



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS  
CENTRO DE ODONTOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICAS**

**RAQUEL BASTOS VASCONCELOS**

**ANÁLISE DE UM NOVO DESIGN DE IMPLANTE: UM ENSAIO MECÂNICO.**

**FORTALEZA**

**2019**

RAQUEL BASTOS VASCONCELOS

ANÁLISE DE UM NOVO DESIGN DE IMPLANTE: UM ENSAIO MECÂNICO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado em Ciências Odontológicas do Centro Universitário Unichristus, como requisito para à obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de concentração: Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Abrahão Cavalcante Gomes de Sousa Carvalho.

Coorientador: Prof. Dr. Tácio Pinheiro Bezerra.

FORTALEZA

2019

Ficha Catalográfica elaborada por Dayane Paula Ferreira Mota – Bibliotecária – CRB-3/1310

V331a Vasconcelos, Raquel Bastos.  
Análise de um novo design de implante: um ensaio mecânico / Raquel Bastos Vasconcelos. – 2019.  
39 f. : il. ; color.

Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário Christus - Unichristus, Mestrado em Ciências Odontológicas, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Abrahão Cavalcante Gomes de Sousa Carvalho.

Coorientação: Prof. Dr. Tácio Pinheiro Bezerra.

Área de concentração: Implantodontia.

1. Implante dentário. 2. Torque. 3. Osseointegração. 4. Design de implantes. I. Título.

CDD 617.693

RAQUEL BASTOS VASCONCELOS

ANÁLISE DE UM NOVO DESIGN DE IMPLANTE: UM ENSAIO MECÂNICO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Odontológico do Centro Universitário Christus, como requisito para à obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológica. Área de concentração: Implantodontia.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Abrahão Cavalcante Gomes de Sousa Carvalho (Orientador)  
Universidade CHRISTUS (UNICHRISTUS)

---

Prof. Dr. Wagner Araújo de Negreiros  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Renato Luiz Maia Nogueira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, aos meus pais, às minhas irmãs e a todos aqueles que fazem dos seus dias uma inspiração para seguir na profissão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus a possibilidade de alcançar esta conquista.

À minha família, meus pais e minhas irmãs, pelo apoio incondicional e por compreender todas as vezes que precisei estar ausente para me dedicar a este trabalho.

Aos professores que me acompanharam durante toda a graduação e pós-graduação, compartilhando seus conhecimentos e instigando-se a sempre buscar mais e acreditar no meu potencial.

Ao meu orientador, Abrahão Cavalcante Gomes de Sousa Carvalho, que me encorajou em cada etapa do mestrado, corrigindo meus erros e me entusiasmando a vencer minhas dificuldades.

Aos amigos e colegas de turma que estiveram sempre a meu lado e que, com um simples gesto não me deixaram desistir no meio do caminho.

Aos alunos que durante esta jornada de mestrado em docência, me fizeram acreditar mais em minha profissão e perceber o quanto podemos contribuir para a formação dos futuros colegas profissionais e aprender no dia a dia com eles.

A Universidade Federal do Ceará (UFC), por me acolher, igualmente, como aluna de pós-graduação, possibilitando a realização da minha pesquisa em suas dependências. Sempre com muita facilidade e permitindo livre acesso, evitando qualquer dificuldade durante a realização dos ensaios mecânicos.

Ao meu companheiro, amigo e namorado, Cicero Santiago, pela força em todos os momentos, me tornando mais forte e segura para enfrentar qualquer dificuldade durante meu percurso. Sempre comemorando minhas conquistas profissionais como se fossem as suas.

“Insista, persista e nunca desista”.  
Autor desconhecido

## RESUMO

Os implantes dentários osseointegrados são uma opção para pacientes parcial ou totalmente edêntulos. A busca por uma morfologia adequada levou ao aparecimento de diversas macrogeometrias e conexões protéticas diferentes, visando diminuir a fadiga gerada no implante, aumentar a resistência mecânica, entre outros. A finalidade do presente estudo foi comparar o torque de instalação e a resistência mecânica do componente protético dos implantes Cone Morse(CM), grupo controle (CP1) e dos implantes de novo design, grupo experimental (CP2). Foram realizados ensaios de torque de inserção (TI) nos implantes, citados com seus respectivos dispositivos de inserção, torquímetro e componentes protéticos, visando quantificar a sua resistência ao torque, na estabilidade primária. Foram utilizados, 10 implantes, do tipo CM de diâmetro de 3,5mm x 11,5mm e 10 implantes do novo design, com as mesmas dimensões. Os implantes foram instalados em um bloco de Poliuretano Synbone© e o TI foi comparado entre implantes instalados em nível ósseo e a dois milímetros abaixo do nível ósseo. Posteriormente, os implantes foram estabilizados em um corpo de prova de acrílico e receberam os componentes protéticos instalados com um torque segundo as recomendações dos fabricantes. Em sequência, receberam uma força de flexão, utilizando-se uma máquina universal de ensaios mecânicos INSTRON® (Instron Corp, Canton, Mass.). Como resultados, no primeiro momento, após instalação de implantes do CP1 a Média (M) e Desvio Padrão (DP) do TI para implantes em nível ósseo foi de 33N e 2,7, respectivamente, e a dois milímetros do nível ósseo a M foi de 38N e a DP de 2,7. Já para os implantes do CP2: teve-se no TI em nível ósseo e a dois milímetros do nível ósseo a M de 37N, com DP de 2,7, e M de 56N com DP de 5,4, respectivamente. Por fim, todos os implantes foram submetidos aos testes mecânicos de flexão (TF), em que se obteve, respectivamente, M de 725 N e DP de 153,4 nos implantes CM e nos implantes de novo design a M foi de 1106 N e DP de 378,5. Como conclusões, os implantes de novo design registraram um torque final de inserção maior do que o CM, apenas quando instalados dois milímetros abaixo do nível ósseo, e nos TF os componentes protéticos do novo design apresentaram resistência a altas cargas de até 2000N aplicadas, porém durante o deslocamento até 5mm/min iniciais ocorreram fraturas ou grande deformação, justificando a necessidades de mais pesquisas a respeito de novos materiais com aplicabilidade na implantodontia.

Palavras-chave: Implante dentário; Torque; Osseointegração e Design de implantes.

## ABSTRACT

Osseointegrated dental implants are an option for partially or totally edentulous patients. Thus, the search for a suitable morphology led to the appearance of several macrogeometries and different prosthetic connections, aiming to reduce the fatigue generated in the implant, improve the biological seal, increase the mechanical resistance and make feasible the aesthetics of the patient, among others. The purpose of this study was to compare the installation torque and mechanical strength of the prosthetic component of the conventional Cone Morse (CM), control (CP1) and new design implants, the experimental group (CP2). Implantation torque (IT) tests were performed on the implants, mentioned with their respective insertion devices, ratchet wrenches and prosthetic components, in order to quantify their resistance to torque, in the primary stability. For this purpose, 10 implants of the CM type of diameter of 3.5mm x 11.5mm and 10 new implants type with the same dimensions were used. The implants were installed in a block of Polyurethane Synbone® and TI was compared between implants placed at bone level and two millimeters below the bone level. Subsequently the implants were stabilized on an acrylic specimen and received the prosthetic components installed with a torque according to the manufacturers' recommendations. In sequence, they received a bending force using a universal INSTRON® mechanical test machine (Instron Corp., Canton, Mass.), The resistance limit was calculated. As a result, at the first moment, after implantation of implants from CP1 to M of TI and DP for implants at bone level and two millimeters of bone level was 3,3N, with DP of 2,7 and 38N, with DP of 2,7, respectively. On the other hand, for CP2 implants, the mean M (M) in the TI was at bone level and at two millimeters at the M bone level of 37N, with a standard deviation (SD) of 2,7 and M 56N and, with DP of 5,4, respectively. Finally, all implants were submitted to mechanical flexion tests. Where we obtained, respectively, M of 725N and DP of 153,4 and in CM and M implants of 1106 N and DP of 378,5 in new implants. As a conclusion, the IT tests at the implants showed that the newly designed implants had a higher insertion torque than conventional CM implants, only when installed two millimeters below the bone level, and in the TF the prosthetic components of the new implants presented resistance to high loads up to 2000N applied, but during the initial displacement up to 5mm / min fractures or large deformation occurred. Therefore, justifying the need for more research to repeat new materials with applicability in implantology.

