

**UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO MORSE EM IMPLANTES DENTÁRIOS DE  
DIFERENTES CONEXÕES INTERNAS CÔNICAS**

**TESE**

**RENATA NOGUEIRA BARBOSA MARCHON**

**2022**

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

AVALIAÇÃO DO EFEITO MORSE EM IMPLANTES DENTÁRIOS DE DIFERENTES  
CONEXÕES INTERNAS CÔNICAS

RENATA NOGUEIRA BARBOSA MARCHON

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Doutor em Odontologia (Área de concentração: Odontologia Clínica e Experimental)

Orientador:  
Prof. Dr. Plínio Mendes Senna

2022

**CATALOGAÇÃO NA FONTE**  
**UNIGRANRIO – NÚCLEO DE COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECAS**

M318a Marchon, Renata Nogueira Barbosa.  
Avaliação do efeito Morse em implantes dentários de diferentes conexões internas cônicas / Renata Nogueira Barbosa Marchon. – Duque de Caxias, 2022.  
37 f.; il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Odontologia com área de concentração em Clínica Odontológica) – Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy", Escola de Ciências da Saúde, 2022.  
"Orientador: Prof. Dr. Plínio Mendes Senna".  
Referências: f. 19-23.

1. Odontologia. 2. Implantodontia. 3. Próteses dentárias. 4. Osseointegração. I. Senna, Plínio Mendes. II. Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy". III. Título.

CDD – 617.6

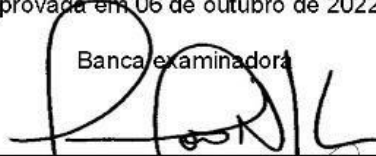
AVALIAÇÃO DO EFEITO MORSE EM IMPLANTES DENTÁRIOS DE DIFERENTES  
CONEXÕES INTERNAS CÔNICAS

RENATA NOGUEIRA BARBOSA MARCHON

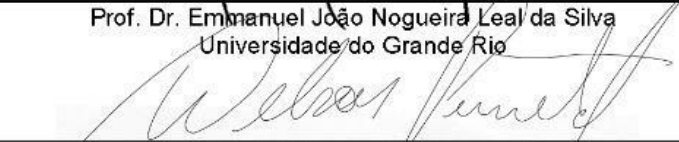
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia Clínica e Experimental, da Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Doutor em Odontologia.

Aprovada em 06 de outubro de 2022.

Banca examinadora



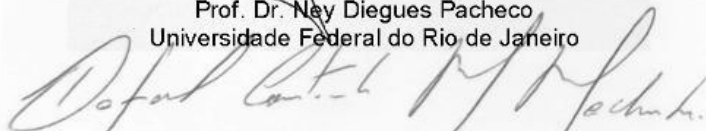
Prof. Dr. Emmanuel João Nogueira Leal da Silva  
Universidade do Grande Rio



Prof. Dr. Wilson Alves Pimentel  
Empresa EFF Dental Componentes Ltda



Prof. Dr. Ney Diegues Pacheco  
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Rafael Coutinho de Mello Machado  
Universidade de Nova Iguaçu



Prof. Dr. Plínio Mendes Senna  
Universidade do Grande Rio

## DEDICATÓRIA

---

*Dedico este trabalho a minha família,  
minha base, sem eles eu nada seria*

## AGRADECIMENTOS

---

Ao meu orientador, Prof. Dr. Plinio Mendes Senna, por me apoiar e me aceitar para orientação. Obrigada por me ensinar tanto, você é excepcional. Muito obrigada!

Ao corpo docente da PPGO UNIGRANRIO, pelos ensinamentos transmitidos com tanta dedicação e maestria.

Aos colegas de profissão, que se dedicaram a realização deste trabalho, sem vocês não seria possível.

Ao meu esposo e amigo Erick, que não mediu esforços para estar ao meu lado sempre que eu pensei em desistir.

A meus pais, irmã e sobrinho, que são a razão da minha vida, sem vocês nada seria possível.

## ÍNDICE

---

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA.....	01
2. JUSTIFICATIVA .....	04
3. OBJETIVOS .....	05
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	06
5. RESULTADOS .....	08
6. DISCUSSÃO .....	10
7. CONCLUSÃO.....	18
8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	19
9. ANEXO – Comprovante de submissão do artigo .....	24

## RESUMO

---

O desempenho retentivo e a resistência mecânica a tração do sistema pilar – implante com geometria interna cônica, que utilizam ou não parafuso de fixação, determinando parâmetros de força para remoção da união pilar -implante de sistemas com diferentes ângulos internos. Seis grupos de implantes dentários foram embutidos em blocos de resina acrílica conforme especificado pela ISO 14801:2016. Os pilares foram selecionados e instalados conforme recomendação do fabricante, o conjunto foi fixado em um aparelho pull out (OD49; Odeme, Brasil), o aparelho foi posicionado em uma máquina universal de testes (EMIC-DL 200MF; Instron, Brasil) com célula de carga de 500 N e velocidade de teste de 0,5 mm/min. A força (N) foi registrada na ruptura. Os dados foram analisados com o teste de Shapiro-Wilks, os grupos foram comparados por ANOVA one-way com teste post-hoc de Tukey. A correlação de Spearman foi utilizada para verificar a correlação do ângulo de conicidade e área de contato com a força de arrancamento. O nível de significância foi estabelecido em 5% (SPSS, IBM, EUA). A força de arrancamento de G1 (123,6 N) e G2 (116,7 N) apresentaram a maior força de arrancamento, seguidos de G3 (56,3 N) e G4 (32,4 N). G5 e G6 não apresentaram resistência ao arrancamento ( $p < 0,05$ ). O ângulo cônico e a área de contato implante-pilar demonstraram correlação significativa com a resistência ao arrancamento de -0,958 e 0,880, respectivamente. Dentro dos limites deste estudo, foi possível identificar que a força de arrancamento é diferente entre as conexões implante-pilar cônicas. Quanto mais próximo do ângulo cônico, maior é o efeito Morse entre o pilar e o implante.

