



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA



**A COMPOSIÇÃO DOS MINI-  
IMPLANTES INFLUENCIA NA  
RESISTÊNCIA À FRATURA NA  
REGIÃO DE *BUCCAL SHELF*? UM  
ESTUDO COM OSSOS ARTIFICIAIS**



SÃO LUIS  
2021

**CÁSSIO BERNARD ALVES CAMPOS**

**A COMPOSIÇÃO DOS MINI-IMPLANTES INFLUENCIA NA RESISTÊNCIA À  
FRATURA NA REGIÃO DE BUCCAL SHELF? UM ESTUDO COM OSSOS  
ARTIFICIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Alex Luiz Pozzobon Pereira

**SÃO LUÍS**

**2021**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Campos, Cássio Bernard Alves.

A COMPOSIÇÃO DOS MINI-IMPLANTES INFLUENCIA NO RISCO DE FRATURA NA REGIÃO DE BUCCAL SHELF? UM ESTUDO COM OSSOS ARTIFICIAIS / Cássio Bernard Alves Campos. - 2021.

45 f.

Orientador(a): Alex Luiz Pozzobon Pereira.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Odontologia/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

1. Ligas. 2. Parafusos ósseos. 3. Procedimentos de Ancoragem Ortodôntica. 4. Torque. I. Pereira, Alex Luiz Pozzobon. II. Título.

**CÁSSIO BERNARD ALVES CAMPOS**

**A COMPOSIÇÃO DOS MINI-IMPLANTES INFLUENCIA NA RESISTÊNCIA À  
FRATURA NA REGIÃO DE BUCCAL SHELF? UM ESTUDO COM OSSOS  
ARTIFICIAIS**

A Comissão julgadora da Defesa do Trabalho Final de Mestrado em Odontologia, em sessão pública realizada no dia 01/02/2021, considerou o candidato.

(   ) APROVADO

(   ) REPROVADO

1) Examinador: Prof. Dr, Julio de Araujo Gurgel

---

2) Examinadora: Profa. Dra. Luciana Artioli Costa

---

3) Presidente (Orientador): Prof. Dr. Alex Luiz Pozzobon Pereira

---

4) Suplente: Profa. Dra. Maria Carmen Fontoura Nogueira da Cruz

---

*“É preferível a angústia da busca que a paz  
da acomodação”*

*Marisa B. de Leonardo*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por proporcionar uma vida com saúde e discernimento.

Aos meus pais Bernardino Campos Filho e Celiane Alves Campos pelo incentivo perene, força de vontade, dedicação, ajuda e sem os quais eu não conseguiria chegar até aqui.

À minha irmã Cinthia Zuila Alves Campos pela sabedoria dividida e pela opinião partilhada.

À minha noiva Jéssica Pereira Campos que de forma especial, carinhosa e paciente me deu força, motivação e apoio durante toda essa trajetória.

Aos meus amigos pelos conselhos, boas companhias, disponibilidade e grandiosas amizades.

Aos meus colegas de turma, especialmente à Amanda Pereira Moreira, Jennifer Sanzya Silva de Araújo e Rayssa Ferreira Cavaleiro de Macedo, por toda solidariedade e conhecimentos compartilhados, momentos felizes e descontraídos, e pelas grandes e virtuosas amizades que fizemos durante esse tempo da pós-graduação.

A todos professores do programa de Pós-Graduação especialmente por todos os ensinamentos distribuídos, pelas informações discutidas, pelas horas de trabalho irrestritamente despendidas e pelo objetivo sempre vigilante de ensinar todos nós, alunos.

Ao meu orientador professor Alex Luiz Pozzobon Pereira por sua atenção, responsabilidade, compromisso, cuidado e consideração para com todos trabalhos e atividades desenvolvidas.

À UFMA – Universidade Federal do Maranhão pela disponibilidade de infraestrutura e ter permitido a realização desta jornada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos no primeiro ano de mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFMA pela organização, coordenação, e suporte acadêmico durante a realização do curso de Mestrado.

A todos que colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Representação esquemática das características morfológicas dos mini-implantes..... | 19 |
| Figura 2 – Ossos artificiais com diferentes corticais.....                                    | 20 |
| Figura 3 – Dispositivo adaptado para realização dos testes mecânicos.....                     | 21 |
| Figura 4 - Mini-implantes inseridos em bloco acrílico após teste de fratura.....              | 22 |
| Figura 5 – Mini-implante do grupo DS antes da inserção no osso com cortical de 5mm.....       | 27 |
| Figura 6 – Mini-implante do grupo DS depois da inserção no osso com cortical de 5mm.....      | 27 |
| Figura 7 – Mini-implante do grupo PL antes da inserção no osso com cortical de 5mm.....       | 27 |
| Figura 8 – Mini-implante do grupo PL depois da inserção no osso com cortical de 5mm.....      | 27 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Descrição dos mini-implantes pesquisados.....                                                                                     | 16 |
| Tabela 2 – Definições das medidas lineares e angulares dos mini-implantes.....                                                               | 20 |
| Tabela 3 - Médias e desvios-padrão de torques de inserção aos 7mm e de remoção dos MI de TiA e aço independente da cortical.....             | 23 |
| Tabela 4 - Médias e desvios-padrão das propriedades mecânicas dos MI quanto às espessuras das corticais.....                                 | 24 |
| Tabela 5 - Médias e desvios-padrão das propriedades mecânicas dos MI nas diferentes espessuras de cortical alveolar.....                     | 24 |
| Tabela 6 – Comparação intragrupo entre a espessura da cortical e os torques aplicados pelo coeficiente de correlação de Spearman Rho.....    | 25 |
| Tabela 7 - Coeficiente de regressão linear correspondente à resistência à fratura em comparação ao valor recomendado pelo fabricante PL..... | 26 |
| Tabela 8 – Resultados da análise da morfologia dos mini-implantes.....                                                                       | 26 |

## RESUMO

**Introdução:** Diferentes meios de ancoragem têm se tornado uma ferramenta essencial na prática ortodôntica contemporânea, impactando numa expansão dos limites e possibilidades de tratamentos de casos com diferentes níveis de complexidade. Nesse contexto, surgiram os mini-implantes (MI) extra-alveolares (EA). **Objetivo:** Investigar se a composição do material influencia na resistência à fratura de MI ortodônticos utilizados para inserção na região de buccal shelf. **Métodos:** Foram utilizados 130 MI divididos em 2 grupos sendo comparados quanto a duas diferentes ligas metálicas (Ti6Al4V e Aço Inoxidável). Destes, 20 MI de cada grupo foram submetidos ao teste de fratura e 15 MI de cada grupo foram inseridos em ossos artificiais de 3 mm, 4 mm e 5 mm de espessura cortical na profundidade de 7 mm para mensuração do torque de inserção e torque de remoção. Nove mini-implantes de cada grupo foram submetidos a análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) antes e após as inserções nos ossos artificiais para avaliação da morfologia e possíveis alterações após inserção. **Resultados:** O grupo aço apresentou torques de inserção significativamente maiores que o grupo TiA independente da espessura cortical. Torques na cortical de 4mm foram significativamente maiores no grupo aço. Torques de inserção foram progressivamente maiores com o aumento da espessura cortical. Torques de fratura foram estatisticamente superiores no grupo aço em relação ao grupo TiA. O coeficiente de regressão demonstrou que ambos materiais foram estatisticamente superiores ao valor de torque de fratura limite indicado pelo fabricante. A análise em MEV não encontrou alterações na superfície dos MI antes e após as inserções nos ossos artificiais. **Conclusões:** O MI de liga de aço mostrou-se superior ao MI de liga de titânio em relação ao torque de inserção e à resistência à fratura. Ambos materiais podem ser utilizados para instalação em BS.

**Palavras-Chave:** Parafusos ósseos, Procedimentos de Ancoragem Ortodôntica, Torque, Ligas.

## ABSTRACT

**Introduction:** Different means of anchoring have become an essential tool in contemporary orthodontic practice, impacting an expansion of the limits and possibilities of treating cases with different levels of complexity. In this context, extra-alveolar (EA) mini-implants (MI) appeared. **Objective:** To investigate whether the material composition influences the fracture risk of orthodontic MI used for insertion in the buccal shelf region. **Methods:** 130 MI were used, divided into 2 groups, being compared for two different metallic alloys (Ti6Al4V and Stainless Steel). Of these, 20 MI of each group were submitted to the fracture test and 15 MI of each group were inserted into artificial bones of 3 mm, 4 mm and 5 mm of cortical thickness at depth of 7 mm to measure insertion torque and removal torque. Nine mini-implants from each group were subjected to analysis using a Scanning Electron Microscope (SEM) before and after insertions in artificial bones to assess morphology and possible changes after insertion. **Results:** The steel group had significantly higher insertion torques than the TiA group, regardless of cortical thickness. Torques of 4mm cortical thickness were significantly higher in the steel group. Insertion torques were progressively higher with increasing cortical thickness. Fracture torques were statistically higher in the steel group compared to the TiA group. The regression coefficient demonstrated that both materials were statistically superior to the limit fracture torque value indicated by the manufacturer. SEM analysis did not find changes in the MI surface before and after insertions in artificial bones. **Conclusions:** Steel proved to be superior to titanium in terms of insertion torque and fracture resistance. Both materials can be used for installation in BS.

**Keywords:** Bone screws, Orthodontic Anchorage Procedures, Torque, Alloys.

## SUMÁRIO

|   |                                                                              |           |
|---|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO .....                                                             | 11        |
| 2 | CAPÍTULO I.....                                                              | 15        |
|   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                      | <b>17</b> |
|   | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                               | <b>18</b> |
|   | <b>ANÁLISE ESTATÍSTICA .....</b>                                             | <b>22</b> |
|   | <b>RESULTADOS.....</b>                                                       | <b>23</b> |
|   | <b>DISCUSSÃO .....</b>                                                       | <b>23</b> |
|   | <b>IMPLICAÇÕES CLÍNICAS.....</b>                                             | <b>31</b> |
|   | <b>CONCLUSÃO .....</b>                                                       | <b>31</b> |
|   | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                     | <b>32</b> |
| 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                                   | 37        |
|   | REFERÊNCIAS .....                                                            | 38        |
|   | ANEXO A – Diretrizes de Publicação – Dental Press Journal of Orthodontics .. | 42        |

## 1 INTRODUÇÃO

Com a difusão da utilização da ancoragem esquelética em ortodontia, desenvolveram-se dois conceitos básicos de dispositivos de ancoragem temporária (DAT) relativos a mini-implantes (MI): interradiculares, que são instalados no processo alveolar entre as raízes dos dentes; e extra-alveolares, que são colocados fora do processo alveolar <sup>1</sup>.

Estes tipos de DAT possuem algumas vantagens, tais como: inserção e remoção simples, locais de inserção variados, eliminam os efeitos indesejáveis nos dentes que seriam utilizados como ancoragem, pouca necessidade de cooperação do paciente e custo baixo <sup>2</sup>.

Em contrapartida, apresentam riscos e complicações, tais como: danos a estruturas adjacentes ou traumas nas raízes em casos de inserção inapropriada, inflamação dos tecidos periimplantares<sup>2</sup>, deslize do MI, fratura do MI, perfuração do seio maxilar, lesão neural, perfuração da raiz do dente pela fresa helicoidal, mobilidade do MI, deslocamento do MI, enfisema subcutâneo, deglutição do MI, bacteremia transitória, infecção, hiperplasia tecidual e aftas <sup>3</sup>.