Keywords: Dental implant; Torque; Osseointegration and Design of implants.

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS**

CM	Cone Morse
GM	GM
CP1	Grupo controle
CP2	Grupo experimental
TI	Teste de inserção
FF	Força de flexão
M	Média
DP	Desvio-padrão

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	111
<b>2</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	14
<b>2.1</b>	<b>Objetivos gerais</b> .....	14
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	14
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO</b> .....	15
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	344
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	355
	<b>ANEXO A - Termo de Anuência</b> .....	388

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A osseointegração foi descoberta em 1962 e aplicada na prática em 1977; tem como definição o contato direto entre materiais estranhos e o osso, sem qualquer camada de tecido mole interposta. Atualmente é considerada como uma reação de formação óssea, como forma de defesa do organismo para proteger, e assim, possibilitar excelentes resultados clínicos do implante dentário (ALBREKTSSON *et al.*, 2017).

No entanto, a osseointegração é um conceito precisamente de origem biológica. A ideia de que existe qualquer ligação osso-metal, sem interferência de tecido mole era considerada inevitável. Branemark não só apresentou evidências de uma ancoragem óssea direta, como também desenvolveu excelentes resultados clínicos sem sinais de formação de tecido fibroso. Sugerindo-se, assim, que existe uma conexão direta estrutural e funcional entre materiais dentários e organismo (ALBREKTSSON T.; ALBREKTSSON B., 1987).

Dessa forma, vários fatores podem influenciar no processo de osseointegração tais como as condições de macroestrutura e microestrutura dos implantes, que estão associadas à estabilidade primária e à estabilidade secundária respectivamente. (ROCHA; ELIAS, 2010)

Como uma forma de acelerar o período de osseointegração algumas propostas foram aceitas quanto à modificação das macroestruturas e das microestruturas dos implantes dentários, e assim, têm sido indicadas (ROCHA; ELIAS, 2010).

O tratamento da superfície dos implantes permite a manutenção de uma alta hidrofília, levando a um elevado grau de molhamento permitindo a estabilidade secundária. Estudos pré-clínicos e clínicos têm sugerido que essas superfícies aceleram o processo de osseointegração, Da mesma forma, que as modificações nas macroestruturas viabilizam a estabilidade primária. (LACHMANN *et al.*, 2006).

Nas últimas décadas a estabilidade primária ainda representa uma importante condição para obter osseointegração. Novas técnicas de instrumentação, por exemplo, em ossos de baixa densidade devem ser investigadas quanto à sua possível correlação com o sucesso da reabilitação por meio do implante dentário (DEGIDI; DAPRILE; PIATTELLI, 2017).

Uma alta taxa de falhas foi constantemente relatada em casos de implantes instalados em sítios ósseos de baixa densidade. A baixa estabilidade primária dos implantes, provavelmente aumenta com micromovimentações não fisiológicas na interface osso-implante durante a cicatrização e o carregamento precoce, levando, assim ao encapsulamento de tecidos moles (SENNERBY *et al.*, 2015).

Geralmente os clínicos avaliam a estabilidade primária usando teste de percussão ou sua própria percepção durante o processo de inserção do implante. No entanto, a falha de precisão motivou o processo do desenvolvimento de diferentes métodos para avaliar objetivamente a estabilidade primária; em particular, o torque de inserção manual (BAYARCHIMEG *et al.*, 2013).

A cirurgia contemporânea de implantes inclui técnicas que apresentam como objetivo principal, a previsibilidade da estabilidade primária, com o uso de brocas mais finas para o preparo de implantes cônicos. Descrevem-se na literatura medidas de torque inicial, em ossos de baixa e alta densidade, para comprovar que o efeito do afunilamento na macroestrutura dos implantes, mais modernos, facilita a sua utilização em diferentes leitos ósseos, porém esse efeito ainda não é bem compreendido e deve ser mais estudado (SENNERBY *et al.*, 2015).

Apesar das altas taxas de sucesso clínico observadas no tratamento com implantes dentários, eles podem falhar tardiamente. A sobrecarga oclusal destaca-se como uma dessas possíveis causas. Os desenhos dos implantes e as soluções protéticas inadequadas estão entre os fatores de risco para complicações interferindo diretamente nos tecidos peri-implantares. Quando há níveis de tensão e compressão gerados no sistema ósseo, ocorre uma fadiga mecânica, resultando em colapso e perda da osseointegração (SALVATORE *et al.*, 2016).

Inicialmente, os projetos de implantes usavam paredes paralelas, mas, com o tempo e com a evolução das reabilitações orais com próteses suportadas por implantes, esses modelos possuíam algumas limitações em sua aplicabilidade clínica, sugerindo então outras mudanças do formato original. Os implantes cônicos proporcionam um grau de compactação óssea e uma distribuição de força mais uniforme. Implantes penetrantes, autoperfurantes, geralmente podem aumentar a estabilidade primária (DA COSTA VALENTE *et al.*, 2016).

Os implantes do tipo Cone Morse foram desenvolvidos por Stephen A Morse, em 1964, agregando vantagens como a capacidade de suportar cargas transversais, pois possui maior área de contato entre o implante e o componente protético, quando comparados com outros implantes (SOARES *et al.*, 2009).

Para aumentar a estabilidade primária e possibilitar uma osseointegração mais efetiva foram desenvolvidos implantes com sua parte apical semelhante a um parafuso, que podem apresentar taxas de sucesso superiores aos implantes convencionais (SCIASCI; CASALLE; VAZ, 2018).

Uma tomada de decisão diagnóstica e clínica é um fator-chave para saber até que ponto um produto produz os melhores resultados. Dessa forma, um planejamento minucioso controla a escolha do método terapêutico que deverá ser empregado, com maior previsibilidade e

confiança (LACHMANN *et al.*, 2006; CASALLE; SCIASCI; VAZ, 2018).

Os testes laboratoriais são particularmente interessantes aos fabricantes que, em pouco espaço de tempo, podem avaliar seus materiais, corrigir deficiências e programar melhorias. Então, diante de todos esses aspectos, estudos que avaliem a resistência mecânica dos materiais, indicados para reabilitação dentária fazem-se necessários. Na literatura, podem-se encontrar trabalhos nos quais esses testes são realizados utilizando as máquinas universais de ensaios mecânicos como a Instron® (Instron Corp, Canton, Mass.), a Testometric model 500® e a Lasncashire, UK, que são equipamentos importados de alto custo ou mesmo equipamentos nacionais como a máquina de ensaios mecânicos EMIC® (PENIDO *et al.*, 2008).

Com a intenção de evitar prováveis falhas, componentes fabricados nos diversos materiais devem ser sujeitos a ensaios de fadiga mecânica, em que a tensão aplicada deve representar a mesma a que os implantes estão submetidos quando instalados, permitindo assegurar que eles possuem resistência suficiente para atuar nas suas atividades funcionais futuras, sendo capazes de suportar as cargas atribuídas (SALVATORE *et al.*, 2016).

O ensaio de resistência à fratura é um importante método de avaliação da carga máxima suportada pelo implante dentário, possibilitando a análise comparativa da resistência entre diferentes tipos e marcas existentes. Entretanto, análise das amostras, após ensaios, podem apontar diferentes condições de falhas (CIBIRKA *et al.*, 2001).