**Palavras-chave:** Conexão implante-pilar cone Morse; Resistência à Tração.



## ABSTRACT

---

The characteristics of internal tapered connections (ITC) are important to prevent prosthetic complications when using dental implants. Therefore, the purpose of the present study was to evaluate the Morse effect of different internal tapered implant-abutment connections using a pull-out test. For this, six ITC designs were selected Short (Bicon, USA) – G1, Novo Colosso (Medens, Brazil) – G2, Epkut (SIN, Brazil) – G3, Strong SW (SIN, Brazil) – G4, Flash (Conexão, Brazil) – G5 and Bone Level (Straumann, Switzerland) – G6. The respective CAD files were loaded in a tridimensional viewer to visualize the middle section of the implant-abutment interface and exported to an analysis software to measure the taper angle and the implant-abutment contacting area of each ITC. Six implants of each group were embedded in acrylic resin blocks and the respective universal abutments were fixed using a mallet (G1) or 20 Ncm torque using a digital wrench (G2 to G6). After ten minutes, the retention screw of each abutment was removed and the assembly was fixed in a pull-out apparatus in a universal testing machine (EMIC- DL 200MF; Instron, Brazil) at of 0.5 mm/min crosshead. The force (N) was recorded at abutment rupture. The groups were compared using one-way ANOVA and Tukey test. Spearman's correlation was used to check the correlation of taper angle and contacting area with the pull-out strength. G1, no-screw abutment with a 3° taper, G2 with a 10° taper and tightened with 20 Ncm, presented the highest pull-out strength ( $p < .05$ ). The increased taper angle of G4 when compared to G4 reduced the Morse effect despite of similar contacting area ( $p < 0.05$ ). G5 and G6 abutments became loosen after screw removal and did not exhibit pull-out resistance. Closer the tapered angle ( $r = -.958$ ) and higher the implant-abutment contacting area ( $r = .880$ ), higher was the pull-out strength ( $p < .001$ ). Within the limits of this study, it was

possible to identify that the pull-out strength is different among the tapered implant-abutment connections. Closer the tapered angle and higher the interface area, higher would be the Morse effect between the abutment and the implant.

Keywords: Dental Implant-Abutment Design ; Tensile Strength; Materials Testing; Morse taper connection.

## LISTA DE FIGURAS

---

- Figura 1. Conexões internas cônicas utilizadas no estudo. 06
- Figura 2. Modelo digital das conexões para mensuração do ângulo ( $\alpha$ ) da interface cônica (a) e mensuração dos diâmetros maior (D) e menor (d), e da altura (h) do segmento do pilar em contato com o implante para mensuração da área de contato implante-pilar 07
- Figura 3. Projeção dos pilares acoplados em cada interface cônica. 08

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1.	Resistência ao arrancamento (N) das diferentes conexões internas cônicas	09
Tabela 2.	Ângulo da interface cônica e área de contato com suas correlações com a resistência ao arrancamento	09

## LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

---

ISO International Standards Organization

EMIC Maquina Universal de Ensaio

Ncm Newton centímetro

N Newton

mm Milímetros

## 1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

---

Os implantes dentários se fazem cada vez mais presentes na clínica odontológica para prover retenção e suporte para próteses dentárias. Porém, um dos principais desafios que a implantodontia enfrenta desde a sua consolidação na odontologia na década de 1980 é desenvolver uma conexão implante-pilar que atenda aos princípios biológicos e biomecânicos (RABELO, *et al.* 2015) . Esta região é fundamental para a manutenção da osseointegração no longo prazo pois precisa permitir um selamento do tecido supracrestal para proteção contra os microorganismos orais ao mesmo tempo que permita a transmissão das cargas mastigatórias para o tecido ósseo através do implante sem perder a capacidade de retenção e estabilidades das próteses sobre os implantes (SPIEKERMANN,2000; SILVA, *et al.* 2007).

O avanço tecnológico promovido pelos fabricantes de implantes busca uma conexão implante-pilar com melhores características que a conexão do tipo hexágono externo, inicialmente desenvolvida para os implantes dentários, principalmente para casos unitários ( JUNG *et al.* 2012; WITTNEBEN *et al.* 2014). Neste sentido, desenvolveram-se as conexões internas cônicas, as quais oferecem um íntimo contato entre as interfaces do implante e do pilar. O atrito entre as superfícies cônicas faz com que o torque de remoção seja maior que o torque de inserção, fenômeno conhecido como efeito Morse, o que faz com que estas conexões também sejam chamadas de conexões tipo Cone Morse. O efeito Morse sugere que as camadas de óxido das superfícies se quebram durante o apertamento e geram um fenômeno conhecido como soldagem a frio (KEATING,2001), garantindo maior estabilidade do pilar protético. Além disso, este mínimo espaço entre o implante e o pilar impede a percolação de fluidos e bactérias através da

interface implante-pilar, o que garante melhor qualidade do tecido peri-implantar (BOZKAYA & MUFTU, 2004).

Quanto menor é o ângulo da interface cônica, maior é o efeito Morse na conexão. Neste sentido, alguns fabricantes desenvolveram interfaces cônicas com até 10° (CHAPMAN & GRIPPO, 1996) de angulação que não dependem de parafuso para manter a retenção e estabilidade do pilar (JAARDA *et al.* 1993; CHAPMAN & GRIPPO, 1996; DIBART *et al.* 2005; URDANETA & MARINCOLA, 2007). A recomendação do fabricante é aplicar uma força intermitente com carga de peso para atingir o atrito mecânico necessário entre a parede interna do implante e a parede externa do pilar para , o que resulta em alta pressão de contato (PITA, *et al.* 2011). Assim, apresentam como vantagens a menor quantidade de componentes (não requer o parafuso de retenção do pilar) e como o pilar pode ser maciço, há uma maior resistência à fratura (CHAPMAN & GRIPPO , 1996; MANGANO, *et al.* 2014; SCHMITT, *et al.* 2014).

Por outro lado, outros fabricantes advogam que o torque no parafuso de retenção do pilar serve para gerar o atrito necessário entre as interfaces cônicas (ZIELAK, *et al.* 2011). Apesar de não haver uma recomendação quanto ao valor de torque para se obter o embricamento ideal (RABELO, *et al.* 2015), o efeito Morse seria responsável por manter a estabilidade e retenção do pilar protético no longo prazo. Porém, em conexões cônicas com angulações maiores, o efeito Morse reduz e a conexão passa a ser dependente do parafuso mesmo tendo um interface cônica. Embora a alta taxa de sucesso em sistemas de implantes com interface cônica tenha sido relatada ( CHAPMAN & GRIPPO , 1996; NORTON, 1997; NENTWIG, 2004; URDANETA, *et al.* 2008; MANGANO, *et al.* 2014; SCHMITT, *et al.* 2014 ), complicações como o afrouxamento (PITA, *et al.* 2011) e deslocamento do pilar (CHAPMAN & GRIPPO, 1996) pode acontecer.