Dentre essas complicações, especial atenção deve ser dada à fratura do MI, uma vez que em alguns casos se faz necessário um procedimento cirúrgico para remoção da parte fraturada <sup>4,5</sup>. Esta complicação pode ocorrer em diferentes momentos do uso dos MI: durante a instalação, durante o tratamento ou no momento da remoção do MI. Durante a instalação, a fratura pode ocorrer por pressão excessiva em uma cortical espessa, realização de movimentos excêntricos, mudança de angulação ou torque de instalação maior que resistência à fratura do MI.

Durante o tratamento, a fratura pode ocorrer em consequência de impacto sobre o MI ou de interferência de dispositivos intrabucais. Já durante a remoção, a fratura pode ocorrer especialmente em MI de liga de titânio, posicionamento bicortical e uso prolongado<sup>3</sup>.

Em relação à composição, os MI são confeccionados de liga de titânio (Ti6Al4V) <sup>6-8</sup> contendo 6% alumínio e 4% vanádio. Esta liga é utilizada na manufatura de implantes médicos e dentais <sup>9</sup>, e é utilizada em MI ao invés do titânio puro devido a sua maior resistência, diminuindo problemas como fraturas e distorções <sup>6</sup>.

O outro material estudado, o aço cirúrgico, é amplamente utilizado em cirurgia oral e fixação interna ortopédica por ter uma combinação favorável de propriedades mecânicas, biocompatibilidade, relação custo-benefício e facilidade de manufatura <sup>6</sup>.

Ambos materiais, a liga de titânio e o aço possuem baixo potencial de osseointegração, característica desejável na ortodontia, uma vez que a estabilidade que se espera é a primária e não a secundária advinda da osseointegração <sup>8</sup>. Além disso, o aço possui maior módulo de elasticidade em relação à liga de Ti6Al4V <sup>10</sup>.

Em contraste, relatos do uso de mini-implantes com aço cirúrgico são escassos assim como estudos comparando MI de titânio e aço inoxidável <sup>11</sup>. Trabalhos que se propuseram a investigar o tipo de material usado na fabricação dos MI e seu desempenho mecânico demonstraram que, apesar de existirem diferenças entre os tipos de materiais, estas não foram significativas <sup>6,11,12</sup>. Resultados também mostraram que o titânio se mostrou superior ao aço <sup>12-14</sup> e, outras vezes, o aço se mostrou superior <sup>6,11</sup>.

Em relação à morfologia dos MI, eles diferem de acordo com o fabricante, modificando desenho da cabeça, diâmetro, comprimento e protocolo clínico <sup>2,15,16</sup>. Possuem o diâmetro que pode variar de 1,2mm a 2,0mm<sup>8</sup>. Maiores valores de diâmetro suscitam em maiores valores de torque de inserção e de fratura<sup>4</sup>. Os comprimentos variam de 5 a 17mm e, neste caso, os valores maiores aumentam a taxa de sucesso e o torque de inserção<sup>17</sup>. Especificamente os MI extra-alveolares apresentam comprimentos de 10 a 17mm e diâmetros de 1,5mm a 2mm<sup>8</sup>.

Esses dispositivos extra-alveolares diferenciam-se dos MI convencionais pois evitam as raízes dos dentes, uma vez que são posicionados em uma localização vestibular a estas raízes <sup>1</sup>. Devido à maior quantidade de osso no local utilizado, utilizam-se parafusos mais calibrosos nessas regiões. Além disso, MI extra-alveolares não interferem na movimentação dos dentes, demandam menor número de MI em casos complexos e permitem a retração do arco dentário como um todo<sup>8</sup>.

Seus locais de inserção são: área do ramo mandibular, região de crista infrazigomática (CIZ) e região de BS. Esses dispositivos possuem grande versatilidade nas mais diversas más oclusões, sendo os MI inseridos na CIZ e BS mais utilizados para diversas finalidades ortodônticas <sup>8</sup>.

Devido à maior taxa de uso ser nas regiões de CIZ e BS <sup>8</sup>, maior atenção tem sido dada na literatura a essas regiões, com estudos de tomografia computadorizada <sup>18-21</sup>, estudo de elementos finitos <sup>22</sup>, ensaios clínicos randomizados <sup>23,24</sup>, e estudos laboratoriais <sup>11-13,25</sup>, porém poucos desses últimos abordaram o tipo de material utilizado e apenas um <sup>13</sup> levou em consideração as espessuras corticais nas áreas de BS.

A área de BS foi analisada por alguns trabalhos por meio de exames de TC, encontrando bons indícios que este sítio teria qualidade óssea suficiente para suportar mini-implantes <sup>19,26,27</sup>. Os valores de espessura de osso cortical nessa região variaram de valores médios de 3,67mm e 4,05mm nas duas zonas consideradas ideais <sup>28</sup>, chegando a 8,72mm segundo alguns autores <sup>19</sup>, o que demonstra uma necessidade de resistência maior dos MI instalados nessa região.

Para a instalação do MI na região de BS, segundo a técnica originalmente descrita, é indicada a utilização exclusiva de MI de aço inoxidável autoperfurante, por ter maior resistência à fratura quando colocado em cortical óssea densa <sup>29</sup>. Porém, em um trabalho com 772 MI instalados em crista infrazigomática<sup>23</sup>, outra área extra-alveolar, há a indicação da utilização de MI tanto de aço quanto de TiA.

Nesse estudo<sup>23</sup> também não houve relato de fratura nem diferenças significantes entre os materiais. Porém o aço pode ter relação com perdas bilaterais de MI devido a predisposição genética ou problema com sensibilidade ao níquel da liga de aço inoxidável e esse material teve número maior de falhas quando instalados em crista infrazigomática.

Ambas ligas metálicas possuem respostas histológicas e estabilidade mecânica semelhantes <sup>30</sup>, de acordo com estudo em animais. Porém, o TiA possui menor custo<sup>8</sup> e melhor biocompatibilidade<sup>31</sup> que a liga de aço, além de que o material mais comumente utilizado para a manufatura dos MI é a liga de titânio<sup>31</sup>.

De acordo com Chang (2014)<sup>32</sup> para evitar fraturas, o aço é o material de preferência para BS uma vez que sua técnica requer mudança de posição do parafuso durante a inserção e estes mini-implantes (de aço inoxidável) são mais resistentes para a cortical da linha oblíqua externa da mandíbula (em BS). Chang, Lin e Roberts (2018)<sup>23</sup> afirmaram que a liga de TiA pode ser um material adequado para BS, porém um estudo de fratura específico para avaliação dessa indicação é necessário.

Nesse contexto, trabalhos avaliaram os parâmetros referentes aos MI <sup>6,11,37-41,12-15,33-36</sup> e/ou características diferentes do substrato ósseo <sup>35,42,43</sup>. Porém, poucos estudos fizeram testes específicos para simular ossos das regiões extra-alveolares de CIZ <sup>25,36,44</sup> ou BS <sup>13</sup>.

Dessa maneira, dos trabalhos que levaram em consideração em sua metodologia testes em áreas extra-alveolares <sup>12,13,25,36</sup>, poucos testaram dois tipos de materiais <sup>12,13</sup> e apenas um citou considerar a área de BS <sup>13</sup>. Assim, no capítulo I será apresentado um trabalho cujo objetivo foi avaliar, através de testes mecânicos e análise em microscopia eletrônica de varredura, se o material de fabricação dos mini-implantes, aço ou titânio, tem influência na resistência à fratura na região de BS.

## 2 CAPÍTULO I

### A COMPOSIÇÃO DOS MINI-IMPLANTES INFLUENCIA NA RESISTÊNCIA À FRATURA NA REGIÃO DE BUCCAL SHELF? UM ESTUDO COM OSSOS ARTIFICIAIS

DOES THE COMPOSITION OF MINI IMPLANTS INFLUENCE THE FRACTURE RESISTANCE IN THE BUCCAL SHELF REGION? A STUDY WITH ARTIFICIAL BONES

(Artigo científico a ser submetido à Revista Dental Press Journal of Orthodontics)

#### RESUMO

**Introdução:** Mini-implantes (MI) extra-alveolares têm se tornado uma ferramenta essencial na prática ortodôntica contemporânea, porém poucos trabalhos compararam o material de manufatura dos MI, especialmente o titânio, quando inseridos em ossos que simulam a região de buccal shelf (BS). O presente estudo teve como objetivo investigar se a composição do material influencia na resistência à fratura de MI utilizados para inserção na região de BS. **Métodos:** Foram utilizados 130 MI de duas marcas nacionais divididos em 2 grupos sendo comparados quanto a duas diferentes ligas metálicas: Ti6Al4V (TiA) e Aço Inoxidável. Vinte MI de cada grupo foram submetidos ao teste de fratura e 15 MI de cada grupo foram inseridos 7mm em ossos artificiais de 3 mm, 4 mm e 5 mm de espessura cortical para mensuração do torque de inserção e removidos para mensuração do torque de remoção. Nove MI de cada grupo foram submetidos a análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) antes e após as inserções nos ossos artificiais para avaliação da morfologia e possíveis deformações após o uso. **Resultados:** Torques de fratura foram estatisticamente superiores no grupo aço em relação ao grupo TiA. O grupo aço apresentou torques de inserção significativamente maiores que o grupo TiA independente da espessura cortical. Torques de inserção foram progressivamente maiores com o aumento da espessura cortical. A análise em MEV não encontrou alterações na superfície dos MI antes e após as inserções nas corticais. O coeficiente de regressão demonstrou que ambos materiais foram estatisticamente superiores ao valor de torque de fratura limite indicado pelo fabricante. **Conclusões:** O aço mostrou-se superior ao titânio em relação ao torque de inserção e à resistência à fratura. Ambos materiais parecem ser adequados para instalação na região de BS.

**Palavras-Chave:** Parafusos ósseos, Procedimentos de Anclagem Ortodôntica, Torque, Ligas

### ABSTRACT

**Introduction:** Extra-alveolar mini-implants (MI) have become an essential tool in contemporary orthodontic practice, however few studies have compared the MI manufacturing material, especially titanium, when inserted into bones that simulate the buccal shelf (BS) region. The present study aimed to investigate whether the material composition influences the fracture resistance of MI used for insertion in the BS region. **Methods:** 130 MI of two national brands were used, divided into 2 groups, being compared for two different metallic alloys: Ti6Al4V (TiA) and Stainless Steel. Twenty MI of each group were submitted to the fracture test and 15 MI of each group were inserted 7 mm in artificial bones of 3 mm, 4 mm and 5 mm of cortical thickness to measure the insertion torque and removed to measure the removal torque. Nine MI from each group were subjected to Scanning Electron Microscope (SEM) analysis before and after insertions in artificial bones to assess morphology and possible deformations after use. **Results:** Fracture torques were statistically higher in the steel group compared to the TiA group. The steel group had significantly higher insertion torques than the TiA group, regardless of cortical thickness. Insertion torques were progressively higher with increasing cortical thickness. The SEM analysis did not find changes in the MI surface before and after the cortical insertions. The regression coefficient demonstrated that both materials were statistically superior to the limit fracture torque value indicated by the manufacturer. **Conclusions:** Steel proved to be superior to titanium in terms of insertion torque and fracture resistance. Both materials seem to be suitable for installation in the BS region.

**Keywords:** Bone screws, Orthodontic Anchorage Procedures, Torque, Alloys

## INTRODUÇÃO

Mini-implantes (MI) instalados próximos às raízes apresentam riscos, como, por exemplo, lesão ao ligamento periodontal<sup>1</sup>. A busca por novos sítios para a instalação de MI cuja localização eliminasse o risco de proximidade de raízes dentárias, promovendo maior liberdade do movimento, deram origem aos MI extra-alveolares ou extra-radulares<sup>2</sup>.

