

# Avaliação da resistência à remoção de mini-implantes para ancoragem ortodôntica

*Evaluation of resistance to the removal of mini-implants for orthodontic anchorage*

Saulo de Matos Barbosa<sup>I</sup> | Renata Portela Portugal<sup>II</sup> | Antonio Ernandes Macedo Paiva<sup>III</sup> | José Ferreira Costa<sup>IV</sup> | Luís Raimundo Serra Rabêlo<sup>V</sup>

## RESUMO

**Introdução:** A movimentação ortodôntica é limitada por forças recíprocas de ação e reação. Tendo em vista esses aspectos, a utilização dos mini-implantes surge como um novo conceito de ancoragem em Ortodontia. **Objetivo:** Avaliar a resistência à remoção de mini-implantes para ancoragem ortodôntica. **Metodologia:** Usou-se costela de porco onde foram fixados 20 mini-implantes de titânio da marca SIN de 1,6mm de diâmetro e 8mm de comprimento e seccionados em 20 blocos (osso/mini-implante) de 6X10 mm e inseridos em tubos de PVC de 10X16 mm e divididos em dois grupos (n=10), grupo I: autoperfurantes; grupo II: autorrosqueantes. Foi avaliada a força de remoção (Tira Test 2420). **Resultado:** Os resultados em Newton (N) foram analisados estatisticamente pelo teste de Fisher, com significância de 5%. A força média para remoção de todos os mini-implantes foi de 87,0 N ± 26,6, sendo para os autoperfurantes de 92,4 N ± 33,0 e 82,2 N ± 19,6 para os autorrosqueantes. O teste de Fischer mostrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos (p=0.575). **Conclusão:** Os mini-implantes analisados apresentam resistência à tração suficientemente superior àquela necessária para as aplicações clínicas; Não houve diferença significativa entre os dois tipos de mini-implantes analisados.

**Descritores:** Implante Dentário; Ortodontia interceptora; Ancoragem Óssea.

## ABSTRACT

**Introduction:** Orthodontic movement is limited by reciprocal forces of action and reaction. In view of this, the use of mini-implants has emerged as a new concept in orthodontic anchorage. **Objective:** To evaluate resistance to the removal of mini-implants for orthodontic anchorage. **Methods:** We used pork ribs onto which 20 titanium mini-implants titanium of the SIN brand, 1.6 mm in diameter and 8 mm in length, were fixed, sectioned into 20 blocks (bone/mini-implant), 6x10 mm, and inserted into PVC tubes, 10x16 mm, and divided into two groups (n= 10) as follows: group I: self-perforating screws; group II: self-threaded screws. An evaluation was made of the removal force (Strip Test 2420) **Result:** The results obtained in Newton (N) were statistically analyzed by Fisher's test with a significance of 5%. The mean force found for removal of all the mini-implants evaluated was 87.0 N ± 26.6, being 92.4 N ± 33.0 for the self-perforating screws and 82.2 N ± 19.6 for the self-threaded ones. Fischer's test showed no statistically significant differences

I. Graduado em Odontologia – Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

II. Graduanda do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

III. Professor Adjunto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA).

IV. Professor Adjunto do Departamento de Odontologia I da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

V. Professor Adjunto do Departamento de Odontologia II da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

between the groups ( $p=0.575$ ). Conclusion: The mini-implants analyzed exhibit a resistance to traction higher than that required for clinical applications; there were no significant differences between the two types of mini-implants analyzed.

**Descriptors:** Dental Implant; Interceptive Orthodontics; Bone Anchor.

## INTRODUÇÃO

A resistência ao movimento dentário é uma das maiores preocupações do ortodontista durante o planejamento e execução do tratamento ortodôntico<sup>1</sup>. Uma terapia ortodôntica bem sucedida depende principalmente do planejamento criterioso da ancoragem, sendo esse fator um dos determinantes quanto ao sucesso ou insucesso de muitos tratamentos<sup>2</sup>.

A movimentação ortodôntica dos dentes é limitada por forças recíprocas de ação e reação quando não existem pontos fixos de ancoragem na cavidade oral, sendo isso compensado pelos sistemas de ancoragens ortodônticas<sup>3</sup>. A ancoragem pode ser obtida tanto por mecanismos intrabucais (barra palatina, botão de Nance, etc.) como por meio de aparelhos extrabucais<sup>1</sup>, e apesar de eficiente em muitos casos, muitas limitações ainda existem<sup>4</sup>, como a necessidade de colaboração do paciente<sup>5,6</sup>, que é imprescindível para o sucesso do tratamento<sup>1,4</sup>.

