

# Influência do macheamento na interface do parafuso e do tecido ósseo na fase imediata pós-implante

*The influence of tapping techniques on the interface bone screw/ bone tissue in immediate postoperative period*

*Influencia del taladramiento en la interfase del tornillo y del tejido óseo durante la fase inmediata post implante*

Fabiano Pinheiro de Lemos Masson<sup>1</sup>  
 Antônio Carlos Shimano<sup>2</sup>  
 Helton LA Defino<sup>3</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** analisar experimentalmente as alterações agudas da interface entre o osso e o implante nas vértebras cervicais após a realização do macheamento do orifício piloto. **Métodos:** foram utilizados cinco carneiros da raça Santa Inês deslanados. Na terceira vértebra cervical, foram feitos orifícios de 2,5 mm, de ambos os lados, na parte proximal e distal. No orifício proximal direito, foi realizado o macheamento antes da inserção do parafuso cortical de 3,5 mm (Grupo A); no orifício proximal esquerdo, o parafuso foi inserido sem macheamento (Grupo B); os outros dois orifícios distais foram utilizados como controle (Grupo C). As alterações da interface entre o osso e o implante foram analisadas por meio de estudo histomorfométrico, considerando o número de trabéculas fraturadas entre os filetes de rosca; a maior distância da fratura trabecular transversal provocada pela inserção do parafuso; a maior extensão da fratura trabecular

## ABSTRACT

**Objective:** to analyze experimentally the early alterations of the bone-screw interface with tapping techniques in the cancellous bone of the cervical vertebrae. **Methods:** five woolless sheep (Santa Inês) were analyzed. Pilot holes of 2.5 mm were performed at both sides of the third cervical vertebrae in the proximal and distal portion. The tapping process was done in the right proximal hole before the 3.5 mm screw insertion (Group A), while the left proximal hole was not tapped (Group B) and the two distal holes were used as control (Group C). The interface alterations between bone and screw were analyzed through histomorphometric study, considering the number of trabeculae fractures between the screw pitch; the highest distance of transversal trabeculae fracture caused by the screw insertion; the greatest extension of the longitudinal trabeculae fracture caused by the screw insertion and the contact line between bone

## RESUMEN

**Objetivo:** analizar experimentalmente las alteraciones agudas de la interfase entre el hueso y el implante en las vértebras cervicales, después de taladrar el orificio piloto. **Métodos:** fueron utilizados cinco carneros de la raza Santa Inés sin lana. En la tercera vértebra cervical, fueron realizados en ambos lados unos orificios de 2.5 mm en la parte proximal y distal. En el orificio proximal derecho fue realizado el taladramiento antes de la inserción del tornillo cortical de 3.5 mm (Grupo A), en el orificio proximal izquierdo el tornillo fue insertado sin taladramiento (Grupo B) y los otros dos orificios distales fueron utilizados como controles (Grupo C). Las alteraciones de la interfase entre el hueso y el implante fueron analizadas por medio de un estudio histomorfométrico, teniendo en cuenta el número de trabéculas fraturadas entre los filetes de rosca; la mayor distancia de la fratura trabecular transversal provocada por la inserción del torni-

Trabalho realizado no Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor (Laboratório de Bioengenharia) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>1</sup>Pós-graduando do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>2</sup>Doutor, Professor do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>3</sup>Professor Titular do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

longitudinal provocada pela inserção do parafuso e a linha de contato na interface osso-parafuso. **Resultados:** o macheamento do orifício piloto provocou alterações da microestrutura do tecido ósseo ao redor do implante quando comparado às alterações produzidas pela inserção do parafuso sem o macheamento ou orifício piloto. A avaliação do contato entre o osso e o implante foi o parâmetro que apresentou diferença estatística na comparação entre a colocação do implante com e sem macheamento. **Conclusão:** na comparação com o orifício piloto, todos os parâmetros analisados apresentaram diferença estatística.

and screw. **Results:** tapping the pilot hole caused alterations of bone tissue microstructure around the implant, when compared to alterations produced by insertion of the screw, without tapping or pilot hole. The evaluation of the contact between bone and screw was the parameter that presented statistical difference in comparison between the insertion of the implant with and without tapping. **Conclusion:** in comparison with the pilot hole, all the analyzed parameters presented statistical difference.

llo; la mayor extensión de la fractura trabecular longitudinal provocada por la inserción del tornillo y la línea de contacto en la interfase hueso-tornillo. **Resultados:** taladrar el orifício piloto ha provocado alteraciones de la microestructura del tejido óseo alrededor del implante cuando comparado con las alteraciones producidas por la inserción del tornillo sin el taladramiento o el orifício piloto. La evaluación del contacto entre el hueso y el implante fue el parámetro que presentó diferencia estadística en la comparación entre la colocación del implante con o sin taladramiento. **Conclusión:** al comparar con el orifício control, todos los parámetros presentaron diferencia estadística.