Uma das áreas de instalação dos MI extra-alveolares é a região posterior da mandíbula, denominada buccal shelf (BS)<sup>3</sup>. Essa região tem sido eleita como zona ideal para instalação de MI devido à sua alta densidade e maior espessura de cortical óssea<sup>4-6</sup>, necessitando assim de MI mais resistentes.

O aumento dessa espessura cortical óssea aumenta a estabilidade primária dos MI, a qual é medida pelo torque de inserção<sup>7</sup>. No entanto esse aumento da espessura aproxima os valores de torque de inserção aos valores do torque de fratura de MI<sup>8</sup>, assim uma maior densidade óssea suscita em um maior risco de fratura do MI<sup>9</sup>.

A fratura do MI é uma complicação que necessita de especial atenção, pois implica em necessidade de remoção cirúrgica da porção fraturada<sup>10</sup>. Portanto, estimar um valor de torque de inserção clinicamente aceitável, que garanta estabilidade primária e resistência do material à fratura, é uma informação necessária para o bom desempenho clínico dos MI extra-alveolares.

As propriedades mecânicas dos MI, entre elas a resistência à fratura, são mensuradas por meio de testes laboratoriais com a inserção destes dispositivos em ossos artificiais<sup>9</sup>. Ossos artificiais foram descritos tendo características físicas de osso cortical, e mecânicas, de densidade e rigidez, semelhantes ao osso humano<sup>11-13</sup>.

Já em relação ao material que os MI são feitos, são uma liga de titânio (Ti6Al4V)<sup>14-16</sup> ou de aço, chamado aço cirúrgico ou aço inoxidável<sup>14</sup>. Ambos materiais possuem baixo potencial de osseointegração e boas propriedades físicas<sup>17</sup>. Porém, relatos do uso de MI com aço cirúrgico são escassos assim como estudos comparando MI de titânio e aço inoxidável<sup>18</sup>.

Dessa forma, a técnica de instalação de MI extra-alveolares originalmente descrita indica o uso exclusivo de MI de aço inoxidável autoperfurante em região de BS, por ter maior resistência à fratura quando instalado em cortical óssea densa<sup>19</sup>, sem no entanto citar algum estudo que comprove tal afirmação. Este autor afirma também, que a liga de titânio pode ser

um material adequado para inserção na área de BS, porém um estudo específico sobre fratura é necessário <sup>20</sup>. Portanto este trabalho visa investigar se a composição do material influencia na resistência à fratura de MI ortodônticos utilizados para inserção na região de BS.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar o efeito do tipo de material nas propriedades mecânicas estudadas foram utilizados 130 MI extra-alveolares divididos em 2 grupos: Extra-Alveolar FR 2,0 mm x 12 mm Ti6Al4V (TiA) (PecLab, Belo Horizonte, MG, Brasil) e Parafuso Inox 2,0 mm x 12 mm Aço (DatSteel, São Bernardo do Campo, SP, Brasil) (Tabela 1).

**Tabela 1** – Descrição dos MI pesquisados

| Nome              | Fabricante       | Diâmetro | Comprimento | Material | n   |
|-------------------|------------------|----------|-------------|----------|-----|
| Extra-Alveolar FR | PecLab<br>(PL)   | 2,0 mm   | 12 mm       | TiA      | 65  |
| Parafuso Inox     | DatSteel<br>(DS) | 2,0 mm   | 12 mm       | Aço      | 65  |
| Total             |                  |          |             |          | 130 |

Primeiramente, foi realizada a análise morfológica da superfície de 9 MI de cada marca, dos quais três foram inseridos em cada cortical estudada. A análise foi feita com o uso do microscópio eletrônico de varredura Hitachi TM3030 (Hitachi, Tóquio, Japão) e magnificação 50x e as seguintes dimensões de cada grupo foram mensuradas: diâmetro interno, diâmetro externo, profundidade de rosca, passo de rosca<sup>21</sup> ângulo da rosca<sup>21,22</sup>, ângulo da face apical, flanco, fator de forma da rosca <sup>22</sup> e conicidade<sup>23</sup> (Fig. 1) (Tabela 2) . As mensurações foram feitas através do software de análise ImageJ (National Institute of Health, Bethesda, EUA).

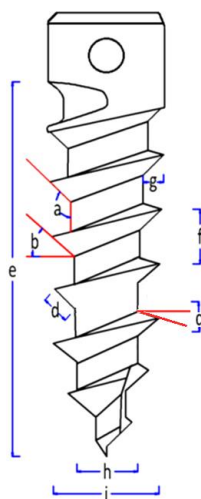


Figura 1 - Representação esquemática das características morfológicas dos mini-implantes. a) ângulo da rosca, b) ângulo da face apical, c) ângulo da face coronal d) flanco e) comprimento do mini-implante f) passo de rosca g) profundidade da rosca, h) diâmetro interno i), diâmetro externo (Adaptado de Radwan et al. (2018)<sup>22</sup>)

Após os testes mecânicos, foram realizadas novas avaliações em microscópio eletrônico de varredura para aferição de possíveis deformações na estrutura dos MI.

Os ossos da região extra-alveolar foram simulados com ossos artificiais (Nacional Ossos, Jaú/SP, Brasil) com corticais ósseas de 3 mm, 4 mm<sup>3</sup>, e 5 mm<sup>5</sup> de espessura, representativos da região de buccal shelf (Fig. 2). Esses ossos têm densidade de osso cortical de 40 pcf e densidade de osso esponjoso de 20 pcf<sup>21,24,25</sup>. Essas características de ossos artificiais foram descritas tendo características físicas, de osso esponjoso e osso cortical, e mecânicas, de densidade e rigidez, semelhantes ao osso humano<sup>11-13</sup>.

**Tabela 2** – Definições das medidas lineares e angulares dos mini-implantes

| <b>Medida</b>                         | <b>Definição</b>                                                                                     |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diâmetro interno <sup>21</sup>        | Menor diâmetro do MI perpendicular ao longo eixo                                                     |
| Diâmetro externo <sup>21</sup>        | Maior diâmetro do MI                                                                                 |
| Profundidade de Rosca <sup>21</sup>   | Distância entre diâmetro externo e interno                                                           |
| Passo de Rosca <sup>21</sup>          | Distância entre pontos correspondentes em roscas adjacentes                                          |
| Flanco <sup>22</sup>                  | Distância entre a crista da rosca e corpo do MI                                                      |
| Fator de forma de Rosca <sup>22</sup> | Profundidade de rosca dividido por passo                                                             |
| Conicidade <sup>23</sup>              | Diferença entre o maior e o menor diâmetro interno da rosca dividido pelo comprimento da ponta ativa |
| Ângulo da Rosca <sup>21,22</sup>      | Ângulo entre corpo principal e face da rosca virada para ponta                                       |
| Ângulo da face Coronal <sup>21</sup>  | Ângulo entre o flanco da rosca voltada pra cabeça do MI e a perpendicular do longo eixo              |
| Ângulo da face Apical <sup>21</sup>   | Ângulo entre o flanco da rosca voltada pra ponta do MI e uma linha perpendicular do longo eixo       |



Figura 2 – Ossos artificiais com diferentes corticais

Para quantificar o torque, uma máquina de ensaio foi adaptada para esse estudo. O equipamento tem um torquímetro digital (CEDAR Model DID-4, Northbrook, IL, USA) acoplado a um guia fixo para evitar forças oblíquas durante a instalação dos MI (Fig. 3).

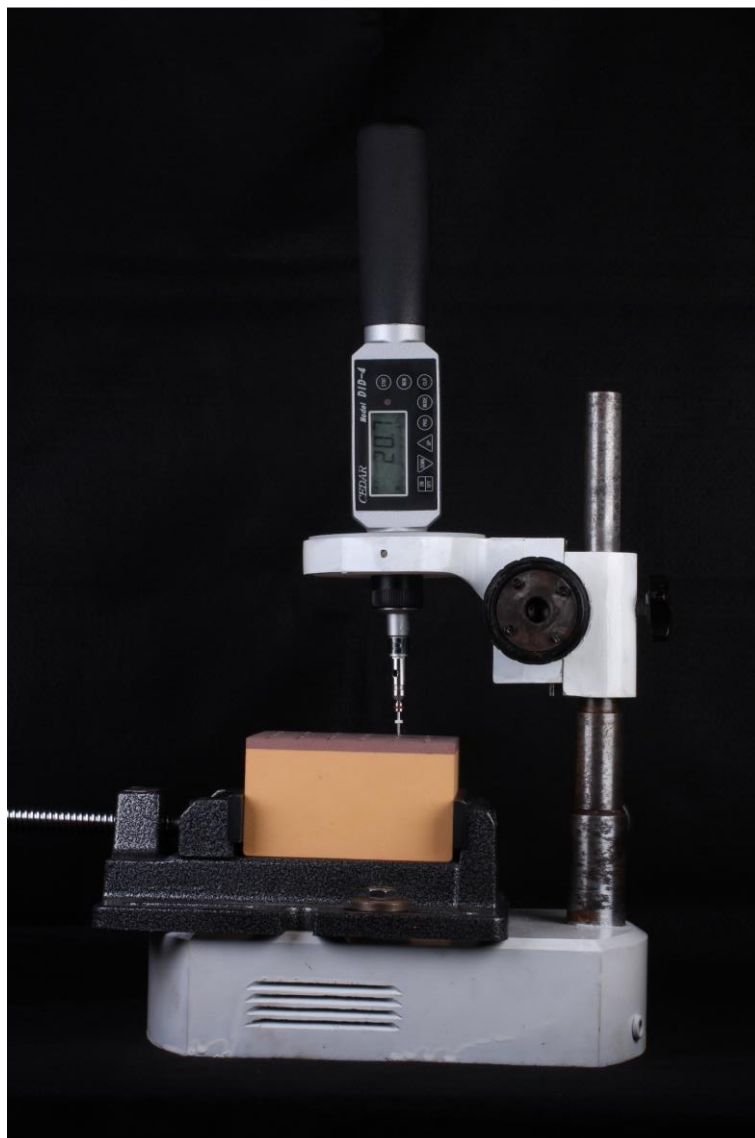


Figura 3 – Dispositivo adaptado para realização dos testes mecânicos

Foram utilizados 15 MI de cada marca para cada espessura de cortical de osso artificial. Os MI foram perpendicularmente inseridos nos ossos artificiais com o mínimo de carga necessária para a autoperfuração. O torque máximo de inserção em cada teste foi registrado.

Os MI foram manualmente inseridos 7 mm no osso artificial sem perfuração prévia<sup>24</sup> para medir o torque máximo de inserção e posteriormente o torque de remoção. Os sítios de instalação tiveram espaçamento de 4 mm entre si e até a margem do osso artificial<sup>26</sup>.

Para a mensuração do torque de fratura foram utilizados 20 MI de cada grupo. Os MI foram inseridos em um material acrílico (Fatto Acrílico, São Paulo, Brasil), que foi escolhido devido à sua homogeneidade e rigidez adequada. Utilizaram-se dois blocos retangulares de acrílico (2 cm x 4 cm x 22 cm)<sup>10</sup> (Fig. 4 ). Foram realizadas perfurações prévias de 1 mm de diâmetro com 4 mm de profundidade ao longo do comprimento do bloco distantes 10 mm entre si, de acordo com os requisitos da Sociedade Americana para Teste de Materiais<sup>27</sup>. Essas perfurações foram utilizadas para garantir que todos os MI fossem inseridos além de sua ponta cônica e que o encaixe da região rosqueada do corpo cilíndrico fosse totalmente estabelecido antes da fratura<sup>10</sup>.