Reconhecendo que fatores protéticos devam ser considerados para evitar nas reabilitações sobre implantes, é fundamental saber as características mecânicas das conexões internas cônicas. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito Morse de implantes dentários com diferentes conexões internas cônicas.



## 2. JUSTIFICATIVA

---

Justifica-se este estudo pelo fato de que conexões pilar-implante do tipo cone morse, devem apresentar grau de conicidade suficiente para que haja embricamento mecânico entre as interfaces, o que garantiria um melhor desempenho clínico, não dependente apenas do sistema de parafuso, reduzindo uma das maiores complicações clínicas existentes em relação a reabilitação com prótese sobre implante.

### **3. OBJETIVO**

O objetivo deste estudo in vitro foi avaliar o desempenho retentivo e a resistência mecânica a tração do sistema pilar – implante com geometria interna cônica, que utilizam ou não parafuso de fixação, determinando parâmetros de força para remoção da união pilar -implante de sistemas com diferentes ângulos internos.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

---

Foram selecionados 36 amostras de implantes comerciais com diferentes conexões internas cônicas, formando seis grupos: Short (Bicon, EUA) – G1, Novo Colosso (Medens, Brasil) – G2, Epkut (SIN, Brasil) – G3, Strong SW (SIN, Brasil) – G4, Flash (Conexão, Brasil) – G5 e Bone Level (Straumann, Suíça) – G6 (Figura 1). Através de suas bibliotecas digitais, os implantes foram carregados em software de modelagem tridimensional (Meshmixer v 3.5; Autodesk) para obtenção de imagem da secção central da interface. Esta imagem foi exportada para o software ImageJ para mensuração da angulação da interface cônica e área de contato implante-pilar (Figura 2).

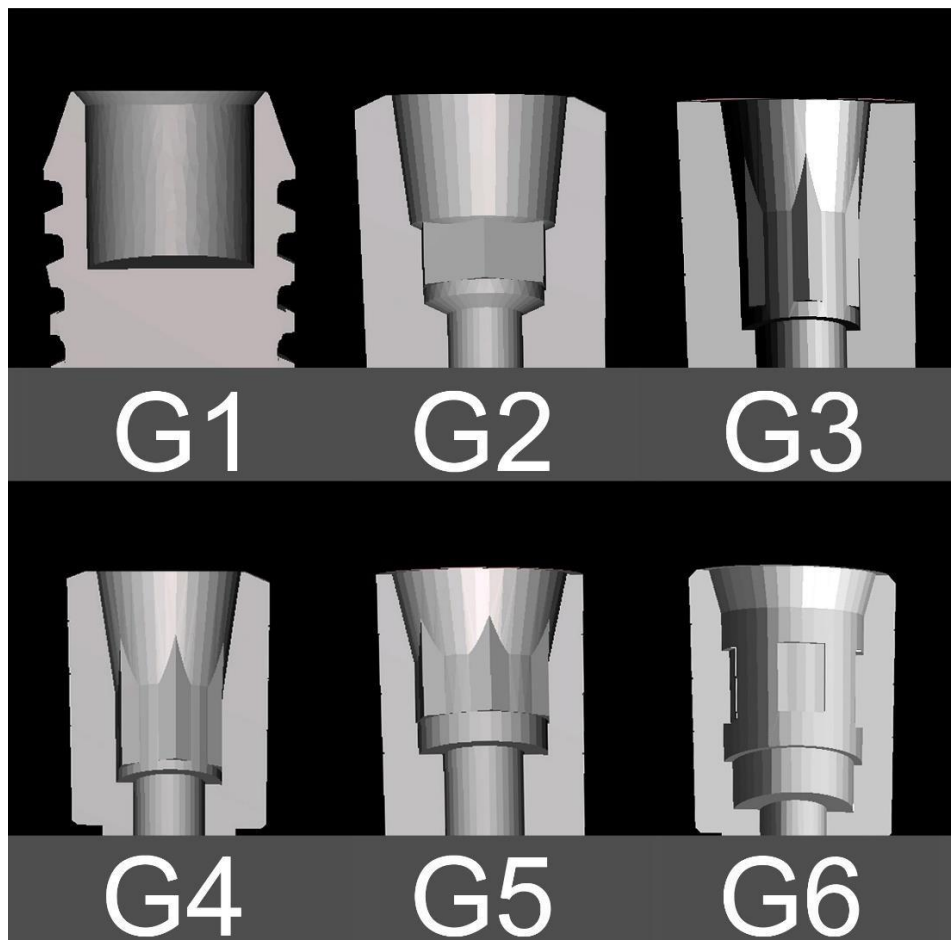


Figura 1. Conexões internas cônicas utilizadas no estudo (Meshmixer v 3.5; Autodesk)

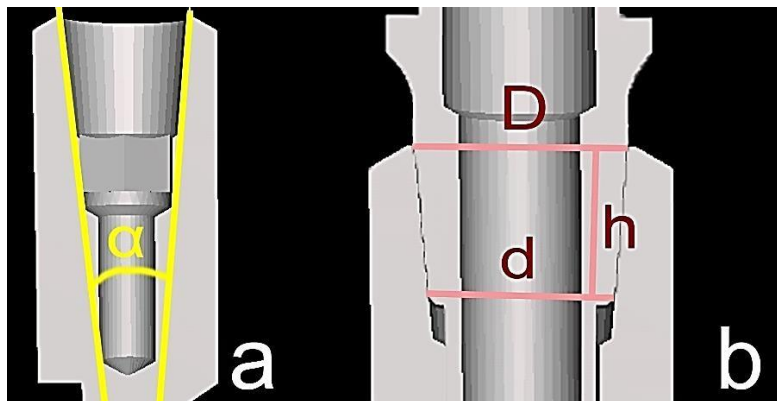


Figura 2. Modelo digital das conexões para mensuração do ângulo ( $\alpha$ ) da interface cônica (a) e mensuração dos diâmetros maior (D) e menor (d), e da altura (h) do segmento do pilar em contato com o implante para mensuração da área de contato implante-pilar (Software ImageJ).

Seis implantes de cada grupo foram fixados em uma base circular de 25 mm com 20 mm de altura e com auxílio de um delineador foram mantidos na perpendicular e centralizados na base. Com intuito de contemplar requisitos da norma ISO 14801:2007, a porção cervical de cada implante foi posicionada a 3 mm acima da superfície da reina.