## **2 PROPOSIÇÃO**

Os objetivos do presente trabalho foram:

### **2.1 Objetivos gerais**

Avaliar o desempenho de um novo design de implantes, por meio de testes de estresse mecânico, através da instalação em corpos de prova após a instalação de componentes protéticos.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Comparar o torque final de inserção de um novo design de implante e implantes Cone Morse de conicidade padrão instalados em corpo de prova Poliuretana Synbone®;
- Comparar os resultados mecânicos de teste de flexão de componentes protéticos instalados em implantes de novo design e implantes de conicidade padrão.

### 3 CAPÍTULO

Esta dissertação está baseada no Regimento Interno do Programa de Pós-graduação em Odontologia da UNICHRISTUS que regulamenta o formato alternativo para dissertações de Mestrado e teses de Doutorado e permite a inserção de artigos científicos de autoria ou coautoria do candidato. Por não se tratar de pesquisas envolvendo seres humanos, ou parte deles, o projeto de pesquisa deste trabalho não foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNICHRISTUS. Foi submetido, apenas, ao Comitê da Universidade Federal do Ceará, por ser necessário a utilização do seu laboratório de Pós-graduação e por se tratar de testes mecânicos (ANEXO A). Assim sendo, esta dissertação é composta de um capítulo contendo um artigo científico que será submetido para publicação no periódico “Clinical Oral Implants Research”, conforme descrito abaixo:

**Análise de um novo design de implante: um ensaio mecânico.**

Vasconcelos R.B, Carvalho A.C.G.S, Bezerra T.P.

**Análise de um novo design de implante: um ensaio mecânico.**

Raquel Bastos Vasconcelos <sup>a</sup>

Abrahão Cavalcante Gomes de Souza Carvalho<sup>b</sup>

Tácio Pinheiro Bezerra<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Aluna do Mestrado em Ciências Odontológicas do Centro Universitário Unichristus, Ceará; Brasil.

<sup>b</sup> Departamento de Cirurgia do Centro Universitário Unichristus, Ceará-Brasil.

<sup>c</sup> Departamento de Cirurgia do Centro Universitário Unichristus, Ceará-Brasil.

Correspondência

Raquel Bastos Vasconcelos

Rua Deputado Moreira da Rocha

Nº 542. CEP 60160-060

Fortaleza-CE

Brasil

E-mail: [raquelbastosvasconcelos@hotmail.com](mailto:raquelbastosvasconcelos@hotmail.com)

## RESUMO

**Objetivo:** O estudo comparou o torque de inserção e a resistência dos componentes protéticos dos implantes Cone Morse (CM), grupo controle (CP1) e dos implantes de novo design, grupo experimental (CP2).

**Material e método:** O ensaio de torque de inserção (TI) nos implantes foi realizado com seus respectivos dispositivos de inserção e torquímetro, para quantificar o torque. Foram utilizados, 10 implantes, do tipo CM de diâmetro de 3,5mm x 11,5mm e 10 do novo design com as mesmas dimensões. Os implantes foram instalados em um bloco de Poliuretano Synbone© e o TI foi realizado entre implantes instalados em nível ósseo (NO) ou dois milímetros infraósseo (IO). Posteriormente foram estabilizados em uma base de acrílico com seus componentes protéticos para receberem uma força por flexão, na máquina universal de ensaios mecânicos INSTRON® (Instron Corp, Canton, Mass.).

**Resultados:** Após instalação de implantes do CP1, obtiveram-se 33N como média (M) e desvio-padrão (DP) 2,7 no TI em nível ósseo e no infraósseo M de 37N, com DP de 2,7. Já no CP2, a M no TI foi de 38N e DP de 2,7 em NO e no IO foi de 56N, com DP de 5,4. Por fim, nos testes de flexão, obteve-se, no CP1 M de 725 N e no CP2 a M de 1106 N.

**Conclusão:** No TI os implantes de novo design mostraram um torque final de inserção maior, apenas quando instalados dois milímetros infraósseo e, nos TF os componentes protéticos desses implantes não apresentaram resistência, apresentando fratura.

Palavras-chave: Implante dentário; Torque; Osseointegração e Design de implantes.

## INTRODUÇÃO

A osseointegração foi descoberta em 1962 e aplicada na prática em 1977; têm como definição o contato direto entre materiais estranhos e o osso, sem qualquer camada de tecido mole interposta. Atualmente é considerada uma reação de formação óssea, como forma de defesa do organismo para proteger e possibilitar excelentes resultados clínicos do implante dentário<sup>1,2</sup>.

Como uma forma de acelerar o período de osseointegração algumas propostas quanto à modificação das macroestruturas e das microestruturas dos implantes dentários têm sido indicadas<sup>3</sup>.

Nas últimas décadas a estabilidade primária ainda representa uma importante condição para obter osseointegração. Novas técnicas de instrumentação, por exemplo, em ossos de baixa densidade devem ser investigadas quanto a sua possível correlação com o sucesso da reabilitação por meio do implante dentário<sup>4</sup>.

Uma alta taxa de falhas é constantemente relatada em casos de implantes instalados em sítios ósseos de baixa densidade. A baixa estabilidade primária dos implantes, provavelmente aumenta com micromovimentações não fisiológicas na interface osso-implante durante a cicatrização e o carregamento precoce, levando, assim ao encapsulamento de tecidos moles<sup>4,5,6</sup>.

Inicialmente, os projetos de implantes usavam paredes paralelas, mas com o tempo e com a evolução das reabilitações orais com próteses suportadas por implantes, esses modelos ficaram ultrapassados, sugerindo então outras mudanças do formato original. Os implantes cônicos proporcionam um grau de compactação óssea e uma distribuição de força mais uniforme. Implantes penetrantes, autoperfurantes, geralmente podem aumentar a estabilidade primária<sup>7,8</sup>.

Dentro da proposta de inovação na implantodontia, fala-se a respeito da produção de materiais que tenham maior aplicabilidade clínica e que sejam eficazes em termos de custos e que promovam benefícios para a sociedade. Estudos sobre mudanças na macrogeometria de implantes disponíveis comercialmente, devem ser realizados para comparar o desempenho do formato dos implantes tradicionais com os modificados, relacionado com a estabilidade primária. Com base na suposição de um novo design, pode-se promover uma inserção com mais facilidade, maior estabilidade e menor desgaste de tecido ósseo durante sua inalação<sup>1</sup>.

Os testes laboratoriais são particularmente interessantes aos fabricantes que, em pouco tempo, podem avaliar seus materiais, corrigir deficiências e programar melhorias. Então, diante

de todos esses aspectos, estudos que avaliem a resistência mecânica dos materiais se fazem necessários. Na literatura podem-se encontrar trabalhos nos quais esses testes são realizados utilizando as máquinas universais de ensaios mecânicos Instron<sup>®</sup> (Instron Corp, Canton, Mass.), Testometric model 500<sup>®</sup>, Lasncashire, UK que são equipamentos importados de alto custo, ou mesmo com equipamentos nacionais como a máquina de ensaios mecânicos EMIC<sup>®3,4,10,11,12</sup>.