**DESCRITORES:** Coluna vertebral/ anatomia & histologia; Parafusos ósseos; Fusão vertebral

**KEYWORDS:** Spine/anatomy & histology; Bone screws; Spinal fusion

**DESCRIPTORES:** Columna vertebral/anatomía & histología; Tornillos óseos; Fusión vertebral

## INTRODUÇÃO

A fixação anterior da coluna cervical por meio de placas e parafusos tem sido utilizada para fornecer a estabilidade requerida à consolidação do enxerto ósseo e utilizada no tratamento das patologias da coluna cervical.

A estabilidade mecânica dessa modalidade de sistema de fixação vertebral depende da reconstrução da parte anterior do segmento vertebral, que é responsável pelo suporte das forças aplicadas, e da estabilidade intrínseca do sistema de fixação vertebral<sup>1,2</sup>. Também depende da qualidade da ancoragem dos parafusos no tecido ósseo, que está relacionada à densidade mineral da vértebra, ao diâmetro externo, ao desenho e comprimento do parafuso e ao preparo do orifício piloto<sup>3-5</sup>.

O macheamento ou preparo do trajeto para a colocação do parafuso após a realização do orifício piloto é um passo técnico de reconhecida importância no osso cortical. No entanto, ele tem sido considerado desnecessário ao preparo do osso esponjoso e responsabilizado pelo enfraquecimento da interface entre o osso e o implante<sup>4-8</sup>.

O objetivo do presente trabalho foi o estudo histomorfométrico da interface entre o osso vertebral e o implante utilizado para a fixação vertebral anterior por meio de placa, considerando o macheamento do orifício piloto na fase imediata após a sua colocação.

## MÉTODOS

Foram utilizados no estudo cinco ovinos deslanados, adultos, da raça Santa Inês, com peso médio de 46,00±17,74 kgf. A terceira vértebra cervical foi selecionada para o estudo, sendo abordada por meio do acesso cervical anterior. A face anterior da vértebra foi exposta e foram realizadas perfurações com broca de 2,5 mm nas partes superior e inferior de ambos os lados da vértebra. Os orifícios superiores foram utilizados para a colocação dos implantes e os inferiores utilizados como controles (Figura 1). Foram utilizados parafusos corticais de aço inoxidável com diâmetro externo de 3,5 mm, comprimento de 18 mm e passo de rosca de 1,25 mm (Figura 2).

Os parafusos foram inseridos no orifício superior do lado direito sem o macheamento do orifício piloto e, no lado esquerdo, foi realizado o macheamento do orifício piloto antes da introdução dos parafusos.

O procedimento cirúrgico foi realizado com os animais anestesiados com 0,1 mg/kg de maleato de acepromazina IM e cloridrato de ketamina 3 mg/eg EV como pré-anestesia. A manutenção da anestesia foi realizada com 50 mg de éter glicosil guaiacol, 1 g de cloridrato de ketamina e 100 mg de cloridrato de xilazina diluídos em 1.000 mL de solução fisiológica com infusão contínua de 3 mL/kg/hora. Após a realização do procedimento cirúrgico para a colocação dos parafusos, os animais eram sacrificados com dose letal de anestésico.

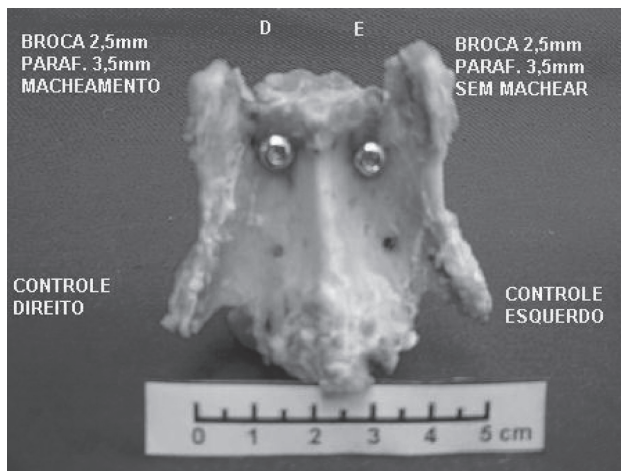


Figura 1  
Vértebra utilizada no estudo e o modo de preparo do orifício piloto com os parafusos inseridos e os orifícios pilotos utilizados como controles.