Em seguida, pilares para prótese cimentada foram acoplados aos seus respectivos implantes utilizando um martetele nos grupos de 3° que não usam sistema de retenção por parafuso, e utilizando uma catraca manual nos grupos 10°, 11,5° e 17° com torque de 20 Ncm. Após 10 minutos, um novo golpe do martetele ou um novo torque de 20 Ncm foi aplicado para compensar a perda de pré-carga inicial. Após 10 min, os parafusos de retenção foram removidos e cada conjunto foi fixado na base de um aparato para o teste de arrancamento (*pull out*) uniaxial (OD49; Odeme, SC, Brasil).

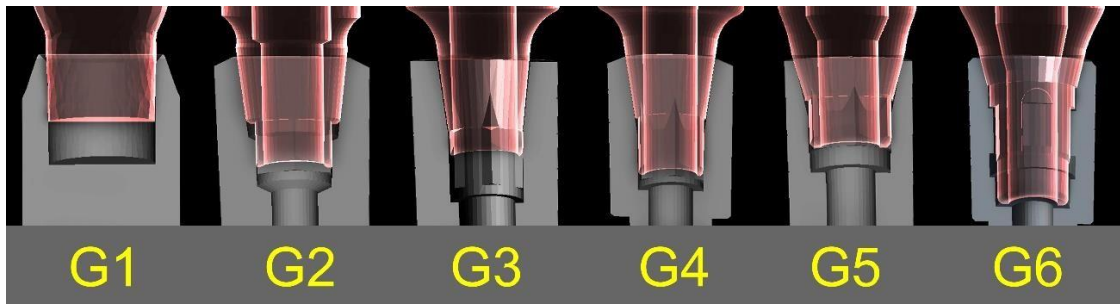


Figura 3. Projeção dos pilares acoplados em cada interface cônica.

Em seguida, a porção cervical do implante e o orifício de acesso ao parafuso de retenção foram vedados com silicone de condensação denso (Zetaplus, Labordental, São Paulo, Brasil), deixando apenas o pilar protético exposto para ser fixado com resina acrílica na parte superior do aparato. Após a polimerização da resina acrílica sobre o pilar o efeito Morse foi avaliado utilizando uma máquina universal de ensaios (EMIC- DL 200MF; Instron, PR, Brasil). Foi utilizada uma célula de carga de 500 N e velocidade de 0,5 mm/min (CARNAGGIO *et al.* 2012; GÜLER *et al.* 2017). A força (N) foi registrada no momento da ruptura.

Os resultados foram analisados com o teste de Shapiro-Wilks e a análise de variância a um fator com teste de Tukey foi utilizada para comparação dos grupos. A correlação de Spearman foi utilizada para avaliar a correlação entre a ângulação, área de contato com a resistência ao arrancamento. O nível de significância utilizado foi de 95%.

## 5. RESULTADOS

---

A força de arrancamento está descrita na Tabela 1. G1 e G2 apresentaram a maior força de arrancamento, seguidos de G3 e G4. G5 e G6 não apresentaram resistência ao arrancamento ( $p < 0,05$ ). O ângulo cônico e a área de contato implante-pilar demonstraram correlação significativa com a resistência ao arrancamento de -0,958 e 0,880, respectivamente.

Tabela 1. Resistência ao arrancamento (N) das diferentes conexões internas cônicas.

	Média (desvio padrão)	ANOVA/Tukey
Short	123,6 (9,4)	A
Novo Colosso	116,7 (7,3)	A
Epkut	56,6 (3,0)	B
Strong SW	38,4 (6,4)	C
Flash	0,0 (0,0)	D
Bone Level	0,0 (0,0)	D

Diferentes letras indicam diferença estatística significativa entre os grupos (ANOVA/Tukey,  $p < 0.05$ ).

Tabela 2. Ângulo da interface cônica e área de contato com suas correlações com a resistência ao arrancamento

	Ângulo da interface cônica	Área de contato implante-pilar (mm <sup>2</sup> )
Short	3°	14,2
Novo Colosso	10°	15,2
Epkut	11,5°	14,4
Strong SW	16°	14,1
Flash	22°	2,6
Bone Level	37°	7,4
Correlação rho	-0,958	0,880
Valor de p	<0,001	<0,001

## 6. DISCUSSÃO

---

O hexágono externo foi o primeiro sistema de conexão adotado na implantodontia moderna por Brånemark (BRÅNEMARK *et al.*, 1977). Essa configuração do hexágono externo foi sugerida para simplificar a inserção do implante e posteriormente fornecer um suporte anti-rotacional para a reabilitação protética, desde então este tipo de conexão vem sendo aprimorado (CERUSO *et al.*, 2017). As desvantagens desse mecanismo não é apenas a instabilidade mecânica do pilar gerada por forças não axiais. De acordo com VERDUGO *et al.* (2014), outras desvantagem são o reduzido contato entre pilar e hexágono da cabeça do implante; o assentamento do componente, que permite um grau de rotação entre o hexágono externo da plataforma e o hexágono interno do componente da restauração, e , a alta tensão na conexão do parafuso, já que é o único dispositivo de resistência na unidade de conexão, então toda a força gerada pelos micromovimentos é liberada no parafuso, levando a umas das maiores falhas em implantodontia. Segundo PJETURSSON *et al.* (2018), há uma prevalência de afrouxamento de parafusos em conexões externas para coroas unitárias implantossuportadas em 4,8% e com conexões internas em 1,2% durante um período de observação de 5 anos. No entanto, esse sistema não possui apenas desvantagens, CERUSO *et al.* (2017) descrevem vantagens da conexão com hexágono externo, sendo ele adequado para o procedimentos cirúrgico em duas etapas, pois facilita o segundo estágio e a fase de conexão com o pilar de cicatrização, além de ser mais fácil de registrar na impressão e simplifica a fase protética por sua ajustabilidade e compatibilidade com diferentes soluções protéticas.

Considerando as desvantagens que as conexões externas apresentam, as conexões internas surgiram como objetivo de melhorar fatores como distribuição de tensões e área de contato entre o implante e o componente protético, isso reduziria as complicações mecânicas e biológicas, como afrouxamento e fratura do parafuso, além de perda óssea marginal (VERDUGO *et al.*,2014). A conexão cônica consente uma maior profundidade da conexão no corpo do implante, permitindo uma dissipação mais homogênea do estresse mecânico, que é propagado pela parede do implante e, conseqüentemente, no osso que circunda todo o implante e não apenas no nível da crista (SCHWARTZ *et al.*,2014).

