

## Osteossíntese com haste bloqueada (“interlocking nail”) como tratamento de fratura do terceiro metatarso após artrodese metatarsofângica com haste intramedular modificada em equino

Osteosynthesis with Blocked Nail (“interlocking nail”) as a Treatment for Fracture of the Third Metatarsal after Metatarsophalangeal Arthrodesis with Modified Intramedullary Nail in Equine

Luis Fagner da Silva Machado<sup>1</sup>, Peterson Triches Dornbusch<sup>1</sup>, Mariana Cocco<sup>1</sup>, Jackson Schade<sup>1</sup>, Eric Danilo Pauls Sotelo<sup>1</sup>, Luíza Costa Barcellos<sup>1</sup>, Luciana Doria Ribeiro Cabral<sup>1</sup> & Maria Luiza Machado Pereira<sup>2</sup>

### ABSTRACT

**Background:** The metacarpal/metatarsophalangeal joints, as well as the suspensory apparatus, are usually affected by injuries, due to the intense physical demand during sports and great range of motion, predisposing to degenerative processes, trauma and rupture of the suspensory apparatus. In this case, arthrodesis is the main technique indicated. Such surgical techniques have a poor prognosis due to post-surgical complications, such as implant infection. Therefore, the study of procedures that promote better joint stabilization is important, with reduced surgical time and tissue exposure, decreasing significantly the chance of infection and other possible complications.

**Case:** A 5-year-old male horse was referred to the hospital with a history of trauma and a lacerating wound in the metatarsal plantar region of the left hindlimb. The animal presented grade IV (I-V) claudication of the left hindlimb with hyperextension of the metatarsophalangeal joint and significant pain on palpation, evidencing the rupture of the superficial, deep digital flexor tendons and suspensory ligament of the fetlock. The initial surgical treatment was performed using the arthrodesis technique described by [16]. The intramedullary nail was used with fixation of the plate on the plantar face of the first phalanx together with a single plate fused to the pin, adjusted according to size of the first phalanx, 13 mm thick x 15 cm long, forming an angle between 120° and 140°. Twenty-four h after surgery, there was a simple spiral diaphyseal fracture (type A), in the middle third of the third metatarsal bone in the region of the proximal end, due to the lever held by the short nail against the diaphysis cortex. To treat the complication, an intramedullary 316 L surgical steel rod 13 mm thick x 21 cm long was used, filling the entire spinal canal. The nail had three holes at the proximal end and two holes at the distal end allowing the fixation of screws for cortical bone of 5.5 mm at the ends of the third metatarsal bone, stabilizing the fracture. Radiographic control of the limb was performed each 15 days, with immobilization for 90 days after surgery, thus verifying total consolidation. Concomitantly with the immobilization time, the patient showed improvement in the condition and adequate joint stabilization, presenting degree II (I-V) of lameness, due to the process of ankyloses elapsed from joint degeneration. After 10 months, the horse showed a reduction in claudication, classified as grade I (I-V). The owner was satisfied with the functional and aesthetic result of the treatment, where the animal started to be mounted and used for walks.

**Discussion:** In this case, the treatment indicated was an arthrodesis of the metatarsophalangeal joint, due to the hyperextension of the metatarsophalangeal joint and rupture of the suspensory apparatus, since they play a fundamental supporting role. There are many arthrodesis techniques for the metacarpal/metatarsophalangeal joints; however, most of them present several complications, such as implant failure, infections and laminitis of the contralateral limb. For this reason, the development of new techniques that show satisfactory results and less disadvantages in the post-surgical period are fundamental. The nails are advantageous in relation to other fixation methods, presenting lower cost, practical application and allow the support of the fractured limb after return from anesthesia. In the case of simple spiral shaft fractures (type A), the blocked nail system promotes satisfactory stability in the fracture focus, especially for open fractures. When compared to the dynamic compression plate, it is less invasive and can be implanted as a semi-closed surgical procedure, beyond to supporting high loads *in vivo*.