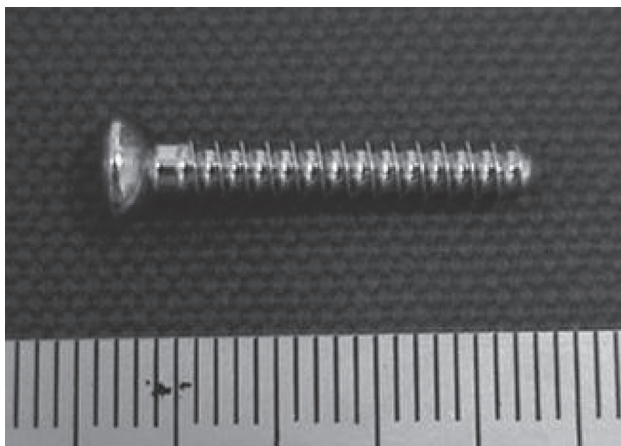


Figura 2  
Parafuso de 3,5 mm de diâmetro externo.

A vértebra cervical foi removida e preparada para o estudo histológico. As vértebras foram divididas em segmentos contendo os parafusos e os orifícios pilotos. Os segmentos foram incluídos em resina acrílica, e cortes com espessura de 10 a 30  $\mu\text{m}$  foram obtidos. Os cortes histológicos foram corados pelo tricrômico de Masson (Figura 3).

As imagens dos cortes histológicos foram digitalizadas utilizando microscópio HBO (Zeiss) e filmadora digital Hyperhad (Sony) para a realização do estudo morfométrico.

Foram formados três grupos experimentais, de acordo com o procedimento realizado: Grupo A, com orifício piloto de 2,5 mm com macheamento e parafuso de 3,5 mm; Grupo B, com orifício piloto de 2,5 mm sem macheamento e parafuso de 3,5 mm; e Grupo C, com orifício piloto de 2,5 mm sem macheamento e sem parafuso (Figuras 4 a 6).

Os parâmetros selecionados no estudo histomorfométrico para a comparação entre os grupos experimentais foram: número de trabéculas ósseas fraturadas entre os filetes de rosca do parafuso; maior distância da fratura trabecular

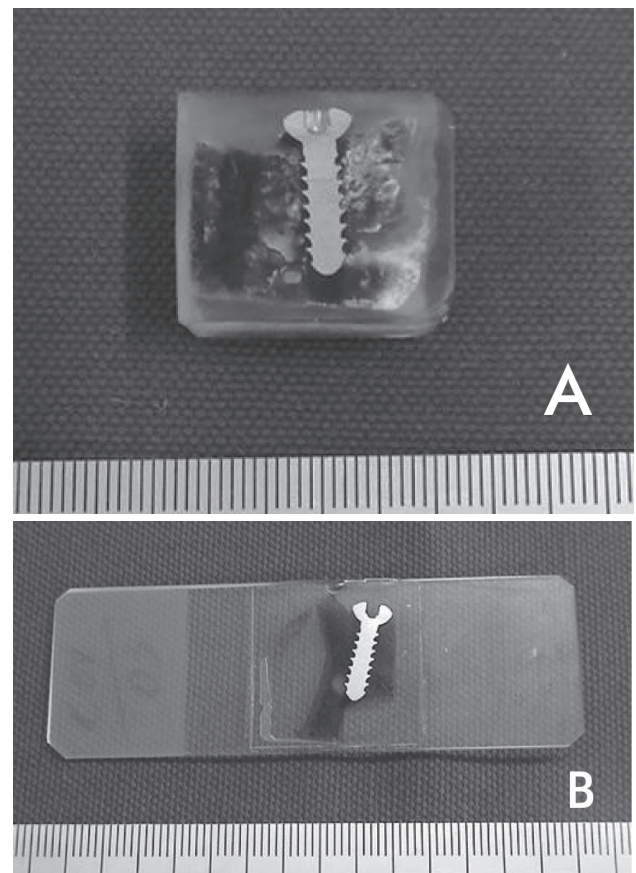


Figura 3  
Bloco de resina com o parafuso cortado ao meio (A) e utilizado para a confecção das lâminas (B).