Outro conceito muito explorado pela literatura e que trouxe grande avanço clínico é a plataforma switching, que atua na conexão cônica. Estudos mostram que a alteração de movimento para dentro da junção implante pilar mova o infiltrado de células inflamatórias em direção ao eixo central do implante e para longe da crista óssea adjacente, o tecido conjuntivo fica mais espesso lateralmente, o que aumenta o fluxo sanguíneo ao redor dessa área e infiltrado de células inflamatórias é limitado acima do nível da plataforma do implante. Essas alterações protegem o osso da crista óssea ao redor do implante do infiltrado de células inflamatórias e como resultado, a quantidade do tecido biológico sadio não diminui, não havendo remodelação óssea com perda da crista óssea (HAGIWARA,2010).

Além da alteração da posição da plataforma, outros fatores foram desenvolvidos dentro de um princípio básico de reduzir as falhas biológicas e dos componentes (BAJ *et al.*,2017). Além do travamento mecânico, o sistema cone Morse, permite a utilização de um sistema retenção adicional com parafuso (VINHAS *et al.*,2020). Como avaliado no presente estudo,o ângulo de conicidade dos sistemas de implante cone Morse são fatores importantes para essa retenção, no entanto, são bastante variáveis, podendo encontrar sistemas que vão desde 3°



de conicidade (Short -Bicon -EUA) até 37° de conicidade (Bone level -Straumann-Switzerland).

O uso de uma conexão implante-pilar cone Morse sem parafusos pode ser útil, justificada pela eliminação das complicações mecânicas associadas ao parafuso de retenção, dando uma vantagem em relação à reabilitação de implantes desalinhados, evitando um acesso ao parafuso em região anterior. Portanto, é útil avaliar o comportamento da estabilidade de retenção de designs de conexão implante-pilar cone Morse sem parafusos. Avaliamos a relação desses sistemas com os que utilizam um pilar cônico para se conectar diretamente ao implante, sem auxílio de um parafuso. A confiabilidade do mecanismo de retenção do pilar é um fator importante considerando a biomecânica do implante e sucesso clínico, já que a instabilidade da interface implante-pilar é um dos modos mais comumente observados de complicações do implante.

As forças oclusais nos pilares sobre implantes agem em direções diversas, mas predominantemente axiais e compressivas em restaurações unitárias. Atualmente, sabe-se que não há diferenças estatisticamente significantes entre as conexões externas e cônicas internas em relação as complicações técnicas (PJETURSSON *et al.* 2018), mas, as conexões internas cônicas ou internas mostram significativamente menor deformação e maior estabilidade em comparação com conexões externas (SCHIMITT *et al.*, 2014). O implante dentário Short (Bicon, USA) é um sistema de implante sem parafusos, onde implante e a pilar se conectam por meio de um cone de travamento. A alta força de atrito criada pelo cone de travamento quebra a camada de óxido de titânio e os metais são fundidos em uma solda fria (KEANTING, 2001). A conexão de cone de travamento fornece uma vedação por fricção que se mostra hermética à invasão bacteriana e clinicamente confiável (BOZKAYA & MUFTU, 2004). Estudo realizador por MORGAN

& CHAPMAN (1999), demonstraram uma taxa de sobrevivência de 10 anos de 99 % para implantes Bicon restaurados com restaurações unitárias. Segundo LEVINE *et al.* (1997); LEVINE, *et al.* (1999) e MERZ *et al.* (2000), a taxa de complicação protética de 3,6% a 5,3%, para o sistema de implantes sem parafuso dependente é consideravelmente menor do que a retenção mecanismo usando apenas o parafuso como nos casos das conexões hexágono interno e hexágono externo. Fato este que é sedimentado por BOZKAYA & MUFTU (2004) , que com o propósito de entender a dinâmica das forças de acoplamento entre implante e pilar de conexão cônica realizaram um estudo *in vitro* sobre a mecânica das conexões cônicas. Para isto utilizaram cinco modelos de implantes, sendo um com conexão hexagonal externa (Nobel Biocare), um com conexão cônica e parafuso passante (Astra), dois com conexão cônica e pilar sólido (Ankylos e ITI), e um com conexão cônica e retenção exclusivamente friccional (Bicon). Verificaram que durante a inserção do pilar ocorre uma deformação elástica e posteriormente deformação plástica. Um certo grau de deformação plástica aumenta força de extração do pilar devido ao aumento da profundidade de inserção. A ótima profundidade de inserção que proporcionou uma maior retenção do pilar foi obtida quando o implante começou a deformar-se plasticamente. Concluíram que as características mecânicas apresentadas pelas conexões cônicas, como as forças de inserção e arrancamento e a distribuição de forças pelos componentes, dependem do ângulo de conicidade, do comprimento da área de contato, diâmetros interno e externo dos componentes, da profundidade de inserção do componente, das propriedades dos materiais e do coeficiente de fricção das superfícies de contato. Resultados esses parcialmente encontrados no presente estudo, onde a resistência ao arrancamento do pilar do implante Short (Bicon-EUA) se mostrou alta (123,6 N), devendo este fato a grande área do contato pilar /implante e baixo ângulo da interface cônica de 3°. Dados parecidos encontrados no

sistema de implante Novo Colosso (Medens, Brazil) com 116,7 N, que apesar de possuir um sistema com parafuso, se mostrou com altas taxas de retenção, quando seu parafuso foi removido do pilar e o teste de Resistencia ao arrancamento foi aplicado, dado este obtido pela alta área de contato pilar/implante e baixo ângulo da interface cônico.

O fato dos implantes Epkut e Strong possuírem ângulos internos maiores (11,5° e 17°, respectivamente), não reduziu significativamente o contato entre pilar e implante, mas houve grande redução da resistencia ao arrancamento, levando a uma diferença estatisticamente significante entre os grupos, no entanto, este fato não determina teoricamente a necessidade da utilização de parafuso passante para melhor estabilidade do conjunto pilar/coroa, visto que a partir de 20 N de resistência ao arrancamento já torna difícil desacoplar o pilar do implante. Deste modo, todos os grupos, com exceção da Conexão e Bone Level, podem ser beneficiados com um parafuso “saca-pilar” para conveniência clínica.