**Keywords:** suspensory apparatus, implant, joint.

**Descritores:** aparato suspensor, implante, articulação.

DOI: 10.22456/1679-9216.100690

Received: 29 March 2020

Accepted: 23 May 2020

Published: 25 June 2020

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Veterinária (DMV), Setor de Ciências Agrárias (SCA), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brazil. <sup>2</sup>Departamento de Medicina Veterinária (DMV), Setor de Ciências da Saúde (CCS), Universidade Regional de Blumenau (FURB), Blumenau, SC, Brazil. CORRESPONDENCE: L.F.S. Machado [fafasaudeequina@gmail.com] & M.L.M. Pereira [marialuizamape@gmail.com]. DMV - SCA - UFPR. Rua dos Funcionários n. 1540. CEP 80035-050 Curitiba, PR, Brazil.

## INTRODUÇÃO

As articulações metacarpofalângica e metatarsofalângica, também conhecidas como articulação do boleto, são extremamente exigidas durante exercícios de alta intensidade [5]. Injúrias destas articulações e do aparato suspensor são comuns e estão frequentemente relacionadas a processos degenerativos pela exigência destas estruturas durante exercícios de alta intensidade, grande amplitude de movimento, pequena área de contato e traumas [5].

A indicação mais comum para o tratamento nos casos de ruptura do aparato suspensor ou claudicação crônica relacionada à osteoartrite é a estabilização da articulação, denominada artrodese [2]. A artrodese do boleto tem por objetivo, zelar pelo conforto do paciente, fazendo-o apoiar novamente o membro, porém não possibilita retornar atividades de alta performance [18].

Muitas são as técnicas cirúrgicas para artrodese das articulações metacarpo/metatarsofalangenas, entretanto o prognóstico é desfavorável devido a complicações pós-cirúrgicas, como a infecção do implante, é associado com as técnicas comumente utilizadas. Portanto, procedimentos que promovam melhor estabilização articular, com diminuição do tempo cirúrgico e tempo de exposição tecidual, reduzem a chance de infecção e outras possíveis complicações.

O objetivo do trabalho é relatar um caso de aplicação do sistema de haste bloqueada (“interlocking nail”) para o tratamento de fratura do terceiro osso metatarso que ocorreu como complicação da artrodese da articulação metatarsofalângica com haste intramedular modificada em equino.

## CASO

Foi atendido no Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná - Campus Curitiba, um equino, macho, sem raça definida, de cinco anos de idade e 330 kg, com histórico de trauma e sinais clínicos de claudicação com ferida lacerante na região plantar do metatarso do membro pélvico esquerdo. Ao exame físico foram observados taquicardia (64 bpm), taquipneia (40 mpm), temperatura retal de 38,5°C, claudicação grau IV (I-V) do membro pélvico esquerdo com hiperextensão da articulação metatarsofalangeana e significativa dor à palpação, evidenciando a ruptura dos tendões flexor digital superficial, profundo e ligamento suspensor do boleto.

Devido à ruptura do aparato suspensor, foi indicado como tratamento uma técnica de artrodese [16], com o uso da haste intramedular com fixação da placa na face plantar da primeira falange, devido a ruptura do aparato suspensor. Tal haste possui uma placa única fundida ao pino onde o comprimento é ajustado conforme o tamanho da primeira falange, possuindo 13 mm de espessura e 15 cm de comprimento. A região de junção entre o pino e a placa forma um ângulo que pode variar entre 120° a 140°.

O procedimento foi realizado com o animal sob anestesia geral inalatória em decúbito lateral direito, com o membro acometido (MPE) mais elevado. Previamente foi fixado um garrote no membro, o qual permaneceu durante uma hora.

Após antissepsia padrão, pele e subcutâneo foram incisados linearmente por meio de bisturi e eletrocautério na face plantar da articulação metatarsofalangeana e primeira falange. Posteriormente uma incisão sagital foi realizada sobre o tendão flexor digital superficial e tendão flexor digital profundo e cápsula articular, permitindo a exposição da articulação. Todas as estruturas foram afastadas medial e lateralmente com afastador autoestático de Weitlaner. Estruturas de tecido mole como ligamento anular digital distal, ligamento anular plantar, ligamentos sesamoideos oblíquos e reto foram preservados.

