

**Avaliação da influência dos torques e angulação nas inserções dos mini parafusos em
corticais ósseas**

**Evaluation of the influence of torques and angulations in the insertions of the mini
screws in bone cortical**

**Evaluación de la influencia de los torques y la angulación en las inserciones de los
minitornillos en la cortical ósea**

Recebido: 02/10/2020 | Revisado: 10/10/2020 | Aceito: 13/10/2020 | Publicado: 14/10/2020

Carlos Alberto de Moraes Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6539-4720>

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

E-mail: carlosamvieira@hotmail.com

Lucas Pereira Ferreira de Rezende

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7557-7371>

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

E-mail: lucaspereirafrezende@gmail.com

Marcelo Augusto Garcia Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9724-6503>

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

E-mail: marceloagjr@gmail.com

Wallisen Tadashi Hattori

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6904-0292>

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

E-mail: wallhattori@gmail.com

Cleudmar Amaral de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1529-7172>

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

E-mail: cleudmar.araujo@ufu.br

Vinícius Lima de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2135-1040>

Hospital de Clínicas de Uberlândia, Brasil

E-mail: viniciusl.dealmeida91@gmail.com

Darceny Zanetta Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8755-0931>

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

E-mail: darcenyzanetta@ufu.br

Resumo

A ancoragem sempre foi uma das limitações da ortodontia e em quase toda terapia ortodôntica há necessidade de obtê-la. Com a descoberta da ósteo integração surgiu um novo modelo de ancoragem, a esquelética. Numa ancoragem esquelética extra alveolar o posicionamento mais oblíquo dos miniparafusos pode aumentar os riscos de deformação. O objetivo deste trabalho foi analisar, num estudo in vitro, o desempenho mecânico nos torques de inserção e remoção e observar se o tipo de liga e as angulações de inserção influenciam na utilização destes miniparafusos em posições extra alveolares. Foram utilizados 40 miniparafusos de diâmetro e comprimento semelhantes (2,0x12mm), porém de ligas diferentes (20 de aço e 20 de titânio), todos inseridos por um torquímetro digital em cortical óssea sintética de poliuretano (40PCF). As inserções foram feitas em duas angulações, uma a 30° e outra de 60° para 30°. Após obtenção dos dados, os mesmos foram submetidos à análise estatística de variância, Equações de Estimativas Generalizadas, com grau de confiança de 95% e nível de significância de 5%. Diferenças estatísticas foram observadas nos fatores analisados. Dentre os fatores analisados, tipo de liga e angulação de inserção, e com os dados obtidos podemos concluir que independente da liga, a angulação é um fator essencial no aumento dos torques.

Palavras-chave: Procedimentos de ancoragem ortodôntica; Parafuso; Torque; Ortodontia.

Abstract

Anchorage has always been one of the limitations of orthodontics and in almost all orthodontic therapy, it is necessary to obtain it. With the discovery of osseous integration, a new anchoring model, the skeletal model, emerged. In an extra alveolar skeletal anchorage, the more oblique positioning of the mini-screws can increase the risk of deformation. The objective of this work was to analyze, in an in vitro study, the mechanical performance in the insertion and removal torques and to observe if the type of alloy and the insertion angles influence the use of these mini-screws in extra alveolar positions. 40 mini-screws of similar diameter and length (2.0x12mm), but of different alloys (20 of steel and 20 of titanium) were used, all inserted by a digital torque wrench in synthetic polyurethane bone cortex (40PCF). The insertions were made in two angles, one at 30° and the other from 60° to 30°. After

obtaining the data, they were subjected to statistical analysis of variance, Generalized Estimation Equations, with a 95% confidence level and a 5% significance level. Statistical differences were observed in the analyzed factors. Among the factors analyzed, type of alloy and angulation of insertion, and with the data obtained we can conclude that regardless of the alloy, angulation is an essential factor in increasing the torques.

Keywords: Orthodontic anchorage procedures; Screws; Torque; Orthodontics.

