valores menores de micromobilidade ($p < 0,05$) do que os outros implantes nos locais pós extrativos simulados em osso mole. Tanto em locais cicatrizados quanto nos defeitos ósseos, a micromovimentação mais que dobrou no osso de baixa densidade em comparação com o osso médio-denso ($p < 0,01$) (Falco et al., 2018)

Em um estudo clínico randomizado de 2018, o objetivo foi de investigar a influência da macrogeometria do implante no processo de cicatrização peri-implantar. Noventa e nove implantes foram instalados bilateralmente em mandíbulas posteriores de 23 pacientes. Quatro macrogeometrias de implante dentário foram utilizadas no estudo: três geometrias que induzem uma “câmara de cicatrização”, sendo elas Duo (implante cônico com roscas trapezoidais no corpo e microroscas triangulares no colar cervical), Compact (implante cilíndrico com roscas trapezoidais) e Infra (implante cônico com roscas trapezoidais) e uma geometria padrão, Integra (roscas triangulares e colar cervical liso). Foram medidos o torque de inserção (IT) e o quociente de estabilidade do implante (ISQ). Os critérios adotados para avaliar a saúde peri-implantar foram o índice de placa visível (VPI), a inflamação peri-implantar (PI) e a presença de cálculo (CC). Os valores de torque de inserção e quociente de estabilidade do implante não foram significativamente influenciados pela macrogeometria dos implantes. Não houve diferenças significativas entre as estabilidades primárias dos implantes estudados. Contudo, a macrogeometria influenciou na estabilidade secundária, atingindo valores ISQ intermediários entre 7 e 14 dias (Carmo Filho et al., 2018).

Com o objetivo de avaliar áreas onde foi realizada regeneração óssea guiada com a estabilidade primária de implantes, um estudo foi realizado um estudo experimental em animais comparando duas diferentes macrogeometrias. 86 implantes cônicos foram divididos em dois grupos: Grupo controle (G1) com macrogeometria semicônica convencional, região apical com roscas curtas auto rosqueáveis e conexão hexagonal externa e grupo teste (G2) com macrogeometria de paredes paralelas, região apical com roscas longas auto rosqueáveis

e conexão hexagonal externa. Os resultados mostraram que o novo implante (G2) promove uma aceleração no processo de osseointegração comparado ao convencional (G1). Os testes realizados para avaliar a biomecânica mostraram valores superiores de estabilidade primária (ISQ) e remoção de torque para o grupo teste nos tempos de 3 e 4 semanas com diferença significativa ($p < 0,05$). Dessa forma, é possível concluir que a alteração na macrogeometria do implante promoveu diversos benefícios na biomecânica dos implantes dentários e no processo de osseointegração (Fernández-Domínguez et al., 2019).

Uma macrogeometria híbrida inovadora com um design cilíndrico na porção coronal e cônico na porção apical, cada um compreendendo metade do comprimento do implante, foi objeto de estudo em 2018, com o intuito de avaliar a sua segurança, eficácia, estabilidade primária e a cicatrização da ferida. Para isso, 18 implantes foram instalados nas regiões de terceiro e quarto pré-molares e primeiro molar de três cães da raça foxhound, imediatamente após as extrações. Após 3 meses, as amostras foram submetidas a análises microscópicas de luz e histomorfométrica. Os resultados mostraram que a porção apical cônica proporcionou alta estabilidade inicial (65-100 Ncm). Além disso, houve uma porcentagem média de contato osso-implante de 56,34% (Nevinchos et al., 2019).

Com objetivo de avaliar os efeitos biomecânicos de um novo design macrogeométrico de implante dental, uma análise experimental *in vitro* foi realizada comparando duas macrogeometrias de implante: regular e uma macrogeometria nova, com câmaras de coágulo circulares entre as roscas da superfície externa. Os grupos experimentais foram divididos de acordo com a macrogeometria e o tratamento de superfície. Os implantes possuíam 4,00 mm de diâmetro x 10,00 mm de comprimento. Após a instalação dos implantes, os valores de quociente de estabilidade (ISQ) foram medidos utilizando um dispositivo Osstell. Os valores de ISQ e torque de inserção não diferiram em relação ao tratamento de superfície dos implantes testados. Notou-se que o novo desenho macrogeométrico diminuiu o torque de inserção sem afetar os valores do quociente de estabilidade do implante quando comparado com a macrogeometria do implante regular, porém nenhuma correlação foi encontrada entre o torque de inserção e os valores de ISQ. (Gehrke et al., 2019)