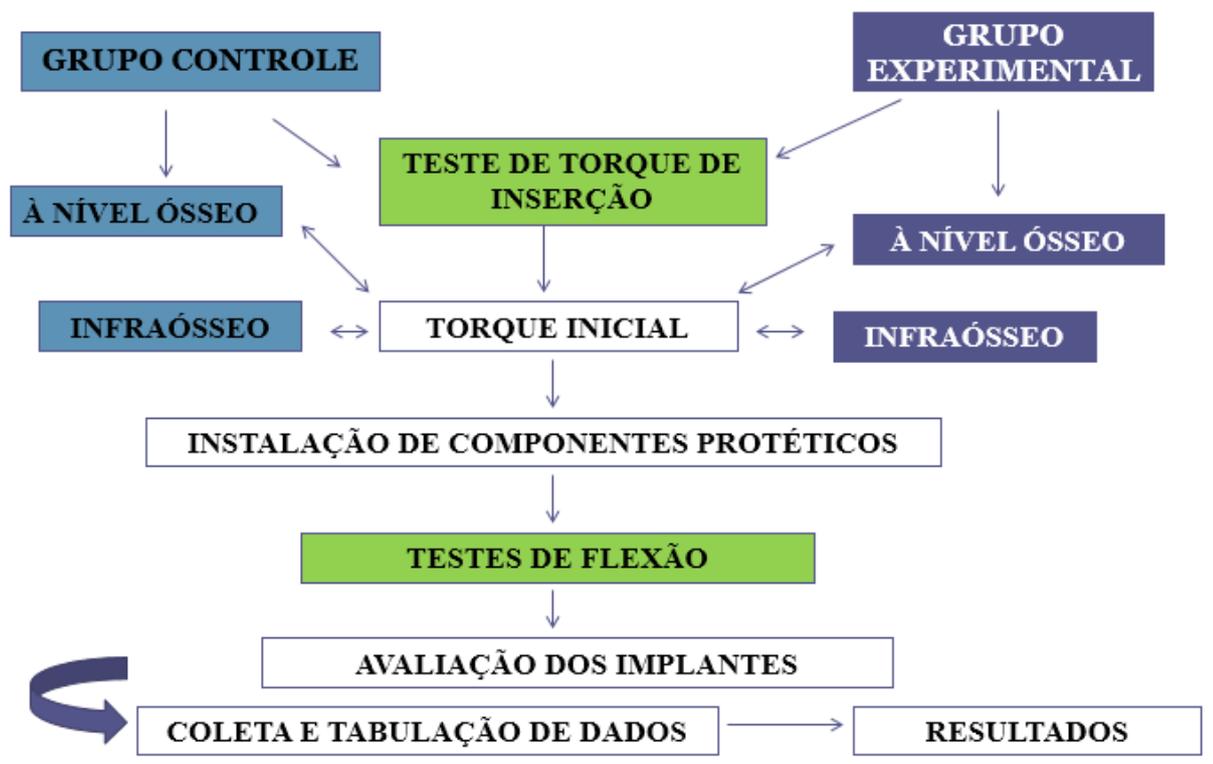
O ensaio de resistência à fratura é um importante método de avaliação da carga máxima suportada pelo implante, possibilitando a análise comparativa da resistência entre diferentes tipos de implantes. Entretanto, análise das amostras, após ensaios, pode apontar diferentes condições de falhas<sup>12,13,14,15</sup>.

Diante do exposto anteriormente, em especial com relação ao lançamento do novo design de implante, que apresenta uma nova plataforma de conexão protética, com conicidade modificada, desenvolvido com base no conceito *inside out*, partindo do núcleo do implante, mantendo um perfil de emergência natural, interface protética única, gerando maior estabilidade mecânica e distribuição homogênea de carga. Não há relatos na literatura de nenhum estudo comparativo, para avaliar as diferenças entre o implante com novo design e os implantes Cone Morse em testes mecânicos, o que justifica o estudo.

## METODOLOGIA

### Delineamentos do estudo

Para a realização do trabalho, foram utilizados dez implantes no grupo controle do tipo Cone Morse com conicidade de  $11^\circ$  e dez implantes de um novo design com conicidade de  $16^\circ$ , no grupo experimental. Os implantes apresentaram medidas semelhantes, com diâmetro de 3.5mm e altura de 11,5mm. Foram analisados, também, os componentes protéticos retos dos respectivos implantes, instalados diretamente em contato com sua estrutura, durante e após testes mecânicos como na sequência da Figura 1. Nos implantes do grupo controle (CP1), são chamados de pilar de preparo, com 1,5 de altura, largura e transmucoso. Nos implantes do grupo experimental (CP2), com um novo design para conexão protética, são chamados de munhão universal, apresentando diâmetro de 3.5, largura interoclusal de 6 mm e com altura do transmucoso de 1,5mm. Os torques de instalação dos respectivos componentes respeitaram o valor sugerido pelo fabricante, para o segundo momento dos ensaios mecânicos.



**Figura 1.** Descreve a sequência do estudo realizado.

Cada tipo de implante foi instalado no corpo de prova como na Figura 2, e dessa forma, cada um recebeu dois implantes. No total, foram dez corpos de prova e 20 implantes.<sup>16</sup> Cada corpo de prova do mesmo material Poliuretana Synbone, do mesmo tipo ósseo simulando osso tipo I e II foi fortemente fixado em uma base como na Figura 3, para evitar possíveis diferenças na qualidade das perfurações, testes e, assim, controlar os implantes que foram colocados adjacentes.



**Figura 2.** Corpo de prova de Poliuretana Synbone<sup>®</sup> utilizado no estudo.

Após o preparo, os implantes foram inseridos pelo motor cirúrgico, com contra-ângulo de 20:1, calibrado com o torque máximo de 35 Newton (N), com máxima 30 rotações por minuto (RPM).

Dessa forma, com relação ao torque de inserção os implantes foram submetidos à instalação de acordo com a técnica e o protocolo cirúrgico preconizado por cada empresa (Figura 4), seguindo as respectivas sequências de fresas, com o registro do torque final de inserção medido por meio de torquímetro, avaliados e conferidos três vezes (Figura 5), após a instalação do implante em nível ósseo (NO) e 2 mm infraósseo<sup>7,8</sup>.



**Figura 3.** Base para fixação do corpo de prova.



**Figura 4.** Fresagem com broca lança



**Figura 5.** Teste de inserção, utilizando catraca manual.

Foram excluídos implantes que após sua inserção, tiveram seu corpo de prova danificado, implantes que ao serem abertos se apresentaram com alteração na sua macroestrutura e/ou componentes protéticos inadequados para o uso. Ao final manteve-se o número de dez implantes.

Durante a realização do ensaio de resistência à flexão, cada implante foi posicionado em um dispositivo de acrílico, confeccionado pelo pesquisador, estabilizado no articulador (Figura 6), simulando o osso mandibular, que foi fixado na plataforma da máquina de ensaio mecânico, INSTRON® (Instron Corp, Canton, Mass). Em seguida, os componentes protéticos foram instalados com o torquímetro e posteriormente, receberam torque segundo orientação do fabricante<sup>12</sup>.

O conjunto componente/implante foi submetido ao carregamento de flexão por meio de ponta aplicadora de carga fabricada em aço, com velocidade de 0,5mm/min. A ponta aplicadora de carga será posicionada a 2,0mm da junção do implante/componente protético, formando um ângulo de 90° como demonstrado na figura 7. Após cada ensaio, as regulagens e os alinhamentos da ponta aplicadora de carga foram conferidos.



**Figura 6.** Dispositivo de acrílico.



**Figura 7.** Ponta aplicadora de força.

A força aplicada foi padronizada de forma a ser inserida, perpendicularmente ao longo eixo do componente protético, através da ponta ativa de aço posicionada na máquina à 3 mm da interseção entre componentes protéticos e os implantes.

O computador acoplado à célula de carga foi programado para registrar as forças exercidas durante a flexão do sistema implante/componente protético(N). O componente mecânico do implante foi registrado no computador na forma de curvas de força(N) e deslocamento (mm). A máquina foi programada para interromper o ciclo do ensaio, quando ocorresse uma deformação acima de 5,0mm ou queda abrupta da resistência oferecida pelo material ensaiado, denotando fratura no implante.

Durante os ensaios, o computador gerenciador da INSTRON® (Instron Corp, Canton, Mass.) registrou o desempenho mecânico de cada implante na forma de curvas de desempenho, em gráficos. Esses gráficos foram desenvolvidos pelo software (TESC; INSTRON) de gerenciamento da máquina de ensaios<sup>8,15</sup>.