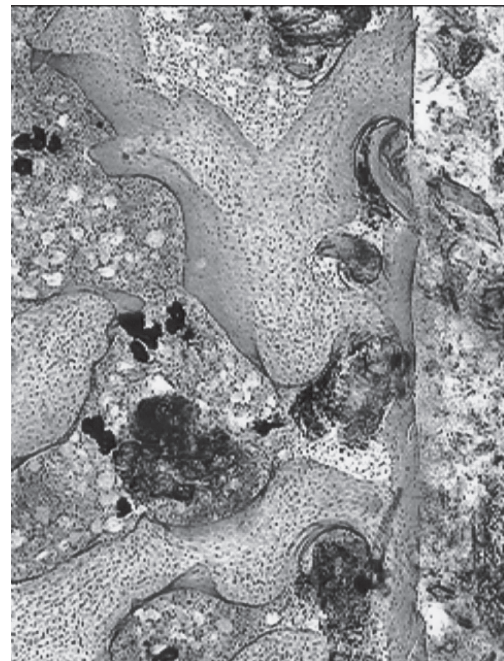
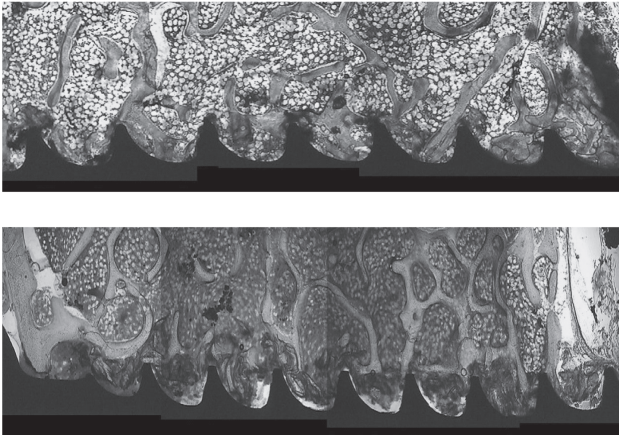
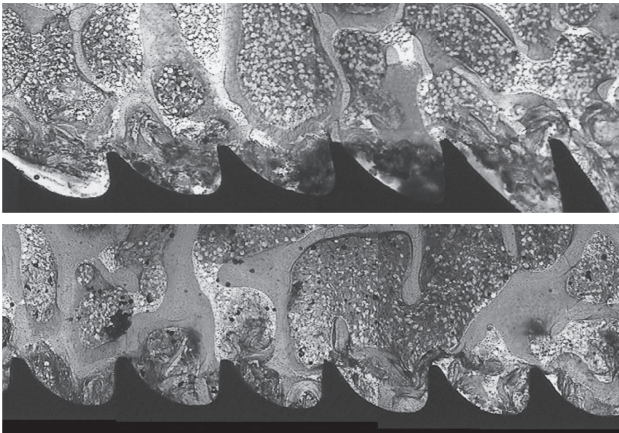


Figura 4  
Fotografia de corte histológico digitalizado ilustrando a parede do orifício piloto sem o implante (\*). Aumento de 90X e coloração com tricrômico de Masson.



**Figura 5**  
Cortes histológicos digitalizados que ilustram a interface entre o tecido ósseo e o implante no grupo experimental, no qual o machreamento do orifício piloto foi realizado. Aumento de 90X e coloração com tricrômico de Masson.

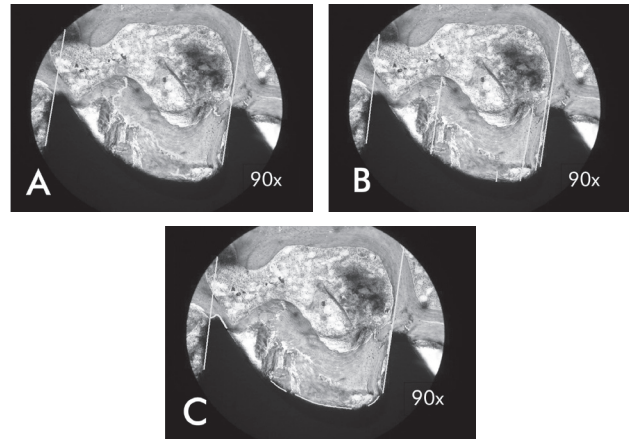


**Figura 6**  
Cortes histológicos digitalizados que ilustram a interface entre o tecido ósseo e o implante no grupo experimental, no qual o machreamento do orifício piloto não foi realizado. Aumento de 90X e coloração com tricrômico de Masson.

transversal provocada pela inserção do parafuso; maior extensão da fratura trabecular longitudinal provocada pela inserção do parafuso e extensão do contato entre o osso e o parafuso.