Tendo em vista esses aspectos, a utilização dos implantes surge como um novo conceito de ancoragem em Ortodontia, denominada ancoragem esquelética, a qual é obtida devido à incapacidade de movimentação da unidade de ancoragem frente à mecânica ortodôntica<sup>2,7,8</sup>. Uma vez que esses dispositivos podem substituir a utilização de recursos extra e intrabucais, que dependem mais da colaboração do paciente, a perda de ancoragem pode ser evitada<sup>9</sup>.

Gainsforth e Higley, em 1945, foram os precursores na implantação óssea de biomateriais, objetivando a ancoragem ortodôntica<sup>10</sup>. Entretanto, o uso de implantes dentais consolidou-se somente

após o conceito de ósseo-integração proposto por Bränemark et al.<sup>11</sup>, que descreveram a união rígida do titânio com o tecido ósseo sem respostas adversas, mesmo sob condições de carregamento, possibilitando sua utilização na substituição de elementos dentários.

O sucesso obtido com implantes de titânio para fins protéticos despertou a possibilidade da sua utilização em ortodontia<sup>12</sup>. Entretanto, implantes dentários convencionais podem ser colocados apenas em áreas limitadas, como na região retromolar ou em áreas edêntulas. Outras limitações são: a direção da aplicação da força, quando um implante dentário é colocado sobre a margem alveolar, além de ser muito grande para a tração ortodôntica horizontal<sup>13</sup>; tempo prolongado de espera para a ósseo-integração; alto custo; dificuldade de remoção após o fim do tratamento<sup>6,9,14</sup>; são contra-indicados em pacientes em crescimento<sup>4</sup> e há necessidade de implantação em uma boa base óssea<sup>15</sup>.

Sendo assim, a ancoragem ortodôntica deve ser proporcionada por sistemas que sejam pouco volumosos, de simples utilização, biocompatíveis e os mais confortáveis possíveis. Tem ainda que resistir às forças ortodônticas durante o período de tratamento e ser de fácil inserção e remoção<sup>16</sup>.

Dessa forma, em 1997, Kanomi<sup>14</sup> desenvolveu os mini-implantes específicos para Ortodontia, que possuem instalação e remoção relativamente simples. Além disso, o seu tamanho permite inserção em vários locais, possibilitando inúmeras aplicações clínicas, com mínima colaboração do paciente, ampliando assim as alternativas de tratamento<sup>17</sup>. Outras vantagens dos mini-implantes são: baixo custo<sup>18</sup>, possibilidade de instalação em áreas in-

terdentais<sup>19</sup> e aplicação de carga imediata<sup>20</sup>. A partir daí, vários sistemas de miniparafusos foram propostos, mantendo praticamente as mesmas características preconizadas por aquele autor.

Para que os mini-implantes possam promover ancoragem adequada, contrapondo as forças reacionárias ao movimento ortodôntico, é necessário que esses dispositivos estejam inseridos em tecido ósseo, de maneira estável<sup>21,22</sup>. Didaticamente a estabilidade de um mini-implante é subdividida em primária, que é aquela decorrente do contato direto entre o mini-implante e o osso, e a secundária ou tardia, que ocorre após cicatrização<sup>23</sup>. Quando se deseja avaliar mecanicamente a estabilidade primária de um mini-implante, uma das metodologias que vem ganhando popularidade é o ensaio de tração<sup>24,28</sup>. O ensaio de tração consiste em extrair o mini-implante do tecido ósseo a uma velocidade constante, avaliando-se, dessa forma, a força máxima necessária para remoção desse dispositivo do tecido ósseo<sup>22</sup>.

Sendo assim, o propósito deste trabalho foi avaliar a resistência inicial à remoção por tração axial de dois tipos de mini-implantes de titânio, autoperfurantes e autorrosqueantes, de 8 mm de comprimento, inseridos monocorticalmente em costelas de suínos, avaliando também se existem diferenças significativas na estabilidade de cada grupo de parafusos, de acordo com a técnica de inserção utilizada.

## METODOLOGIA

Foram analisados 20 mini-implantes de titânio comercialmente puro da marca SIN® (SIN- Sistema de Implantes Nacional, São Paulo, Brasil) com dimensões de 1,6 mm de diâmetro e 8 mm de comprimento, e foram divididos em dois grupos para a análise, sendo um grupo composto por parafusos autoperfurantes e um grupo composto por parafusos autorrosqueantes.