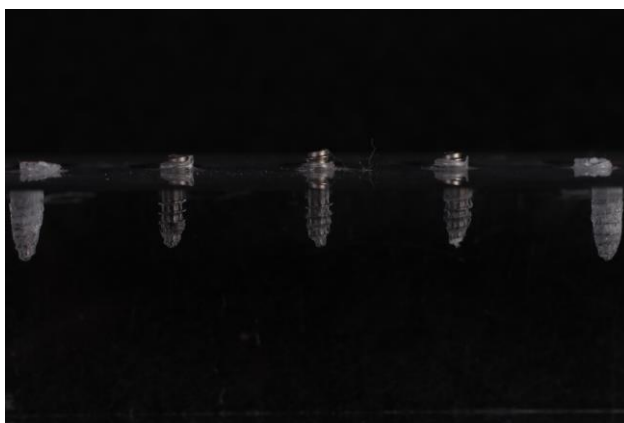


Figura 4 – Mini-implantes inseridos em bloco acrílico após teste de fratura

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Com base em dados de um estudo anterior<sup>21</sup>, com uma amostra de 90 MI (45 em cada grupo), este estudo teve 82.4% de poder para detectar diferença entre os valores médios de torques de inserção e remoção de 1,23 (N.cm) entre a liga de titânio e o aço inoxidável e nível de significância de 0,05. Considerando o torque de fratura, uma amostra com 20 MI tem poder de 83.1% para identificar diferenças de 1,01 (N.cm) entre os grupos.

Para todas as variáveis numéricas (torque de inserção, torque de remoção e torque de fratura) foram estimados média e desvio-padrão. O teste de Shapiro Wilk foi usado para avaliar a distribuição dos dados. As diferenças de médias e desvios-padrão entre os grupos foram comparadas por meio do teste Kruskal-Wallis com comparação múltipla de Dunn. O teste de Mann-Whitney foi realizado para comparar os torques de inserção e de remoção em cada espessura de cortical.

Para estimar as correlações entre as propriedades mecânicas dos MI e os materiais, bem como a espessura das corticais alveolares, o teste de correlação de Spearman foi realizado, seguido do pós teste de Kendall. Para verificar a resistência à fratura dos MI avaliados em comparação ao valor médio de fratura estimado pelo fabricante PL (55 N), foi realizada regressão linear.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do Software Stata versão 12.0 (StataCorp, College Station, TX, EUA). O nível de significância assumido para rejeitar a hipótese nula foi de 5%.

## RESULTADOS

Os dados apresentaram distribuição não paramétrica. A tabela 3 apresenta as médias e desvios-padrão dos MI de TiA (n=45) e Aço (n=45) submetidos ao torque máximo de inserção e de remoção ( $p = 0,05$ ) (Tabela 3). Em relação ao torque de inserção, os MI de aço apresentaram valores significativamente superiores. Não foram verificadas diferenças estatísticas entre valores de torque de remoção entre os grupos.

**Tabela 3** - Médias e desvios-padrão de torques de inserção aos 7mm e de remoção dos MI de TiA (n= 45) e aço (n=45) independente da cortical.

| Material | Torque de inserção (7mm)<br>( $X \pm dp$ ) | p-valor*     | Torque de remoção<br>( $X \pm dp$ ) | p-valor* |
|----------|--------------------------------------------|--------------|-------------------------------------|----------|
| TiA      | 16,71 $\pm$ 3,05                           |              | 14,00 $\pm$ 2,58                    |          |
| Aço      | 17,58 $\pm$ 2,32                           | <b>0,048</b> | 15,40 $\pm$ 1,67                    |          |

\*Teste de Kruskal-Wallis

A tabela 4 apresenta os valores médios dos torques de inserção e torque de remoção considerando as corticais de 3 mm, 4mm e 5mm, independente da composição do MI. Verificou-se que o torque máximo de inserção é estatisticamente superior na cortical de 5 mm do que nas demais. Os torques de remoção apresentam valores similares nas corticais de 4 e 5 mm, sendo estes superiores ao de 3mm ( $p= 0,05$ ).

**Tabela 4** - Médias e desvios-padrão de torque de inserção e de remoção quanto às espessuras das corticais (n= 90).

| Espessura da cortical | Torque máximo (7mm) (X ± dp) | p-valor*                       | Torque de remoção (X ± dp) | p-valor*                      |
|-----------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 3 mm                  | 14,35 ± 1,30                 | <b>&lt;0.001<sup>abc</sup></b> | 11.68 ± 1.53               | <b>&lt;0.001<sup>ac</sup></b> |
| 4mm                   | 17,46 ± 1,73                 |                                | 15.48 ± 1.90               |                               |
| 5mm                   | 19,63 ± 1,90                 |                                | 15.39 ± 1.64               |                               |

\*Teste de Kruskal-Wallis seguido de Dunn; a= 3mm≠4mm; b=4mm≠5mm; c=5mm≠3mm.

A tabela 5 exibe os valores médios das propriedades mecânicas dos MI nas diferentes espessuras de cortical alveolar. Na cortical de 3mm, os valores de torque de inserção e de remoção não exibiram diferenças estatisticamente significantes. Considerando a cortical de 4mm, os valores de ambos os torques foram significativamente maiores nos MI de aço do que nos de TiA (p=0,05). Já na cortical de 5mm, os valores de torque de remoção foram superiores nos MI de TiA do que nos de aço.

**Tabela 5** - Médias e desvios-padrão das propriedades mecânicas dos MI nas diferentes espessuras de cortical (n=90).

| Espessura da cortical alveolar | Torque máximo (7mm) (X ± dp) | p-valor*         | Torque de remoção (X ± dp) | p-valor*         |
|--------------------------------|------------------------------|------------------|----------------------------|------------------|
| <b>3mm</b>                     |                              |                  |                            |                  |
| TiA                            | 13,92 ± 1,23                 | 0,064            | 11,49 ± 0,81               | 0,329            |
| Aço                            | 14,78 ± 1,27                 |                  | 11,88 ± 2,03               |                  |
| <b>4mm</b>                     |                              |                  |                            |                  |
| TiA                            | 16,33 ± 1,59                 | <b>&lt;0,001</b> | 13,99 ± 1,47               | <b>&lt;0,001</b> |
| Aço                            | 18,59 ± 0,98                 |                  | 16,96 ± 0,77               |                  |
| <b>5mm</b>                     |                              |                  |                            |                  |
| TiA                            | 19,88 ± 2,45                 | 0,547            | 16,12 ± 1,95               | <b>0,022</b>     |
| Aço                            | 20,05 ± 0,99                 |                  | 14,66 ± 0,80               |                  |

\*Teste de Mann-Whitney

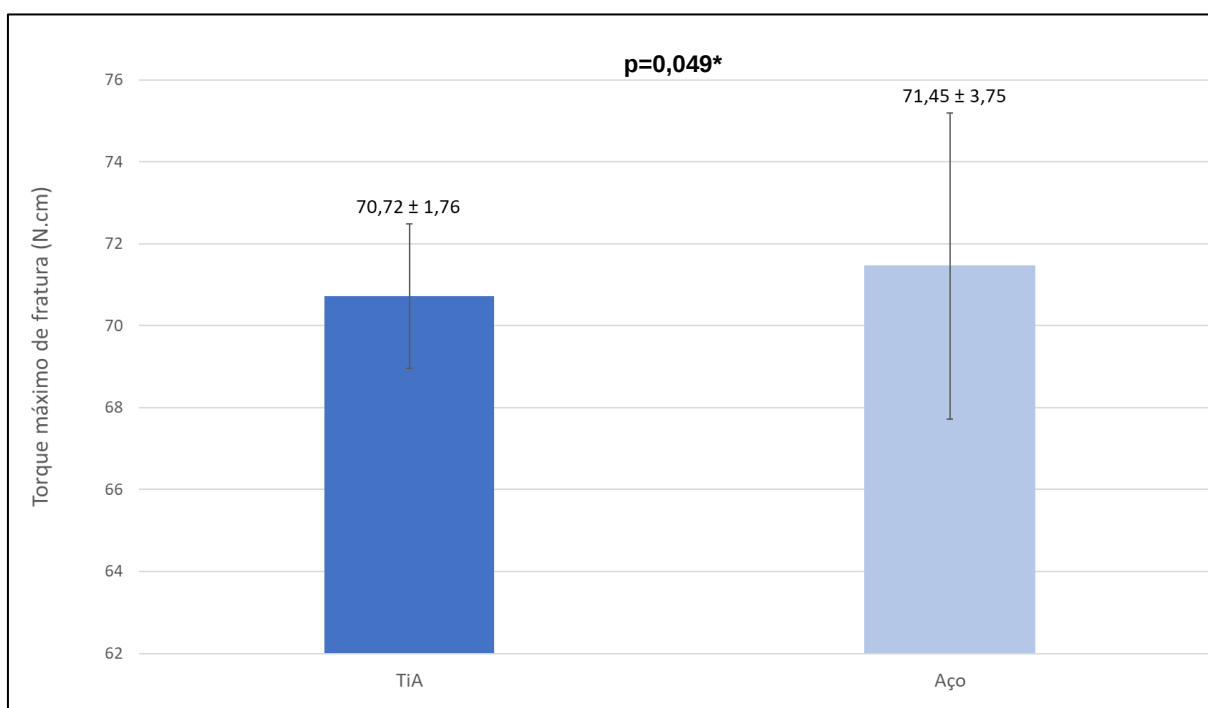
A tabela 6 apresenta as correlações intragrupos, considerando a espessura da cortical e os torques aplicados. Verificou-se correlação positiva significativa entre o aumento da espessura da cortical e torques aplicados, tanto no grupo TiA quanto no grupo aço (p=0,01).

**Tabela 6** - Comparação intragrupo entre a espessura da cortical e os torques aplicados pelo coeficiente de correlação de Spearman Rho (n=90).

|              | Torque máximo (7mm) | Torque remoção |
|--------------|---------------------|----------------|
| TiA Cortical | 0,838**             | 0,844*         |
| Aço cortical | 0,812**             | 0,422*         |

\*p<0,01; \*\*p<0,001

No gráfico 1 são exibidos os valores do torque de fratura. Verificou-se que os MI de aço apresentaram valores significativamente superiores ( $71,45 \pm 3,75$ ) do que os de TiA ( $70,72 \pm 1,76$ ) ( $p=0,049$ ).



**Gráfico 1.** Médias e desvios-padrão do torque máximo de fratura dos MI de TiA(n=20) e aço (n=20).

\*Teste de Kruskal-Wallis

A tabela 7 exibe o coeficiente de regressão linear correspondente à resistência à fratura em comparação ao valor recomendado pelo fabricante PL (55N)<sup>28</sup>. Verifica-se que os mini-implantes de TiA e aço apresentaram, respectivamente, resistência à fratura 15%,72 e 16,45% superiores ao valor de referência.