Resumen

El anclaje siempre ha sido una de las limitaciones de la ortodoncia y en casi todas las terapias de ortodoncia es necesario obtenerlo. Con el descubrimiento de la integración ósea, surgió un nuevo modelo de anclaje, el modelo esquelético. En un anclaje esquelético alveolar adicional, la posición más oblicua de los mini-tornillos puede aumentar el riesgo de deformación. El objetivo de este trabajo fue analizar, en un estudio in vitro, el comportamiento mecánico en los pares de inserción y extracción y observar si el tipo de aleación y los ángulos de inserción influyen en el uso de estos minitornillos en posiciones extra alveolares. Se utilizaron 40 minitornillos de similar diámetro y longitud (2,0x12 mm), pero de diferentes aleaciones (20 de acero y 20 de titanio), todos insertados mediante llave dinamométrica digital en cortical ósea de poliuretano sintético (40PCF). Las inserciones se realizaron en dos ángulos, uno a 30° y otro de 60° a 30°. Luego de la obtención de los datos, se sometieron a análisis estadístico de varianza, Ecuaciones de Estimación Generalizada, con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%. Se observaron diferencias estadísticas en los factores analizados. Entre los factores analizados, tipo de aleación y angulación de inserción, y con los datos obtenidos podemos concluir que independientemente de la aleación, la angulación es un factor fundamental para incrementar los torques.

Palabras clave: Anclaje extra alveolar; Tornillos; Torque; Ortodoncia.

1. Introdução

A ancoragem sempre foi uma das limitações da ortodontia e em quase toda terapia ortodôntica há a necessidade de se obtê-la. Independentemente de ser intra ou extra-oral, a busca por sua eficiência precisava ser conseguida no durante o tratamento (Araújo, Nascimento, Bezerra, & Sobral, 2006).

Com a descoberta da osteointegração, a utilização de implantes na reabilitação dentária despertou e fez surgir um novo modelo de ancoragem: a ancoragem esquelética ou

absoluta. Porém, a imobilidade conferida aos implantes limita a variabilidade da mecânica ortodôntica nos tratamentos, sendo que hoje os implantes são utilizados somente nos casos em que o paciente já os possui (Ballard et al., 2007).

Com o objetivo de eliminar ou diminuir ao máximo a osteointegração foram desenvolvidos dispositivos com novas ligas, tais como microparafusos de tamanho reduzidos. Estes dispositivos geram mínimo desconforto, viabilizam a aceitação pelos pacientes, são de fácil instalação, pouco invasivos, simplificam os métodos de ancoragem e tornam o prognóstico mais favorável até nos mais complexos tratamentos. (Carano, Velo, Leone, & Siciliani, 2005; Chung, Kim, & Kook, 2005; Wiechmann, Meyer, & Büchter, 2007)

Na ancoragem absoluta os microparafusos ortodônticos têm demonstrado maior aplicabilidade clínica em relação aos demais sistemas de ancoragem como implantes e mini placas, principalmente com relação as últimas (Yamaguchi, Inami, Ito, Kasai, & Tanimoto, 2012). Apesar de serem eficazes sua instalação e manutenção, dependem de outro profissional para a instalação e, como os implantes, podem se osteointegrar e apresentar maior dificuldade de higienização. Além disso, ocorre edema pós-operatório e necessita de dois atos cirúrgicos, um para instalação e outro para sua remoção (Melsen, 2005; Consolaro, 2015).

Os microparafusos ortodônticos existentes no mercado apresentam-se com liga de titânio (Ti-6Al-4v) e de aço (ASTM-F138), e suas inserções podem ser intraradicular ou extraradicular (Galeotti et al., 2013; Safiya & Manjunath, 2013; Dalvi, 2014). Nas inserções intraradiculares utilizamos microparafusos de diâmetro e comprimento menores para diminuir principalmente os riscos de contato com as raízes, pois os espaços disponíveis são menores (Janson, Sant'Ana, Vasconcelos, 2006; Fernandes, Elias, & Ruellas, 2015). Nas inserções extra alveolares, os sítios são em locais de espessura óssea mais espessas (Brettin et al., 2008; Moon, Lee, Lee, Im, & Baek, 2008), como a crista infra zigomática e a linha oblíqua externa, e o posicionamento do microparafuso é em posição oblíqua para fugir das raízes, o que nos confere sobre os microparafusos maiores torques tanto de inserção quanto de remoção, podendo levar-nos ao risco de fratura por forças excessivas ou pela angulação durante a instalação (Chang & Roberts, 2013; Dalvi, 2014).

Diante da diversidade de escolha entre os microparafusos, o objetivo deste trabalho foi analisar, num estudo in vitro, utilizando cortical óssea sintética (Sivestre Filho, 2001), o desempenho mecânico dos torques de inserção e remoção de dois tipos de microparafusos com diâmetro e comprimento semelhantes 2,0x12mm, porém de ligas diferentes, titânio e aço, em inserções extra-alveolares e observar se o tipo de liga e as angulações de inserção influenciam na utilização destes microparafusos em posições extra-alveolares.