Costelas de suíno<sup>29</sup> foram cuidadosamente dissecadas para remoção do tecido muscular aderido, em seguida, os mini-implantes foram fixados nestas e seccionadas com discos diamantados, sob constante irrigação, de tal forma que os blocos ósseos apresentassem 6x10 mm e o conjunto, osso e mini-implante, apresentasse 1,0 cm de comprimento e dividido em dois grupos (n=10), grupo I: 10 mini-implantes autoperfurantes; grupo II: 10 mini-implantes autorrosqueantes. Todos os mini-implantes foram instalados em uma cortical (perfuração monocortical), com seus respectivos sistemas, deixando a cabeça e o perfil transmucoso acima da porção convexa das costelas. Em seguida, os corpos de prova foram acondicionados em refrigeração, há uma temperatura de aproximadamente -20°C, em solução de cloreto de sódio a 0,9%30, por 24 horas. Após esse período os espécimes, foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável em um cilindro de PVC, com 10 mm de diâmetro externo e 16 mm de altura e posicionados sobre uma placa de cera utilidade, envolvendo o conjunto osso e parafuso, conforme o grupo, de modo que a borda superior do tubo de PVC ficasse paralela à superfície do osso, expondo a cabeça e o perfil transmucoso do parafuso.

Em seguida, os corpos-de-prova foram alojados verticalmente, de tal forma que permanecessem fixados no mordente inferior da máquina de Ensaio Universal Tira Test 2420 (IFMA-MA). No mordente superior, foi adaptado um fio ortodôntico de 0.5 mm de diâmetro e este encaixado no "bracket" do mini-implante. O fio ortodôntico foi adaptado ao mordente superior e ao corpo de prova da forma mais paralela possível ao longo eixo do parafuso, com o objetivo de diminuir grandes variações no eixo de remoção dos implantes. Os 20 corpos-de-prova foram submetidos ao teste de resistência à remoção por tração na máquina de ensaios Universal, a uma velocidade de 6 mm/minuto. Para análise dos resultados obtidos, utilizou-se o teste de Fischer, com significância de 5%.

## RESULTADOS

A força média necessária à remoção de todos os mini-implantes avaliados foi de aproximadamente 87N. Individualmente, os parafusos autoperfurantes apresentaram uma força média de resistência à remoção de 92,4N, enquanto os autorrosqueantes apresentaram uma força média de resistência de 82,2N (Tabela 1).

Tabela 1. Força média de tração de cada grupo analisado.

Tipos de Mini-implantes	Nº de Mini-implantes	Força Média
Autoperfurante	10	92,400 N ( $\pm$ 33,009)
Autorrosqueante	10	82,227 N ( $\pm$ 19,694)
Total	20	87,071 N ( $\pm$ 26,671)

Teste de Fischer:  $p=0.5750$  (nível de significância 5% - n.s.)

88

A mínima resistência à tração registrada apresentou uma força de 47 N e pertencia ao grupo dos parafusos autoperfurantes. A máxima resistência à tração registrada foi de 162 N e também pertencia ao grupo de parafusos autoperfurantes. Entretanto, comparando as médias encontradas, o teste de Fischer (1%) mostrou não haver diferença significativa entre os grupos analisados ( $p=0.5750$ ).

## DISCUSSÃO

Na prática clínica, os miniimplantes são submetidos a forças funcionais imediatamente após sua inserção, sendo assim estabilidade primária essencial para o sucesso do tratamento. Por estabilidade primária, entende-se como sendo a força inicial de aderência do mini-implante às estruturas ósseas<sup>10,20,23</sup>, e a falta dela é a causa da maioria dos insucessos que ocorrem nos estágios iniciais pós-inserção<sup>22</sup>.

A ausência de estabilidade primária geralmente leva a uma progressiva mobilidade do parafuso e

uma subsequente falha do tratamento<sup>20</sup>. Deguchi et al.<sup>32</sup> sugerem que para que tal estabilidade seja atingida, um período de 4 a 5 semanas é necessário para os parafusos resistirem às forças funcionais. Entretanto, Costa et al.<sup>33</sup> sugerem que não é necessário o período de espera de cicatrização e óseo-integração, devido ao fato de que os mini-implantes apresentam estabilidade primária suficiente para receber uma carga ortodôntica convencional. Liou et al.<sup>6</sup> lembram que os mini-implantes podem ser carregados imediatamente, pelo fato de a estabilidade primária ser propiciada por retenções mecânicas entre o implante e o osso e afirmam também que os mini-implantes de ancoragem apresentam uma adequada estabilidade primária, embora estes não permaneçam absolutamente estacionários, sob forças ortodônticas.