Com a furadeira foi realizada a perfuração do canal medular do metatarso com uma broca de 13 mm, pelo acesso distal e com a articulação estendida, o pino intramedular foi introduzido no canal medular. A placa com quatro orifícios foi fixada com quatro parafusos para osso cortical de 5,5 mm na face plantar da primeira falange. Durante o procedimento cirúrgico, projeções radiográficas dorsoplantar e lateromedial foram realizadas simultaneamente, determinando qualquer desvio do pino no eixo longitudinal do osso metatarso. A síntese do tecido subcutâneo foi realizada com fio de ácido poliglicólico 0 (Sertix®)<sup>1</sup> em padrão contínuo simples. A sutura da pele constituiu em um padrão simples interrompido com fio nylon 0 (Ethicon®)<sup>2</sup>.

Após 24 h da cirurgia, houve fratura diafisária simples em espiral (tipo A) [11], no terço médio do terceiro osso metatarso na região da extremidade proximal da haste (Figura 1B). Devido à haste curta, uma alavanca se formou contra a cortical da diáfise do terceiro metatarso conferindo a necessidade de usar a haste em todo canal medular. A haste bloqueada

foi utilizada para o tratamento da fratura que ocorreu como complicação da utilização da haste intramedular modificada (Figura 1A).

No mesmo acesso distal ao terceiro osso metatarsiano com a articulação estendida, foi introduzido uma haste de aço cirúrgico 316 L de 13 mm de espessura e 21 cm de comprimento, preenchendo todo canal medular. A haste apresentava três orifícios na extremidade proximal e dois orifícios na extremidade distal permitindo a fixação de três e dois parafusos para osso cortical de 5,5 mm nas extremidades proximal e distal do terceiro osso metatarso respectivamente, tendo como objetivo a estabilização da fratura. Um guia de perfuração com marcações para a colocação dos parafusos foi utilizado e a partir destas marcações, foram realizados os procedimentos de perfuração, macheamento e bloqueio através dos orifícios da haste. O controle radiográfico com as projeções dorsoplantar e lateromedial foram realizadas para confirmar o posicionamento adequado da haste.

A síntese do tecido subcutâneo foi realizada com fio de ácido poliglicólico 0 (Sertix®)<sup>1</sup> em padrão contínuo simples. A sutura da pele constituiu em um padrão simples interrompido com fio nylon 0 (Ethicon®)<sup>2</sup>. Imediatamente após, o membro foi imobilizado com gesso sintético (Scotchcast®)<sup>3</sup> desde o terço proximal da tibia até o casco.

No pós-operatório o paciente recebeu enrofloxacin (Chemitril® 2,5 mg/kg, VO, SID)<sup>4</sup>, durante 21 dias; fenilbutazona (Fenilbutazona OF® 2,2 mg/kg IV, SID)<sup>5</sup>, durante 7 dias; omeprazol (Gastrozol®<sup>2</sup> mg/kg VO, SID)<sup>6</sup>, durante 21 dias.

O controle radiográfico do membro foi realizado quinzenalmente, mantendo-se imobilizado por 90 dias após a cirurgia verificando assim, total consolidação (Figura 1C). A articulação metatarsofalângica demonstrou-se parcialmente anquilosada, evidenciando proliferação óssea periarticular, esclerose do osso subcondral, diminuição do espaço articular e sinais de remodelamento ósseo.

Concomitantemente ao tempo de imobilização, o paciente apresentou melhora no quadro e adequada estabilização da articular, apresentando grau II (I-V) de claudicação, devido ao processo de anquilose transcorrido da degeneração articular. Dez meses após o procedimento cirúrgico o equino demonstrou significativa redução de claudicação, a qual foi classificada em I (I-V). O proprietário demonstrou-se satisfeito com o resultado funcional e estético do tratamento, onde o animal passou a ser montado e utilizado para passeios.