Em um estudo mais atual, o objetivo do estudo foi comparar uma nova macrogeometria introduzida no mercado com um implante de macrogeometria convencional. Para isso, 86 implantes cônicos foram divididos em grupo controle (grupo CON - implantes cônicos com uma macrogeometria convencional) e grupo experimental (TESTE - implantes com a macrogeometria de câmaras de cicatrização entre as roscas dos implantes). Após realizado as análises de microscopia eletrônica, inserção dos implantes em tíbias de coelhos e avaliação dos parâmetros biomecânicos os resultados mostraram que os implantes do

TESTE produziram um aprimoramento significativo na osseointegração em comparação com o grupo CON. As avaliações biomecânicas também mostraram valores superiores para o grupo TESTE independente do período de aferição das análises, com diferenças significativas ($p < 0,05$). Além disso houve uma maior formação óssea ao redor do implante e um maior contato implante-osso no grupo TESTE (Gehrke, et al., 2020).

4 DISCUSSÃO

É possível notar, em estudos clínicos, que a diferenciação da macrogeometria e dos formatos das roscas externas dos implantes dentários ainda são tópicos não muito explorados na literatura. A maioria dos estudos das alterações macrogeométricas realizadas enfocou modelos animais e na maior parte deles exploraram os mecanismos biológicos envolvidos no processo de cicatrização com diferentes tratamentos de superfícies e macrogeometrias (Leonard et al., 2009; Freitas et al., 2012). No que diz respeito à macrogeometria do implante e tratamentos de superfície, estes sempre visaram aumentar a estabilidade inicial entre o osso e o implante. No entanto, o fator que promove a maior influência na estabilidade primária, torque inicial e, conseqüentemente, promove uma otimização da osseointegração é sua macrogeometria (Abuhussein et al., 2010). O tratamento de superfície é um fator importante a ser considerado na superfície externa do implante, porém não possui influências mecânicas e sim, auxilia na resposta biológica. Quando associadas, essas promovem um efeito benéfico tanto mecânico quanto biológico (Norton et al., 2013; Chowdhary et al., 2014).

Além do mais, foi possível observar que a alteração da macrogeometria dos implantes dentários obteve resultados positivos na deposição e neoformação óssea ao redor das espiras dos implantes (Dos Santos et al., 2011). Essa observação da formação mais acelerada de osso ao redor das macrogeometrias que possuem câmaras de coágulo entre as roscas dos implantes dentários são capazes de otimizar a osseointegração (Coelho et al., 2011). Essa otimização é possível pois são responsáveis por armazenar o coágulo, que posteriormente se diferenciarão em osteoblastos e, em associação aos tratamentos de superfície, promovem uma aceleração do processo cicatricial (Bergamo et al., 2019).

Outro fator que a macrogeometria é capaz de influenciar é a biomecânica e distribuição de cargas mastigatórias quando esses desenhos externos das roscas são alterados (Huang et al., 2011; Gottlow et al., 2012). Isso corrobora com o estudo de Chowdhary et al. (2015) onde através da análise de elementos finitos mostrou a menor dissipação de cargas mastigatórias quando comparado aos implantes de macrogeometria mais simples. Portanto, é possível notar que as macrogeometrias mais complexas e com roscas cortantes são capazes de obter torques de inserção elevados possam resultar em uma maior estabilidade primária (Fernandez-Dominguez et al., 2019).

No entanto, nota-se que a estabilidade primária pode não ser diretamente proporcional ao torque de inserção (Santamaría-Arrieta et al., 2016). Isso porque, mesmo reestabelecido o reparo ósseo, o implante é capaz de alcançar certa resistência a micro

movimentações sob carregamento funcional (Jimbo et al., 2014). Por isso, alguns autores ainda questionam a correlação de altos torque de inserção com elevados índices de sucesso clínico dos implantes dentários (Wang et al., 2015). Isso pode resultar em uma alta tensão na região peri implantar e, conseqüentemente, provocar respostas negativas tanto biológicas quanto na estabilidade secundária.