Estudaram-se seis passos de rosca do parafuso em cada lâmina, e os parâmetros da pesquisa foram analisados em cada rosca dos parafusos, nos diferentes grupos experimentais.

Uma área da interface entre o tecido ósseo e o implante foi delimitada para a avaliação dos parâmetros mencionados. A área foi delimitada por duas linhas retas paralelas ao passo de rosca dos parafusos pela superfície do parafuso (Figura 7). As alterações do tecido ósseo no interior dessa área delimitada foram consideradas durante a avaliação. Com exceção da extensão do contato entre o tecido ósseo e o implante, que foi comparado entre os grupos experimental e de implantados



**Figura 7**  
Parâmetros de avaliação do estudo histomorfométrico: (A) maior extensão da fratura trabecular; (B) maior distância da fratura trabecular transversal; (C) extensão do contato entre a trabécula óssea e o implante. Aumento de 90X e coloração com tricrômico de Masson.

(Grupos A e B), foram comparados os valores observados nos três grupos experimentais (colocação do parafuso com machreamento, sem machreamento e orifício piloto).

A análise estatística foi realizada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade entre os grupos, tomando como nível de significância  $p < 0,05$ . O teste de Kruskal-Wallis (ANOVA) foi empregado para a comparação isolada dos três grupos, considerando os parâmetros quantidade de fratura por passo de rosca, distância da fratura da interface osso-parafuso e extensão de fratura, tendo como nível de significância  $p < 0,05$ . Para avaliar a superfície de contato entre os Grupos A e B, foi realizado o teste de Mann-Whitney, considerando como nível de significância  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Os resultados dos parâmetros estudados estão representados na Tabela 1.

A quantidade de fraturas no interior da rosca do parafuso foi maior no grupo experimental submetido ao machreamento do orifício piloto (Grupo A). No entanto, não foi observada diferença estatística entre o Grupo A (com machreamento) e o Grupo B (sem machreamento) ( $p < 0,05$ ). A quantidade de fraturas foi maior e com diferença estatística ( $p < 0,001$ ) nos Grupos A e B quando comparados ao Grupo C (orifício piloto) (Figura 8).

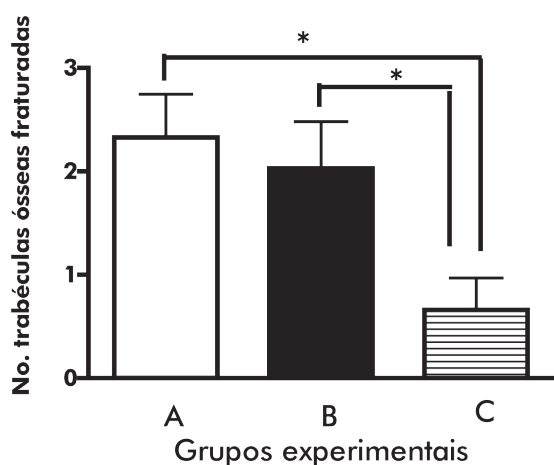
A avaliação da maior distância da fratura trabecular transversal foi discretamente superior no Grupo A em relação ao B, mas não foi observada diferença estatística entre os dois grupos. Os Grupos A e B apresentaram diferença estatística com comparados ao Grupo C ( $p < 0,001$ ) (Figura 9).

A avaliação da extensão da maior fratura apresentou maior valor no Grupo A em relação ao B, mas não foi

**TABELA 1 - Resultados dos parâmetros avaliados no estudo histomorfométrico**

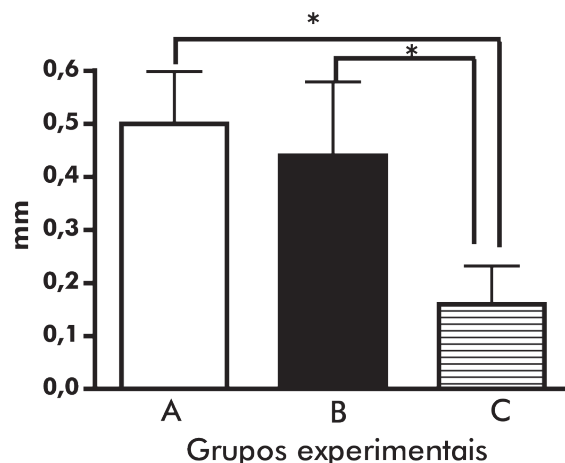
Grupo	Número de trabéculas fraturadas	Maior distância da fratura trabecular transversal (mm)	Maior extensão da fratura trabecular (mm)	Extensão do contato entre o osso e implante (mm)
A (com macheamento)	2,33±0,92*	0,68±0,31*	0,50±0,22*	0,71±0,62*
B (sem macheamento)	2,03±1,01*	0,63±0,35*	0,44±0,31*	0,38±0,44**
C (orifício piloto)	0,06±0,69**	0,17±0,23**	0,16±0,16**	