2. Metodologia

O presente trabalho trata-se de um estudo laboratorial quantitativo, com diferentes tipos de liga (Aço Inoxidável e Titânio). Foram realizados torques de inserção e remoção em osso cortical sintético. Os ensaios foram contemplados para avaliarmos o desempenho mecânico destes microparafusos em diferentes angulações de inserção (Dalvi, 2014), no qual foram utilizados:

1) 40 micro parafusos (Figura 1 e Figura 2) de acordo com as especificações da Tabela 1.

Figura 1 - MPO Titânio com a marca de 2mm.



Fonte: Imagem produzida pelos autores.

Figura 2 - MPO aço com a marca de 2mm (azul).



Fonte: Imagem produzida pelos autores.

Tabela 1 - Distribuição e especificação da amostra utilizada.

Marca/Fabricante	Diâmetro	Comprimento	Liga	Sistema	Quantidade
OBS/Bomei-Tw	2,0 mm	12,0 mm	Ti-6Al-4V	Autoperfurante	20
OBS/Bomei-Tw	2,0 mm	12,0 mm	ASTM-F138	Autoperfurante	20

Fonte: Tabela produzida pelos autores.

2) 40 corpos de prova (Figura 3), que são blocos sintéticos em poliuretano que simulam a cortical óssea em testes biomecânicos cuja especificações estão na Tabela 2.

Figura 3 - Corpo de prova 50x25x25mm.



Fonte: Imagem produzida pelos autores.

Tabela 2 - Distribuição e especificação da Amostra utilizada.

Fabricante	Dureza	Dimensão	Quantidade
Nacional Ossos/Brasil	40 PCF(cortical pura)	50x25x25 mm	40

Fonte: Tabela produzida pelos autores.

3) Chave de inserção e remoção do mesmo fabricante dos micro parafusos (Figura 4).

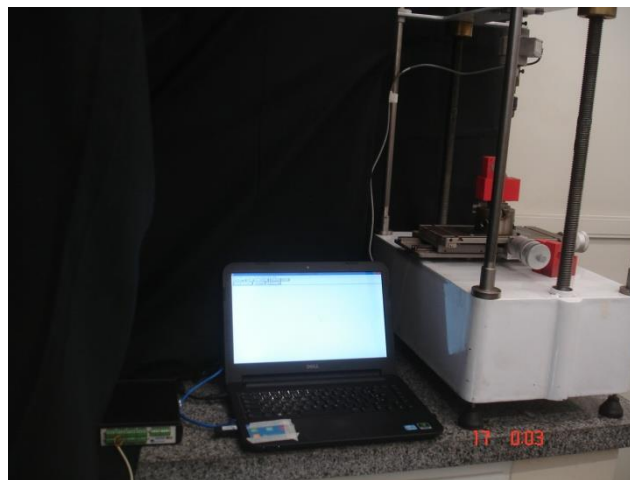
Figura 4 - Chave de inserção dos MPO da BOMEI.



Fonte: Imagem produzida pelos autores.

4) Torquímetro digital analógico ligado ao computador com programa Sistema Lynx AqDados 7.2 (Figura 5).

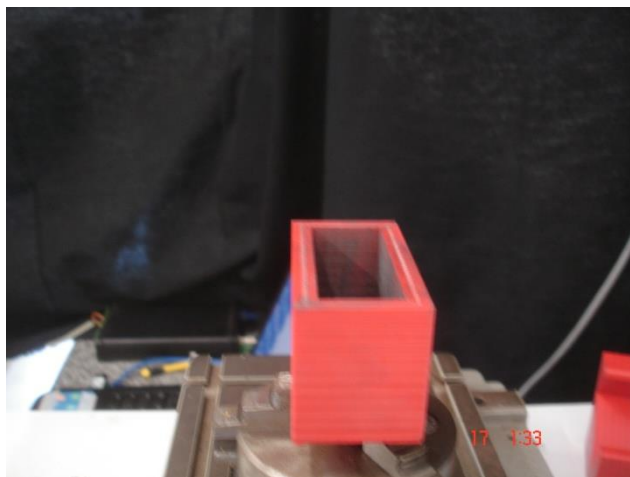
Figura 5 - Torquímetro Digital ligado ao computador com programa Sistema Lynx AqDados 7.2.



Fonte: Imagem produzida pelos autores.

5) Suporte base para encaixe de suportes e suportes para encaixe dos corpos de prova para simulação das angulações (Figura 6, Figura 7, Figura 8 e Figura 9).