BOZKAYA & MUFTU (2004) A estabilidade da interface pilar/implante é um fator de ampla acuidade no sucesso em longo prazo de implantes dentários. As conexões cônicas apresentam-se como um método de conexão garantida entre implante e pilar, estando sujeito a uma grande pressão inicial de contato e da resistência friccional resultante deste, na região de conexão da interface pilar/implante, para estabelecer uma conexão segura e permanente.

MELEO *et al.* (2012) realizaram estudo in vitro com implantes de conexão cônica utilizando a técnica da microtomografia. Foram utilizadas três amostras de implantes com pilar, um Ankylos (pilar com parafuso passante), um Straumann (pilar com parafuso passante) e um Bicon (pilar sólido). Os pilares foram posicionados e as amostras analisadas. Na amostra Ankylos foi encontrada uma altura de contato de 1,7 mm, um diâmetro de 1,2 mm e uma superfície de contato de 13,55 mm<sup>2</sup>. Na

amostra Straumann foi encontrada uma altura de contato de 0,5 mm, um diâmetro de 1,4 mm e uma superfície de contato de 5,08 mm<sup>2</sup>. Para a amostra Bicon foi encontrada uma altura de contato de 2,7 mm, um diâmetro de 1,0 mm e uma superfície de contato de 17,32 mm<sup>2</sup>. O presente estudo, corroborando com os resultados encontrados por MELEO *et al.* (2012), encontrou diferenças significativas entre as amostras do grupo Short (Bicon - EUA) e Bone Level (Straumann, Switzerland). Com área de contato significativamente diferentes, demonstrando que Bone Level (Straumann, Switzerland) são conexões parafuso dependentes, com ângulos de interface extremamente expulsivos, e que ao remover o parafuso da conexão pilar/implante, esses sistemas não demonstraram nenhuma resistência ao arrancamento. Justificando esses resultados, JUNG, *et al.* (2008) e WITTNEBEN, *et al.* (2014), em acompanhamentos clínicos de até 10 anos, demonstram que o afrouxamento do parafuso ou pilar é de 2,57% a 12,7% dos implantes SLA (Straumann Dental Implant System, Straumann, Basel, Suíça). Este tipo de falha é a segunda complicação protética mais frequente, evento esse que pode ser dado a fatores oclusais e tipos de oclusão antagônica. Corroborando com esses achados, BAGEGNI *et al.* (2022), obtiveram taxa de afrouxamento do parafuso de 100% em grupo de implantes com conexão cônica interna cone Morse (SIC vantage tapered, SIC Invent AG, Basileia, Suíça), durante a simulação de mastigação de 10 milhões de ciclos. Esse implante possui um ângulo de cone de 2,8° e um comprimento de cone de 3 mm, semelhante ao implante Short (Bicon-EUA), cenário este justificado pelo deslocamento apical do pilar no implante devido à carga de mastigação. Estudos realizados por HSU *et al.* (2018) e BAGEGNI *et al.* (2021) relataram um deslocamento vertical do pilar em relação ao implante, deslocamento este que pode causar deslizamento entre as roscas do parafuso e as

roscas do implante, resultando na perda da pré-carga e no afrouxamento do parafuso.

Implantes usados no estudo de KOFRON *et al.* (2019), foram caracterizados por um ângulo de cone de 1° (Tapered Screw-Vent, Zimmer Biomet, Warsaw, IN, USA). Os implantes avaliados por HSU *et al.* (2018) tinham um ângulo de cone de 5,7 ° (Ankylos C/X, Dentsply-Friadent, DENTSPLY-Friadent GmbH, Mannheim, Alemanha), os avaliados por PINTINHA *et al.* (2013) apresentaram ângulo de cone de 11° (Blackfix, TitaniumFix, Sumao José dos Campos, Brasil), demonstrando que conexões implante-pilar com ângulos de cone menores podem resultar em aumento do deslocamento vertical e, posteriormente, no aumento do atrito e, finalmente, da força de tração. Conforme encontrado no presente estudo, onde grupos G1 até G4, demonstraram altos valores de área de conexão entre implante e pilar, o que resultou em altos valores no teste de pull out.

Apesar de não ser o objetivo do presente estudo, pode-se observar que os métodos de instalação dos pilares ou aplicando um torque de parafuso ou batendo a superestrutura no implante, não revelaram uma diferença significativa das forças de tração das conexões implante-pilar cônico. Segundo D'ADDAZIO *et al.* (2021), em estudo in vitro, demonstra que a força de arrancamento necessária para desmontar o pilar, e o implante no caso do método: aplicando um torque de parafuso, pode ser aumentado se os parafusos forem repetidamente acionados.

Clinicamente, os dados tem grande relevância pois segundo COPPEDÊ *et al.* (2009), mostraram que em conexões internas do tipo cônica, existe um movimento mínimo do pilar e a formação de micro-gap sob forças axiais e oblíquas, mas uma boa resistência à perda de torque e afrouxamento do parafuso Os implantes cone morse têm características de transferência de força de interface semelhantes a um implante de peça única, mas uma vedação bacteriana absoluta não pode ser

alcançada em um sistema de implante de duas peças. Por esta razão, BAJ *et al.* (2017) coloca que o pilar cônico deve ser preferido aos outros sistemas de conexão para minimizar a microinfiltração bacteriana.

SCARANO *et al.* (2015), corroborando com os dados sobre a penetração bacteriana na interface implante-pilar, descreve ela que pode ocorrer durante a função mastigatória ou em repouso. O grau de união entre pilar e implante, micromovimentos entre eles e o torque aplicado determinam diferentes quantidades de infiltração bacteriana. Essa discussão se torna importante pois o acúmulo de microrganismos ao redor do implante devido a um microgap, pode causar infecções de tecidos moles MISHRA *et al.*, (2017) causando dentre outras condições, perda óssea ao redor do implante, o que pode levar à falha do mesmo (SCARANO *et al.*, 2015; MISHRA *et al.*, 2017) Em estudo *in vitro* realizado por SCHIMITT *et al.* (2014) mostraram que a maior parte dos sistemas de conexão cônica apresenta um microgap sob forças estáticas menores que 10  $\mu\text{m}$  (10) demonstrando um melhor encaixe do sistema pilar/ implante cônico, mas não o eliminando.