Diante disso, a macrogeometria destaca-se como um dos fatores capazes de interferir diretamente na osseointegração dos implantes dentários pois proporcionam benefícios para a osseointegração dos implantes quando o formato das roscas são alterados. Assim, possibilita uma diminuição do tempo de carregamento com próteses fixas apoiadas sobre estes implantes (Carmo-Filho et al., 2018). Para tanto, é necessário que um maior número de estudos clínicos sejam realizados visando avaliar o comportamento mecânico dos diversos tipos de macrogeometrias, bem como um acompanhamento a longo prazo destes implantes e aferição de saúde peri implantar e perda óssea ao redor da região do implante dentário.

5 CONCLUSÃO

Diante dos achados bibliográficos nesta Revisão de Literatura, podemos concluir que as alterações das características da macrogeometria dos implantes é um fator importante para que o processo de osseointegração ocorra de uma maneira eficaz e sua influência é positiva para a osseointegração, na medida em que promove uma melhor neoformação óssea, além de uma otimização na estabilidade inicial e um melhor contato osso-implante.

REFERÊNCIAS^{1*}

Abuhussein H, Pagni G, Rebaudi A, Wang HL. The effect of thread pattern upon implant osseointegration. *Clin Oral Implants Res*. 2010 Feb;21(2):129-36.

Baires-Campos FE, Jimbo R, Bonfante EA, Fonseca-Oliveira MT, Moura C, Zanetta-Barbosa D, Coelho PG. Drilling dimension effects in early stages of osseointegration and implant stability in a canine model. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2015 Jul 1;20(4):e471-9.

Bergamo ETP, de Oliveira PGFP, Jimbo R, Neiva R, Tovar N, Witek L, Gil LF, Bonfante EA, Coelho PG. Synergistic Effects of Implant Macrogeometry and Surface Physicochemical Modifications on Osseointegration: An In Vivo Experimental Study in Sheep. *J Long Term Eff Med Implants*. 2019;29(4):295-302.

Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J. Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol* 2004 Oct; 31(10): 820-8.

Brånemark PI, Skalak R, Rydevik B. Osseointegration in skeletal reconstruction and joint replacement. Rancho Santa Fé, California; 1994.

Browaeys H, Dierens M, Ruyffelaert C, Matthijs C, De Bruyn H, Vandeweghe S. Ongoing crestal bone loss around implants subjected to computer-guided flapless surgery and immediate loading using the All-on-4® concept. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014. <http://dx.doi.org/10.1111/cid.12197>. Jan 8.

Carmo Filho LCD, Faot F, Madruga MM, Marcello-Machado RM, Bordin D, Del Bel Cury AA. Effect of implant macrogeometry on peri-implant healing outcomes: a

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 [Internet]*. 2015 Jun; 17(3):562-9.

Chowdhary R, Jimbo R, Thomsen CS, Carlsson L, Wennerberg A. The osseointegration stimulatory effect of macrogeometry-modified implants: a study in the rabbit. *Clin Oral Implants Res*. 2014 Sep;25(9):1051-5.

Coelho PG, Granato R, Marin C, Teixeira HS, Suzuki M, Valverde GB, Janal MN, Lilin T, Bonfante EA. The effect of different implant macrogeometries and surface treatment in early biomechanical fixation: an experimental study in dogs. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2011 Nov;4(8):1974-81.

^{1*} De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors - Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

Coelho PG, Granjeiro JM, Romanos GE, Suzuki M, Silva NR, Cardaropoli G, et al. Basic research methods and current trends of dental implant surfaces. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009;88:579–96.

Coelho PG, Jimbo R, Tovar N, Bonfante EA. Osseointegration: hierarchical designing encompassing the macrometer, micrometer, and nanometer length scales. *Dent Mater*. 2015 Jan;31(1):37-52.

Dos Santos MV, Elias CN, Cavalcanti Lima JH. The effects of superficial roughness and design on the primary stability of dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2011 Sep;13(3):215-23.

Falco A, Berardini M, Trisi P. Correlation Between Implant Geometry, Implant Surface, Insertion Torque, and Primary Stability: In Vitro Biomechanical Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2018 Jul/Aug;33(4):824-830. doi: 10.11607/jomi.6285.

Fernández-Domínguez M, Ortega-Asensio V, Fuentes-Numancia E, Aragonese JM, Barbu HM, Ramírez-Fernández MP, Delgado-Ruiz RA, Calvo-Guirado JL, Samet N, Gehrke SA. Can the Macrogeometry of Dental Implants Influence Guided Bone Regeneration in Buccal Bone Defects? Histomorphometric and Biomechanical Analysis in Beagle Dogs. *J Clin Med*. 2019 May 7;8(5):618.