Cada amostra foi apresentada como corpo de prova, numeradas de 1-10, identificadas por números: do número 1 ao 5 foram implantes CM , e do número 6 ao 10 de implantes de novo design, sendo as curvas traçadas levando-se em consideração a força aplicada pela máquina(N) versus deslocamento de implante (de 0 a 5,0mm).

Durante a segunda avaliação, depois de removidos da máquina, INSTRON® (Instron Corp, Canton, Mass.), cada implante foi avaliado e comparado, por meio de uma análise minuciosa das amostras para registrar possíveis trincas no sentido longitudinal e fraturas<sup>1</sup>.

### **Análises estatísticas**

No presente estudo, o n da amostra dos testes de inserção foi calculado baseado no estudo de SOARES et al. (2009)<sup>16</sup>, que mensurou e observou a resistência à torção de implantes com hexágono externo que foi inferior a implantes hexágono interno (207,4+\_X52.03, versus 293,20+\_9.0N). Estimou-se que seriam necessários dez implantes para obter uma amostra representativa com 90% de poder e 95% de confiança na força de tração de um grupo de implantes.

Os dados coletados foram tabulados em dois diferentes momentos, após os testes de instalação e após os testes mecânicos, sendo agrupados e analisados utilizando o programa PRISM 5 (GraphPad Prism 5 Software Inc.; Chicago II, EUA) para análise estatística, considerando nível de significância em  $p < 0,05$ . Os dados foram submetidos a teste de

normalidade da amostra, Kolmogorov-Smirnov. Comparações intergrupo para avaliar se existiram diferenças entre os valores das duas amostras foram feitas utilizando-se os testes Mann Whitney e o T-Test.

## RESULTADOS

Os testes de inserção dos implantes foram realizados sem nenhum problema particular, considerando que todos os implantes tinham 11,5 mm de altura e que foram inseridos padronizados na mesma velocidade, posição e ao mesmo tempo. De acordo com o descrito no estudo, a sequência segue o protocolo de instalação dos componentes protéticos e em um seguida a realização dos testes mecânicos de flexão.

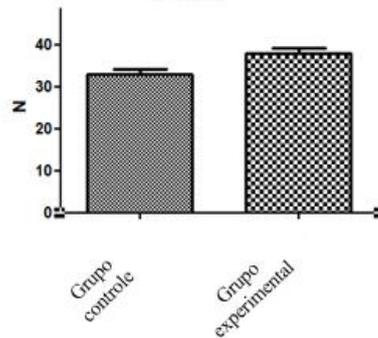
Os valores para a variável torque de inserção foram registrados e tabulados em uma planilha em software, Excel. A partir daí foram calculados sua média (M) e desvio-padrão (DP), respectivamente correspondente aos valores de torque final da inserção em nível ósseo (NO) e infraósseo (IO) dos implantes CM e dos implantes de novo design mostrados respectivamente na Tabela 1.

Tabela 1. Descreve os valores de média (em Newtons) e o desvio-padrão do torque final de inserção dos implantes do grupo controle e experimental nos blocos de Poliuretana Synbone®.

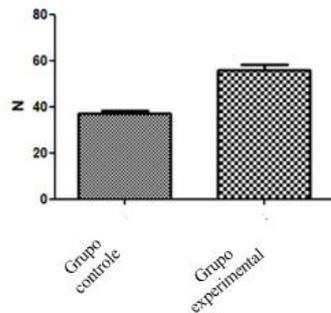
	<i>NO</i>	<i>2 mm IO</i>
<b>CM</b>		
<b>CONVENCIONAL</b>		
M	33	38
DP	2,7	2,7
<b>NOVO DESIGN</b>		
M	37	56
DP	2,7	5,4

Ao analisar o torque de inserção, verificou-se que os implantes utilizados apresentaram torque final de inserção em nível ósseo com valores semelhantes quando comparados o grupo experimental e controle, com uma média de 33N aproximadamente (Figura 8). Após instalação em nível infraósseo, observou-se uma diferença significativa entre os dois grupos ( $p=0,044$ ), em que o grupo experimental apresentou média de torque final de inserção de 56N, enquanto o grupo controle teve média de torque final de inserção de 37N (Figura 9).

Torque de inserção em Newtons dos implante sem nível ósseo nos blocos de Synbone

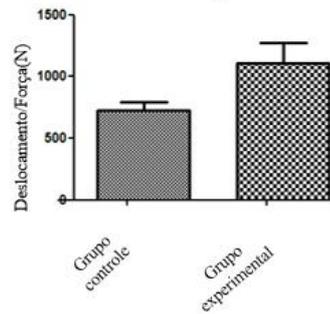
**Figura 8.** Representa a diferença entre os grupos no teste inserção dos implantes em nível ósseo.

Torque de inserção em Newtons dos implante abaixo do nível ósseo nos blocos de Synbone

**Figura 9.** – Representa a diferença entre os grupos no teste inserção dos implantes em nível infraósseo.

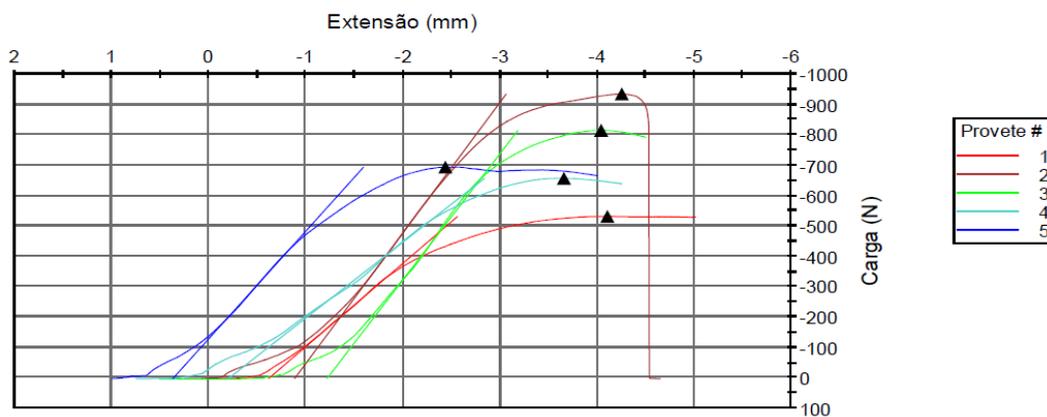
Em um segundo momento, após a definição da carga máxima de referência (2000N) os ensaios de flexão foram iniciados. A INSTRON<sup>®</sup> indica a utilização inicial de 80% da carga máxima para o início dos testes. Após os ensaios, foi realizada nova planilha, também em software Excel, para obter a M e DP, respectivamente para o grupo controle de 725,34 e 153,43 e para o grupo experimental de 1106 e 378,45, correspondendo à carga máxima de esforço por flexão (Figura 10).

Gráfico mostrando a média e o desvio padrão dos grupos após a análise do teste de flexão



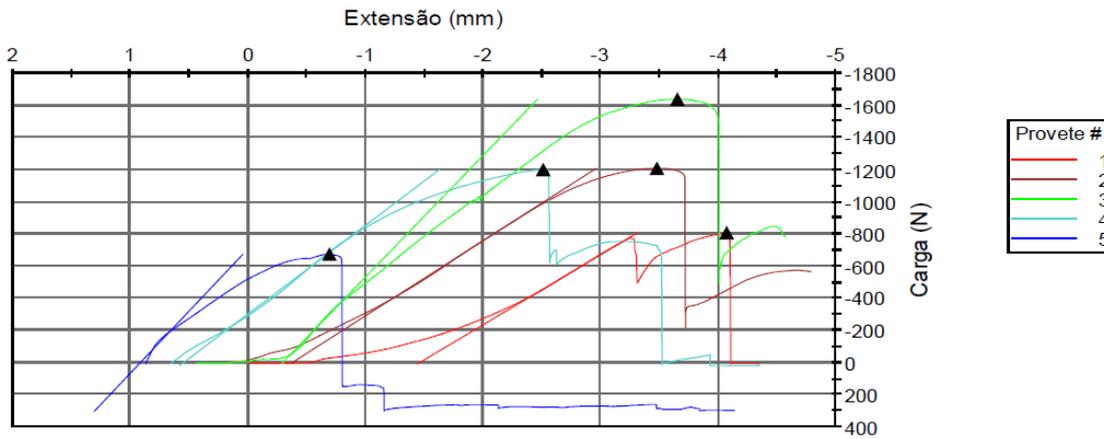
**Figura 10.** Representa a diferença dos implantes submetidos aos ensaios mecânicos de flexão.