Figura 6 - Suporte base para encaixe dos suportes dos corpos de prova.



Fonte: Imagem produzida pelos autores.

Figura 7 - Suportes de encaixe dos corpos de prova 30° e 60°.



Fonte: Imagem produzida pelos autores.

Figura 8 - Corpo de prova encaixado suporte à 30°.



Fonte: Imagem produzida pelos autores.

Figura 9 - Corpo de prova encaixado suporte à 60°.



Fonte: Imagem produzida pelos autores.

2.1 Ensaio Mecânico de torque

Para correlacionar o ensaio in vitro de acordo com o que fazemos in vivo nas ancoragens extra alveolares e assim avaliarmos se há relação ou não entre os tipos de liga e as angulações de inserção dos micro parafusos, foram criados suportes para as simulações dos testes. Neste trabalho utilizamos três tipos de suporte, um como base que foi acoplado ao torquímetro e que receberia para encaixe os outros dois tipos, onde nestes, os corpos de prova encaixariam. Um com inclinação de 30°, simulando às inserções diretas à 30° e um outro suporte com inclinação à 60°, para simular às inserções que iniciam-se à 60 e terminam à 30°.

Inicialmente a chave manual de inserção dos mini parafusos foi fixada ao cabeçote do torquímetro digital analógico e os mini parafusos eram encaixados na chave de inserção. As

operações de inserção e remoção de todos os micros parafusos testados foram executados por um único operador.

Na simulação de inserção direta à 30° cada micro parafuso, 10 de aço e 10 de titânio, foram fixados à chave de inserção presa ao torquímetro, os corpos de prova encaixados no suporte angulado com 30° e o mesmo acoplado ao suporte base fixado ao torquímetro. As inserções iam até o final das roscas ou início do perfil transmucoso dos micros parafusos, e os dados dos torques de inserção coletados. Após as inserções, cada microparafuso era removido e os torques de remoção mensurados e coletados. O procedimento foi repetido com o mesmo microparafuso três vezes em locais diferentes do mesmo corpo de prova utilizado para cada microparafuso.

Na simulação de inserção indireta onde inicia a inserção à 60° e termina em 30°, cada mini parafuso, 10 de aço e 10 de titânio, foram fixados à chave de inserção presa ao torquímetro, os corpos de prova encaixados no suporte angulado com 60° e o mesmo acoplado ao suporte base fixado ao torquímetro. Iniciava a inserção até 2mm, marcação prévia no mini parafuso, parava de inserir e tirávamos o suporte angulado do suporte base e trocávamos os corpos de prova que estavam no suporte com angulação à 60° para o suporte com angulação à 30° que eram novamente encaixados no suporte base, e assim terminávamos de inserir o mini parafuso até o final das roscas ou início do perfil transmucoso, e os dados dos torques de inserção coletados. Após as inserções, cada mini parafuso era removido e os torques de remoção mensurados e coletados. O procedimento foi repetido com o mesmo mini parafuso três vezes em locais diferentes do mesmo corpo de prova utilizado para cada mini parafuso.

2.2 Análise de dados

Com os valores obtidos, os torques, mínimo e máximo, de inserção e remoção nas duas angulações, foram inseridos no programa sistema Lynx Aqdados 7.2 e os dados foram transferidos para o programa Excel para obtenção de valores numéricos em n.cm, e submetidos às análises estatísticas, Shapiro-wilk e Equações de Estimativas Generalizadas (GEE). Por meio do pacote estatístico SPSS foi avaliado os fatores tipo de liga, angulação e a interação entre ambos. Os testes foram realizados com grau de confiança de 95% e nível de significância de 5% O primeiro teste foi o Shapiro-Wilk (S-W), teste de Normalidade, para avaliar se nossa amostra tinha distribuição normal ou não. Após a verificação inicial, usamos o teste de variância Equações de Estimativa Generalizada(GEE) com modelo gama com

ligação de log, para obter um poder de inferência maior sobre os dados, nos dando uma média marginal estimada da população.

3. Resultados

Ao lançar os dados dos ensaios mecânicos de torque no teste Shapiro-Wilk foram obtidos valores indicando que a distribuição dos dados difere de uma distribuição Normal, apresentando diferenças estatísticas significantes (Tabela 3).

Tabela 3 - Teste de normalidade: Shapiro-Wilk.