Um método para avaliar a estabilidade primária (força decorrente do contato direto implante/osso) de um mini-implante é o ensaio de tração, que avalia a força necessária para remoção de um dispositivo do segmento ósseo, sob velocidade constante<sup>22</sup>. Os testes de tração têm sido usados em ortopedia, neurocirurgia e cirurgia plástica e maxilofacial para avaliar o desempenho biomecânico de parafusos<sup>18</sup>. Outros possíveis métodos para avaliar a estabilidade primária incluem: análise de elementos finitos, testes de percussão, avaliação radiológica<sup>5</sup>, ensaio de torque de inserção, remoção e avaliação histológica<sup>20</sup>.

Apesar de na prática clínica as forças comumente aplicadas aos mini-implantes não serem de tração, os valores das forças fornecidos por este ensaio mecânico são representativos do "embricamento" da rosca deste com o tecido ósseo ao qual está inserido, funcionando, dessa forma, como um meio valioso no estudo da estabilidade primária desses parafusos<sup>22</sup>.

Vários fatores influenciam a estabilidade primária de um mini-implante e podem ser divididos em categorias: a) dependente do paciente (sexo,

idade, osso, local de implantação); b) dependentes do mini-implante (técnica de inserção, diâmetro e comprimento) e c) dependentes dos operadores (experiência) <sup>19</sup>.

O presente estudo teve o objetivo de avaliar a resistência inicial (estabilidade primária) à tração, avaliando os fatores dependentes das características biomecânicas dos mini-implantes, mais precisamente a técnica de inserção, uma vez que as outras características (diâmetro e comprimento) foram semelhantes entre os grupos estudados.

Quanto à técnica de inserção, os parafusos são classificados em autorrosqueantes (necessitam de perfuração prévia com uma broca-piloto) e auto-perfurantes (o próprio parafuso perfura o osso) <sup>13</sup>. Independentemente da técnica de inserção utilizada, todos os implantes avaliados apresentaram estabilidade primária superior às forças ortodônticas aplicadas na prática dental (0,3 a 4 N), achados esses compatíveis com os de outros autores <sup>18, 22, 28, 34,35</sup>.

A média de força encontrada nessa pesquisa foi de 87,071 N. Outros autores <sup>18,20</sup> encontraram médias de forças relativamente maiores que os encontrados nesse estudo, entretanto fatores como diâmetro, espécime ósseo utilizado, ângulo de aplicação da força de tração e tipo de perfuração (mono ou bicortical), utilizados naquelas pesquisas, foram diferentes dos adotados nesta.

A diferença na resistência à tração entre os dois grupos, embora estatisticamente essa diferença não seja significativa ( $p > 0.05$ ), é um achado semelhante ao de outros autores <sup>35,36</sup>. Porém, estudos <sup>9, 20, 22, 28</sup> mostram mais sucessos na utilização de mini-implantes autoperfurantes, quando comparados aos autorrosqueantes, e acredita-se que esse maior índice de sucesso deve-se pelo fato de os autoperfurantes preservarem maior quantidade de osso durante sua inserção, aumentando, assim, a superfície de contato implante/osso. Cabe aqui lembrar que, embora o teste de tração seja um método

valioso na avaliação da estabilidade primária desses parafusos, ele sozinho não é indicador absoluto. Sendo assim, embora tenhamos encontrado forças de tração estatisticamente semelhantes para os dois grupos, não significa dizer que ambos os grupos apresentam estabilidade primária semelhante, dessa forma transferências desses resultados para a área clínica devem ser feitas com cautela. Esses resultados, associados aos valores obtidos em avaliações dos torques de inserção e remoção, são os que forneceriam uma análise completa da estabilidade inicial desses parafusos.

Em relação aos espécimes ósseos, a escolha destes foi motivada devido à semelhante densidade encontrada entre as costelas de suínos e a maxila humana <sup>29</sup>. Os espécimes ósseos foram armazenados em solução fisiológica a 0,9%, até a inserção dos mini-implantes. Roe et al. <sup>30</sup> afirmam que o tempo e as variações de armazenamento podem afetar as propriedades biomecânicas, entretanto, se congelados em solução salina a  $-20^{\circ}\text{C}$ , as propriedades biomecânicas do tecido ósseo se mantêm preservadas dentro de um período de uma semana. O tempo transcorrido até a realização dos testes não ultrapassou 24 horas. Como o teste foi in vitro, não houve possibilidade de cicatrização óssea, sendo assim, a estabilidade inicial foi atingida de forma fidedigna, eliminando, dessa forma, possíveis influências da estabilidade secundária sobre os resultados encontrados.