Durante a realização dos testes de flexão, em que os implantes CM de conicidade tradicional tiveram bom desempenho ( $p= 0,070$ ), apresentando apenas uma variação na quantidade de carga recebida durante o deslocamento de 5 mm/min, porém sem apresentar fratura abrupta do componente protético, apenas deformação em sua estrutura. (Figura 11)



**Figura 11.** Descreve o desempenho dos implantes convencionais CM durante os ensaios mecânicos.

Os componentes protéticos do novo design de implante GM apresentaram falhas na segunda e na quinta unidade ao ser submetido aos testes mecânicos de flexão, em menos de 4 milímetro de deslocamento por minuto, com cargas correspondentes 1207N e 676,03N, respectivamente. (Figura 12)



**Figura 12.** Demonstra desempenho dos implantes com novo design GM, durante os testes mecânicos.

Percebe-se que ao comparar os resultados dos dois grupos encontraram-se médias diferentes (CM média= 725N/mm, GM média= 1106N/mm), porém com perfil de curva semelhante nos gráficos obtidos por meio dos sistemas dos computadores acoplados a máquina de ensaios mecânicos.

Os implantes GM necessitaram de uma força maior para que ocorresse deformação e fratura, esses resultados não foram estatisticamente significativos em relação aos CM convencionais ( $p= 0,070$ ), que deformaram, mas não fraturaram.

## DISCUSSÃO

A interação entre o implante e o osso adjacentes imediatamente após sua inserção, depende principalmente do formato do parafuso e da sua composição química da sua superfície. Embora a biocompatibilidade do titânio seja uma condição prévia para o sucesso clínico da terapia com implantes, é a propriedade osteocondutora a responsável por acelerar a osseointegração<sup>15</sup>. Por outro lado, ainda se questiona a influência da macroestrutura dos implantes na estabilidade primária, por isso se justifica a realização dos testes de inserção no presente estudo.

Em 2013, um estudo testou a estabilidade e a longevidade dos implantes. Considerou a estabilidade primária o ponto mais importante para a osseointegração. Foram realizados testes em diferentes tipos de osso, nos quais o autor concluiu que a estabilidade primária não depende somente do torque de inserção, mas também da qualidade do osso, que deve ser bem definida para qualquer planejamento<sup>11</sup>. Porém, em contrapartida, no presente estudo apenas limitou-se a utilizar ossos artificiais do tipo I e II, com a intenção de simular osso mandibular pelo fato do seu maior acometimento.

No estudo de Rocha e Elias, de 2010, foi descrito que a tendência clínica adotada como técnica mais utilizada, ou seja, empregou fresas cilíndricas tanto para os sítios de implantes cônicos como para cilindros. Ainda assim, os implantes cônicos (Cone Morse) exigiram menos torque de inserção<sup>3</sup>, como visto no presente estudo, quando instalados a nível ósseo, em que se utilizou apenas implantes da mesma macrogeometria, apenas com conexão protética diferenciadas entre si.

Em estudos como o de Bianchi *et al.* (2003), que justificam a importância dos testes de inserção e torque que podem ser realizados com os implantes. O teste de torque consiste em desenroscá-lo com formato de parafuso para medir a força necessária para ocorrer à ruptura da ligação osso-metal. Esse teste está sujeito a variações como qualidade do tecido ósseo em que o material se encontra instalado, e o módulo de elasticidade dele proporciona uma avaliação da capacidade mecânica do implante ao resistir às forças mastigatórias que serão submetidas ao conjunto implante/prótese dental<sup>17</sup>. Nos presentes resultados, porém, os implantes não foram inseridos em osso, por esse motivo só foram avaliados quanto ao torque que foram inseridos, pois o material na qual estavam inseridos se diferencia em relação à variedade que o osso humano pode ter.

Recentemente, em 2018, autores realizaram uma revisão sistemática, um estudo diferenciado do estudo proposto, por não se tratar de ensaios mecânicos, mas sim de uma

revisão de literatura, em que não foram encontrados dados relevantes clínicos, como método de avaliar implantes, independentes entre si, como o teste de inserção e a análise da frequência por ressonância.<sup>18</sup>

De acordo com Oliscovicz e colaboradores, em 2013, por meio de testes mecânicos, implantes de formatos diferentes, macroestrutura, em osso artificial de Poliuretana Synbone©, apresentaram melhor desempenho para os implantes cilíndricos, e menor média de torque de inserção (60 N), para implantes cônicos; em contradição com o estudo em questão, que apenas utilizou implantes cônicos, no mesmo substrato, porém com bons resultados de torque de inserção, torque acima de 30N<sup>15</sup>.

As macroestruturas juntamente com as conexões protéticas do implante dental influenciam diretamente na estabilidade primária e na longevidade da reabilitação oral respectivamente, afirma Valente *et al.* (2016), o que corrobora o estudo em questão, que comprova que mesmos com limitações, ensaios mecânicos, as modificações propostas nos implantes podem mostrar bons níveis de estabilidade, quando comparados aos implantes convencionais<sup>7</sup>.

No presente estudo, implantes de conexão cone Morse convencional e os Gran Morse não apresentaram resistência ao torque, não corroborando o autor Soares e colaboradores; 2009. Que seu estudo os implantes apresentaram diferença quanto à resistência devido a se tratar de diferentes conexões, que têm como justificativa a resistência do conjunto implante/chave de instalação sofrer influência pela área resistente do implante, em seu terço cervical ou pela sua espessura da parede entre a espessura interna e externa em que é aplicado o torque, pois no estudo citado a geometria/espessura não seguem uma padronização e cada fabricante e/ou conexão protética apresenta uma forma diferente, hexágono externo, hexágono interno e cone Morse. No mesmo estudo, fala-se que a resistência do conjunto implante/chave de instalação pode sofrer influência pela área do contato pelo hexágono do implante e a chave de instalação<sup>16</sup>.

Exames das interfaces implante-pilar da amostra dentro de cada grupo de um projeto são semelhantes ao estudo apresentado, que não demonstrou afrouxamento ou deslocamento rotacional. Foram avaliados implantes hexagonais, com plataformas em hexágono externo, hexágono interno e cone morse, em contato direto com a plataforma dos hexágonos do pilar, com valores médios de torque correspondente respectivamente a 14,40N e 16,40N. E como conclusão, as análises das variâncias demonstraram diferenças significativas entre, apenas, as plataformas hexágono externo e hexágono interno<sup>12</sup>. Em contrapartida no estudo proposto nos dois tipos de implantes, quando instalados em nível ósseo obtiveram 33N, nos implantes convencionais e 37N, nos implantes com novo design, sem diferenças estatisticamente

significantes.

O destaque entre os testes realizados também demonstrado em estudo mecânico anterior<sup>6</sup> foi feito para provar que a interface ossoimplante completamente em contato, permite uma perfeita osseointegração, em que ossos corticais e ossos medulares foram assumidos como desenhos linearmente elásticos simulando situações que clinicamente nem sempre são verdadeiras, mas para fins de comparação com o estudo apresentado são úteis.