	Tipo de Liga	Estatística	GL	S(p<0,05)	Conclusão
Inserção	Aço	0,956	60	0,03	Rejeita H0
Inserção	Titânio	0,873	60	0,001	Rejeita H0
Remoção	Aço	0,980	60	0,448	Não rejeita H0
Remoção	Titânio	0,863	60	0,001	Rejeita H0

Fonte: Tabela confeccionada pelos autores.

Após observarmos a falta de normalidade, executamos a análise estatística principal, Equação Estimada Generalizada (GEE) e avaliamos os fatores, tipo de liga, angulação, e a interação entre elas. Tanto nas inserções, quanto nas remoções, obtivemos resultados com diferenças estatísticas significantes somente na angulação (Tabela 4).

Tabela 4 - Testes feitos com os valores obtidos pelas inserções, e remoções; observamos que houve diferenças estatísticas significantes nas angulações.

	INSERÇÃO			REMOÇÃO		
	F	GL	P	F	GL	P
Tipo de liga	0,687	1	0,407	2,045	1	0,153
Angulação	61,479	1	0,001	170,882	1	0,001
Tipo de liga+Angulação	1,502	1	0,220	1,804	1	0,298

Nota: o negrito representa a diferença estatística significativa. Fonte: Tabela confeccionada pelos autores.

Na avaliação do fator tipo de liga, tanto nas inserções quanto nas remoções, observou-se que não houve diferenças estatísticas (Tabela 5).

Tabela 5 - Avaliação do fator tipo de liga, tanto nas inserções quanto nas remoções.

Tipo de Liga	INSERÇÃO	95% INTERVALO CONFIANÇA		
		MÉDIA	INFERIOR	SUPERIOR
Aço	24,50	23,705872	25,296708	
Titânio	25,38	24,079606	26,670584	
Tipo de Liga	REMOÇÃO	95% INTERVALO CONFIANÇA		
		MÉDIA	INFERIOR	SUPERIOR
Aço	25,65115	24,46605	26,83625	
Titânio	26,03543	24,67597	27,39489	

Fonte: Tabela confeccionada pelos autores.

Na avaliação do fator angulação, comparando as inserções diretas à 30° e indiretas 60° para 30°, as angulações indiretas apresentaram diferenças estatísticas significantes, ocorrendo um aumento do nível de torque, tanto durante as inserções quanto nas remoções (Tabela 6).

Tabela 6 - Avaliação do fator angulação, comparando as inserções diretas à 30° e indiretas 60° para 30°.

ANGULAÇÃO INSERÇÃO	MÉDIA	95% CONFIANÇA INFERIOR	INTERVALO SUPERIOR
30°	22,590385	21,73751	23,443258
60°	26,896812	26,24006	27,553618

ANGULAÇÃO REMOÇÃO	MÉDIA	95% CONFIANÇA INFERIOR	INTERVALO SUPERIOR
30°	22,91002	22,15478	23,66525
60°	29,27439	28,69113	29,85764

Fonte: Tabela confeccionada pelos autores.

4. Discussão

Para a realização deste estudo optou-se pela utilização de ossos sintéticos com densidades semelhantes às corticais ósseas (40PCF) encontradas nos sítios de inserção nas maxilas humanas. A marca comercial utilizada, Nacional Ossos (Brasil), desenvolve ossos sintéticos com propriedades mecânicas similares aos ossos naturais para análise em pesquisas e são preconizados pela American Society for Testing Materials (ASTM F543) (Silvestre Filho, 2001).

Neste trabalho utilizamos mini parafusos do mesmo fabricante (Bomei-Taiwan), com diâmetro e comprimento (2,0x12mm) semelhantes, ambos auto perfurantes, de ligas diferentes (Titânio e Aço Inoxidável), e analisamos os torques nas inserções e nas remoções em duas angulações distintas (direta 30° e indireta 60°- 30°).

A técnica de ancoragem extra alveolar, segundo Dr. Chris Chang (Chang & Roberts, 2013), preconiza micro parafusos de aço com diâmetros e comprimentos maiores (2,0x12mm), pois estes emergem como os mais fortes e os micro parafusos de menor diâmetro como os mais fracos (Jolley & Chung, 2007; Casaglia, Dominici, Pachi, Turia, &