Quanto ao ângulo de remoção, alguns autores preconizam dispositivos padronizados <sup>18, 28</sup> para realização dos testes de tração, com o objetivo de avaliar somente a força de tração axial. Concor damos com Mischkowski et al. <sup>20</sup> quando afirmam que, aplicando forças angulares, se simula uma situação clínica mais parecida com a realidade, pois raramente um mini-implante receberá carga em sentido axial ( $0^{\circ}$ ).

Para aumentar a estabilidade primária dos parafusos autorrosqueantes, preconiza-se na pos-

sibilidade de um subdimensionamento durante a perfuração, isto é, usar uma fresa de diâmetro menor que o parafuso, com o intuito de aumentar a estabilidade. De acordo com os resultados dessa pesquisa, isso não se torna necessário, pois o espaço criado pela fresa de diâmetro compatível ao do mini-implante proporciona forças de resistência (média de 82, 2N) superiormente maiores que as forças clinicamente necessárias, além do fato de que um subdimensionamento causaria uma diminuição do orifício confeccionado, conseqüentemente maior torque seria necessário para inserção do parafuso, aumentando, assim, as chances de fraturas.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que

1. Os mini-implantes analisados apresentam resistência à tração suficientemente superior àquela necessária para as aplicações clínicas;
2. Não houve diferença significativa entre os dois tipos de mini-implantes analisados.

## REFERÊNCIAS

- 1- Melo ACM, Zimmermann LL, Chiavini PCR, Belaver ES, Leal HÁ, Thomé G. O uso de mini-implantes como ancoragem ortodôntica – planejamento ortodôntico / cirúrgico. *Rev Clín Ortodon Dental Press*. 2006; 5 (6): 21-27.
- 2- Araújo TM, Nascimento MHA, Bezerra F, Sobral MC. Ancoragem esquelética em Ortodontia com mini-implantes. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial Maringá*. 2006; 11(4):126-156.
- 3- Segala AD. Estudo comparativo da osseointegração de diferentes sistemas de implantes: análises histomorfométricas e de torque de remoção. Dissertação (Mestrado em Dentística), Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. 1996.196 p.
- 4- Zulucoto CS, Carvalho AS. Protocolo para ancoragem absoluta em ortodontia: miniparafuso. *RGO*. 2008; 56 (2): 201-205.
- 5- Su YY, Wilmes B, Hnscheid R, Drescher D. Comparison of self-tapping and self-drilling orthodontic mini-implants: an animal study of insertion torque and displacement under lateral loading. *The Int J of Oral and Maxillofacial Implants*. 2009; 24 (3): 404-411.
- 6- Liou EJW, Pai BCJ, Lin JCY. *Am J of Orthod and Dentofacial Orthopedics*. 2004; 126 (1): 42-47.
- 7- Marassi C, Leal A, Herdy JL, Chianelli O, Sobreira D. O uso de mini-implantes como auxiliares do tratamento ortodôntico. *Ortodon SPO*. 2005; 38 (3): 256-262.
- 8- Southard TE, Buckley MJ, Spivey JD, Krizan KE, Casco JS. Intrusion anchorage potential of teeth versus rigid endosseus implants: a clinical and radiographic evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995; 107 (2): 115-120.
- 9- Squeff LR, Simonson MBA, Elias CN, Nojima LI. Caracterização de mini-implantes utilizados na ancoragem ortodôntica. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial Maringá*. 2008;13 (5): 49-56.
- 10- Serra GG, Morais LS, Andrade L, Muller CA. Mini-implantes ortodônticos carregais imediatamente – Estudo in vivo. *Rev Matéria*. 2007; 12 (1): 111-119.
- 11- Bränemark PI, Aspegren K, Breine U. Microcirculatory Studies in man by High Resolution vital Microscopy. *Angiology*, 1964; 15: 329-332.
- 12- Gray JB, Steen ME, King GJ, Clark AE. Studies on the efficacy of implants as orthodontic anchorage. *Am J Orthodon*. 1983; 83: 311-