## DISCUSSÃO

Conforme descrito na literatura [2,3,6], equinos com osteoartrites, luxações, subluxações, deformidades flexurais congênitas e ruptura traumática do aparelho suspensor, são candidatos a artrodese da articulação metacarpo/metatarsofalangeanas. No relato descrito, em decorrência da ruptura do aparato suspensor associado a hiperextensão da articulação, a artrodese foi a técnica cirúrgica de escolha.

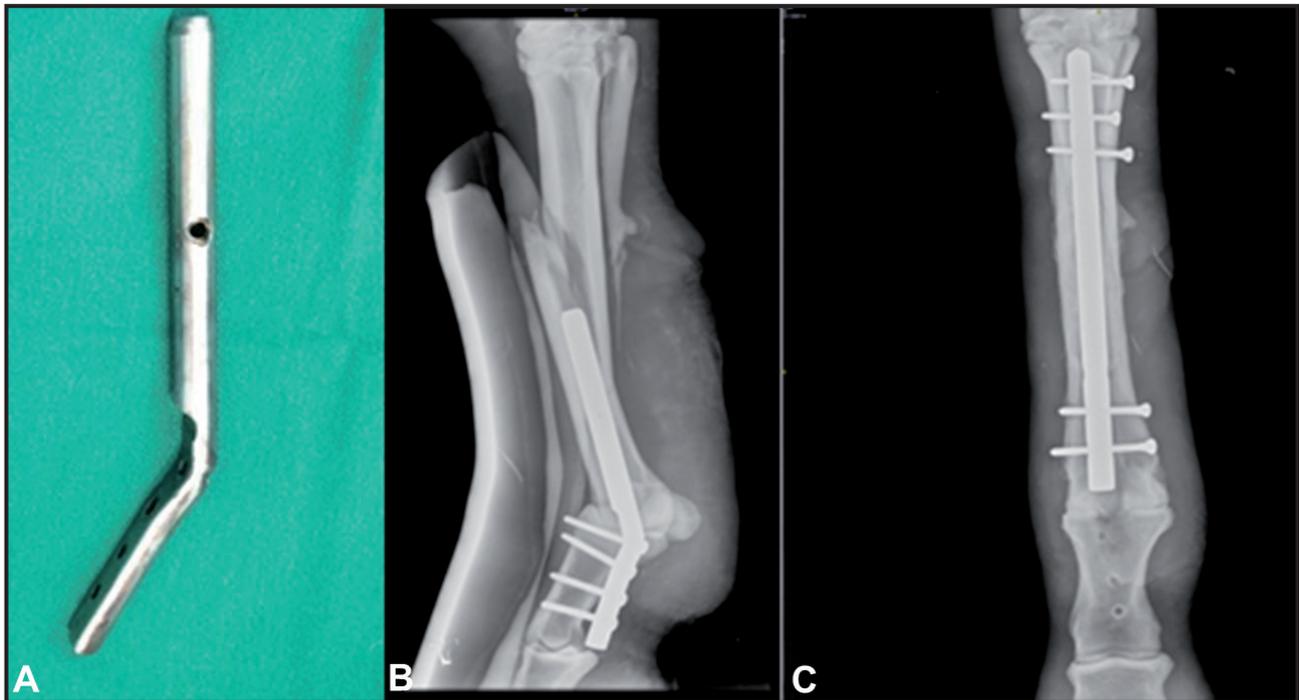
O aparato suspensor é essencial ao equino, pois permite o apoio passivo e suporte não dependente de musculatura, sustentando as articulações metacarpo/metatarsofalangean durante o apoio. Desta forma em casos de ruptura, os animais apresentam claudicação grave devido a dor e hiperextensão da articulação na fase de apoio do passo [16].

Muitas são as técnicas de artrodese para a articulação metacarpo/metatarsofalangeanas. Bramlage descreveu a primeira, sendo usada rotineiramente com apenas algumas modificações [18]. A opção mais viável ao paciente é a estabilização cirúrgica com implantes ortopédicos, sendo tipicamente realizada com 14-16 orifícios de 5.5 mm de largura utilizando placas de compressão dinâmica com uma dobra de 10-12° aplicada dorsalmente ao membro [7].