Cerroni, 2010). Ambos, diâmetro e comprimento, afetam a estabilidade do micro parafuso, pois quanto maior as medidas do micro parafuso maior as forças de inserção (Squeff, Simonson, Elias, & Nojima, 2008; Shah, Behrents, Kim, Kyung, & Buschang, 2012) e maior estabilidade primária (Pithon & Nojima, 2009; Gouveia, 2011). Nesta técnica os sítios de inserção são em corticais ósseas mais espessas, como o IZC na maxila e a linha oblíqua externa na mandíbula, nestes locais há um aumento do nível de torque sobre os micro parafusos chegando a ser até 4 vezes maior, segundo Fernandes & Ruellas (2015), conferindo assim uma maior estabilidade aos micro parafusos devido ao aumento destes torques (Lim, Cha, & Hwang, 2008; Pithon & Nojima, 2009) e, como são necessárias forças maiores para retração total de todo complexo dento alveolar, os micro parafusos devem estar bem estáveis para diminuir o risco de falha. Após entendermos a importância do diâmetro e do comprimento dos micro parafusos na ancoragem extra alveolar, avaliamos os torques de inserção e remoção, e observamos, como Dalvi (2014) e Bollero et al., (2018), que não há uma diferença estatística significativa entre os micro parafusos estudados, apesar dos micro parafusos de titânio apresentarem torques ligeiramente maiores do que os micro parafusos de aço, a liga, não é um fator que interfere no aumento dos torques, podendo então ambos serem utilizados neste tipo de ancoragem.

Muitos trabalhos sobre angulações de inserção mostram sua importância, pois o simples fato de instalá-lo mais angulado induz a um aumento de tensão e torque sobre os mini parafusos (Holm, Cunningham, Petrie, & Cousley, 2012; Lee, Kim, Choi, Kim, & Chung, 2013; Cho, Kim, Ahn, Yang, & Baek, 2013; Iniestra, Nunez, Gayosso, & Ibarra, 2014; Dalla Rosa, Burmann, Ruschel, Vargas, & Kramer, 2016), minimiza o contato com as raízes, aumenta o contato osso e mini parafuso, e com isso aumentando e não interferindo na estabilidade dos mesmos independente da liga (Araújo, Nascimento, Bezerra, & Sobral, 2006; Ballard et al., 2007; Fabre, 2014; O'toole, 2011; Uzner & Aslan, 2015;) . Contudo, movimentos fora da cêntrica, de inclinação durante as inserções, como proposto nas ancoragens extra alveolares, podem provocar maiores fraturas e deformações devido ao aumento dos torques de inserção (Cho, Kim, Ahn, Yang, & Baek, 2013), embora os mini parafusos de titânio e aço inoxidável sejam comparáveis quanto ao uso em ancoragem, o aço apresenta melhores propriedades de tensão do que o titânio, são dúcteis, portanto sofrem maior flexão e conseqüentemente submetem à maior dobra ou contorno antes de ocorrer falha. A propriedade de torção do aço inoxidável permite que os operadores sintam a resposta do mini parafuso durante a inserção, minimizando assim o risco de fratura do mini parafuso. Por outro lado, mini parafusos de titânio não fornecem uma resposta tátil quando da inserção, por

isso, não é fácil para os operadores perceberem quando a ruptura está prestes a acontecer (Francioli, Ruggiero & Giorgetti, 2010; Yao et al., 2014). Em nosso trabalho ficou demonstrado que o movimento de inclinação durante a inserção indireta de 60° para 30° aumenta significativamente os torques de inserção e remoção e leva-nos a acreditar que estes movimentos que causam aumento de torque sobre os mini parafusos, independentemente do tipo de liga, devem ser um fator a ser considerado.

5. Conclusão

Após o ensaio mecânico dos torques em mini parafusos de aço inoxidável e de titânio utilizados em simulações de ancoragem extra-alveolar em blocos sintéticos podemos concluir que independente da liga utilizada, a angulação é um fator essencial, pois os movimentos de inclinação nos mini parafusos, para fugir das raízes, produzem aumento de torque que podem levá-los à falha.

Estudos futuros devem avaliar o grau de estabilidade dos microparafusos de aço inoxidável e titânio em ancoragem extra-alveolar, onde às inserções são anguladas, e obtermos as taxas de sucesso de cada um e assim poder auxiliar os ortodontistas na escolha do melhor dispositivo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à fabricante BOMEI Co.,Ltd de Taiwan, em especial Steven Pan, que cedeu gentilmente sem custos os micro parafusos. Ao Laboratório de ensaios mecânicos da faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia.

Referências

- Araújo, T. M., Nascimento, M. H. A., Bezerra, F., & Sobral, M. C. (2006). Ancoragem esquelética em Ortodontia com miniimplantes. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial Maringá*, 11(4), 126–156.
- Ballard, D., et al. (2007). Orthodontics & Mini screws. *Australian Society of Orthodontists and University of Sydney*.