Freitas AC, Bonfante EA, Giro G, Janal MN, Coelho PG. The effect of implant design on insertion torque and immediate micromotion. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(1):113–8.

Gehrke SA, Aramburú J Júnior, Pérez-Díaz L, do Prado TD, Dedavid BA, Mazon P, N De Aza P. Can changes in implant macrogeometry accelerate the osseointegration process?: An in vivo experimental biomechanical and histological evaluations. *PLoS One*. 2020 May 14;15(5):e0233304.

Gehrke SA, Pérez-Díaz L, Mazón P, De Aza PN. Biomechanical Effects of a New Macrogeometry Design of Dental Implants: An In Vitro Experimental Analysis. *J Funct Biomater*. 2019 Oct 25;10(4):47.

Gottlow J, Barkamo S, Sennerby L. An Experimental Comparison of Two Different Clinically Used Implant Designs and Surfaces. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14(SUPPL. 1):204–12.

Huang HL, Chang YY, Lin DJ, Li YF, Chen KT, Hsu JT. Initial stability and bone strain evaluation of the immediately loaded dental implant: An in vitro model study. *Clin Oral Implants Res* 2011;22(7):691–8.

Jimbo R, Tovar N, Anchieta RB, Machado LS, Marin C, Teixeira HS, Coelho PG. The combined effects of undersized drilling and implant macrogeometry on bone healing around dental implants: an experimental study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014 Oct;43(10):1269-75.

Leonard G, Coelho P, Polyzois I, Stassen L, Claffey N. A study of the bone healing kinetics of plateau versus screw root design titanium dental implants. *Clin Oral Implants Res*. Denmark; 2009 Mar;20(3):232–9.

Nevins M, Chu SJ, Jang W, Kim DM. Evaluation of an Innovative Hybrid Macrogeometry Dental Implant in Immediate Extraction Sockets: A Histomorphometric Pilot Study in Foxhound Dogs. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2019 Jan/Feb;39(1):29-37.

Norton M. Primary stability versus viable constraint--a need to redefine. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28(1):19–21.

randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2019. Feb;23(2):567-575. doi:10.1007/s00784-018-2463-5. Epub 2018 May 3.

Rocci A, Calcaterra R, Di Girolamo M, Rocci M, Rocci C, Baggi L. The influence of micro and macro-geometry in term of bone-implant interface in two implant systems: an histomorphometrical study. *Oral Implantol (Rome)*. 2016 Jul 23;8(4):87-95.

Rosa MB, Albrektsson T, Francischone CE, Schwartz Filho HO, Wennerberg A. The influence of surface treatment on the implant roughness pattern. *J Appl Oral Sci*. 2012 Sep-Oct;20(5):550-5.

Santamaría-Arrieta G, Brizuela-Velasco A, Fernández-González FJ, Chávarri-Prado D, Chento-Valiente Y, Solaberrieta E, Diéguez-Pereira M, Vega JA, Yurrebaso-Asúa J. Biomechanical evaluation of oversized drilling technique on primary implant stability measured by insertion torque and resonance frequency analysis. *J Clin Exp Dent*. 2016 Jul 1;8(3):e307-11.

Valente ML, de Castro DT, Shimano AC, Lepri CP, dos Reis AC. Analyzing the Influence of a New Dental Implant Design on Primary Stability. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016 Feb;18(1):168-73.

Wang T-M, Lee M-S, Wang J-S, Lin L-D. The Effect of Implant Design and Bone Quality on Insertion Torque, Resonance Frequency Analysis, and Insertion Energy during Implant Placement in Low or Low- to Medium-Density Bone. *Int J Prosthodont*. 2015;28(1):40–7.

ANEXOS

Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio

A INFLUÊNCIA DA MACROGEOMETRIA NA OSSEOINTEGRAÇÃO EM IMPLANTES DENTÁRIOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

16%	10%	2%	11%
ÍNDICE DE SEMELHANÇA	FONTES DA INTERNET	PUBLICAÇÕES	DOCUMENTOS DOS ALUNOS

FONTES PRIMÁRIAS

1	Submitted to Universidade Estadual de Campinas Documento do Aluno	11%
2	www.cursospos.com.br Fonte da Internet	2%
3	search.ndltd.org Fonte da Internet	1%
4	worldwidescience.org Fonte da Internet	1%
5	repositorio.ufpe.br Fonte da Internet	1%

Excluir citações

Desligado

Excluir correspondências

Desligado

Excluir bibliografia

Em