Os asteriscos indicam a diferença estatística entre os grupos experimentais.



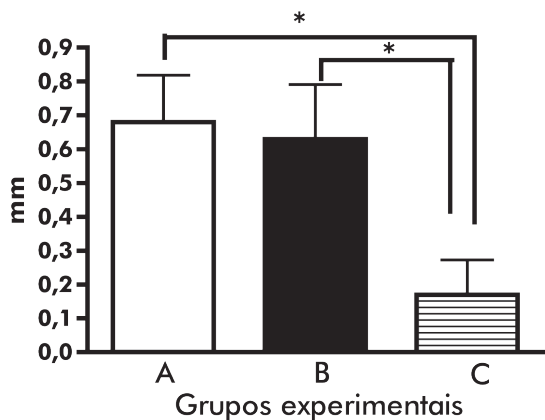
A: com macheamento; B: sem macheamento; C: controle  
Os asteriscos indicam diferença estatística entre os grupos experimentais.

Figura 8  
Resultados da quantidade de fraturas no interior da rosca do parafuso nos diferentes grupos experimentais.



A: com macheamento; B: sem macheamento; C: controle.  
Os asteriscos indicam diferença estatística entre os grupos experimentais.

Figura 10  
Avaliação da extensão da maior fratura nos diferentes grupos experimentais.

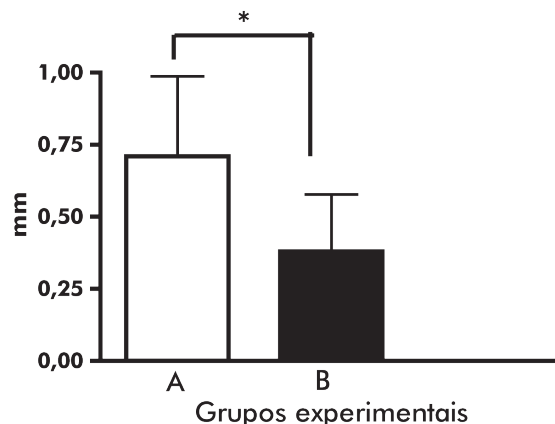


A: com macheamento; B: sem macheamento; C: controle.  
Os asteriscos indicam diferença estatística entre os grupos experimentais.

Figura 9  
Resultados da avaliação da maior distância da fratura trabecular transversal nos diferentes grupos experimentais.

observada diferença estatística entre eles. Os Grupos A e B apresentaram médias superiores de maior extensão de fratura do que o Grupo C e foi observada diferença estatística ( $p < 0,001$ ) (Figura 10).

A superfície de contato entre o tecido ósseo e o parafuso foi maior no Grupo A comparado ao B e apresentou diferença estatística ( $p = 0,0164$ ) (Figura 11).



A: com macheamento; B: sem macheamento.  
O asterisco indica diferença estatística entre os grupos experimentais.

Figura 11  
Resultados da extensão da superfície de contato entre o osso e o implante.

## DISCUSSÃO

A soltura do parafuso do sistema de fixação vertebral utilizado na coluna cervical é uma complicação associada à utilização desses implantes. A qualidade da ancoragem dos implantes na vértebra está diretamente relacionada à estabilidade do sistema de fixação vertebral, cuja falha pode interferir no resultado final do tratamento realizado. A ancoragem dos parafusos na vértebra depende da densidade óssea mineral do tecido ósseo, do diâmetro externo e desenho das roscas do parafuso, e do preparo do orifício piloto<sup>3,5,9-11</sup>. Dentre as variáveis que poderiam alterar a ancoragem dos implantes na vértebra, aquelas relacionadas à realização do orifício piloto, incluindo o macheamento, ao contrário das demais, podem ser alteradas durante a realização do procedimento cirúrgico.