Técnicas de fixação interna tem sido desenvolvidas com intuito de acelerar o processo de anquilose, algumas delas consistem em dois parafusos cruzados e três parafusos paralelos em compressão com placa T [6].

Entretanto, complicações na grande maioria das técnicas foram descritas como laminite do membro contralateral, quebra do implante e infecção [4]. Sendo assim, o desenvolvimento de novas técnicas que denotem resultados satisfatórios e menos desvantagens no pós-cirúrgico são fundamentais, como infecção do implante devido a excessiva exposição tecidual e tempo cirúrgico prolongado.

Em estudo de Schade *et al.* [14] foi descrito o sucesso com a utilização da técnica do cesto de aço modificada, baseada no sucesso para o tratamento de um caso de mielopatia cervical estenótica em um equino realizado por [1]. A técnica consiste na inserção de um cesto de aço de 25,0 mm diâmetro x 25,0 mm comprimento em orifício criado por perfurações prévias entre o terceiro metatarso e a falange proximal. O preenchimento do cesto ocorreu posteriormente com osso extraído das respectivas perfurações. Dois parafusos foram inseridos em direção proximoplantar



**Figura 1.** A- Haste intramedular modificada. B- Imagem radiográfica (LM) com terceiro osso metatársico fraturado pela alavanca formada na extremidade proximal da haste. C- Imagem radiográfica (DP) demonstrando a haste longa com bloqueio por parafusos implantada no canal medular do terceiro osso metatarso e total consolidação da fratura 90 dias após a cirurgia.

e disto plantar na epífise distal do terceiro metatarso e epífise proximal da falange proximal respectivamente, conferindo maior estabilização ao implante.

A técnica do cesto de aço modificada [14] possui vantagens quando comparada com outras técnicas, por utilizar apenas um cesto como implante e dois parafusos corticais, transcorrendo com um tempo cirúrgico curto e pequena incisão para acesso a articulação, minimizando as chances de infecção e outras possíveis complicações.

A técnica de artrodese da articulação metatarsofalângica com a haste modificada intramedular [16] utilizada no presente relato, teve como precedente os benefícios da técnica descrita anteriormente [14], fornecendo favorável estabilização articular, diminuição do tempo cirúrgico, pequena abordagem tecidual com menor chance a infecção e similaridade as condições anatômicas do aparelho suspensor, sendo um componente essencial para o apoio destas articulações durante a sustentação, entretanto a técnica não demonstrou-se eficiente devido ao curto comprimento da haste, favorecendo a formação da alavanca contra a cortical da diáfise do terceiro metatarso.

No estudo da técnica da haste modificada intramedular [16] não houve fraturas, devido ao estudo ser realizado em peças anatômicas (*in vitro*). O trabalho baseou-se em um estudo biomecânico *in vitro* de compressão axial e de fadiga utilizando um protótipo de

placa intramedular (IMPP) projetado especificamente para artrodese metacarpofalângica (MCP) com um sistema de placa de compressão dinâmica (DCP). O protótipo foi composto de aço inoxidável 316L, com fixador único que consistia em uma haste intramedular com 13 mm de diâmetro e 150 mm de comprimento, combinada com uma placa em forma de cunha com 4 orifícios, angulada em 130° em relação à haste [16].

Na descrição do relato, com utilização da técnica descrita anteriormente [16] ocorreu fratura no terço médio do terceiro osso metatarso, decorrente a alavanca exercida pela extremidade proximal da haste contra a cortical da diáfise do terceiro metatarso, resultando em insucesso na aplicação da técnica. Assim, foi necessária sua modificação, conferindo o preenchimento da haste em todo canal medular, substituindo-a por uma haste longa com bloqueio por parafusos e posterior consolidação óssea.