- 317.
- 13- Sung JH, Kyung HM, Bae SM, Park HS, Kwon OW, Mcnamara Jr JA. Microimplants in Orthodontics. Dentos Daegu. 2006. 186p.
- 14- Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod*, 1997; 31(11): 763-767.
- 15- Schelegel KA, Kinner F, Schlegel KD. The anatomic basics for palatal implants in orthodontics. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 2002; 17 (2): 133-139.
- 16- Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006; 130(1): 18-25.
- 17- Janson M, Sant'ana E, Vasconcelos W. Anclagem esquelética com mini-implantes: incorporação rotineira da técnica na prática ortodôntica. *Rev Clín Ortodon Dental Press Maringá*. 2006; 5 (4): 85-100.
- 18- Huja SS, Litsky AS, Beck FM, Johnson KA, Larsen PE. Pull-out strength of monocortical screws placed in the maxillae and mandibles of dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005; 127: 307-313.
- 19- Lim HJ, Eun CS, Cho JH, Lee KH, Hwang HS. Factors associated with initial stability of miniscrews for orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009; 136: 236-242.
- 20- Mischkowski RA, Kneuert P, Florvaag B, Lazar F, Koebke J, Zöller JE. Biomechanical comparison of four different miniscrew types for skeletal anchorage in the mandibulo-maxillary area. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008 oct; 37 (10): 948-954.
- 21- Favero LG, Pisoni A, Paganelli C. Removal torque of osseointegrated mini-implants: an in vivo evaluation. *Eur J Orthod*. 2007; 29: 443-448.
- 22- Pithon MM, Nojima LI. Avaliação da estabilidade primária de mini-implantes ortodônticos em diferentes regiões da maxila e mandíbula de porcos. *Innov implant j biomater esthet*. 2007;(4): 58-63.
- 23- Gedrange T, Hietschold V, Mai R, Wolf P, Nicklisch M, Harzer W. An evaluation of resonance frequency analysis for the determination of the primary stability of orthodontic palatal implants. A study in human cadavers. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 425-431.
- 24- Struckhoff JA, Huja SS, Beck FM, Litsky AS. Pull-out strength of monocortical screws at 6 weeks postinsertion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;129: 82-83.
- 25- Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003; 124: 373-378.
- 26- Berzins A, Shah B, Weinans H, Sumner DR. Nondestructive measurements of implant-bone interface shear modulus and effects of implant geometry in pull-out tests. *J Biomed Mater Res*. 1997; 34: 337-340.
- 27- Motoyoshi M, Matsuoka M, Shimizu N. Application of orthodontic mini-implants in adolescents. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2007; 36: 695-699.
- 28- Salmória KK, Tanaka OM, Guariza-Filho O, Camargo ES, Souza LT, Maruo H. Insertional torque and axial pull-out strength of mini-implants in mandibles of dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 jun, 133 (6): 790. e 15-790. e 22.
- 29- Hegtvedt AK, Michaels GC, Beals DW. Comparison of the resistance of miniplates and

microplates in various in vitro forces. J. Oral Maxillofac Surg. 1994 apr; 52 (3): 257-258.

- 30- Roe SC, Pijanowski GJ, Johnson AL. Biomechanical properties of canine cortical bone allografts: effects of preparation and storage. Am J Vet Res. 1988; 49: 873-877.
- 31- Carlos E. Princípios de bioestatística em metodologia científica: ensino e pesquisa em odontologia. Artes Médicas. 2001. 483p.
- 32- Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006; 129: 721. e 7-721. e 12.
- 33- Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrew as orthodontic anchorage: a preliminary report. Int J Adult Orthod Orthognath Surg. 1998; 13: 201-209.
- 34- Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. Angle Orthop. 2003; 73: 86-92.
- 35- Hitchon PW, Brenton MD, Coppers JK, From AM, Torner JC. Factors affecting the pullout strength of self-drilling and self-tapping anterior cervical screws. Spine 2003; 28:9-13.
- 36- Heidemann W, Terheyde NH, Gerlach KL. Analysis of the osseous/metal interface of drill free screws and self-tapping screws. J Cranio-maxillofac Surg. 2001; 29: 69-74.

## ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIAS

José Ferreira Costa

Rua Jari, Quadra 16, Casa 13-C

Jardim Eldorado-Turu.

São Luís – MA.

CEP: 65067-250

Tel. (98) 9602 0314/ (98) 32263595

Email do autor: jfcosta@usp.br

Instituição Financiadora: PIBIC/UFMA