Bollero, P., Di Fazio, V., Pavoni, C., Cordaro, M., Cozza, P., & Lione, R. (2018). Titanium alloy vs. stainless steel miniscrews: an in vivo split-mouth study. *European review for medical and pharmacological sciences*, 22(8), 2191–2198.

Brettin, B. T., Grosland, N. M., Qian, F., Southard, K. A., Stuntz, T. D., Morgan, T. A., Marshall, S. D., & Southard, T. E. (2008). Bicortical vs monocortical orthodontic skeletal anchorage. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 134(5), 625–635.

Carano, A., Velo, S., Leone, P., & Siciliani, G. (2005). Clinical applications of the Miniscrew Anchorage System. *Journal of clinical orthodontics*, 39(1), 9–30.

Casaglia, A., Dominici, F., Pachi, F., Turia, R., & Cerroni, L. (2010). Morphological observations and Fractological considerations on orthodontics miniscrews. *Rev. Minerva Stomatologica*, V 59(9):465-479.

Chang, C. & Roberts, E.W. (2013). Stability of mini-screws on buccal shelves: a retrospective study of 1680 mini-screw insertions by the same orthodontist. *International Journal of Orthodontics & Implantology*. 30, 76-78.

Cho, I. S., Kim, T. W., Ahn, S. J., Yang, I. H., & Baek, S. H. (2013). Effects of insertion angle and implant thread type on the fracture properties of orthodontic mini-implants during insertion. *The Angle orthodontist*, 83(4), 698–704.

Consolaro A. (2015). Miniplates and mini-implants: bone remodeling as their biological foundation. *Dental press journal of orthodontics*, 20(6), 16–31.

Chung, K., Kim, S. H., & Kook, Y. (2005). C-orthodontic microimplant for distalization of mandibular dentition in Class III correction. *The Angle orthodontist*, 75(1), 119–128.

Dalla Rosa, F., Burmann, P. F., Ruschel, H. C., Vargas, I. A., & Kramer, P. F. (2016). Evaluation of fracture torque resistance of orthodontic mini-implants. *Resistência de fratura*

ao torque de mini-implantes ortodônticos. *Acta odontologica latinoamericana*, 29(3), 248–254.

Dalvi, A.C. (2014). Implantes Ortodônticos de aço inoxidável ; orientada por Carlos Nelson Elias. –*Tese (doutorado)*–Instituto Militar de Engenharia.- Rio de Janeiro.

Fabre, A. F. (2014) Compêndio de Mini-Implantes Ortodônticos-Parte I. *Arch Health Invest*, 3(1): 46-56.

Fernandes, D. J., Elias, C. N., & Ruellas, A. (2015). Influence of Screw Length and Bone Thickness on the Stability of Temporary Implants. *Materials (Basel, Switzerland)*, 8(9), 6558–6569.

Francioli, D., Ruggiero, G., & Giorgetti, R. (2010). Mechanical properties evaluation of an orthodontic miniscrew system for skeletal anchorage. *Progress in orthodontics*, 11(2), 98–104.

Galeotti, A., Uomo, R., Spagnuolo, G., Paduano, S., Cimino, R., Valletta, R., & D'Antò, V. (2013). Effect of pH on in vitro biocompatibility of orthodontic miniscrew implants. *Progress in orthodontics*, 14, 15.

Gouvêa, C. C. M. (2011). Avaliação da resistência ao arrancamento de mini- implantes ortodônticos: estudo laboratorial - Araçatuba. *Dissertação (Mestrado)* – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba.

Holm, L., Cunningham, S. J., Petrie, A., & Cousley, R. R. (2012). An in vitro study of factors affecting the primary stability of orthodontic mini-implants. *The Angle orthodontist*, 82(6), 1022–1028.

Iniestra, I. O., Nunez, E. G., Gayosso, C. A., & Ibarra, J. G. (2014). Resistencia a fuerzas de tracción de miniimplantes usados en ortodoncia dependiendo del ángulo de inserción. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 2(3), 183–187.

Janson, M., Sant'Ana, E., Vasconcelos, W.(2006). Ancoragem esquelética com miniimplantes:incorporação rotineira da técnica na prática ortodôntica. *Rev. Clín. Ortodon. Dental Press*, Maringá, 5(4), 126–156.

Jolley, T. H., & Chung, C. H. (2007). Peak torque values at fracture of orthodontic miniscrews. *Journal of clinical orthodontics*, 41(6), 326–328.