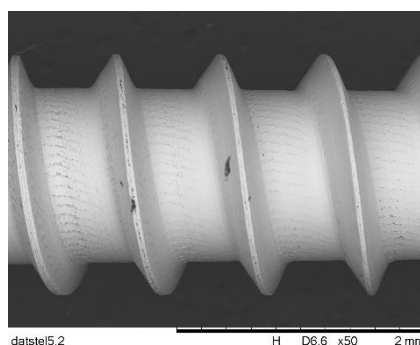
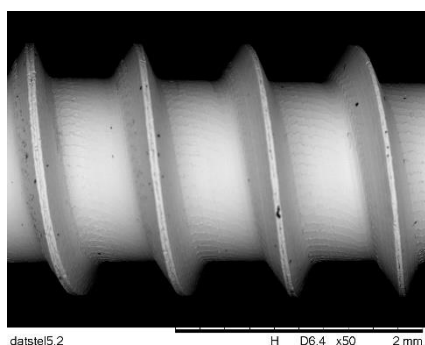
**Tabela 7.** Coeficiente de regressão linear correspondente à resistência à fratura em comparação ao valor recomendado pelo fabricante PL (55N)<sup>28</sup>.

| <b>Material do mini-implante</b> | <b>Coeficiente de regressão- Resistência à fratura</b> | <b>IC 95%</b> | <b>P-valor</b>   |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|------------------|
| TiA                              | 15,725                                                 | 14,216-17,233 | <b>&lt;0,001</b> |
| Aço                              | 16,455                                                 | 14,946-17,963 | <b>&lt;0,001</b> |

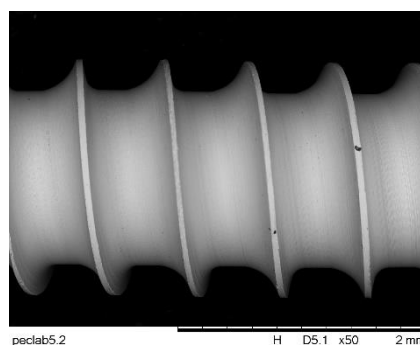
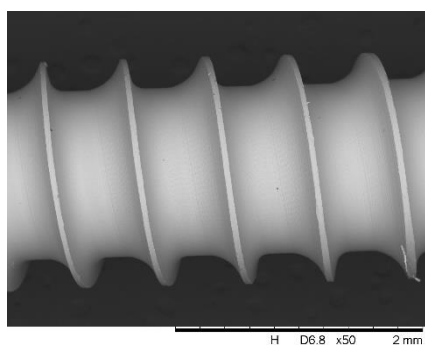
Não foram encontradas diferenças na superfície dos MI antes e após a inserção nas corticais de ossos artificiais (Fig. 5-8). A análise descritiva da morfologia dos MI se encontra na tabela 8. Houveram diferenças na morfologia entre os grupos estudados especialmente quanto à conicidade, fator de forma de rosca, ângulo da rosca, e ângulo da face apical.

**Tabela 8** – Resultados da análise da morfologia dos mini-implantes.

| <b>Mini-implante/Marca</b>           | <b>PL / PecLab</b> | <b>DS/ DatSteel</b> |
|--------------------------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Diâmetro Interno</b>              | 1,349              | 1,381               |
| <b>Diâmetro externo</b>              | 1,83               | 1.88                |
| <b>Profundidade da Rosca</b>         | 0,481              | 0,499               |
| <b>Passo de Rosca</b>                | 0,665              | 0,818               |
| <b>Flanco</b>                        | 0,260              | 0,313               |
| <b>Fator de Forma da Rosca (TSF)</b> | 72,33%             | 61%                 |
| <b>Conicidade</b>                    | 0,07583            | 0.1355              |
| <b>Ângulo da Rosca</b>               | 137°               | 127,92°             |
| <b>Ângulo da Face Coronal</b>        | 31,329             | 30,494              |
| <b>Ângulo da Face Apical</b>         | 51,77              | 31,004              |



Figuras 5 (esq.) e 6 (dir.) – Mini-implante do grupo DS antes (Fig. 5) e depois (Fig.6) da inserção no osso com cortical de 5mm (Magnificação 50x)



Figuras 7 (esq.) e 8 (dir.) – Mini-implante do grupo PL antes (Fig. 7) e depois (Fig. 8) da inserção no osso com cortical de 5mm (Magnificação 50x)

## DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos nesse estudo, a liga de aço mostrou-se com maiores valores de torques de inserção que a liga de titânio, demonstrando assim maior estabilidade primária (Tabela 3). Além disso a liga de aço também demonstrou maiores valores de torques de fratura (Gráfico 1), demonstrando também maior resistência que a liga de titânio. Porém ambos materiais superaram os valores de torque limite de inserção indicado pelo fabricante (PL) em mais de 15% (Tabela 7), demonstrando resistência elevada em relação a esse parâmetro. Foram encontradas diferenças morfológicas entre os grupos, porém ambos sem deformações após os testes.

A profundidade de 7mm foi escolhida para os testes devido a considerações clínicas, espessura dos tecidos moles<sup>25</sup> e trabalhos anteriores<sup>21,24,25</sup>. Os valores dos torques de inserção diferiram estatisticamente entre os grupos, com o aço tendo os valores médios de torques

máximos maiores ( $17,58 \pm 2,32$  Ncm) que os valores de TiA ( $16,71 \pm 3,05$  Ncm), resultados semelhantes aos encontrados por Brown et al. (2014)<sup>29</sup> em que os MI de aço tiveram torques 9% maiores que os MI de TiA. Torques de inserção maiores, como os encontrados no grupo aço são desejáveis, pois essa mensuração é utilizada para estimar a estabilidade primária de um MI<sup>30</sup>.

De acordo com Motoyoshi et al. (2006)<sup>31</sup>, em um trabalho que utilizou MI auto rosqueáveis e perfurações prévias, um torque de inserção ideal deve estar na faixa de 5 a 10 Ncm para obter maior taxa de sucesso. Já Chadad et al. (2008)<sup>32</sup> sugerem valores maiores que 15N cm para uma inserção bem-sucedida. No entanto, uma revisão sistemática<sup>33</sup> revelou que não existe evidência para essas afirmações e não há um valor específico de torque de inserção máximo como mais eficiente. Dessa forma, os valores médios obtidos nesse estudo podem ser considerados ideais para uma boa estabilidade primária.

A estabilidade primária é determinada por meio de retenção mecânica<sup>34</sup>, dependendo da morfologia do MI<sup>22</sup>, qualidade e quantidade de osso<sup>7</sup>. Os MI apresentam melhor estabilidade quando colocados em uma área com maior densidade de osso cortical<sup>7</sup>. A região de BS está localizada na área posterior da mandíbula, vestibular aos dentes<sup>3</sup>. Compreende uma cortical mais espessa de osso com relatos de 3,67mm<sup>3</sup>, chegando a 8,72mm segundo alguns autores<sup>5</sup>.

Dessa maneira, foram utilizados ossos de 3 mm, 4 mm e 5 mm de cortical óssea, representativos da região de BS. Este estudo encontrou que, independente da composição do MI, o torque máximo de inserção é estatisticamente maior na cortical de 5 mm do que nas demais e que o torque de remoção é estatisticamente maior nas demais espessuras corticais que os valores respectivos na cortical de 3mm. Isso indica que muito cuidado deve se ter ao inserir MI em corticais espessas, devido ao progressivo aumento do risco de fratura<sup>9</sup>. Portanto, para minimizar esses riscos, nessas regiões, autores indicam o uso de MI mais resistentes, com 2mm de diâmetro e a realização de perfuração prévia da cortical<sup>9</sup> quando esta possui a partir de 3mm de espessura<sup>8</sup>.

Em relação ao torque de remoção, os valores encontrados foram menores que os valores de torque de inserção em todas as espessuras corticais testadas, resultados semelhantes aos obtidos por outros trabalhos<sup>35,36</sup>. Essa perda de torque pode ser explicada devido à

ausência de resposta biológica com pontos de osseointegração nos ossos artificiais utilizados nesse estudo e a menor resistência do substrato utilizado após a inserção do mini-implante.

O aumento da espessura cortical resultou em aumento dos torques em ambos os grupos, concordando com outros trabalhos<sup>7,8</sup>, porém, esses trabalhos não fizeram comparação entre TiA e aço. Esses resultados mostram que a espessura cortical influencia positivamente no torque de inserção e de remoção independente da composição do MI e, por consequência, na estabilidade primária.

Considerando o torque de fratura, os MI de Aço apresentaram valores significativamente superiores ( $71,45 \pm 3,75$ ) do que os de TiA ( $70,72 \pm 1,76$ ), demonstrando que o aço apresentou maior resistência à fratura. Esses valores encontrados foram acima dos valor máximo indicados para instalação de MI extra-alveolares de uma das marcas (PL) que é de 55N<sup>28</sup>.

Para quantificar a resistência à fratura de cada material, foi realizada uma análise através de um coeficiente de regressão linear, comparando os torques máximos de fratura ao valor citado de torque limite indicado pelo fabricante PL (tabela 7). De acordo com os valores obtidos na regressão, o grupo TiA obteve valores 15,72% superiores ao valor de referência e o grupo aço, 16,45% superiores, ambos estatisticamente significantes. Esse valor de resistência maior do aço que do TiA em relação ao valor de referência foi condizente aos resultados de torque de fratura estatisticamente superiores daquele grupo, apesar de ser pequena (0,73% maior).

Conforme esses resultados, ambos materiais apresentaram resistência elevada em relação ao valor de referência e, portanto, clinicamente aceitáveis para inserção na região de BS uma vez que além de superar o valor de referência, também foram necessários valores numericamente maiores que os valores de torque de inserção para ocorrer a fratura (Tabela 5).

Valores de torques elevados foram encontrados progressivamente nas corticais mais espessas testadas, podendo elevar o risco de torques elevados. O torque excessivo pode levar à degeneração do osso na interface implante-tecido<sup>31</sup>. Assim, sempre que possível, os MI devem ser inseridos com um medidor de torque para que os valores aferidos sejam mantidos dentro de uma faixa clínica aceitável, que deve respeitar as estruturas biológicas do paciente e as características mecânicas do mini-implante<sup>37</sup>.

Para a instalação do MI na região de BS, de acordo com a técnica originalmente descrita, é indicado o uso exclusivo de MI de aço inoxidável autoperfurante, por ter maior resistência à fratura quando colocado em cortical óssea densa<sup>19</sup>. Porém, os resultados deste trabalho indicam que MI de titânio também possui resistência suficiente para poder ser indicado durante a instalação na região de BS, uma vez que os valores de torque de fratura desse material foram estatisticamente superiores ao valor de referência (55N).

Outros trabalhos que compararam a estabilidade primária de MI de titânio e aço não encontraram diferenças significantes entre os dois materiais <sup>14,21</sup>, mesmo quando foi comparada a resistência ao cisalhamento e à fratura entre MI de aço e de titânio <sup>18</sup>.

Muitos trabalhos que investigaram a resistência à fratura dos MI consideraram apenas MI de titânio em suas amostras <sup>7,8,43-48,10,26,37-42</sup>, e poucos consideraram apenas amostra de aço <sup>49</sup> ou compararam aço e titânio <sup>18</sup> e este último não considerou o torque de fratura e sim a resistência à fratura flexural. Essa força apenas será aplicada se acontecerem movimentos excursivos do operador durante a instalação do mini-implante, caso diferente do torque de inserção, parâmetro utilizado neste trabalho, que deverá ser aplicado independente da técnica de instalação do mini-implante.

As análises de microscopia eletrônica antes e após inserção demonstraram que não houveram alterações relevantes na superfície dos MI, resultados diferentes dos encontrados por um trabalho anterior<sup>23</sup> em que foi encontrada degradação, variações na cor, brilho e polimento da superfície após o uso clínico em pacientes decorrido de oxidação do MI em contato com o osso ou cavidade oral, condições às quais os MI deste experimento não foram expostas.