O macheamento do orifício piloto durante a inserção dos parafusos no osso cortical impede a produção de microfraturas e a consequente perda da resistência dos parafusos<sup>12,13</sup>. No entanto, o macheamento do osso esponjoso, que é menos rígido, apresentaria desvantagens e reduziria a resistência ao arrancamento dos parafusos.

O macheamento do osso esponjoso altera o arranjo interno deste osso, produzindo fraturas da matriz de osso esponjoso, criando espaços e reduzindo a ancoragem dos implantes no tecido ósseo<sup>6,13,14</sup>.

O estudo das alterações provocadas no tecido ósseo vertebral durante a inserção dos implantes não tem sido muito valorizada, contrastando com os inúmeros estudos realizados no âmbito da osteossíntese dos ossos longos<sup>13</sup>. Esse parâmetro foi considerado para estudo, devido a sua importância na ancoragem primária dos implantes na estabilidade do sistema de fixação vertebral.

No estudo piloto, foram observadas alterações da estrutura do tecido ósseo nos espécimes cujo preparo não ocorreu logo após a morte, tendo sido esse o motivo para a utilização do animal anestesiado durante a colocação dos implantes e para o preparo do material para a histologia imediatamente após o seu sacrifício. A coluna vertebral dos ovinos apresenta semelhanças com a humana e tem sido utilizada em estudos experimentais<sup>15</sup>.

Os parâmetros de avaliação estavam relacionados ao estudo das alterações da microarquitetura óssea ao redor do implante. A histomorfometria foi o método escolhido para essa avaliação, por permitir a análise quantitativa dos componentes da morfologia óssea, como volume, área, perímetro e distância. Dentre os parâmetros selecionados, foram consideradas somente as fraturas que se encontravam dentro da área delimitada para o estudo, e, no Grupo C, foi considerada a mesma distância do passo de rosca das lâminas com os parafusos e o valor correspondente da distância de um passo de rosca a outro. Desse modo, a área demarcada para o estudo foi igual nos espécimes com os implantes e no Grupo C.

A introdução do implante no corpo da vértebra cervical, com ou sem macheamento, provocou alterações da estrutura óssea ao redor do implantes, tendo sido observado maior alteração no grupo em que o macheamento foi utilizado, embora a diferença estatística tenha sido observada somente em

um dos parâmetros utilizados – extensão do contato entre a trabécula óssea e o implante. As alterações da estrutura do tecido ósseo provocadas pelo macheamento ou pela introdução do implante na vértebra cervical foram observadas na fase aguda e, considerando a remodelação do tecido ósseo que ocorre a longo prazo, essas observações devem ser verificadas com maior período de seguimento para avaliarmos a sua possível influência sobre o tecido ósseo e tecido ósseo neoformado ao redor do implante. As alterações de longo prazo do tecido ósseo dos ossos do crânio ou da face têm sido descritas após o macheamento do orifício piloto<sup>16,17</sup>.

A avaliação das alterações morfológicas do tecido ósseo da interface do osso da vértebra com o implante foram mais intensas no grupo em que foi realizado o macheamento, embora não tenha sido observada diferença estatística – com exceção da área de contato do osso e o implante nos parafusos inseridos sem macheamento. A utilização de maior número de animais para aumento da amostra poderia esclarecer essa diferença. O aumento da área de contato do tecido ósseo com o implante após o macheamento também foi observado por Baëhr<sup>18</sup>, que analisou a superfície de contato osso-parafuso em cadáveres humanos, comparando a técnica com e sem macheamento.

A colocação do parafuso no interior do orifício piloto, com ou sem macheamento, provocou alterações da estrutura óssea ao seu redor (microfraturas e alteração das trabéculas), devido à compressão do osso das paredes do orifício piloto. Foi observada diferença estatística com relação ao orifício piloto em todos os parâmetros estudados. Essas alterações agudas da estrutura óssea devem ser estudadas também a longo prazo, pois existe um processo de remodelação óssea que poderá ser estimulado ou inibido.

A ancoragem dos implantes no tecido ósseo é um fenômeno complexo e dependente de uma constelação de fatores, com destaque para a qualidade e a quantidade do tecido ósseo. O foco do presente estudo é apenas um dos elementos dessa constelação. Os resultados observados, bem como a metodologia empregada, abre caminho para seu entendimento mais profundo e detalhado.

Os resultados deste estudo experimental preliminar demonstraram que o macheamento do orifício piloto acarreta alterações na estrutura do tecido ósseo ao redor do implante. A possível influência destas alterações da microestrutura óssea sobre a ancoragem dos implantes, na fase aguda e em longo prazo, deve ainda ser estudada.