A escolha da técnica deve-se ao fato do acesso cirúrgico ser o mesmo utilizado para retirar o primeiro implante e ser este tipo de fixação ser o principal método de tratamento em fraturas de ossos longos. As hastas são vantajosas em relação a outros métodos de fixação como as placas e parafusos, visto que apresentam menor custo, são mais fáceis de serem aplicadas e permitem ao paciente o apoio do membro fraturado após retorno da anestesia [13].

Para fraturas diafisárias simples em espiral (tipo A), o sistema de haste bloqueada (“*interlocking nail*”) promove satisfatória estabilidade no foco da fratura [10], especialmente para fraturas abertas, pois quando comparado a placa de compressão dinâmica é menos invasiva e pode ser implantada como procedimento cirúrgico semifechado além de suportar cargas elevadas *in vivo*, o que permite o paciente retornar da anestesia com ideal apoio do membro fraturado.

Sendo assim, as hastes bloqueadas têm como função bloquear as forças de compressão axial, encurvamento e rotação, atuantes nos quadros de fratura, possibilitando o adequado processo de reparação óssea [15]. Principalmente em fraturas de ossos longos, como fêmur, tíbia e úmero [9] incluindo fraturas expostas, fechadas, cominutivas, pseudoartroses, osteotomias para correção de rotação, e aumento ou diminuição no tamanho do osso [8,12,15].

A artrodese da articulação metatarsofalângica ocorreu pela estabilização por gesso sintético durante 90 dias, visto que a articulação iniciou o processo de artrodese imediatamente após a cirurgia do implante da haste intramedular modificada, devido a destruição da cartilagem e degeneração desencadeada pelo acesso cirúrgico articular para a introdução do implante.

Embora neste relato, a artrodese não tenha ocorrido pela técnica descrita na literatura [16], esta parece possuir vantagens substanciais “*in vitro*” sobre as técnicas atuais de artrodese, pois foi projetada especificamente para artrodese metacarpo/metatarsofalangeana, sendo um fixador interno único que consegue a fixação

estável do membro e da articulação combinando os conceitos *interlocking* e fixação de placa intramedular [16].

Este é o primeiro relato da utilização da técnica da haste intramedular modificada para artrodese das articulações metacarpo/metatarsofalangeanas (*in vivo*) em equinos. Embora a utilização da técnica não tenha sido bem sucedida pela fratura do terceiro osso metatarso, sua substituição pela haste bloqueada (“*interlocking nail*”) para osteossíntese e imobilização articular com gesso para artrodese foram promissoras, mostrando-se eficaz com resultado satisfatório.

Novos estudos com modificações da técnica no sistema da haste intramedular modificada para artrodese das articulações MCF/MTF são necessários, avaliando sua eficácia e seu uso de forma mais promissora.

Como opções, uma haste intramedular longa ocupando todo o canal medular e a osteointegração da haste com titânio são sugeridas. Estas modificações evitariam a fratura no terço médio do terceiro osso metacarpo/metatarso, promovendo um sistema semelhante a haste bloqueada (“*interlocking nail*”), conferindo maior estabilidade da haste na medular óssea.

#### MANUFACTURERS

<sup>1</sup>Shalon Suturas. São Luís de Montes Belos, GO, Brazil.

<sup>2</sup>Johnson & Johnson Company. São Paulo, SP, Brazil.

<sup>3</sup>M Healthcare. Sant Paul, MN, USA.

<sup>4</sup>Chemitec - Produtos Veterinários. São Paulo, SP, Brazil.

<sup>5</sup>Ourofino Saúde Animal. Ribeirão Preto, SP, Brazil.

<sup>6</sup>Marcolab Indústria de Produtos Veterinários. Duque de Caxias, RJ, Brazil.

**Declaration of interest.** The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the contents and writing of the paper.