A tabela 8 mostra as medidas morfológicas estudadas após análise no MEV. O fator de forma de rosca foi uma das medidas diferentes entre os dois grupos, com valores superiores no grupo TiA. Um aumento dessa medida, que pode ser obtido aumentando a profundidade da rosca ou reduzindo o passo de rosca, aumenta a resistência do MI<sup>50</sup>, não condizendo com os resultados obtidos no teste de fratura, em que o grupo aço obteve valores de torque de fratura superiores, demonstrando que o material pode ter tido maior influência nesse teste.

A conicidade influencia na resistência à fratura, ela é expressa em porcentagem e representa a proporção de redução do diâmetro interno da porção do início ao término da ponta ativa. MI do grupo TiA possuem conicidade de 7,5% e do grupo aço de 13,5%. Maior

conicidade pode melhorar a resistência à fratura <sup>23</sup>, assim o grupo DS apresentou maior conicidade, e obteve valores de torque de fratura estatisticamente maiores.

Em relação ao ângulo de rosca, um menor ângulo permite maior retenção do mini-implante<sup>51</sup>. No presente estudo, os MI que apresentaram o menor ângulo foram do grupo DS (127,92°), condizendo com os valores de torque de inserção superiores nesse grupo em todas corticais. Porém, ângulos reduzidos podem levar a valores excessivos de torque de inserção, aumentando o risco de se alcançar os valores de torque de fratura.

Ângulo da face apical aumentado foi encontrado no grupo TiA (51,77°) e é um parâmetro relacionado a maior estabilidade primária<sup>22,52</sup>, resultados congruentes ao significativamente maior torque de remoção dos MI do grupo TiA na cortical de 5mm.

Dessa maneira, este trabalho fez a comparação entre os dois tipos de materiais de fabricação de MI, titânio e aço, os quais possuem diferenças morfológicas, que foram condizentes aos resultados obtidos nos testes mecânicos. Assim, futuros trabalhos devem realizar a comparação entre os materiais com MI fabricados com o mesmo formato de ponta ativa e materiais diferentes, titânio e aço.

## **IMPLICAÇÕES CLÍNICAS**

Quando for planejada a instalação de mini-implantes extra-alveolares em área de BS é necessário levar em consideração a espessura da cortical óssea da área de instalação, uma vez que o osso nessa área é mais denso. O ortodontista deve considerar a utilização ambos materiais.

## **CONCLUSÃO**

A composição do material influencia no risco de fratura de mini-implantes inseridos na região de buccal shelf. Ambos os materiais podem ser utilizados para instalação de mini-implantes nessa região, uma vez que tanto o aço quanto o titânio resistiram à fratura mesmo quando submetidos a valores 15% acima dos torques recomendados pelo fabricante. Nesse estudo, o aço mostrou-se mais resistente à fratura que a liga de titânio.

## REFERÊNCIAS

1. Lin JJ EWSY. Treatment of a Class III Malocclusion with Anterior Crossbite and Deepbite, Utilizing Infrazygomatic Crest (IZC) Bone Screws as Anchorage. *International Journal of Orthodontics & Implantology*. 2015;40:2–14.
2. Chang C, Lin JSY, Yeh HY. Extra-Alveolar Bone Screws for Conservative Correction of Severe Malocclusion Without Extractions or Orthognathic Surgery. *Current Osteoporosis Reports*. 2018;16(4):387–394.
3. Huang C, Chang C, Roberts WE. 3D Cortical Bone Anatomy of the Mandibular Buccal Shelf: a CBCT study to define sites for extra-alveolar bone screws to treat Class III malocclusion. *International Journal of Orthodontics & Implantology* (. 2016;41:74–82.
4. Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF, Buschang PH. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;139(4):495–503.
5. Nucera R, Lo Giudice A, Bellocchio AM, Spinuzza P, Caprioglio A, Perillo L, Matarese G. Bone and cortical bone thickness of mandibular buccal shelf for mini-screw insertion in adults. *Angle Orthodontist*. 2017;87(5):745–751.
6. Elshebiny T, Palomo JM, Baumgaertel S. Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;153(4):505–511.
7. Vilani GNL, Ruellas AC de O, Mattos CT, Fernandes DJ, Elias CN. Influence of cortical thickness on the stability of mini-implants with microthreads. *Brazilian Oral Research*. 2015;29(1):1–7.
8. Santos R de F, Ruellas AC de O, Fernandes DJ, Elias CN. Insertion torque versus mechanical resistance of mini- implants inserted in different cortical thickness. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2014;19(3):90–94.
9. Hosein Y, Smith A, Dunning C, Tassi A. Insertion Torques of Self-Drilling Mini-Implants in Simulated Mandibular Bone: Assessment of Potential for Implant Fracture. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2016:e57–e64.
10. Smith A, Hosein YK, Dunning CE, Tassi A. Fracture resistance of commonly used self-drilling orthodontic mini-implants. *Angle Orthodontist*. 2015;85(1):26–32.

11. Chen CM, Wu JH, Lu PC, Wang HC, Lee HE, Wang CH, Du JK. Horizontal pull-out strength of orthodontic infrazygomatic mini-implant: An in vitro study. *Implant Dentistry*. 2011;20(2):139–145.
12. Wang CH, Wu JH, Lee KT, Hsu KR, Wang HC, Chen CM. Mechanical strength of orthodontic infrazygomatic mini-implants. *Odontology*. 2011;99(1):98–100.
13. Wu JH, Lu PC, Lee KT, Du JK, Wang HC, Chen CM. Horizontal and vertical resistance strength of infrazygomatic mini-implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011;40(5):521–525.
14. Pan CY, Chou ST, Tseng YC, Yang YH, Wu CY, Lan TH, Liu PH, Chang HP. Influence of different implant materials on the primary stability of orthodontic mini-implants. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2012;28(12):673–678.
15. Gritsch K, Laroche N, Bonnet JM, Exbrayat P, Morgon L, Rabilloud M, Grosgeat B. In Vivo Evaluation of Immediately Loaded Stainless Steel and Titanium Orthodontic Screws in a Growing Bone. *PLoS ONE*. 2013;8(10):4–5.
16. Almeida MR de. *Mini-implantes extra-alveolares em Ortodontia*. 1st ed. Maringá: Dental Press; 2018.
17. Misch CE. *Dental Implant Prosthetics*. 2nd ed. St Louis: Elsevier; 2015.
18. Scribante A, Montasser MA, Radwan ES, Bernardinelli L, Alcozer R, Gandini P, Sfondrini MF. Reliability of orthodontic miniscrews: Bending and maximum load of different Ti-6Al-4V titanium and stainless steel Temporary Anchorage Devices (TADs). *Materials*. 2018;11(7):1–10.
19. Chang C, Liu SSY, Roberts WE. Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. *Angle Orthodontist*. 2015;85(6):905–910.
20. Chang CH, Lin JS, Eugene Roberts W. Failure rates for stainless steel versus titanium alloy infrazygomatic crest bone screws: A single-center, randomized double-blind clinical trial. *Angle Orthodontist*. 2018;89(1):40–46.
21. Chen CM, Ting CC, Wang HC, Tseng YC. Gripping and anchoring effects on the mechanical strengths of orthodontic microimplants. *Implant Dentistry*. 2018;27(3):288–293.

22. Radwan ES, Montasser MA, Maher A. Influence of geometric design characteristics on primary stability of orthodontic miniscrews. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2018;79(3):191–203.
23. Marigo G, Elias CN, Marigo M. Surface analysis of 2 orthodontic mini-implants after clinical use. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2016;150(1):89–97.
24. Tseng YC, Wu JH, Ting CC, Chen H Sen, Chen CM. Evaluation of mechanical strengths of three types of mini-implants in artificial bones. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2016;33(2):96–101.
25. Tseng YC, Wu JH, Chen H Sen, Chen CM, Ting CC. Effects of gripping volume in the mechanical strengths of orthodontic mini-implant. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2017;33(11):578–583.
26. Barros SE, Janson G, Chiqueto K, Garib DG, Janson M. Effect of mini-implant diameter on fracture risk and self-drilling efficacy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;140(4):181–192.
27. American Society for Testing and Materials. Standard specification and test methods for metallic medical bone screws. *ASTM International*. 2002;i:1–18.
28. Peclab. Instruções de uso Mini-implantes. :1–3.
29. Brown RN, Sexton BE, Gabriel Chu TM, Katona TR, Stewart KT, Kyung HM, Liu SSY. Comparison of stainless steel and titanium alloy orthodontic miniscrew implants: A mechanical and histologic analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2014;145(4):496–504.
30. Lim SA, Cha JY, Hwang CJ. Insertion torque of orthodontic miniscrews according to changes in shape, diameter and length. *Angle Orthodontist*. 2008;78(2):234–240.
31. Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clinical Oral Implants Research*. 2006;17(1):109–114.
32. Chaddad K, Ferreira AFH, Geurs N, Reddy MS. Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. *Angle Orthodontist*. 2008;78(1):107–113.

33. Meursinge Reynders RA, Ronchi L, Ladu L, Van Etten-Jamaludin F, Bipat S. Insertion torque and success of orthodontic mini-implants: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012;142(5):596-614.e5.
34. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. Einfluss der Insertionsparameter auf die Primärstabilität orthodontischer Mini-Implantate. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2006;67(3):162–174.
35. Chen Y, Kyung HM, Gao L, Yu WJ, Bae EJ, Kim SM. Mechanical properties of self-drilling orthodontic micro-implants with different diameters. *Angle Orthodontist*. 2010;80(5):821–827.
36. Pithon MM, Nojima MG, Nojima LI. In vitro evaluation of insertion and removal torques of orthodontic mini-implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011;40(1):80–85.
37. Pithon MM, Figueiredo DSF, Oliveira DD. Mechanical evaluation of orthodontic mini-implants of different lengths. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2013;71(3):479–486.
38. Wilmes B, Panayotidis A, Drescher D. Fracture resistance of orthodontic mini-implants: A biomechanical in vitro study. *European Journal of Orthodontics*. 2011;33(4):396–401.
39. Dalla Rosa F, Burmann PF, Ruschel HC, Vargas IA, Kramer PF. Evaluation of fracture torque resistance of orthodontic mini-implants. *Acta odontologica latinoamericana*. 2016;29(3):248–254.
40. Reimann S, Ayubi M, McDonald F, Bourauel C. Experimentelle Untersuchungen zum Bruchdrehmoment kieferorthopädischer Minischrauben. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2016;77(4):272–280.
41. Pithon MM, dos Santos RL, Derech CDA, Elias CN, Ruellas AC de O, Nojima LI. In vitro evaluation of torsional strength of orthodontic mini-implants. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2008;7(25):1563–1565.
42. Pithon M, Nojima L, Nojima M, Ruellas AC. Comparative study of fracture torque for orthodontic mini-implants of different trademarks. *Oral Surgery*. 2008;1(2):84–87.
43. da Nova MFP, Carvalho FR, Elias CN, Artese F. Avaliação do torque para inserção,