## CONCLUSÃO

O macheamento do orifício piloto provoca alterações da microestrutura do tecido ósseo ao redor do implante quando comparado às alterações produzidas pela inserção do parafuso sem o macheamento ou orifício piloto. A avaliação do contato entre o osso e o implante foi o parâmetro que apresentou diferença estatística na comparação entre a colocação do implante com e sem macheamento. Na comparação com o orifício piloto, todos os parâmetros analisados apresentaram diferença estatística.

## REFERÊNCIAS

1. Daubs MD, Kim YJ, Lenke LG. Pedicle screw fixation (T1, T2, and T3). *Instr Course Lect.* 2007;56:247-55.
2. Moran JM, Berg WS, Berry JL, Geiger JM, Steffee AD. Transpedicular screw fixation. *J Orthop Res.* 1989;7(1):107-14.
3. Ansell RH, Scales JT. A study of some factors which affect the strength of screws and their insertion and holding power in bone. *J Biomech.* 1968;1(4):279-302.
4. Coe JD, Warden KE, Herzig MA, McAfee PC. Influence of bone mineral density on the fixation of thoracolumbar implants. A comparative study of transpedicular screws, laminar hooks, and spinous process wires. *Spine.* 1990;15(9):902-7.
5. Defino HL, Wichr CR, Shimano AC, Kandziora F. Influência do diâmetro do orifício piloto na resistência ao arrancamento dos parafusos do corpo vertebral. *Acta Ortop Bras.* 2007;15(2):76-9.
6. Benzel EC. *Biomechanics of spine stabilization.* New York: Thieme; 2001.
7. Pfeiffer M, Gilbertson LG, Goel VK, Griss P, Keller JC, Ryken TC, et al. Effect of specimen fixation method on pullout tests of pedicle screws. *Spine.* 1996;21(9):1037-44.
8. Ronderos JF, Jacobowitz R, Sonntag VK, Crawford NR, Dickman CA. Comparative pull-out strength of tapped and untapped pilot holes for bicortical anterior cervical screws. *Spine.* 1997;22(2):167-70.
9. Brantley AG, Mayfield JK, Koeneman JB, Clark KR. The effects of pedicle screw fit. An in vitro study. *Spine.* 1994;19(15):1752-8.
10. Carmouche JJ, Molinari RW, Gerlinger T, Devine J, Patience T. Effects of pilot hole preparation technique on pedicle screw fixation in different regions of the osteoporotic thoracic and lumbar spine. *J Neurosurg Spine.* 2005;3(5):364-70.
11. Daftari TK, Horton WC, Hutton WC. Correlations between screw hole preparation, torque of insertion, and pullout strength for spinal screws. *J Spinal Disord.* 1994;7(2):139-45.
12. Kuhn A, Mc Iff T, Cordey J, Baumgart FW, Rahn BA. Bone deformation by thread-cutting and thread-forming cortex screws. *Injury.* 1995; 26(Suppl 1):A12-A20.
13. Schatzker J, Sanderson R, Murnaghan JP. The holding power of orthopedic screws in vivo. *Clin Orthop Relat Res.* 1975;(108):115-26.
14. Oktenoğlu BT, Ferrara LA, Andalkar N, Ozer AF, Sarioğlu AC, Benzel EC. Effects of hole preparation on screw pullout resistance and insertional torque: a biomechanical study. *J Neurosurg.* 2001;94(1 Suppl):91-6.
15. McLain RF, Yerby SA, Moseley TA. Comparative morphometry of L4 vertebrae: comparison of large animal models for the human lumbar spine. *Spine.* 2002;27(8):E200-6.
16. Heidemann W, Terheyden H, Gerlach KL. [In vivo studies of screw-bone contact of drill-free screws and conventional self-tapping screws]. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 2001;5(1):17-21. German.
17. Sowden D, Schmitz JP. AO self-drilling and self-tapping screws in rat calvarial bone: an ultrastructural study of the implant interface. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(3):294-9.
18. Bähr W. Pretapped and self-tapping screws in the human midface. Torque measurements and bone screw interface. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1990;19(1):51-3.

---

### Correspondência

Antônio Carlos Shimano  
 Laboratório de Bioengenharia  
 Avenida Bandeirantes, 3.800 – Campus  
 Universitário – Monte Alegre  
 CEP: 14049-900 – Ribeirão Preto (SP),  
 Brasil.  
 E-mail: ashimano@fmrp.usp.br

---