Lee, J., Kim, J. Y., Choi, Y. J., Kim, K. H., & Chung, C. J. (2013). Effects of placement angle and direction of orthopedic force application on the stability of orthodontic miniscrews. *The Angle orthodontist*, 83(4), 667–673.

Lim, S. A., Cha, J. Y., & Hwang, C. J. (2008). Insertion torque of orthodontic miniscrews according to changes in shape, diameter and length. *The Angle orthodontist*, 78(2), 234–240.

Mazzo, C. R., Zaniquelli, O., Lepri, C. P., Oliscovicz, N. F., & Reis, A. C. (2012). Avaliação da propriedades mecânicas de poliuretanas para sua utilização como substrato em ensaios de implantes odontológicos (Evaluation of mechanical properties of polyurethanes for use as substrate in assays of dental implants). *Rev.Odontol.Bras.Central*; 21(56), 383–388.

Melsen, B. (2005). Mini-Implants: Where Are We? *JCO-September*, 39 (9), 539–547.

Moon, C. H., Lee, D. G., Lee, H. S., Im, J. S., & Baek, S. H. (2008). Factors associated with the success rate of orthodontic miniscrews placed in the upper and lower posterior buccal region. *The Angle orthodontist*, 78(1), 101–106.

O'Toole, M.P. (2011). Impact of Orthodontic Mini-Screw Angulation Relative to Direction of Force Application on Stability, Movement, and the Peri-implant Interface. *Master's of Science Degree*. Department of Graduate Orthodontics Faculty of Dentistry University of Toronto.

Pithon, M. M., & Nojima, L. I. (2007). Avaliação da estabilidade primária de miniimplantes ortodônticos em diferentes regiões da maxila e mandíbula de porcos. *Innovations Implant Journal - Biomaterials and Esthetics*, 2(4), 58–63.

Pithon, M. M., & Nojima, L. I. (2009). Torque de inserção e remoção de mini-implantes ortodônticos em diferentes espessuras de cortical. *Innov Implant J, Biomater Esthet*, São Paulo, 4(2), 37–41.

Safiya, S., & Manjunath, G. (2013). Mini- Implant Materials: An Overview. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 7(2), 15–20.

Shah, A. H., Behrents, R. G., Kim, K. B., Kyung, H. M., & Buschang, P. H. (2012). Effects of screw and host factors on insertion torque and pullout strength. *Angle Orthod.* 82(4), 603–610.

Silvestre Filho, G. D. (2001). Comportamento mecânico do poliuretano derivado de óleo de mamona reforçado por fibra de carbono: contribuição para o projeto de hastes de implante de quadril. Orientado por Jonas de Carvalho. *Dissertação Mestrado- Fac Eng. Mecânica-USP São Carlos*.

Squeff, L. R., Simonson, M. B. A., Elias, C. N., & Nojima, L. I. (2008). Caracterização de mini-implantes utilizados na ancoragem ortodôntica. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial Maringá*, 13(5), 49–56.

Torman, V. B. L., Coster, R., & Riboldi, J. (2012). Normalidade de Variáveis: Métodos de verificação e comparação de alguns testes não paramétricos por simulação. *Revista HCPA*, 32(2), 227–234.

Uzuner, F. D. & Aslan, B. I. (2015). *Miniscrew Applications in Orthodontics*

Wiechmann, D., Meyer, U., & Büchter, A. (2007). Success rate of mini- and micro-implants used for orthodontic anchorage: a prospective clinical study. *Clinical oral implants research*, 18(2), 263–267.

Yamaguchi, M., Inami, T., Ito, K., Kasai, K., & Tanimoto, Y. (2012). Mini-implants in the anchorage armamentarium: new paradigms in the orthodontics. *International journal of biomaterials*, 2012, 394121.

Yao, C.-C.J., Chang, H.-H., Chang, J.Z.-C., Lai, H.-H., Lu, S.-C., Chen, Y.-J. (2014). Revisiting the stability of mini-implants used for orthodontic Anchorage. *Journal of the Formosan Medical Association*, 114(11), 1122–1128.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Carlos Alberto de Moraes Vieira– 30%

Lucas Pereira Ferreira de Rezende –10%

Marcelo Augusto Garcia Junior – 10%

Wallisen Tadashi Hattori – 10%

Cleudmar Amaral de Araújo – 10%

Vinícius Lima de Almeida – 10%

Darceny Zanetta Barbosa – 20%