#### REFERENCES

- 1 Araújo F.F., Castro M.L., Laskoski L.M., Pavelski M., Deconto I. & Dornbusch P.T. 2015.** Modified steel basket technique for the treatment of equine cervical vertebral stenotic myelopathy - a case report. *Semina: Ciências Agrárias*. 36(4): 2685-2692.
- 2 Auer J.A. & Stick J.A. 2011.** *Equine Surgery*. 4th edn. Philadelphia: WB. Saunders Company, 1536p.
- 3 Baker S.T. 2013.** Mechanical assessment of veterinary orthopedic implant technologies : comparative studies of canine fracture. 168p. College Station, TX. Thesis (Master of Science) - Master Graduation Program in Biomedical Engineering, Texas A&M University.
- 4 Bowman K.F., Leitch M., Nunamaker D.M., Feckelman G.E., Tate Jr. L.P., Park M.I., Boles C.L. & Raker C.W. 1984.** Complications during treatment of traumatic disruption of the suspensory apparatus in Thoroughbred horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 184(6): 706-715.
- 5 Cantley C.E.L., Firth E.C., Delahunt J.W., Pfeiffer D.U. & Thompson K.G. 1999.** Naturally occurring osteoarthritis in the metacarpophalangeal joints of wild horses. *Equine Veterinary Journal*. 31(1): 73-81.
- 6 Caron J.P., Fretz P.B., Bailey, J.V. & Barber S.M. 1990.** Proximal interphalangeal arthrodesis in the horse. *Veterinary Surgery*. 19(3): 196-202.

- 7 **Carpenter R.S., Galuppo L.D., Simpson E.L. & Dowd J.P. 2008.** Clinical evaluation of the locking compression plate for fetlock arthrodesis in six Thoroughbred Racehorses. *Veterinary Surgery*. 37(3): 263-268.
- 8 **Dueland R.T., Johnoson K.A., Engen M.H. & Lesser A.S. 1999.** Interlocking nail treatment of diaphyseal long-bone fractures in the dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 214(1): 59-66.
- 9 **Horstman C.L., Beale B.S. & Conzemius M. 2004.** Biological osteosyntheses versus traditional anatomic reconstruction of 20 long-bone fractures using an interlocking nail: 1994- 2001. *Veterinary Surgery*. 33(3): 232-237.
- 10 **McClure S.R., Watkins J.P. & Ashman R.B. 1998.** *In vivo* evaluation of intramedullary interlocking nail fixation of transverse femoral osteotomized equine third metacarpal bones. *Veterinary Surgery*. 27(1): 29-36.
- 11 **Muller M.E., Allgower M. & Schneider R. 1991.** *Manual of Internal Fixation*. 3rd edn. New York: Springer-Verlag, 752p.
- 12 **Paschoal F.M. & Paccola C.A.J. 2000.** Haste bloqueada "Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto": experiência clínica no tratamento das fraturas femorais. *Acta Ortopédica Brasileira*. 8(4): 160-177.
- 13 **Rodrigues L.B. 2008.** Análise Computacional e *Ex-Vivo* de uma Técnica de Redução de Fraturas para Ossos Longos de Grandes Animais. 206f. Belo Horizonte, MG. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais.
- 14 **Schade J., Amaro F.P.A., Silva J.B.P., Sotelo E.D.P., Barcellos L.C., Guedes R.L., Machado L.F.S. & Dornbusch P.T. 2019.** Artrodese metatarsofalângica por meio da técnica do cesto de aço modificada em potro. *Acta Scientiae Veterinariae*. 47(1): 462. DOI: 10.22456/1679-9216.97973.
- 15 **Schmaedecke A. 2007.** Avaliação biomecânica de diferentes bloqueios transcorticais de interlockingnail em relação as forças de torção, encurvamento e axiais atuantes em fraturas diafisárias de fêmur de cães - estudo *in vitro*. 144f. São Paulo, SP. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Veterinária, Universidade de São Paulo.
- 16 **Sod G.A. & Martin G.S. 2004.** An *in vitro* biomechanical comparison of a prototype intramedullary pin-plate with a dynamic compression plate for equine metacarpophalangeal arthrodesis. *Veterinary Surgery*. 33(1): 83-91.
- 17 **Stashak T.S. 2006.** *Claudicação em equinos segundo Adams*. 5.ed. São Paulo: Roca, 1112p.
- 18 **Zubrod C.J. & Schneider R.K. 2005.** Arthrodesis techniques in horses. *The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 21(3): 691-711.