A estabilidade da interface implante-pilar é importante para o sucesso da prótese a longo prazo. Embora o presente estudo tenha investigado a resistência ao arrancamento, outros estudos permanecem interessantes a serem realizados para comparar outras configurações de pilares ou como resistência biomecânica e distribuição de tensões em torno de diferentes conexões cônicas internas. A variação do ângulo cônico da conexão requer a modificação da espessura da parede do implante, o que influencia no tamanho da plataforma switching e na resistência mecânica do implante (de MOURA *et al.*, 2020). Embora no presente estudo não tenha sido investigado o aperto múltiplo das diferentes conexões, um estudo anterior demonstrou que a liberdade rotacional do pilar não aumentou acima de 1,5°, o que é um valor de segurança para evitar risco de quebra (PRISCO *et al.*, 2021).

## 7. CONCLUSÕES

---

Dentro dos limites deste estudo, a maior resistência à tração é dada por aspectos dos sistemas com menor ângulo de interface cônica. Os resultados obtidos neste estudo revelam que a força para remoção do pilar é satisfatória em grupos com ângulo de interface cônica de até 17° e que quanto maior essa interface, menor o embricamento morse, necessitando do sistema triplo de pilar/implante/parafuso para fixação da prótese sobre implante, influenciando assim, na longevidade clínica das restaurações sobre implantes.

Mais pesquisas são necessárias para esclarecer a relevância clínica de nossos achados e estabelecer o ângulo de interface cônica ideal para cada marca comercial, que usa exclusivamente o sistema de fixação de cone Morse para conectar implante e pilar.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

Bagegni A, Zabler S, Nelson K, Rack A, Spies BC, Vach K, Kohal R (2021). Synchrotron-Based Micro Computed Tomography Investigation of the Implant-Abutment Fatigue-Induced Microgap Changes. *J Mech Behav Biomed Mater*, Apr;116:104330.

Bagegni A, Weihrauch V, Vach K, Kohal R (2022). The Mechanical Behavior of a Screwless Morse Taper Implant-Abutment Connection: An In Vitro Study. *Materials (Basel)*, May 8;15(9):3381.

Bozkaya D, Muftu S (2004). Efficiency considerations for the purely tapered interface fit (TIF) abutments used in dental implants. *J Biomech Eng* 126, 393-401.

Baj A, Bolzoni A, Russillo A, Lauritano D, Palmieri A, Cura F, Silvestre FJ, Gianni AB (2017). Cone-morse implant connection system significantly reduces bacterial leakage between implant and abutment: An in vitro study. *Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents*, 31(2, Supplement 1), 203-208.

Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A (1977). Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 16, 1-132.

Carnaggio TV, Conrad R, Engelmeier RL, Gerngross P, Paravina R, Perezous L, Powers JM (2012). Retention of CAD/CAM All-Ceramic Crowns on Prefabricated Implant Abutments: An In Vitro Comparative Study of Luting Agents and Abutment Surface Area. *Journal of Prosthodontics*, 21(7): 523–528.

Ceruso FM, Barnaba P, Mazzoleni S, Ottria L, Gargari M, Zuccon A, Bruno G, Di Fiore A (2017). Implant-abutment connections on single crowns: a systematic review. *Oral Implantol (Rome)* 10, 349–353.

Chapman RJ, Grippo W (1996). The locking taper attachment for implant abutments: use and reliability. *Implant Dent*, 5:257–261.

Coppedê AR, Bersani E, de Mattos M da GC, Ro RCS, Sartori IA de M, Ribeiro RF (2009). Fracture re of the implant-abutment connection in im with internal hex and



internal conical connec under oblique compressive loading: an in vitro study. *Int J Prosthodont*, 22(3):283-6.

D'Addazio G, Sinjari B, Arcuri L, Femminella B, Murmura G, Santilli M, Caputi S (2021). Mechanical Pull-Out Test of a New Hybrid Fixture-Abutment Connection: An In Vitro Study. *Materials*, Mar 22;14(6):1555.

de Moura MB, Loureiro KRT, Lima LB, Felippi C, Júnior PCS (2020). Biomechanical behavior of three different types of internal tapered connections after cyclic and static loading tests: experimental in vitro. *Int J Implant Dent Sep 2;6(1):41*.

Dibart S, Warbington M, Su MF, Skobe Z (2005). In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system. *Int J Oral Maxillofac Implant Sep-Oct;20(5):732-737*.

Güler U, Budak Y, Queiroz JRC, Özcan M (2017). Dislodgement Resistance of Zirconia Copings Cemented onto Zirconia and Titanium Abutments. *Implant Dentistry Aug;26(4):510-515*.

Hagiwara Y(2010). Does platform switching really prevent crestal bone loss around implants? *Japanese Dental Science Review Jan;46(2),122-131*.

Hsu PF, Yao KT, Kao HC, Hsu ML (2018). Effects of Axial Loading on the Pull-out Force of Conical Connection Abutments in Ankylos Implant. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants Jul/Aug;33(4):788-794*

Jaarda MJ, Razzoog ME, Gratton DG (1993). Providing optimum torque to implant prostheses: a pilot study. *Implant Dent Spring 2(1):50-2*.

Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS (2012). Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res Oct;23 Suppl 6:2-21*

Jung RE, Pjetursson BE, Glauser R, Zembic A, Zwahlen M, Lang NP (2008). A systematic review of the 5-year survival and complication rates of implant-supported single crowns. *Clin Oral Impl Res 19(2):119-130*.

Keating K (2001).Connecting Abutments to Dental Implants. Literature & Publications. Disponível em [https://www.bicon.com/news/n\\_publications\\_keating.html](https://www.bicon.com/news/n_publications_keating.html). Acesso 23/09/2022.

Kofron MD, Carstens M, Fu C, Wen HB (2019). In Vitro Assessment of Connection Strength and Stability of Internal Implant Abutment Connections. Clin. Biomech 65, 92–99.

Levine RA, Clem DS, Wilson JrTG, Higginbottom F,Solnit G (1997). Multicenter retrospective analysis of the ITI implant system used for single-tooth replacements: Preliminary results at 6 or more months of loading. Int. J. Oral Maxillofac Implants Mar-Apr;12(2):237-242.

Levine RA, Clem DS, Wilson JrTG, Higginbottom F,Saunders SL (1999). A multicenter retrospective analysis of the ITI implant system used for single-tooth replacements: Results of loading for 2 or more Years. Int. J. Oral Maxillofac Implants; 14, pp. 516–520.

Mangano F, Macchi A, Caprioglio A, Sammons RL, Piattelli A, Mangano C (2014). Survival and complication rates of fixed restorations supported by locking-taper implants: a prospective study with 1 to 10 years of follow-up. J Prosthodont Aug;23(6):434-44.