Em um estudo sobre mini-implante submetidos a testes mecânicos em osso de porco, ao serem submetidos a testes, obtiveram-se bons desempenhos demonstrando estarem aptos para utilização. Percebeu-se, porém, que o formato é diretamente ligado à resistência dos mini-implantes quando indicados para utilização clínica<sup>19</sup>. Fato que se pode perceber, no dado estudo, apesar de se tratar de implantes dentários, os que apresentaram novo design não mostraram diferença ou vantagens quanto à sua indicação clínica.

## **CONCLUSÃO**

A partir dos resultados apresentados nos testes de torque de inserção de implante, confirma-se que os implantes com novo design registraram um torque final de inserção maior do que os implantes convencionais apenas quando instalados dois milímetros abaixo do nível ósseo. Já nos ensaios mecânicos por flexão os implantes convencionais se mostraram mais resistente ao receberem altas cargas, sem apresentarem fratura, comprovando a necessidade e importância de novas pesquisas na área da implantodontia.

## REFERÊNCIAS

1. Albrektsson T, Chrcanovic B, Jacobsson M, Wennerberg A. Osseointegration of Implants – A Biological and Clinical Overview. *JSM Dent Surg*. 2017;2(3):1022.
2. Albrektsson T, Albrektsson B. Osseointegration of bone implants: A review of an alternative mode of fixation. *Acta Orthop*. 1987;58(5):567–77.
3. Rocha FA, Elias CN. Influência da Técnica Cirúrgica e da Forma do Implante na Estabilidade Primária. *Rev Odontol Bras Cent*. 2010;18(48):26–9.
4. Degidi M, Daprile G, Piattelli A. Influence of Stepped Osteotomy on Primary Stability of Implants Inserted in Low-Density Bone Sites: An In Vitro Study. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2017;32(1):37–41. Available at: [http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2\\_id=1422&article\\_id=16958&article=4&title=Influence of Stepped Osteotomy on Primary Stability of Implants Inserted in Low-Density Bone Sites: An In Vitro Study#.WH-CVvOhxz8](http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2_id=1422&article_id=16958&article=4&title=Influence%20of%20Stepped%20Osteotomy%20on%20Primary%20Stability%20of%20Implants%20Inserted%20in%20Low-Density%20Bone%20Sites%3A%20An%20In%20Vitro%20Study#.WH-CVvOhxz8)
5. Sennerby L, Pagliani L, Petersson A, Verrocchi D, Volpe S, Andersson P. Two Different Implant Designs and Impact of Related Drilling Protocols on Primary Stability in Different Bone Densities: An In Vitro Comparison Study. *Int J Oral Maxillofac Implants* [Internet]. 2015;30(3):564–8. Available at: [http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2\\_id=1301&article\\_id=15321&article=10&title=Two Different Implant Designs and Impact of Related Drilling Protocols on Primary Stability in Different Bone Densities: An In Vitro Comparison Study#.VWc2GqahwuE](http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2_id=1301&article_id=15321&article=10&title=Two%20Different%20Implant%20Designs%20and%20Impact%20of%20Related%20Drilling%20Protocols%20on%20Primary%20Stability%20in%20Different%20Bone%20Densities%3A%20An%20In%20Vitro%20Comparison%20Study#.VWc2GqahwuE)
6. Salvatore F, Eduardo C, Júnior F, Savi R, Carvalho D, Sotto-maior BS, et al. Analysis of the distribution of stress and deformation in single implant-supported prosthetic units in implants of different diameters. 2016;45(5):247–52.
7. Da Costa 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;18(1):168–73.

8. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH. Influence of Surface Characteristics on Bone Integration of Titanium Implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *Journal of Biomedical Materials Research*. 1991;25:889–902.
9. Soares M, Pereira V, Petrilli G, Bezerra F, Luiz N. Aperfeiçoamento de Sistema de Implantes Cônicos com Conexão Hexágono Interno. Improvement of tapered implants system with internal hexagon connection. *Innov Implant J, Biomater Esthet*. 2009;83–9.
10. Penido SMMDO, Penido CV de SR, Santos-Pinto A, Sakima T, Fontana CR. Estudo in vivo e in vitro com e sem termociclagem, da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com fonte de luz halógena. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial [Internet]*. 2008;13(3):66–76. Available at: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-54192008000300009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-54192008000300009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)
11. Bayarchimeg D, Namgoong H, Kim BK, Kim MD, Kim S, Kim T Il, et al. Evaluation of the correlation between insertion torque and primary stability of dental implants using a block bone test. *J Periodontal Implant Sci*. 2013;43(1):30–6.
12. Cibirka RM, Nelson SK, Lang BR, Rueggeberg FA. Examination of the implant – abutment interface after fatigue testing. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*. mar. 2001; 85(3):268-275.
13. Lachmann S, Jäger B, Axmann D, Gomez-Roman G, Groten M, Weber H. Resonance frequency analysis and damping capacity assessment - Part 1: An in vitro study on measurement reliability and a method of comparison in the determination of primary dental implant stability. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17(1):75–9.
14. Sciasci P, Casalle N, Vaz LG. Evaluation of primary stability in modified implants: Analysis by resonance frequency and insertion torque. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2018;20(3):274–9.
15. Oliscovicz, Nathalia Ferraz; Valente, Mariana Lima Costa; Junior, Elcio Marcantonio; Shimano AC et al. Estudo in vitro da influência do formato e do tratamento de superfície

de implantes odontológicos no torque de inserção , resistência ao arrancamento e frequência de ressonância. 2013;42(4):283–90.

16. Soares A.M, Pereira V.A LN. Implantes odontológicos com diferentes conexões protéticas: resistência máxima ao torque aplicado. *Innov Implant J Biomater Esthet.* 2009;4(2):42–7.
17. Bianchi EC, de Aguiar PR, de Almeida Souza Santos M, Goncalves JR, Barbosa DZ, Catai RE. Desenvolvimento de um torquorquimetro de preciso para o estudo do desempenho de implantes osseointegrados. *REM Metal Mater.* 2003;56(2):107-112.
18. Lages FS, Douglas-de Oliveira DW, Costa FO. Relationship between implant stability measurements obtained by insertion torque and resonance frequency analysis: A systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2018;20(1):26–33.
19. Pinthon M, Nojima L, Nojima M, Ruellas A. Avaliação da Resistência à Flexão de Mini implantes Ortodônticos. *R Dent Press Ortodon Ortop Facial.* 2006;13(5):128–33.

#### 4 CONCLUSÃO GERAL

Da avaliação dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- nos testes de TI dos implantes, confirmou-se que os implantes com novo design registram um torque final correspondente ao recomendado pelo fabricante e maior do que os implantes convencionais, apenas, quando instalados a dois milímetros abaixo do nível ósseo. Sugerindo que os implantes GM apresentaram melhores resultados ao serem instalados com torque de 60N para casos em que o implante deverá ficar infraósseo;
- o novo design de implante durante os testes mecânicos apresentou maior resistência à carga aplicada durante o deslocamento até 5mm/min, porém com índice de fratura maior antes do deslocamento mínimo final. Assim, pode-se concluir que os implantes GM podem receber maior carga, mas podem fraturar em nível do parafuso ou contrário do CM que apenas se deforma ao receber maiores cargas;
- pode afirmar-se a necessidades de novas pesquisas na área da implantodontia. Pois, mais estudos relacionados para avaliar as novas conexões protéticas que surgem no mercado viriam para melhorar a previsibilidade nas reabilitações por meio de implantes dentários que resistam às forças mastigatórias recebidas em excesso.

## REFERÊNCIAS

ALBREKTSSON, T. et al. Osseointegration of Implants – A Biological and Clinical Overview. **JSM Dent Surg**, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 1022, 2017.