- remoção e fratura de diferentes mini-implantes ortodônticos. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2008;13(5):76–87.
44. Mattos CT, Ruellas AC de O, Elias CN. Is it possible to re-use Mini-implants for Orthodontic Anchorage? Results of an In Vitro Study. *Materials Research*. 2010;13(4):521–525.
  45. de Lima GMA, Soares MS, Penha SS, Romano MM. Comparison of the fracture torque of different Brazilian mini-implants. *Brazilian Oral Research*. 2011;25(2):116–121.
  46. Assad-Loss TF, Kitahara-Céia FMF, Silveira GS, Elias CN, Mucha JN. Fracture strength of orthodontic mini-implants. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2017;22(3):47–54.
  47. Lopes-Neto DF, Rossi LB, Lunardi N, Boeck EM, Boeck-Neto RJ, Luvizuto ER. Evaluation of Torsional Strength, Design, and Stress Distribution of Different Brands of Orthodontic Mini-Implants. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2015;26(5):1717–1718.
  48. Walter A, Winsauer H, Marcé-Nogué J, Mojal S, Puigdollers A. Design characteristics, primary stability and risk of fracture of orthodontic mini-implants: Pilot scan electron microscope and mechanical studies. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*. 2013;18(5).
  49. Francioli D, Ruggiero G, Giorgetti R. Mechanical properties evaluation of an orthodontic miniscrew system for skeletal anchorage. *Progress in Orthodontics*. 2010;11(2):98–104.
  50. Migliorati M, Signori A, Silvestrini Biavati A. Temporary anchorage device stability: An evaluation of thread shape factor. *European Journal of Orthodontics*. 2012;34(5):582–586.
  51. Kitahara-Céia FMF, Assad-Loss TF, Mucha JN, Elias CN. Morphological evaluation of the active tip of six types of orthodontic mini-implants. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2013;18(2):36–41.
  52. Cunha AC arneir. da, Freitas AO sóri. A de, Marquezan M, Nojima LI ssam. Mechanical influence of thread pitch on orthodontic mini-implant stability. *Brazilian oral research*. 2015;29(1):1–6.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ancoragem é um item de extremo valor na Ortodontia e à medida que se possa controlar ao máximo esse efeito, melhor será a mecânica ortodôntica. O uso de mini-implantes nas regiões extra-alveolares, dentre elas em BS mandibular durante a movimentação ortodôntica permite uma ampla versatilidade de uso em tratamentos ortodônticos.

Sendo a região de BS uma área de cortical óssea espessa e densa, é de grande valia que o material utilizado para ancoragem nessa região seja suficientemente resistente. Diante disso, a pesquisa de um material que alcance os requisitos de resistência, biocompatibilidade, fácil acesso ao ortodontista e fácil instalação é de grande importância para validação científica.

Esse material, Ti6Al4V, já é utilizado para a fabricação de mini-implantes interradiculares e, recentemente, para técnica de inserção extra-alveolar. No capítulo 1, analisou-se a morfologia do MI de aço e de titânio de empresas nacionais e foram comparados os seus desempenhos através de testes mecânicos de torques de inserção, remoção e fratura. Os resultados desse estudo mostraram que o aço tem um ótimo desempenho mecânico, mas também que o titânio apresentou bons resultados nos testes.

Tais resultados demonstram que o titânio pode ser usado como material de fabricação de mini-implantes que precisarão ser instalados em locais de corticais espessas, assim como o aço.

## REFERÊNCIAS

1. Chang C, Lin JSY, Yeh HY. Extra-Alveolar Bone Screws for Conservative Correction of Severe Malocclusion Without Extractions or Orthognathic Surgery. *Current Osteoporosis Reports*. 2018;16(4):387–394.
2. Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. 2007;103(5):6–15.
3. Marassi C, Furquim BD, Marassi C. Complicações no uso dos mini-implanes. *Revista Clínica de Ortodontia Dental Press*. 2018;7(3):93–102.
4. Araújo TM de, Nascimento MHA, Bezerra F, Sobral MC. Ancoragem esquelética em Ortodontia com miniimplantes. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2006;11(4):126–156.
5. AHMED V, KRISHNASWAMY N, THAVARAJAH R. Miniscrew implant fracture and effects of such retained tip on dentin-pulp complex: A histological report. *Dental Traumatology*. 2016;32(2):161–165.
6. Pan CY, Chou ST, Tseng YC, Yang YH, Wu CY, Lan TH, Liu PH, Chang HP. Influence of different implant materials on the primary stability of orthodontic mini-implants. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2012;28(12):673–678.
7. Gritsch K, Laroche N, Bonnet JM, Exbrayat P, Morgon L, Rabilloud M, Grosogeat B. In Vivo Evaluation of Immediately Loaded Stainless Steel and Titanium Orthodontic Screws in a Growing Bone. *PLoS ONE*. 2013;8(10):4–5.
8. Almeida MR de. *Mini-implantes extra-alveolares em Ortodontia*. 1st ed. Maringá: Dental Press; 2018.
9. Dalla Rosa F, Burmann PF, Ruschel HC, Vargas IA, Kramer PF. Evaluation of fracture torque resistance of orthodontic mini-implants. *Acta odontologica latinoamericana*. 2016;29(3):248–254.
10. Misch CE. *Dental Implant Prosthetics*. 2nd ed. St Louis: Elsevier; 2015.
11. Scribante A, Montasser MA, Radwan ES, Bernardinelli L, Alcozer R, Gandini P, Sfondrini MF. Reliability of orthodontic miniscrews: Bending and maximum load of different Ti-6Al-4V titanium and stainless steel Temporary Anchorage Devices (TADs). *Materials*. 2018;11(7):1–10.
12. Tseng YC, Wu JH, Ting CC, Chen H Sen, Chen CM. Evaluation of mechanical strengths of three types of mini-implants in artificial bones. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2016;33(2):96–101.
13. Tseng YC, Wu JH, Chen H Sen, Chen CM, Ting CC. Effects of gripping volume in the mechanical strengths of orthodontic mini-implant. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2017;33(11):578–583.
14. Chen CM, Ting CC, Wang HC, Tseng YC. Gripping and anchoring effects on the mechanical strengths of orthodontic microimplants. *Implant Dentistry*. 2018;27(3):288–293.
15. Francioli D, Ruggiero G, Giorgetti R. Mechanical properties evaluation of an orthodontic miniscrew system for skeletal anchorage. *Progress in Orthodontics*.

- 2010;11(2):98–104.
16. Yépez JEG, Marangon RM, Saga AY, de Lima KF, Tanaka OM. Miniscrew composition, transmucosal profile, and cortical bone thickness: A three-dimensional finite-element analysis of stress fields. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2018;19(7):881–887.
  17. Curado M de M, Queiroz KL de, Previdente LH, Guimarães MAC. Guia para seleção do mini-implante ortodôntico. *Revista Clínica de Ortodontia Dental Press*. 2018;17(5):90–102.
  18. Wu X, Liu H, Luo C, Li Y, Ding Y. Three-dimensional evaluation on the effect of maxillary dentition distalization with miniscrews implanted in the infrazygomatic crest. *Implant Dentistry*. 2018;27(1):22–27.
  19. Nucera R, Lo Giudice A, Bellocchio AM, Spinuzza P, Caprioglio A, Perillo L, Matarese G. Bone and cortical bone thickness of mandibular buccal shelf for mini-screw insertion in adults. *Angle Orthodontist*. 2017;87(5):745–751.
  20. Liu H, Wu X, Yang L, Ding Y. Safe zones for miniscrews in maxillary dentition distalization assessed with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017;151(3):500–506.
  21. Jia X, Chen X, Huang X. Influence of orthodontic mini-implant penetration of the maxillary sinus in the infrazygomatic crest region. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;153(5):656–661.
  22. Eugene Roberts W, Viecilli RF, Chang C, Katona TR, Paydar NH. Biology of biomechanics: Finite element analysis of a statically determinate system to rotate the occlusal plane for correction of a skeletal Class III open-bite malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2015;148(6):943–955.
  23. Chang CH, Lin JS, Eugene Roberts W. Failure rates for stainless steel versus titanium alloy infrazygomatic crest bone screws: A single-center, randomized double-blind clinical trial. *Angle Orthodontist*. 2018;89(1):40–46.
  24. Hsu E, Lin J, Yeh H, Chang C, Roberts WE. Comparison of the Failure Rate for Infra-Zygomatic Bone Screws Placed in Movable Mucosa or Attached Gingiva. *International Journal of Orthodontics and Implantology*. 2017;47:96–106.
  25. Wu JH, Lu PC, Lee KT, Du JK, Wang HC, Chen CM. Horizontal and vertical resistance strength of infrazygomatic mini-implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011;40(5):521–525.
  26. Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF, Buschang PH. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;139(4):495–503.
  27. Elshebiny T, Palomo JM, Baumgaertel S. Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2018;153(4):505–511.
  28. Huang C, Chang C, Roberts WE. 3D Cortical Bone Anatomy of the Mandibular Buccal Shelf: a CBCT study to define sites for extra-alveolar bone screws to treat Class III malocclusion. *International Journal of Orthodontics & Implantology* (. 2016;41:74–82.

29. Chang C, Liu SSY, Roberts WE. Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. *Angle Orthodontist*. 2015;85(6):905–910.
30. Brown RN, Sexton BE, Gabriel Chu TM, Katona TR, Stewart KT, Kyung HM, Liu SSY. Comparison of stainless steel and titanium alloy orthodontic miniscrew implants: A mechanical and histologic analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2014;145(4):496–504.
31. Mecenaz P, Espinosa DG, Cardoso PC, Normando D. Stainless steel or titanium mini-implants? A systematic review. *Angle Orthodontist*. 2020;90(4):587–597.
32. CHANG C. Entrevista. *Orthodontic Science and Practice*. 2014;(27):2490–51.
33. Pithon MM, dos Santos RL, Derech CDA, Elias CN, Ruellas AC de O, Nojima LI. In vitro evaluation of torsional strength of orthodontic mini-implants. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2008;7(25):1563–1565.
34. Chatzigianni A, Keilig L, Reimann S, Eliades T, Bourauel C. Effect of mini-implant length and diameter on primary stability under loading with two force levels. *European Journal of Orthodontics*. 2011;33(4):381–387.
35. Barros SE, Janson G, Chiqueto K, Garib DG, Janson M. Effect of mini-implant diameter on fracture risk and self-drilling efficacy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;140(4):181–192.
36. Chen CM, Wu JH, Lu PC, Wang HC, Lee HE, Wang CH, Du JK. Horizontal pull-out strength of orthodontic infrazygomatic mini-implant: An in vitro study. *Implant Dentistry*. 2011;20(2):139–145.
37. Walter A, Winsauer H, Marcé-Nogué J, Mojal S, Puigdollers A. Design characteristics, primary stability and risk of fracture of orthodontic mini-implants: Pilot scan electron microscope and mechanical studies. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*. 2013;18(5).
38. Pithon MM, Figueiredo DSF, Oliveira DD. Mechanical evaluation of orthodontic mini-implants of different lengths. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2013;71(3):479–486.
39. Lopes-Neto DF, Rossi LB, Lunardi N, Boeck EM, Boeck-Neto RJ, Luvizuto ER. Evaluation of Torsional Strength, Design, and Stress Distribution of Different Brands of Orthodontic Mini-Implants. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2015;26(5):1717–1718.
40. Nienkemper M, Santel N, Hönscheid R, Drescher D. Orthodontic mini-implant stability at different insertion depths: Sensitivity of three stability measurement methods. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2016;77(4):296–303.
41. Hosein YK, Jeffrey Dixon S, Rizkalla AS, Tassi A. A Comparison of the Mechanical Measures Used for Assessing Orthodontic Mini-Implant Stability. *Implant Dentistry*. 2017;26(2):225–231.
42. Santos R de F, Ruellas AC de O, Fernandes DJ, Elias CN. Insertion torque versus mechanical resistance of mini-implants inserted in different cortical thickness. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2014;19(3):90–94.