Meleo D, Baggi L, Girolamo M, Carlo F, Pecci R, Bedini R (2012). Fixture-abutment connection surface and micro-gap measurements by 3D micro-tomographic technique analysis. Annali dell'Istituto superiore di sanità, Roma 48(1),53-58.

Merz BR, Hunenbart S, Belser UC (2000). Mechanics of the implant-abutment connection: An 8-degree taper compared to a butt joint connection. Int. J. Oral Maxillofac Implants Jul-Aug;15(4):519-526

Mishra SK, Chowdhary R, Kumari S (2017). Microleakage at the different implant abutment interface: A systematic review. J. Clin. Diagn. Res Jun;11(6):ZE10-ZE15

Morgan K, Chapman RJ (1999). Retrospective analysis of an implant system. Compendium Jul;20(7):609-14, 616-23 passim; quiz 626.

Nentwig GH (2004). Ankylos implant system: concept and clinical application. *J Oral Implantol* 30(3):171-177.

Norton MR (1997). An in vitro evaluation of the strength of an internal conical interface compared to a butt joint interface in implant design. *Clin Oral Implants Res* Aug;8(4):290-298.

Pita MS, Anchieta RB, Barão VA, Garcia IR, Pedrazzi V, Assunção WG (2011). Prosthetic platforms in implant dentistry. *J Craniofac Surg* 22: 2327-2331.

Pintinha M, Camarini ET, Sábio S, Pereira JR (2013). Effect of Mechanical Loading on the Removal Torque of Different Types of Tapered Connection Abutments for Dental Implants. *J. Prosthet. Dent* Nov;110(5):383-388.

Pjetursson BE, Zarauz C, Strasding M, Sailer I, Zwahlen M, Zembic A (2018). A Systematic Review of the Influence of the Implant-Abutment Connection on the Clinical Outcomes of Ceramic and Metal Implant Abutments Supporting Fixed Implant Reconstructions. *Clin. Oral Implant.* Oct;29 Suppl 18:160-183.

Prisco R, Troiano G, Laino L, Zhurakivska K (2021). Rotational tolerances of a titanium abutment in the as-received condition and after screw tightening in a conical implant connection. *J Adv Prosthodont* Dec;13(6):343-350.

Rabelo SC, Omonte SV, Vieira SP, Jansen WC, Seraidarian PI (2015). Morse taper internal connection implants: would abutment reseating influence retention?. *Braz. J. Oral Sci* 14(3):209-213.

Schmitt CM, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC, Lai JY, Brito C, Döring H, Nonhoff J (2014). Performance of Conical Abutment (Morse Taper) Connection Implants: A Systematic Review: Performance of Conical Implant-Abutment Connection Systems. *J. Biomed. Mater. Res* Feb;102(2):552-574.

Silva EF, Pellizzer EP, Villa LMR, Mazaro JVQ, Vedovatto E, Verri FR (2007). Influência do tipo de hexágono e do diâmetro do implante osseointegrado na distribuição do estresse. *Implant News* 4:549-554

Spiekermann H. Biomecânica. In: Spiekermann H, ed. Implantologia. Porto Alegre, Brazil: Artes Médicas Sul, 2000:81-90.

Urdaneta RA, Marincola M (2007). The integrated abutment crown, a screwless and cementless restoration for single-tooth implants: a report on a new technique. *J Prosthodont* Jul-Aug;16(4):311-18.

Urdaneta RA, Marincola M, Weed M, Chuang SK (2008). A screwless and cementless technique for the restoration of single-tooth implants: a retrospective cohort study. *J Prosthodont* Oct;17(7):562-571.

Verdugo CL, Núñez GJ, Avila AA, San Martín CL (2014). Microleakage of the prosthetic abutment/ implant interface with internal and external connection: In vitro study. *Clin. Oral Implants Res* Sep;25(9):1078-1083.

Vinhas AS, Aroso C, Salazar F, López-Jarana P, Ríos-Santos JV, Herrero-Climent M (2020). Review of the mechanical behavior of different implant-abutment connections. *Int. J. Environ. Res Public Health* Nov 23;17(22):8685

Wittneben JG, Buser D, Salvi GE, Bürgin W, Hicklin S, Brägger U (2014). Complication and failure rates with implant-supported fixed dental prostheses and single crowns: a 10-year retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* Jun;16(3):356-364.

Zielak JC, Rorbacker M, Gomes R, Yamashita C, Gonzaga CC, Giovanni AF (2011). In vitro evaluation of the removal force of abutments in frictional dental implants. *J Oral Implantol* Oct;37(5):519-523.

## 9. ANEXO

---

Comprovante de submissão do artigo.

### JOMI-2022-305 - (10283) Manuscript submission confirmation

The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants <jomi@manuscriptmanager.net>

Mon 9/26/2022 10:47 PM

To: plinio.senna@outlook.com <plinio.senna@outlook.com>

Manuscript: JOMI-2022-305 - (10283) - Evaluation of the Morse effect of different internal tapered implant-abutment connections

Authors: Renata Nogueira Barbosa Marchon (Co-author), Ney Diegues Pacheco (Co-author), Welson Pimentel (Co-author), Rafael Coutinho de Mello Machado (Co-author), Plinio Senna (Corresponding Author)

Date submitted: 2022-09-27

Dear Prof Senna

Thank you very much for submitting the above manuscript. Please refer to the manuscript number in all correspondence concerning the manuscript as listed above.

The manuscript will now be forwarded to our Editors and reviewers and we shall inform you as soon as a decision has been made by the editorial board.

The progress of your manuscript can be followed in the progress report that can be accessed from your account overview.

Sincerely,  
The Editorial Office

#### YOUR SIGN IN INFORMATION

Website: <https://www.manuscriptmanager.net/jomi>

Email: [plinio.senna@outlook.com](mailto:plinio.senna@outlook.com)

Forgot password or not signed in before?

Click the URL below to create/reset your password.

[https://www.manuscriptmanager.net/sLib/v4/retrieve\\_pw.php?paramScreen=82NBtEnK1aMHceGulEINfOfFXtxV0JT3Z946zYJHEPg=](https://www.manuscriptmanager.net/sLib/v4/retrieve_pw.php?paramScreen=82NBtEnK1aMHceGulEINfOfFXtxV0JT3Z946zYJHEPg=)