ALBREKTSSON, T.; ALBREKTSSON, B. Osseointegration of bone implants: A review of an alternative mode of fixation. **Acta Orthopaedica**, [S.l.], v. 58, n. 5, p. 567–577, 1987.

BAYARCHIMEG, D. et al. Evaluation of the correlation between insertion torque and primary stability of dental implants using a block bone test. **Journal of Periodontal and Implant Science**, [S.l.], v. 43, n. 1, p. 30–36, 2013.

BIANCHI, E. C. et al. Desenvolvimento de um torquímetro de precisão para o estudo do desempenho de implantes osseointegrados. **REM: Metalurgia & Materiais**, [S.l.], v. 56(2), n. 2, p. pp.107-112, 2003.

BUSER, D. et al. Influence of Surface Characteristics on Bone Integration of Titanium Implants. A histomorphometric study in miniature pigs. **Journal of Biomedical Materials Research**, [S.l.], v. 25, p. 889–902, 1991.

CIBIRKA, R. M. et al. Examination of the implant – abutment interface after fatigue testing. **The Journal Of Prosthetic Dentistry**, [S.l.], v. 85, n. 3, p. 268-275, mar. 2001

DA COSTA VALENTE, M. L. et al. Analyzing the Influence of a New Dental Implant Design on Primary Stability. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 168–173, 2016.

DEGIDI, M.; DAPRILE, G.; PIATTELLI, A. Influence of Stepped Osteotomy on Primary Stability of Implants Inserted in Low-Density Bone Sites: An In Vitro Study. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, [S.l.], v. 32, n. 1, p. 37–41, 2017. Disponível em: <[http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2\\_id=1422&article\\_id=16958&article=4&](http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2_id=1422&article_id=16958&article=4&)

title=Influence of Stepped Osteotomy on Primary Stability of Implants Inserted in Low Density Bone Sites: An In Vitro Study#.WH-CVvOhxz8>.

LACHMANN, S. et al. Resonance frequency analysis and damping capacity assessment - Part 1: An in vitro study on measurement reliability and a method of comparison in the determination of primary dental implant stability. **Clinical Oral Implants Research**, [S.l], v. 17, n. 1, p. 75–79, 2006.

LAGES, F. S.; DOUGLAS-DE OLIVEIRA, D. W.; COSTA, F. O. Relationship between implant stability measurements obtained by insertion torque and resonance frequency analysis: A systematic review. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, [S.l], v. 20, n. 1, p. 26–33, 2018.

OLISCOVICZ, NATHALIA FERRAZ; VALENTE, MARIANA LIMA COSTA; JUNIOR, ELCIO MARCANTONIO; SHIMANO, A. C. et al. Estudo in vitro da influência do formato e do tratamento de superfície de implantes odontológicos no torque de inserção, resistência ao arrancamento e frequência de ressonância. **Rev Odontol UNESP**, [S.l], v. 42, n. 4, p. 283–290, jul-ago. 2013.

PENIDO, S. M. M. D. O. et al. Estudo in vivo e in vitro com e sem termociclagem, da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com fonte de luz halógena. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, [S.l], v. 13, n. 3, p. 66–76, maio/jun. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141554192008000300009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141554192008000300009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>.

PINTHON, M. et al. Avaliação da Resistência à Flexão de Mini implantes Ortodônticos. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, [S.l], v.13, n. 5, p. 128–133, sep/oct. 2006.

ROCHA, F. A.; ELIAS, C. N. Influência da Técnica Cirúrgica e da Forma do Implante na Estabilidade Primária. **Rev Odontol Bras Central**, [S.l], v. 18, n. 48, p. 26–29, 2010.

SALVATORE, F. et al. Analysis of the distribution of stress and deformation in single implant-supported prosthetic units in implants of different diameters. **Rev Odontol UNESP**, [S.l], v. 45, n. 5, p. 247–252, sep-oct.2016.

SCIASCI, P.; CASALLE, N.; VAZ, L. G. Evaluation of primary stability in modified implants: Analysis by resonance frequency and insertion torque. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, [S.l.], v. 20, n. 3, p. 274–279, nov. 2018.

SENNERBY, L. et al. Two Different Implant Designs and Impact of Related Drilling Protocols on Primary Stability in Different Bone Densities: An In Vitro Comparison Study. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, [S.l.], v. 30, n. 3, p. 564–568, 2015.

Disponível em:  
<[http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2\\_id=1301&article\\_id=15321&article=10&title=Two Different Implant Designs and Impact of Related Drilling Protocols on Primary Stability in Different Bone Densities: An In Vitro Comparison Study#.VWc2GqahwuE](http://quintpub.com/journals/omi/abstract.php?iss2_id=1301&article_id=15321&article=10&title=Two%20Different%20Implant%20Designs%20and%20Impact%20of%20Related%20Drilling%20Protocols%20on%20Primary%20Stability%20in%20Different%20Bone%20Densities%3A%20An%20In%20Vitro%20Comparison%20Study#.VWc2GqahwuE)>.

SOARES A.M, PEREIRA V.A, L. N. . Implantes odontológicos com diferentes conexões protéticas: resistência máxima ao torque aplicado. **Innov Implant J. Biomater Esthet**, São Paulo, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 42–47, mai/ago. 2009.

SOARES, M. et al. Aperfeiçoamento de Sistema de Implantes Cônicos com Conexão Hexágono Interno. Improvement of tapered implants system with internal hexagon connection. **Innov Implant J, Biomater Esthet**, [S.l.], v.4, n.2, p. 83–89, maio/ago. 2009.

SOARES, M. A. D. et al. Implante Cone Morse ultra rosqueante de torque interno – Parte I: desenvolvimento do produto. **Innovations Implant Journal**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 63–69, may. 2006.

## ANEXO A - Termo de Anuência



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM.  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

Autorização para Utilização de Infraestrutura do Laboratório Multidisciplinar do PPGO



Prezado(a) Solicitante,

Em nome do Programa de Pós-graduação de Odontologia da Universidade Federal do Ceará, informamos que a solicitação do projeto intitulado "Avaliação das performances mecânicas de implantes tipo Helix® e convencionais em mandíbulas de acetato: um ensaio mecânico." foi DEFERIDA para o período solicitado.

Informamos, também, que os usuários do laboratório serão responsáveis por todos os equipamentos, materiais e outros recursos utilizados durante sua estadia no laboratório.

De modo geral compete:

I. zelar pela limpeza, organização e conservação dos materiais e equipamentos dos laboratórios;

II. solicitar orientações ao Técnico sobre os cuidados e normas de segurança, essenciais ao uso de qualquer material;

III. utilizar roupas apropriadas (jaleco, calça comprida, sapato fechado);

IV. manter o máximo de silêncio para ter um bom ambiente de trabalho;

V. utilizar todos os materiais para consumo do laboratório evitando o desperdício ou o mau uso;

VI. quando autorizado o uso de qualquer equipamento, verificar a coincidência entre a voltagem do aparelho e a voltagem da rede elétrica, e ao término observar se o equipamento está desligado e desconectado da rede elétrica;

VII. identificar as soluções preparadas com etiquetas constando o nome do preparador, o nome da solução bem como sua concentração e data de preparo;

VIII. identificar toda amostra ou material armazenado em geladeira, freezer, estufas e armários, informando o nome do responsável, nome do material e data de armazenamento. O responsável deve gerenciar seu próprio material evitando o armazenamento de material impróprio para uso;

IX. comunicar o responsável pelo laboratório sobre qualquer tipo de acidente;

X. Preencher o registro de uso do equipamento utilizado;

XI. cumprir e fazer cumprir as normas do Laboratório do Programa de Pós-graduação;

XII. só trabalhar mediante a presença do técnico do laboratório e de algum membro do programa de pós-graduação (mestrando, doutorando ou professor).

Fortaleza, 06 de novembro de 2018.

Vanara Florêncio Passos

Profª. Dra. Vanara Florêncio Passos