43. Hosein Y, Smith A, Dunning C, Tassi A. Insertion Torques of Self-Drilling Mini-Implants in Simulated Mandibular Bone: Assessment of Potential for Implant Fracture. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2016:e57–e64.
44. Wang CH, Wu JH, Lee KT, Hsu KR, Wang HC, Chen CM. Mechanical strength of orthodontic infrazygomatic mini-implants. *Odontology*. 2011;99(1):98–100.

## ANEXO A – DIRETRIZES DE PUBLICAÇÃO – DENTAL PRESS JOURNAL OF ORTHODONTICS

Dental Press J. Orthod. - Instruções aos autores  
<https://www.scielo.br/revistas/dpjo/pinstruc.htm> 1/4

**ISSN 2176-9451 versão impressa**

**ISSN 2177-6709 versão online**

### **INSTRUÇÕES AOS AUTORES**

#### **Escopo e política**

Dentre os principais objetivos da Revista Dental Press, tem considerável destaque a tarefa de preservar a idoneidade dos artigos publicados, valorizando-os perante a classe odontológica. Por esta razão, todo artigo recebido pela Editora passa pelo processo descrito abaixo:

- 1) O artigo é submetido pelo sistema ScholarOne Manuscripts: <http://dpjo.dentalpresspub.com/>.
- 2) O Editor seleciona 3 profissionais, dentre todos os consultores e colaboradores da Revista, para avaliar o artigo. Nesta etapa entra em vigor o sistema "duplo cego": o nome dos autores é, propositalmente, omitido para que a análise do trabalho não sofra qualquer influência e, da mesma forma, os autores, embora informados sobre o método em vigor, não ficam cientes sobre quem são os responsáveis pelo exame de sua obra.
- 3) Junto com o artigo, cada consultor recebe um questionário no próprio sistema on-line que permitirá suas observações e determinará a publicação ou não do artigo. Ao devolver o questionário preenchido, cada consultor escolhe se deseja ver novamente o artigo - já corrigido - ou se não há necessidade desse retorno. Antes do envio da correção ao autor, o Editor analisará as informações dos consultores.
- 4) O artigo será selecionado para publicação somente mediante aprovação dos dois consultores. Em caso de uma reprovação, será enviado para um terceiro consultor.
- 5) Já corrigido pelo autor e aprovado pelos consultores e pelo Editor, o artigo será submetido à correção da bibliografia e das normas de Vancouver, procedimento feito pela bibliotecária da empresa.
- 6) Uma equipe de diagramadores e profissionais de editoração encarrega-se, a partir dessa etapa, de adequar o artigo aos critérios gráficos da Revista.
- 7) Devidamente diagramado e revisado, o artigo é enviado ao Conselho Científico da Revista que revisará a obra, observando colocação de fotos, gráficos, texto, abstracts, unitermos e demais componentes.
- 8) Finalmente o artigo é enviado ao autor, que fará suas últimas observações. Somente nesta etapa do processo, os autores são informados sobre a edição na qual seu artigo será publicado.
- 9) Artigos e demais materiais de cada edição são reunidos, formando uma "boneca" da Revista que é revisada página por página, foto por foto, letra por letra pelo editor de arte da Revista - que assume o papel de "Ombudsman".
- 10) Somente após serem feitas as derradeiras correções no "boneco", iniciam-se as etapas gráficas e de impressão

propriamente ditas.

### **Fluxograma dos artigos para publicação**

- 1) Submissão do Artigo pelo sistema on-line.
- 2) Análise o Artigo pelo Editor.
- 3) Seleção de dois consultores.
- 4) Envio do artigo aos consultores.
- 5) Em caso de reprovação, envio para um terceiro consultor.
- 28/09/2020 Dental Press J. Orthod. - Instruções aos autores  
<https://www.scielo.br/revistas/dpjo/pinstruc.htm> 2/4
- 6) Editor analisa as correções solicitadas (caso tenham) pelo avaliador.
- 7) Envio para autores (caso tenha correções).
- 8) Reenvio aos consultores (caso solicitado).
- 9) Com a aprovação final do Editor, será pré-selecionado para uma edição.
- 10) Submetido à correção bibliográfica e normalização.
- 11) Diagramado de acordo com os critérios da revista.
- 12) Revisão da diagramação.
- 13) Envio para aprovação do autor.
- 14) Fechamento da edição.
- 15) Última correção editorial.
- 16) Produção gráfica.

### **Forma e preparação de manuscritos**

O Dental Press Journal of Orthodontics publica artigos de investigação científica, revisões significativas, relatos de casos clínicos e de técnicas, comunicações breves e outros materiais relacionados à Ortodontia e Ortopedia Facial.

### **ORIENTAÇÕES PARA SUBMISSÃO DE MANUSCRITOS**

- Submeta os artigos através do site <http://dpjo.dentalpresspub.com/>.

Organize sua apresentação

como descrito a seguir:

#### **1. Página de título**

- deve conter título em português e inglês, resumo e abstract, palavras-chave e keywords.

- coloque todas as informações relativas aos autores em uma página separada, incluindo: nomes completos dos autores, títulos acadêmicos, afiliações institucionais e cargos administrativos. Ainda, deve-se identificar o autor correspondente e incluir seu endereço, números de telefone e e-mail. Essa informação não estará disponível para os revisores.

#### **2. Resumo/Abstract**

- os resumos estruturados, em português e inglês, de 250 palavras ou menos são os preferidos.

- os resumos estruturados devem conter as seguintes seções: INTRODUÇÃO, apresentando a proposição do estudo; MÉTODOS, descrevendo como o mesmo foi realizado; RESULTADOS, descrevendo os resultados primários; e CONCLUSÕES, relatando o

que os autores concluíram dos resultados, além das implicações clínicas.

- os resumos devem ser acompanhados de 3 a 5 palavras-chave, ou descritores, também em português e em inglês, as quais devem ser adequadas conforme MeSH/DeCS.

#### **3. Texto**

- o texto deve ser organizado nas seguintes seções: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Referências, e Legendas das figuras.

- os textos devem ter o número máximo de 4.000 palavras, incluindo

legendas das figuras, resumo, abstract e referências.

- envie figuras e tabelas em arquivos separados (ver abaixo).
- também insira as legendas das figuras no corpo do texto, para orientar a montagem final do artigo.

#### **4. Figuras**

- as imagens digitais devem ser no formato JPG ou TIF, em CMYK ou tons de cinza, com pelo menos 7 cm de largura e 300 dpis de resolução.
- as imagens devem ser enviadas em arquivos independentes.
- se uma figura já foi publicada anteriormente, sua legenda deve dar todo o crédito à fonte original.
- confirmar se todas as figuras foram citadas no texto.

#### **5. Gráficos e traçados cefalométricos**

- devem ser enviados os arquivos contendo as versões originais dos gráficos e traçados, nos programas que foram utilizados para sua confecção.
- não é recomendado o envio dos mesmos apenas em formato de imagem bitmap (não editável).
- os desenhos enviados podem ser melhorados ou redesenhados pela produção da revista, a critério do Corpo Editorial.

#### **6. Tabelas**

- as tabelas devem ser autoexplicativas e devem complementar, e não duplicar o texto.
- devem ser numeradas com algarismos arábicos, na ordem em que são mencionadas no texto.
- forneça um breve título para cada uma.
- se uma tabela tiver sido publicada anteriormente, inclua uma nota de rodapé dando crédito à fonte original.
- apresente as tabelas como arquivo de texto (Word ou Excel, por exemplo) e não como elemento gráfico (imagem não editável).

#### **7. Declaração de Cessão de Direitos Autorais**

- todos os manuscritos devem ser acompanhados da seguinte declaração escrita, assinada por todos os autores: "O(s) autor(es) abaixo assinado(s) transfere(m) todos os direitos autorais do manuscrito [inserir título do artigo aqui] para a Dental Press International, caso o trabalho seja publicado. O(s) autor(es) abaixo assinado(s) garante(m) que o artigo é original, não infringe qualquer direito autoral ou outro direito de propriedade de terceiros, não está sendo analisado por outra revista e não foi publicado anteriormente, seja em mídia impressa ou eletrônica. Eu (nós) assino (assinamos) e aceito (aceitamos) a responsabilidade de publicar este material."
- digitalize esse termo de liberação de direitos autorais e o envie pelo site\*, junto com o artigo.

#### **8. Comitês de Ética**

- Os artigos devem, se aplicável, fazer referência a pareceres de Comitês de Ética.

#### **9. Referências**

- todos os artigos citados no texto devem constar na lista de referências.
- todas as referências listadas devem ser citadas no texto.
- com o objetivo de facilitar a leitura do texto, as referências serão citadas no texto apenas indicando a sua numeração.
- as referências devem ser identificadas no texto por números arábicos sobrescritos e numeradas na ordem em que são citadas no texto.

- as abreviações dos títulos dos periódicos devem ser normalizadas de acordo com as publicações "Index Medicus" e "Index to Dental Literature".
- a exatidão das referências é de responsabilidade dos autores; as mesmas devem conter todos os dados necessários à sua identificação.
- as referências devem ser apresentadas no final do texto obedecendo às Normas Vancouver ([http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)).
- não devem ultrapassar o limite de 30.

#### **Artigos com um até seis autores**

Sterrett JD, Oliver T, Robinson F, Fortson W, Knaak B, Russell CM. Width/length ratios of normal clinical crowns of the maxillary anterior dentition in man. J Clin Periodontol. 1999 Mar;26(3):153-7.

#### **Artigos com mais de seis autores**

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, 28/09/2020 Dental Press J. Orthod. - Instruções aos autores  
<https://www.scielo.br/revistas/dpjo/pinstruc.htm> 4/4

Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res. 2005 Feb;84(2):118-32.

#### **Capítulo de livro**

Kina S. Preparos dentários com finalidade protética. In: Kina S, Brugnera A. Invisível: restaurações estéticas cerâmicas. Maringá: Dental Press; 2007. cap. 6, p. 223-301.

#### **Capítulo de livro com editor**

Breedlove GK, Schorfheide AM. Adolescent pregnancy. 2ª ed. Wiecezorek RR, editor. White Plains (NY): March of Dimes Education Services; 2001.

#### **Dissertação, tese e trabalho de conclusão de curso**

Beltrami LER. Braquetes com sulcos retentivos na base, colados clinicamente e removidos em laboratórios por testes de tração, cisalhamento e torção. [dissertação]. Bauru: Universidade de São Paulo; 1990.

#### **Formato eletrônico**

Câmara CALP. Estética em Ortodontia: Diagramas de Referências Estéticas Dentárias (DRED) e Faciais (DREF). Rev Dental Press Ortod Ortop Facial. 2006 nov-dez;11(6):130-56. [Acesso 12 jun 2008]. Disponível em: [www.scielo.br/pdf/dpress/v11n6/a15v11n6.pdf](http://www.scielo.br/pdf/dpress/v11n6/a15v11n6.pdf).  
Enfatizamos, ainda, que não há cobranças de taxas (APC - Article Processing Charge) para submissão, avaliação ou publicação dos artigos.

#### **Envio de manuscritos**

O Dental Press Journal of Orthodontics utiliza o ScholarOne, um sistema online de submissão e avaliação de trabalhos. Para submeter novos trabalhos visite o site: <https://mc04.manuscriptcentral.com/dpjo-scielo>.  
[Home] [Sobre a revista] [Corpo editorial] [Assinaturas]

Todo o conteúdo do periódico, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma Licença Creative Commons

**Av. Luís Teixeira Mendes, 2712**

**87015-001 - Maringá - PR**

**Tel: (55 44) 3033-9818**